Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012

Matemáticas, Lectura y Ciencias

Programme for International Student Assessment

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

OECD

Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012: Matemáticas, Lectura y Ciencias

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y UNIVERSIDADES

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y COOPERACIÓN TERRITORIAL

Instituto Nacional de Evaluación Educativa

Madrid 2013

Catálogo de publicaciones del Ministerio: mecd.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: publicacionesoficiales.boe.es

Traducción al español de la publicación original de la OCDE:

PISA 2012 Assessment and Analytical Framework
Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE
Instituto Nacional de Evaluación Educativa

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General
de Documentación y Publicaciones

Edición: 2013

NIPO 030-13-289-6 línea
NIPO 030-13-288-0 ibd

ISBN ibd 978-84-369-5525-5

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1. PISA 2012 MARCO DE MATEMÁTICAS 7

Introducción 8

Definición de competencia matemática 8

- Concepción del alumno como individuo que resuelve problemas de forma activa en PISA 2012 9
- Un vínculo explícito con distintos contextos para los problemas de PISA 2012 11
- Un papel visible para las herramientas matemáticas, incluida la tecnología, en PISA 2012 11

Organización del área de conocimiento 12

- Procesos matemáticos y capacidades matemáticas subyacentes 12
- Conocimientos de contenido matemático 16
- Contextos 23

Evaluación de la competencia matemática 24

- Estructura de la evaluación de matemáticas de PISA 2012 25
- Presentación de la competencia matemática 29
- Actitudes hacia las matemáticas 30
- Evaluación electrónica opcional de las matemáticas 31

Resumen 33

Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA 35

Notas 49

Referencias bibliográficas 50

CAPÍTULO 2. PISA 2012 MARCO DE LECTURA 52

Introducción 53

Definición de competencia lectora 54

Organización del área de conocimiento 55

- Situación 56
- Texto 57
- Aspecto 61
- Resumen de la relación entre los textos y ejercicios de lectura en formato impreso y digital 64

Evaluación de la competencia lectora 64

- La elaboración de ejercicios en el medio impreso 65
- La elaboración de ejercicios en el medio digital 68

Presentación de los resultados de la lectura en soporte impreso y digital 76

- Lectura en soporte impreso 76
- Lectura en soporte digital 78

Resumen 79

Ejemplos de preguntas de lectura de PISA en soporte impreso 80

Notas 95

Referencias bibliográficas 96

CAPÍTULO 3. PISA 2012 MARCO DE CIENCIAS 98

Introducción 99

Definición de competencia científica 100

- Explicación de la definición 102

Organización del área de conocimiento 103

- Situaciones y contexto 104
- Ejemplos de preguntas de ciencias de PISA 106
- Competencias científicas 111
- Conocimiento científico 112
- Actitudes hacia la ciencia 115

Evaluación de la competencia científica 116

- Características de la prueba 116
- Estructura de la evaluación de ciencias 117

Presentación de la competencia científica 119

Resumen 121

Notas 123

Referencias bibliográficas 124

1

PISA 2012

Marco de Matemáticas

El marco de matemáticas de PISA 2012 explica los fundamentos teóricos de la evaluación de matemáticas de PISA, incluyendo una nueva definición formal de la competencia matemática, los procesos matemáticos que los alumnos ponen en marcha cuando utilizan dicha competencia y las capacidades matemáticas fundamentales que subyacen a esos procesos. El marco explica cómo los conocimientos de contenido matemático se organizan en cuatro categorías de contenido y describe aquellos que son relevantes para una evaluación dirigida a alumnos de 15 años. Define cuatro categorías de contexto donde los alumnos afrontarán desafíos matemáticos. El marco especifica el porcentaje de preguntas de cada una de las cuatro categorías de contenido y de contexto, cada formato de respuesta y cada proceso, y describe el diseño rotatorio de los cuadernos de la prueba y los cuestionarios. Se requieren preguntas de distintos niveles de dificultad. Se describe la evaluación electrónica opcional de las matemáticas, analizándose las bases y el potencial de desarrollo futuro. Las categorizaciones se ilustran con siete unidades utilizadas en los estudios y pruebas piloto de PISA. Se explican las múltiples medidas de control de calidad. La evaluación PISA medirá el grado de eficacia con que los países preparan a los alumnos para emplear las matemáticas en todos los aspectos de su vida personal, cívica y profesional como parte de una ciudadanía constructiva, comprometida y reflexiva.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de las matemáticas tiene especial relevancia en PISA 2012, pues es la principal área de conocimiento evaluada. Aunque las matemáticas se evaluaron en PISA 2000, 2003, 2006 y 2009, solo en 2003 fueron la principal área de atención.

El regreso de las matemáticas como principal área de conocimiento en PISA 2012 ofrece la oportunidad de llevar a cabo comparaciones del rendimiento de los alumnos a lo largo del tiempo, pero también brinda la ocasión de volver a examinar lo evaluado a la luz de los cambios ocurridos en este campo y en las políticas y prácticas de enseñanza. Un desafío inherente es la elaboración de un marco de matemáticas actualizado y de vanguardia, sin perder las relaciones psicométricas con las anteriores evaluaciones de las matemáticas a través de una línea de tendencia que mire al futuro y al pasado. El marco de PISA 2012 se ha diseñado para hacer que las matemáticas, relevantes para los alumnos de 15 años, sean más claras y explícitas, garantizando a su vez que las preguntas elaboradas sigan insertadas en contextos auténticos y significativos. El ciclo de construcción de modelos matemáticos, utilizado en marcos anteriores (p. ej., OCDE, 2003) para describir las etapas por las que pasan los individuos para resolver problemas contextualizados, sigue siendo una característica fundamental del marco de PISA 2012. Se utiliza para ayudar a definir los procesos matemáticos en los que están inmersos los alumnos cuando resuelven problemas – procesos que se emplean por primera vez en 2012 como una dimensión esencial de información. Asimismo, en 2012, los países cuentan con una nueva evaluación opcional de las matemáticas en soporte electrónico (CBAM, en sus siglas en inglés).

El marco de matemáticas de PISA 2012 se organiza en varios apartados principales. El primero de ellos, «Definición de competencia matemática», explica los fundamentos teóricos de la evaluación de las matemáticas en PISA, incluida la definición formal del constructo competencia matemática. El segundo apartado, «Organización del área de conocimiento», describe tres aspectos: *I*) los procesos matemáticos y las capacidades matemáticas fundamentales («*competencias*» en marcos anteriores) que subyacen a esos procesos; *II*) la forma en que se organizan los conocimientos de contenido matemático en el marco de PISA 2012 y aquellos que son relevantes para una evaluación dirigida a alumnos de 15 años (se presentan las subpuntuaciones tanto para las tres categorías de proceso matemático como para las cuatro de contenido matemático); *III*) los contextos donde los alumnos afrontarán desafíos matemáticos. El tercer apartado, «Evaluación de la competencia matemática», explica cuestiones estructurales de la evaluación, incluido un modelo de la prueba y otra información técnica. Los distintos apéndices incluyen una descripción adicional de las capacidades matemáticas fundamentales, varias preguntas ilustrativas de PISA y una lista de referencia.

Este marco ha sido redactado bajo la dirección del Grupo de Expertos en Matemáticas (*Mathematics Expert Group, MEG*), un órgano designado por los principales contratistas de PISA con la aprobación del Consejo de Gobierno de PISA (*PISA Governing Board, PGB*). Entre los diez miembros que integran el Grupo se encuentran matemáticos, profesores de matemáticas y expertos en evaluación, tecnología e investigación educativa de distintos países. Además, para asegurar una mayor universalidad del material y del análisis se distribuyó un borrador del marco de matemáticas de PISA 2012 a más de 170 expertos en matemáticas de más de 40 países para que realizasen las observaciones pertinentes. *Achieve* y el Consejo Australiano de Investigación Educativa (*Australian Council for Educational Research, ACER*), los dos organismos contratados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para gestionar el desarrollo del marco, también realizaron varios esfuerzos en materia de investigación para documentar y apoyar dicho desarrollo. En general, la labor continuada de los países participantes ha sido lo que ha apoyado y documentado la elaboración del marco y el programa PISA (p. ej., la investigación descrita en la publicación de la OCDE de 2010 titulada *Pathways to Success: How Knowledge and Skills at Age 15 Shape Future Lives in Canada*).

DEFINICIÓN DE COMPETENCIA MATEMÁTICA

La comprensión de las matemáticas es fundamental en la preparación de los jóvenes para la vida en la sociedad moderna. Un porcentaje creciente de problemas y situaciones encontradas en la vida diaria, incluidos los contextos profesionales, requieren un cierto grado de comprensión de las matemáticas, razonamiento matemático y herramientas matemáticas antes de poder entenderlos y abordarlos en su totalidad. Las matemáticas son una herramienta esencial para los jóvenes a la hora de afrontar cuestiones y desafíos relativos a aspectos personales, profesionales, sociales y científicos de su vida. Por tanto, es importante saber hasta qué punto estos, una vez finalizada su escolarización, están adecuadamente preparados para aplicar las matemáticas en la comprensión de cuestiones importantes y en la resolución de problemas significativos. Una

evaluación a la edad de 15 años proporciona una indicación temprana del modo en que las personas pueden responder en el futuro a la gran variedad de situaciones con las que se van a encontrar y en las que están implicadas las matemáticas.

Como base para una evaluación internacional a alumnos de 15 años de edad, es razonable preguntarse: «¿Qué es importante que los ciudadanos sepan y sean capaces de hacer en situaciones en las que están presentes las matemáticas?» Más concretamente, ¿qué significa la competencia matemática para un joven de 15 años que acaba de finalizar su escolarización o está preparándose para cursar estudios más especializados y ser admitido en una carrera o en la universidad? Es importante que el constructo de competencia matemática, que en este informe se utiliza para indicar la capacidad de los individuos para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos, no se perciba como sinónimo de conocimientos y destrezas mínimas o de nivel bajo. Más bien lo que se pretende es describir las capacidades de los individuos para razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Esta concepción de la competencia matemática respalda la importancia de que los alumnos desarrollen una sólida comprensión de los conceptos de las matemáticas puras y los beneficios de tomar parte en exploraciones dentro del mundo abstracto de las matemáticas. El constructo de competencia matemática, tal y como se define en PISA, hace gran hincapié en la necesidad de desarrollar la capacidad de los alumnos para utilizar las matemáticas en contexto y, para lograrlo, es importante que tengan ricas experiencias en sus clases de matemáticas. Esto es cierto para aquellos alumnos de 15 años que están a punto de finalizar su formación matemática formal, así como para los que la van a continuar. Además, se puede afirmar que para casi todos los alumnos, la motivación para aprender matemáticas aumenta cuando se dan cuenta de la importancia que tiene lo que están aprendiendo para el mundo ajeno al aula y para otros temas.

La competencia matemática trasciende, obviamente, los límites de edad. Sin embargo, cuando se evalúa en jóvenes de 15 años se deben tener en cuenta las características relevantes de estos alumnos; de ahí la necesidad de identificar el contenido, el lenguaje y los contextos que sean adecuados a la edad. El presente marco distingue entre las categorías generales de contenido que suelen ser importantes para la competencia matemática de las personas y los temas de contenido específico apropiados para los alumnos de 15 años. La competencia matemática no es un atributo que una persona tiene o no tiene. Al contrario, la competencia matemática es un atributo que se encuentra en un continuo, donde algunos individuos son más competentes que otros desde el punto de vista matemático y donde el potencial de crecimiento está siempre presente.

A efectos de PISA 2012, la competencia matemática se define como:

La capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a los individuos a reconocer el papel que las matemáticas desempeñan en el mundo y a emitir los juicios y las decisiones bien fundadas que los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos necesitan.

A continuación se ofrecen algunas explicaciones que subrayan y clarifican aspectos de la definición que son particularmente importantes.

Concepción del alumno como individuo que resuelve problemas de forma activa en PISA 2012

En la definición de competencia matemática el lenguaje se centra en la participación activa en dicho campo y pretende englobar el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. En concreto, los verbos «formular», «emplear» e «interpretar» señalan los tres procesos en los que van a participar los alumnos como individuos que resuelven problemas de forma activa. *Formular* supone identificar oportunidades para aplicar y utilizar las matemáticas, ya que estas pueden aplicarse para comprender o resolver determinados problemas o desafíos que se presentan. Incluye la capacidad para tomar una situación tal y como se presenta y transformarla en algo susceptible de ser tratado de forma matemática, proporcionando estructuras y representaciones matemáticas, identificando variables y formulando supuestos simplificadores que contribuyan a resolver el problema o a dar respuesta al desafío. *Emplear* supone aplicar razonamientos matemáticos y utilizar conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para obtener una solución matemática. Incluye la realización de cálculos, la manipulación de expresiones algebraicas y ecuaciones u otros modelos matemáticos, el análisis matemático de información procedente de diagramas y gráficos matemáticos, el desarrollo de descripciones y explicaciones matemáticas y la utilización de herramientas matemáticas para resolver problemas. *Interpretar* supone reflexionar

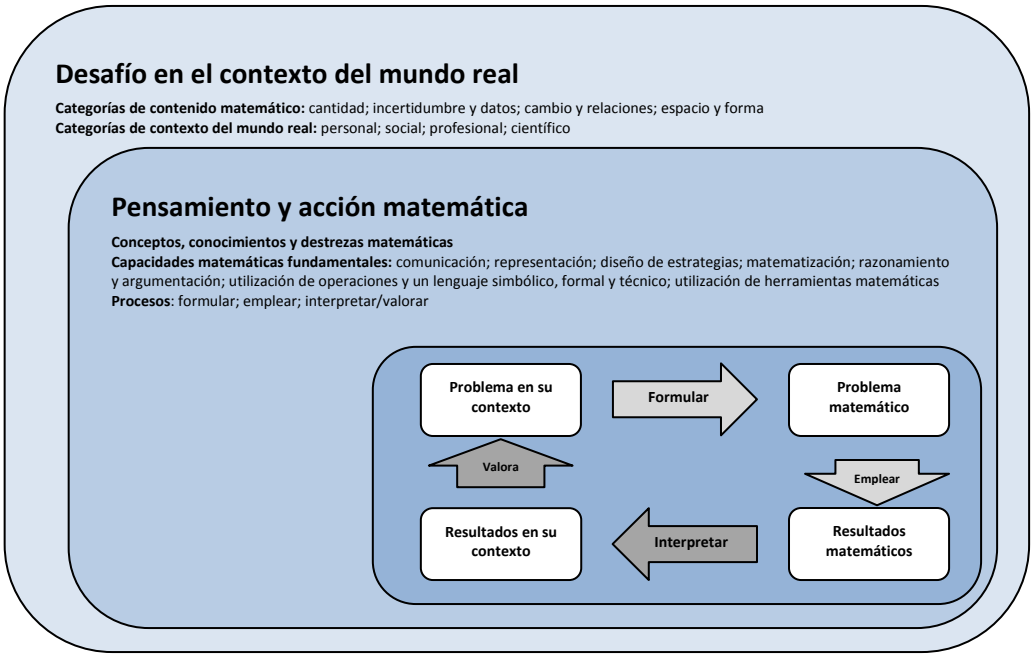
sobre las soluciones o los resultados matemáticos e interpretarlos en el contexto de un problema o desafío. Incluye la valoración de las soluciones o razonamientos matemáticos con relación al contexto del problema y el hecho de determinar si los resultados son razonables y tienen sentido en la situación.

Asimismo, el lenguaje de la definición pretende integrar la noción de construcción de modelos matemáticos, que ha sido desde siempre una piedra angular del marco de matemáticas de PISA (p. ej., OCDE, 2003), en la definición de competencia matemática de PISA 2012. A medida que los individuos utilizan las matemáticas y las herramientas matemáticas para resolver los problemas en su contexto, su trabajo va avanzando a través de una serie de etapas. La Figura 1.1 muestra una perspectiva general de los principales constructos de este marco e indica cómo se relacionan entre sí.

- El cuadro más externo de la Figura 1.1 revela que la competencia matemática se desarrolla en el contexto de un desafío o problema que se presenta en el mundo real. En este marco, estos desafíos se caracterizan de dos formas. Las categorías de contexto, que se describirán con detalle más adelante en este documento, identifican las áreas de la vida en las que surge el problema. El contexto puede ser de naturaleza *personal*, englobando problemas o desafíos a los que podría enfrentarse un individuo, la propia familia o el grupo de iguales. En cambio, el problema podría insertarse en un contexto *social* (centrándose en la propia comunidad, ya sea esta local, nacional o global), en un contexto *profesional* (centrado en el mundo laboral) o en un contexto *científico* (relacionado con la aplicación de las matemáticas al mundo natural y tecnológico). Un problema también se caracteriza por la naturaleza del fenómeno matemático que subyace al desafío. Las cuatro categorías de contenido matemático identifican clases amplias de fenómenos para cuyo análisis se han creado las matemáticas. Estas categorías de contenido matemático (*cantidad, incertidumbre y datos, cambio y relaciones,* y *espacio y forma*) también se señalan en el cuadro más externo de la Figura 1.1.
- Para resolver este tipo de problemas contextualizados, las personas deben aplicar el pensamiento y la acción matemática al desafío y, el marco, caracteriza esto de tres formas diferentes. En primer lugar, la Figura 1.1 reconoce la necesidad de los individuos de recurrir a diferentes conceptos, conocimientos y destrezas matemáticas durante el trabajo. Las personas hacen uso de este conocimiento matemático a medida que representan y comunican las matemáticas, diseñan estrategias, razonan y elaboran argumentos, etc. En el marco, estas acciones matemáticas están caracterizadas en función de siete capacidades matemáticas fundamentales que se enumeran en la Figura 1.1 y se describen en detalle más adelante en el documento. A medida que el sujeto trabaja en el problema – lo que puede suponer la formulación del mismo, el empleo de conceptos o procedimientos matemáticos, o la interpretación de una solución matemática – las capacidades fundamentales se activan de forma sucesiva y simultánea, recurriendo a contenidos matemáticos de temas apropiados para generar una solución.
- La representación visual del ciclo de construcción de modelos matemáticos que aparece en el cuadro más interior de la Figura 1.1 muestra una versión idealizada y simplificada de las etapas por las que pasa quien resuelve un problema cuando exhibe su competencia matemática. Esta serie idealizada de etapas se inicia con el «problema en su contexto». El individuo que resuelve el problema trata de identificar las matemáticas relevantes para la situación del mismo y la *formula* matemáticamente, en función de los conceptos y las relaciones identificadas y simplificando los supuestos establecidos. De este modo, el sujeto que resuelve el problema transforma el «problema en su contexto» en un «problema matemático» susceptible de ser tratado de forma matemática. La flecha descendente de la Figura 1.1 muestra el trabajo realizado a medida que la persona que resuelve el problema *emplea* conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para obtener «resultados matemáticos». Normalmente, esta etapa implica razonamientos, manipulaciones, transformaciones y cálculos matemáticos. A continuación, los «resultados matemáticos» deben *interpretarse* en función del problema original («resultados en su contexto»), lo que implica que quien resuelve el problema interpreta, aplica y valora los resultados matemáticos y su razonabilidad en el contexto de un problema basado en el mundo real. Estos procesos de *formulación*, *empleo* e *interpretación* de las matemáticas son componentes clave del ciclo de construcción de modelos matemáticos, así como de la definición de competencia matemática. Cada uno de estos tres procesos hace uso de las capacidades matemáticas fundamentales que, a su vez, recurren al conocimiento matemático específico que sobre cada tema tiene el sujeto que resuelve el problema.

• Figura 1.1 •

Un modelo de competencia matemática en la práctica



El ciclo de construcción de modelos es un aspecto esencial de la concepción que tiene PISA de los alumnos como individuos que resuelven problemas de forma activa. Sin embargo, no suele ser necesario participar en cada etapa del ciclo, especialmente en el contexto de una evaluación (Niss *et al*., 2007). Sucede con frecuencia que otros han abordado partes significativas del ciclo de construcción de modelos matemáticos y el usuario final realiza alguno de los pasos del ciclo, pero no todos. Por ejemplo, en algunos casos, las representaciones matemáticas, como los gráficos o las ecuaciones, pueden manipularse directamente para responder a alguna pregunta o extraer alguna conclusión. Por ello, muchas de las preguntas de PISA incluyen solo partes del ciclo de construcción de modelos. En realidad, a veces, el sujeto que resuelve el problema también puede oscilar entre los procesos, volviendo a examinar de nuevo decisiones y supuestos previos. Cada uno de los procesos puede plantear desafíos considerables, pudiendo ser necesarias varias iteraciones en todo el ciclo.

Un vínculo explícito con distintos contextos para los problemas de PISA 2012

La referencia a «distintos contextos» en la definición de competencia matemática es deliberada y pretende establecer un vínculo con los contextos específicos que posteriormente se describen e ilustran con más detalle en este marco. Los propios contextos específicos no son tan importantes, pero las cuatro categorías seleccionadas para su utilización aquí (personal, profesional, social y científica) sí reflejan una amplia variedad de situaciones en la que los individuos pueden encontrarse con oportunidades matemáticas. Asimismo, la definición reconoce que la competencia matemática contribuye a que los individuos sean conscientes del papel que desempeñan las matemáticas en el mundo y les ayuda a emitir los juicios y las decisiones bien fundadas que se exigen a los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos.

Un papel visible para las herramientas matemáticas, incluida la tecnología, en PISA 2012

La definición de competencia matemática incluye de forma explícita la utilización de herramientas matemáticas. Estas herramientas son los equipos físicos y digitales, los programas informáticos y los aparatos de cálculo[1]. Las herramientas matemáticas en soporte electrónico se utilizan de forma habitual en los lugares de trabajo del siglo XXI y su uso será cada vez más frecuente a medida que avance la centuria. La naturaleza de los problemas relacionados con el trabajo y el razonamiento lógico se ha expandido con estas nuevas oportunidades, generando expectativas mejoradas para la competencia matemática.

La evaluación de las matemáticas en soporte electrónico constituye un área para la innovación dentro del estudio de PISA 2012 y se ofrece como opción a los países participantes. La referencia a las herramientas matemáticas en la definición de la competencia matemática es, por tanto, especialmente adecuada. El uso

de la calculadora se ha permitido en todas las evaluaciones de matemáticas de PISA realizadas hasta la fecha, siempre y cuando fuese compatible con la política del país participante. Si bien las anteriores preguntas de matemáticas de PISA se elaboraron para ser lo más «neutrales a la calculadora» que pudiesen ser, para algunas de las preguntas en soporte impreso presentadas a los alumnos en 2012, la calculadora puede ser una ayuda positiva; y para la evaluación opcional en soporte electrónico se incluirán herramientas matemáticas, como una calculadora *on line*, dentro del material que se facilite para algunas de las preguntas de dicha prueba. Puesto que las preguntas de PISA reflejan problemas que surgen en contextos personales, profesionales, sociales y científicos y la calculadora se utiliza en todos estos escenarios, esta puede resultar útil en algunas de las preguntas de PISA. La evaluación en soporte electrónico ofrecerá la oportunidad de incluir en las preguntas de la misma una gama más amplia de herramientas matemáticas, como los programas informáticos de estadística, las aplicaciones para la construcción y visualización geométrica, y los instrumentos de medición virtuales. Esto reflejará el medio que cada vez más personas utilizan para interactuar con el mundo y resolver problemas, y también dará la oportunidad de analizar determinados aspectos de la competencia matemática que no son fáciles de evaluar a través de las pruebas tradicionales en soporte impreso.

ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO

El marco de matemáticas define el área de las matemáticas para el estudio PISA y describe el enfoque dado a la evaluación de la competencia matemática de los jóvenes de 15 años. Es decir, PISA evalúa hasta qué punto los alumnos de dicha edad son capaces de manejar con destreza las matemáticas cuando se enfrentan a situaciones y problemas, la mayoría de los cuales están presentes en contextos del mundo real.

A efectos de la evaluación, la definición de competencia matemática de PISA 2012 puede analizarse en función de tres aspectos interrelacionados:

- los *procesos* matemáticos que describen lo que hacen los individuos para relacionar el contexto del problema con las matemáticas y de ese modo resolverlo, y las capacidades que subyacen a esos procesos;
- el *contenido* matemático específico que va a utilizarse en las preguntas de la evaluación; y
- los *contextos* en los que se insertan las preguntas de la evaluación.

Los siguientes apartados desarrollan estos aspectos. Al ponerlos de relieve, el marco de matemáticas de PISA 2012 contribuye a garantizar que las preguntas de la evaluación elaboradas para el estudio reflejen distintos procesos, contenidos y contextos, de modo que, considerado en su totalidad, el conjunto de preguntas de la evaluación haga operativo de forma eficaz lo que este marco define como competencia matemática. Varias preguntas, basadas en la definición de competencia matemática de PISA 2012, subyacen a la organización de este apartado del marco. Estas preguntas son:

- ¿En qué procesos participan las personas cuando resuelven problemas matemáticos contextuales y qué capacidades se espera que puedan demostrar a medida que aumenta su competencia matemática?
- ¿Qué conocimientos de contenido matemático se pueden esperar de las personas y, en concreto, de los alumnos de 15 años de edad?
- ¿En qué contextos se puede observar y evaluar la competencia matemática?

Procesos matemáticos y capacidades matemáticas subyacentes

Procesos matemáticos

La definición de competencia matemática hace referencia a la capacidad del individuo para *formular*, *emplear* e *interpretar* las matemáticas. Estos tres términos, «*formular*», «*emplear*» e «*interpretar*», ofrecen una estructura útil y significativa para organizar los procesos matemáticos que describen lo que hacen los individuos para relacionar el contexto de un problema con las matemáticas y, de ese modo, resolverlo. Por primera vez, la evaluación de matemáticas de PISA 2012 presentará los resultados en función de estos procesos matemáticos y esta estructura proporcionará categorías útiles y relevantes para las políticas cuando se presenten los resultados. Las categorías a utilizar en la presentación son las siguientes:

- formulación matemática de las situaciones;
- empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos; e
- interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos.

Tanto para los responsables políticos como para quienes diariamente se dedican más de cerca a la educación de los alumnos, es importante conocer el grado de eficacia con el que estos pueden participar en cada uno de estos procesos. Los resultados del estudio PISA respecto al proceso de formulación indican el grado de eficacia con que los alumnos pueden reconocer e identificar oportunidades para utilizar las matemáticas en las situaciones de los problemas y, posteriormente, facilitar la estructura matemática necesaria que se precisa para formular ese problema contextualizado de forma matemática. Los resultados del estudio PISA respecto al proceso de empleo indican el grado de corrección con que los alumnos pueden realizar cálculos y manipulaciones y aplicar los conceptos y los datos que conocen para llegar a una solución matemática en el caso de un problema formulado matemáticamente. Los resultados del estudio PISA respecto al proceso de interpretación indican el grado de eficacia con que los alumnos pueden reflexionar sobre las soluciones o conclusiones matemáticas, interpretarlas en el contexto de un problema del mundo real y establecer si los resultados o conclusiones son razonables. La facilidad de los alumnos para aplicar las matemáticas a problemas y situaciones depende de las destrezas inherentes a estos tres procesos y la comprensión de su eficacia en cada categoría puede contribuir a fundamentar tanto los debates a nivel de las políticas como las decisiones tomadas más a nivel de aula.

Formulación matemática de las situaciones

En la definición de competencia matemática, el término «formular» hace referencia a la capacidad del individuo para reconocer e identificar oportunidades para utilizar las matemáticas y, posteriormente, proporcionar la estructura matemática a un problema presentado de forma contextualizada. En el proceso de *formulación matemática de las situaciones*, los individuos deciden dónde pueden extraer las matemáticas necesarias para analizar, plantear y resolver el problema. Realizan una traducción de un escenario del mundo real al área de las matemáticas, dotando al problema del mundo real de una estructura, representación y especificidad matemáticas. Razonan e interpretan las limitaciones y los supuestos del problema. En concreto, este proceso de *formulación matemática de las situaciones* incluye actividades como las siguientes:

- identificación de los aspectos matemáticos de un problema situado en un contexto del mundo real e identificación de las variables significativas;
- reconocimiento de la estructura matemática (incluidas las regularidades, las relaciones y los patrones) en los problemas o situaciones;
- simplificación de una situación o problema para que sea susceptible de análisis matemático;
- identificación de las limitaciones y supuestos que están detrás de cualquier construcción de modelos y de las simplificaciones que se deducen del contexto;
- representación matemática de una situación, utilizando las variables, símbolos, diagramas y modelos estándar adecuados;
- representación de un problema de forma diferente, incluida su organización según conceptos matemáticos y formulando los supuestos adecuados;
- comprensión y explicación de las relaciones entre el lenguaje específico del contexto de un problema y el lenguajes simbólico y formal necesario para representarlo matemáticamente;
- traducción de un problema a lenguaje matemático o a una representación;
- reconocimiento de aspectos de un problema que se corresponden con problemas conocidos o conceptos, datos o procedimientos matemáticos; y
- utilización de la tecnología (como una hoja de cálculo o la función de lista de una calculadora gráfica) para representar una relación matemática inherente a un problema contextualizado.

La pregunta liberada de PISA *LA PIZZA* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) recurre en gran medida a la capacidad del alumno para formular matemáticamente una situación. Si bien es cierto que también se pide a los alumnos que realicen cálculos a medida que resuelven el problema e interpreten los resultados de los mismos identificando qué pizza es la mejor opción en relación con su coste, el verdadero desafío cognitivo de esta pregunta radica en la capacidad de poder formular un modelo matemático que englobe el concepto de relación calidad-precio. La persona que resuelve el problema debe reconocer que, puesto que las pizzas tienen el mismo grosor pero distinto diámetro, la clave del análisis puede estar en el área de la superficie circular de la pizza. La relación entre cantidad de pizza y cantidad de dinero queda entonces reflejada en el concepto de relación calidad-precio, modelada como coste por unidad de área. La pregunta liberada de PISA *EL CONCIERTO DE ROCK* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) es otro ejemplo de pregunta que depende en gran medida de la capacidad del alumno para

formular matemáticamente una situación, puesto que se le pide que interprete la información contextual facilitada (p. ej., las dimensiones del terreno y la forma, el hecho de que en el concierto de rock haya lleno y el hecho de que los fans estén de pie) y la convierta en una estructura matemática útil para calcular el número de personas que asistieron al concierto.

Empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos

En la definición de competencia matemática, el término «emplear» hace referencia a la capacidad del individuo para aplicar conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos en la resolución de problemas formulados matemáticamente con el fin de llegar a conclusiones matemáticas. En el proceso de *empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos* para resolver problemas, los sujetos ejecutan los procedimientos matemáticos necesarios para obtener resultados y encontrar una solución matemática (p. ej., realizan cálculos aritméticos, resuelven ecuaciones, realizan deducciones lógicas a partir de supuestos matemáticos, llevan a cabo manipulaciones simbólicas, extraen información matemática de tablas y gráficos, representan y manipulan formas en el espacio, y analizan datos). Trabajan sobre un modelo de la situación del problema, establecen regularidades, identifican relaciones entre entidades matemáticas y elaboran argumentos matemáticos. En concreto, este proceso de *empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos* incluye actividades tales como:

- el diseño e implementación de estrategias para encontrar soluciones matemáticas;
- la utilización de herramientas matemáticas, incluida la tecnología, que ayuden a encontrar soluciones exactas o aproximadas;
- la aplicación de datos, reglas, algoritmos y estructuras matemáticas en la búsqueda de soluciones;
- la manipulación de números, datos e información gráfica y estadística, expresiones algebraicas y ecuaciones, y representaciones geométricas;
- la realización de diagramas, gráficos y construcciones matemáticas y la extracción de información matemática de los mismos;
- la utilización y el cambio entre distintas representaciones en el proceso de búsqueda de soluciones;
- la realización de generalizaciones basadas en los resultados de aplicar procedimientos matemáticos para encontrar soluciones; y
- la reflexión sobre argumentos matemáticos y la explicación y justificación de los resultados matemáticos.

La unidad liberada de PISA *ANDAR* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) ilustra las preguntas que se basan más en la capacidad del alumno para *emplear conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos.* Las dos preguntas de esta unidad dependen del empleo de un modelo dado – una fórmula – para determinar la longitud del paso (pregunta 1) o la velocidad al andar (pregunta 2). Ambas preguntas están expresadas en términos que cuentan ya con una estructura matemática y se pide a los alumnos que realicen manipulaciones algebraicas y cálculos para obtener las soluciones. Igualmente, la pregunta liberada de PISA *CARPINTERO* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) se basa sobre todo en el *empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos* por parte de los alumnos. El mayor desafío cognitivo es diseñar una estrategia para encontrar información sobre la longitud total de los segmentos de longitudes desconocidas y razonar acerca de las longitudes comparadas. Asimismo, los alumnos tienen que relacionar los diagramas con los parterres y los perímetros con la cantidad de madera disponible, pero este proceso de formular es mucho menos exigente que el de razonar sobre las longitudes de los perímetros.

Interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos

El término «interpretar», utilizado en la definición de competencia matemática, se centra en la capacidad del individuo para reflexionar sobre soluciones, resultados o conclusiones matemáticas e interpretarlas en el contexto de los problemas de la vida real. Esto implica traducir las soluciones matemáticas o razonar de nuevo sobre el contexto del problema y determinar si los resultados son razonables y tienen sentido en dicho contexto. Esta categoría de proceso matemático incluye tanto la flecha «interpretar» como la flecha «valorar» representadas en el modelo de competencia matemática en la práctica definido anteriormente (véase la Figura 1.1). Los individuos que toman parte en este proceso pueden ser llamados a elaborar y comunicar explicaciones y argumentos en el contexto del problema, reflexionando tanto en el proceso de construcción de modelos como en sus resultados. En concreto, este proceso de *interpretación, aplicación y valoración de los resultados*

matemáticos incluye actividades tales como:

- la reinterpretación de un resultado matemático en el contexto del mundo real;
- la valoración de la razonabilidad de una solución matemática en el contexto de un problema del mundo real;
- la comprensión del modo en que el mundo real afecta a los resultados y cálculos de un procedimiento o modelo matemático para realizar juicios contextuales sobre la forma en que los resultados deben ajustarse o aplicarse;
- la explicación de por qué un resultado o una conclusión matemática tiene o no tiene sentido dado el contexto de un problema;
- la comprensión del alcance y de los límites de los conceptos y las soluciones matemáticas; y
- el análisis e identificación de los límites del modelo utilizado para resolver un problema.

La pregunta liberada de PISA *BASURA* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) recurre más a la capacidad del alumno para *interpretar, aplicar y valorar* los resultados matemáticos. La clave de esta pregunta reside en la valoración de la eficacia del resultado matemático – en este caso un gráfico de barras imaginado o esbozado – para representar los datos que se muestran en la pregunta sobre el tiempo de descomposición de distintos tipos de basura. La pregunta implica razonar sobre los datos presentados, pensar matemáticamente en la relación entre ellos y su presentación y valorar el resultado. El sujeto que resuelve el problema debe dar una razón de por qué un gráfico de barras no es adecuado para visualizar los datos facilitados.

Capacidades matemáticas fundamentales que subyacen a los procesos matemáticos

Una década de experiencia en la elaboración de preguntas PISA y en el análisis del modo en que los alumnos responden a las mismas ha revelado que existe un conjunto de capacidades matemáticas fundamentales que sustentan cada uno de los procesos descritos y la competencia matemática en la práctica. El trabajo de Mogens Niss y de sus colegas daneses (Niss, 2003; Niss y Jensen, 2002; Niss y Højgaard, 2011) identificó ocho capacidades – a las que Niss se refirió como «competencias» y también el marco de 2003 (OCDE, 2003) – que son fundamentales en el comportamiento matemático. El marco de PISA 2012 emplea una formulación modificada de este conjunto de capacidades y reduce su número de ocho a siete basándose en la investigación del Grupo de Expertos en Matemáticas (*Mathematics Expert Group, MEG*) sobre el funcionamiento de las competencias a través de las preguntas administradas con anterioridad en PISA (Turner *et al.,* de próxima aparición). La necesidad de identificar dicho grupo de capacidades matemáticas generales para complementar el papel de los conocimientos específicos de contenido matemático en el aprendizaje de dicha materia está ampliamente reconocida. Entre los ejemplos destacados se encuentran las ocho prácticas matemáticas de los Estándares Estatales Comunes (*Common Core State Standards*) en los Estados Unidos (2010), los cuatro procesos clave (representar, analizar, interpretar y valorar, y comunicar y reflexionar) del Currículo Nacional de Matemáticas (*Mathematics National Curriculum*) en Inglaterra (Autoridad para las Cualificaciones y el Currículo, 2007 [*Qualifications and Curriculum Authority, 2007*]), y los estándares de proceso recogidos en el documento «Principios y estándares para las matemáticas escolares» (*Principles and Standards for School Mathematics* [NCTM, 2000]) del Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (*National Council of Teachers of Mathematics, NCTM*). Las personas tienen estas capacidades cognitivas a su disposición o pueden aprenderlas para comprender y relacionarse con el mundo de forma matemática o para resolver problemas. A medida que aumenta el nivel de competencia matemática de un individuo, este puede progresar hacia un nivel cada vez mayor de capacidades matemáticas fundamentales (Turner y Adams, 2012). Por tanto, el aumento de la activación de las capacidades matemáticas fundamentales está asociado al aumento de la dificultad de las preguntas. Esta observación se ha utilizado como base de las descripciones de los distintos niveles de competencia matemática presentados en anteriores estudios PISA y analizados más adelante en este marco (Cuadro 1.1).

Las siete capacidades matemáticas fundamentales utilizadas en este marco son las siguientes:

- *Comunicación*: la competencia matemática implica *comunicación*. El sujeto percibe la existencia de algún desafío y está estimulado para reconocer y comprender la situación del problema. La lectura, descodificación e interpretación de enunciados, preguntas, tareas u objetos le permite formar un modelo mental de la situación, que es un paso importante para la comprensión, clarificación y formulación de un problema. Durante el proceso de solución puede ser necesario resumir y presentar los resultados intermedios.

Posteriormente, una vez que se ha encontrado una solución, el individuo que resuelve el problema puede tener que presentarla a otros y tal vez una explicación o justificación.

- *Matematización*: la competencia matemática puede suponer transformar un problema definido en el mundo real en una forma estrictamente matemática (que puede incluir la estructuración, conceptualización, elaboración de suposiciones y/o formulación de un modelo) o la interpretación o valoración de un resultado o modelo matemático con relación al problema original. El término «matematización» se utiliza para describir las actividades matemáticas fundamentales implicadas.
- *Representación*: la competencia matemática entraña con mucha frecuencia *representaciones* de objetos y situaciones matemáticas. Esto puede suponer la selección, interpretación, traducción entre y utilización de distintas representaciones para reflejar una situación, interactuar con un problema o presentar el propio trabajo. Las representaciones a las que se hace referencia incluyen gráficos, tablas, diagramas, imágenes, ecuaciones, fórmulas y materiales concretos.
- *Razonamiento y argumentación*: la capacidad matemática a la que se recurre a través de las diferentes etapas y actividades asociadas a la competencia matemática se denomina *razonamiento y argumentación*. Esta capacidad implica procesos de pensamiento arraigados de forma lógica que exploran y conectan los elementos del problema para realizar inferencias a partir de ellos, comprobar una justificación dada o proporcionar una justificación de los enunciados o soluciones a los problemas.
- *Diseño de estrategias para resolver problemas*: la competencia matemática suele requerir el *diseño de estrategias para resolver problemas* de forma matemática. Esto implica un conjunto de procesos de control fundamentales que guían al individuo para que reconozca, formule y resuelva problemas eficazmente. Esta destreza se caracteriza por la selección o diseño de un plan o estrategia cuyo fin es utilizar las matemáticas para resolver los problemas derivados de una tarea o contexto, además de guiar su implementación. Esta capacidad matemática puede ser requerida en cualquier etapa del proceso de resolución de problemas.
- *Utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico*: la competencia matemática requiere la *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico*. Esto implica la comprensión, interpretación, manipulación y utilización de expresiones simbólicas en un contexto matemático (incluidas las expresiones y operaciones aritméticas) regido por convenciones y reglas matemáticas. También supone la comprensión y utilización de constructos formales basados en definiciones, reglas y sistemas formales, así como el uso de algoritmos con estas entidades. Los símbolos, las reglas y los sistemas empleados varían en función de los conocimientos concretos de contenido matemático que se requieren en un ejercicio específico para formular, resolver o interpretar las matemáticas.
- *Utilización de herramientas matemáticas*: la capacidad matemática última que sustenta la competencia matemática en la práctica es la utilización de herramientas matemáticas. Estas incluyen herramientas físicas, como los instrumentos de medición, además de calculadoras y herramientas informáticas que cada vez son más accesibles. El conocimiento y la habilidad para utilizar las distintas herramientas que pueden favorecer la actividad matemática, así como el conocimiento de sus limitaciones están implícitos en esta capacidad. Asimismo, las herramientas matemáticas pueden desempeñar un papel crucial en la comunicación de los resultados. Anteriormente, la inclusión del uso de herramientas en los estudios PISA en soporte impreso solo fue posible de forma muy reducida. El componente electrónico opcional de la evaluación de las matemáticas de PISA 2012 proporcionará a los alumnos más oportunidades para utilizar herramientas matemáticas y para incluir observaciones sobre cómo se usan en la evaluación.

El grado en que estas capacidades son evidentes varía en cada uno de los tres procesos matemáticos utilizados con fines informativos. El modo en que estas capacidades se manifiestan dentro de los tres procesos se describe en la Figura 1.2. El Cuadro 1.1 «Capacidades matemáticas fundamentales y su relación con la dificultad de las preguntas», que se incluye al final del presente capítulo, contiene más información sobre estas capacidades, en particular por lo que respecta a su relación con la dificultad de las preguntas. Además, los ejemplos que se facilitan en el apartado «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» describen cómo los alumnos podrían activar estas capacidades al resolver ese problema concreto.

Conocimientos de contenido matemático

La comprensión del contenido matemático – y la capacidad para aplicar esos conocimientos a la resolución de problemas contextualizados significativos – es importante para los ciudadanos del mundo actual. Es decir, para resolver problemas e interpretar situaciones en contextos personales, profesionales, sociales y científicos es necesario recurrir a determinados conocimientos y conceptos matemáticos.

A lo largo de los años, las estructuras matemáticas se han desarrollado como un medio para comprender e interpretar los fenómenos naturales y sociales. En los centros escolares, el currículo de matemáticas se organiza normalmente en torno a áreas de contenido (p. ej., número, álgebra y geometría) y a listas pormenorizadas de temas que reflejan ramas de las matemáticas históricamente bien arraigadas que contribuyen a definir un currículo estructurado. Sin embargo, fuera del aula de matemáticas, los desafíos o las situaciones que se presentan no suelen ir acompañadas de un conjunto de normas y prescripciones que indiquen cómo se han de afrontar. Al contrario, por lo general se requiere un cierto pensamiento creativo para ver las posibilidades de que las matemáticas sean relevantes para la situación y para formularla matemáticamente. Con frecuencia, las situaciones pueden abordarse de diferentes formas recurriendo a distintos conceptos, procedimientos, datos o herramientas matemáticas.

Puesto que el objetivo de PISA es evaluar la competencia matemática, se propone una estructura organizativa para los conocimientos de contenido matemático basada en los fenómenos matemáticos que subyacen a numerosas clases de problemas y que han motivado el desarrollo de determinados conceptos y procedimientos matemáticos. Por ejemplo, fenómenos matemáticos como la incertidumbre y el cambio subyacen a muchas situaciones que ocurren habitualmente y se han elaborado estrategias y herramientas matemáticas para analizarlas. Dicha organización del contenido no es nueva, tal y como lo demuestran dos publicaciones muy conocidas: *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy* (Steen, 1990) y *Mathematics: The Science of Patterns* (Devlin, 1994).

Puesto que los currículos nacionales de matemáticas suelen diseñarse para equipar a los alumnos con los conocimientos y destrezas que abordan estos mismos fenómenos matemáticos subyacentes, el resultado es que el tipo de contenido que resulta de organizarlo de esa manera está estrechamente relacionado con el que figura normalmente en los currículos nacionales de matemáticas. Para orientar a quienes redactan las preguntas, este marco también incluye algunos temas de contenido adecuados para evaluar la competencia matemática de los alumnos de 15 años, basados en los análisis de los estándares nacionales de once países[2].

Para organizar el área de contenido de las matemáticas con el fin de evaluar la competencia matemática es importante seleccionar una estructura que nazca de los desarrollos históricos en esta materia, que englobe una variedad y profundidad suficientes para revelar la esencia de las matemáticas y que también represente o incluya las áreas matemáticas convencionales de un modo aceptable. Desde un punto de vista histórico, con la invención en el siglo XVII de la geometría y el cálculo analíticos, las matemáticas se convirtieron en un estudio integrado de número, forma, cambio y relaciones. El análisis de fenómenos como la aleatoriedad y la indeterminación se convirtieron en piezas fundamentales para la resolución de problemas en los siglos XIX y XX. Por ello, para el marco de PISA 2012 se seleccionó un conjunto de *categorías de contenido* que refleja la variedad de fenómenos matemáticos subyacentes y que es coherente con las categorías utilizadas en anteriores estudios de PISA.

• Figura 1.2 •

Relación entre los procesos matemáticos y las capacidades matemáticas fundamentales

	***Formulación* matemática de las situaciones**	***Empleo* de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos**	***Interpretación*, aplicación y valoración de los resultados matemáticos**
Comunicación	Leer, descodificar e interpretar enunciados, preguntas, tareas, objetos, imágenes o animaciones (en la evaluación electrónica) para crear un modelo mental de la situación	Articular una solución, mostrar el trabajo asociado a la obtención de la misma y/o resumir y presentar los resultados matemáticos intermedios	Elaborar y presentar explicaciones y argumentos en el contexto del problema
Matematización	Identificar las variables y estructuras matemáticas subyacentes al problema del mundo real y formular supuestos de modo que puedan utilizarse	Utilizar la comprensión del contexto para guiar o acelerar el proceso de resolución matemático, p. ej., trabajando a un nivel de precisión apropiado al contexto	Comprender el alcance y los límites de una solución matemática que son el resultado del modelo matemático empleado
Representación	Crear una representación matemática de información del mundo real	Interpretar, relacionar y utilizar distintas representaciones cuando se interactúa con un problema	Interpretar los resultados matemáticos en distintos formatos con relación a una situación o uso; comparar o valorar dos o más representaciones con relación a una situación
Razonamiento y argumentación	Explicar, defender o facilitar una justificación de la representación identificada o elaborada de una situación del mundo real	Explicar, defender o facilitar una justificación de los procesos y procedimientos utilizados para determinar un resultado o solución matemática. Relacionar datos para llegar a una solución matemática, hacer generalizaciones o elaborar un argumento de varios pasos	Reflexionar sobre la soluciones matemáticas y elaborar explicaciones y argumentos que apoyen, refuten o proporcionen una solución matemática a un problema contextualizado
Diseño de estrategias para resolver problemas	Seleccionar o diseñar un plan o estrategia para reformular matemáticamente problemas contextualizados	Activar mecanismos de control eficaces y sostenidos en un procedimiento con múltiples pasos conducente a una solución, conclusión o generalización matemática	Diseñar e implementar una estrategia para interpretar, valorar y validar una solución matemática a un problema contextualizado
Utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico	Utilizar variables, símbolos, diagramas y modelos estándar apropiados para representar un problema del mundo real empleando un lenguaje simbólico/formal	Comprender y utilizar constructos formales basándose en definiciones, reglas y sistemas formales, así como mediante el empleo de algoritmos	Comprender la relación entre el contexto del problema y la representación de la solución matemática. Utilizar esta comprensión para favorecer la interpretación de la solución en su contexto y valorar la viabilidad y posibles limitaciones de la misma
Utilización de herramientas matemáticas	Utilizar herramientas matemáticas para reconocer estructuras matemáticas o describir relaciones matemáticas	Conocer y ser capaz de utilizar adecuadamente distintas herramientas que puedan favorecer la implementación de procesos y procedimientos para determinar soluciones matemáticas	Utilizar herramientas matemáticas para determinar la razonabilidad de una solución matemática y los límites y restricciones de la misma, dado el contexto del problema

Por tanto, la siguiente lista de categorías de contenido se utiliza en PISA 2012 para satisfacer las demandas del desarrollo histórico, la cobertura del área de conocimiento de las matemáticas, los fenómenos subyacentes que motivan su evolución, y la reflexión sobre las principales áreas de los currículos escolares. Estas cuatro categorías caracterizan el conjunto de contenidos matemáticos que son básicos para la disciplina e ilustran las áreas generales de contenido que orientan la elaboración de las preguntas de la prueba en PISA 2012:

- *cambio y relaciones;*
- *espacio y forma;*
- *cantidad;* e
- *incertidumbre y datos*[3].

Con estas cuatro categorías, el área de contenido de las matemáticas puede organizarse de modo que garantice la diversidad de preguntas en toda el área y se centre en fenómenos matemáticos importantes, pero al mismo tiempo evita una división excesivamente sutil que obraría en contra del énfasis puesto en los problemas matemáticos ricos y desafiantes basados en situaciones reales. Si bien la clasificación por categoría de contenido es importante para la elaboración y selección de las preguntas y para la difusión de los resultados de la evaluación, es interesante observar que algunos temas de contenido específico pueden concretarse en más de una categoría. Por ejemplo, *LA PIZZA*, una de las preguntas liberadas de PISA, requiere que se determine cuál de dos pizzas redondas, que tienen distinto diámetro y precio, pero igual grosor, es la mejor opción en relación con su coste (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo para examinar esta pregunta y un análisis de sus atributos). En ella se recurre a varias áreas de las matemáticas, incluida la medición, la cuantificación (relación calidad-precio, razonamiento proporcional y cálculos aritméticos) y el cambio y las relaciones (por lo que respecta a las relaciones entre las variables y el modo en que las propiedades relevantes cambian de la pizza más pequeña a la más grande). Finalmente, esta pregunta se clasificó como una pregunta de *cambio y relaciones*, puesto que la clave del problema radica en la capacidad del alumno para relacionar el cambio en las áreas de las dos pizzas (dado un cambio en el diámetro) y la correspondiente modificación del precio. Evidentemente, una pregunta diferente que incluyese el área del círculo podría clasificarse como una pregunta de *espacio y forma*. Las relaciones entre los aspectos de contenido que abarcan estas cuatro categorías favorecen la coherencia de las matemáticas como disciplina y son evidentes en algunas de las preguntas seleccionadas para la evaluación de PISA 2012.

Las categorías de contenido matemático general y los temas de contenido más específico adecuados para los alumnos de 15 años, que se describen más adelante en este apartado, reflejan el nivel y la amplitud de los contenidos que se pueden seleccionar para ser incluidos en el estudio de PISA 2012. En primer lugar, se facilitan las descripciones de cada categoría de contenido y la relevancia de cada una de ellas en la resolución de problemas significativos y, a continuación, las definiciones más específicas de los tipos de contenido que son adecuados para su inclusión en una evaluación de la competencia matemática de los alumnos de 15 años. Estos temas específicos reflejan los puntos en común que se observan en las expectativas establecidas por varios países y autoridades educativas. Los criterios examinados para identificar estos temas de contenido se ven como una prueba, no solo de lo que se enseña en las clases de matemáticas en estos países, sino también como un indicador de los conocimientos y destrezas que los países consideran importantes en la preparación de los alumnos de esta edad para convertirse en ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos.

A continuación se describen los conocimientos de contenido matemático que caracterizan cada una de las cuatro categorías: *cambio y relaciones*, *espacio y forma*, *cantidad*, e *incertidumbre y datos*.

Cambio y relaciones

El mundo natural y el artificial despliegan multitud de relaciones temporales y permanentes entre los objetos y las circunstancias, donde los cambios se producen dentro de los sistemas de objetos interrelacionados o en circunstancias donde los elementos se influyen mutuamente. En muchos casos, estos cambios ocurren a lo largo del tiempo, y en otros, los cambios en un objeto o cantidad guardan relación con los cambios en otro. Algunas de estas situaciones suponen un cambio discontinuo; otras un cambio continuo. Algunas relaciones son de naturaleza permanente o invariable. Tener más conocimientos sobre el cambio y las relaciones supone comprender los tipos fundamentales de cambio y reconocer cuándo tienen lugar, con el fin de utilizar modelos matemáticos adecuados para describirlo y predecirlo. Desde un punto de vista matemático, esto implica modelar el cambio y las relaciones con las funciones y ecuaciones pertinentes, además de crear, interpretar y traducir

entre las representaciones simbólicas y gráficas de las relaciones.

La categoría *cambio y relaciones* es evidente en escenarios tan diversos como el crecimiento de los organismos, la música, el ciclo de las estaciones, los patrones climáticos, los niveles de empleo y las condiciones económicas. Aspectos del contenido matemático tradicional de las funciones y el álgebra, como las expresiones algebraicas, las ecuaciones y las desigualdades, las representaciones tabulares y gráficas, son fundamentales para describir, modelar e interpretar fenómenos de cambio. Por ejemplo, la unidad liberada de PISA *ANDAR* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) contiene dos preguntas que ejemplifican la categoría *cambio y relaciones*, pues la atención recae sobre las relaciones algebraicas entre dos variables, lo que obliga a los alumnos a activar sus conocimientos y destrezas algebraicas. Los alumnos tienen que emplear una fórmula dada para la longitud del paso – una fórmula expresada de forma algebraica – con el fin de determinar la longitud del paso en una pregunta y la velocidad al andar en la otra. Las representaciones de datos y relaciones descritas por medio de la estadística también suelen utilizarse para representar e interpretar el cambio y las relaciones y, una base sólida de los fundamentos del número y las unidades es, asimismo, esencial para definir e interpretar *el cambio y las relaciones.* Algunas relaciones interesantes surgen de las mediciones geométricas, como el modo en que los cambios en el perímetro de una familia de formas podría relacionarse con cambios en el área, o las relaciones entre las longitudes de los lados de los triángulos. La pregunta liberada de PISA *LA PIZZA* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) ejemplifica la categoría *cambio y relaciones*.

La evaluación electrónica opcional de las matemáticas en 2012 hace que sea posible presentar a los alumnos imágenes dinámicas, representaciones múltiples que están conectadas de forma dinámica, y la oportunidad de manipular funciones. Por ejemplo, el cambio a lo largo del tiempo (como el crecimiento o el movimiento) puede reproducirse directamente mediante animaciones y simulaciones, y representarse por medio de funciones, gráficos y tablas de datos afines. El descubrimiento y la utilización de modelos matemáticos de cambio aumentan cuando el sujeto puede explorar y describir el cambio mediante programas informáticos que permiten representar funciones gráficamente, manipular parámetros, elaborar tablas de valores, experimentar con relaciones geométricas, organizar y representar datos, y realizar cálculos con fórmulas. La capacidad de las hojas de cálculo y las aplicaciones gráficas para trabajar con fórmulas y representar datos tiene especial relevancia.

Espacio y forma

Espacio y forma incluye una amplia gama de fenómenos que se encuentran en todas partes de nuestro mundo visual y físico: patrones, propiedades de los objetos, posiciones y direcciones, representaciones de los objetos, descodificación y codificación de información visual, navegación e interacción dinámica con formas reales, así como con representaciones. La geometría es una base fundamental del *espacio y la forma*, pero la categoría se extiende más allá de la geometría tradicional en contenido, significado y método, recurriendo a otras áreas matemáticas, como la visualización espacial, la medición y el álgebra. Por ejemplo, las formas pueden cambiar y un punto puede moverse a lo largo de un lugar geométrico necesitándose, por tanto, los conceptos de función. Las fórmulas de medición son cruciales en esta área. La manipulación e interpretación de formas en entornos que requieren herramientas que van desde los programas informáticos de geometría dinámica hasta los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, en sus siglas en inglés) se incluyen en esta categoría de contenido.

PISA presupone que la comprensión de un conjunto de conceptos y destrezas básicas es importante para la competencia matemática relativa al *espacio y la forma*. La competencia matemática en esta área incluye una serie de actividades tales como la comprensión de la perspectiva (por ejemplo en los cuadros), la elaboración y lectura de mapas, la transformación de las formas con y sin tecnología, la interpretación de vistas de escenas tridimensionales desde distintas perspectivas y la construcción de representaciones de formas. La pregunta liberada de PISA *CARPINTERO* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) pertenece a esta categoría, puesto que aborda otro aspecto clave del *espacio y la forma*: las propiedades de las formas. En esta pregunta de elección múltiple compleja, se presentan cuatro diseños diferentes para un parterre y se pregunta a los alumnos en cuál o cuáles se puede fabricar un borde con 32 metros de madera. Esta pregunta requiere la aplicación de conocimientos y razonamientos geométricos. Se da información suficiente para poder calcular directamente el perímetro exacto de tres de los diseños; sin embargo, se facilita información inexacta para uno de ellos, lo que significa que los alumnos deben emplear habilidades de razonamiento geométrico cualitativo.

La evaluación electrónica ofrece a los alumnos la oportunidad de manipular representaciones dinámicas de formas y explorar las relaciones en y entre los objetos geométricos en tres dimensiones, que prácticamente se pueden rotar para crear una imagen mental exacta. Los alumnos pueden trabajar con mapas donde los zums y

las rotaciones son posibles para construir la imagen mental de un lugar y utilizar dichas herramientas para facilitar la planificación de las rutas. Pueden elegir y usar herramientas virtuales para realizar mediciones (p. ej., de ángulos y segmentos) sobre los planos, imágenes y modelos, y utilizar los datos en sus cálculos. La tecnología permite a los alumnos integrar conocimientos de geometría con información visual para construir un modelo mental preciso. Por ejemplo, para obtener el volumen de una taza, un sujeto podría manipular la imagen para determinar que se trata de un cono truncado, para identificar la altura perpendicular y dónde puede medirse, y para establecer que lo que parecen elipses en la parte superior e inferior de una imagen bidimensional son realmente círculos en el espacio tridimensional.

Cantidad

La noción de cantidad puede ser el aspecto matemático más importante y extendido de la participación y el funcionamiento en nuestro mundo. Incorpora la cuantificación de los atributos de los objetos, las relaciones, las situaciones y las entidades del mundo, interpretando distintas representaciones de esas cuantificaciones y juzgando interpretaciones y argumentos basados en la cantidad. Participar en la cuantificación del mundo supone comprender las mediciones, los cálculos, las magnitudes, las unidades, los indicadores, el tamaño relativo y las tendencias y patrones numéricos. Aspectos del razonamiento cuantitativo – como el sentido de número, las múltiples representaciones de estos, la elegancia en el cálculo, el cálculo mental, la estimación y evaluación de la razonabilidad de los resultados – constituyen la esencia de la competencia matemática relativa a la cantidad.

La cuantificación es el método más importante para describir y medir un extenso conjunto de atributos de los aspectos del mundo. Permite construir modelos de las situaciones, examinar el cambio y las relaciones, describir y manipular el espacio y la forma, organizar e interpretar datos, y medir y evaluar la incertidumbre. Por tanto, la competencia matemática en el área de la cantidad aplica los conocimientos de número y las operaciones numéricas a una amplia variedad de contextos. La pregunta liberada de PISA EL CONCIERTO DE ROCK (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) es una pregunta que ejemplifica la categoría cantidad. En ella se pide a los alumnos que calculen el número total de asistentes a un concierto, dadas las dimensiones del terreno rectangular reservado para el mismo. Si bien esta pregunta incluye también algunos elementos relacionados con la categoría espacio y forma, su principal exigencia radica en postular el área razonable para cada persona y utilizar el área total disponible para calcular el número aproximado de asistentes. Por otro lado, dado que se trata de una pregunta de elección múltiple, los alumnos podrían trabajar de forma inversa, utilizando el área del terreno y cada opción de respuesta para calcular el espacio correspondiente por persona, determinando cuál de ellas ofrece el resultado más razonable. Puesto que las opciones de respuesta se facilitan en miles (p. ej., 2000, 5000) esta pregunta también recurre a la capacidad de cálculo numérico de los alumnos.

La evaluación electrónica ofrece a los estudiantes la oportunidad de aprovechar la enorme capacidad de cálculo de la tecnología moderna. Es importante señalar que, si bien la tecnología puede librar al individuo del peso de los cálculos, y liberar algunos recursos cognitivos para centrarse en el significado y la estrategia a la hora de resolver problemas, esto no quita que los individuos matemáticamente competentes deban seguir teniendo una comprensión profunda de las matemáticas. Una persona que carezca de dicha comprensión puede, en el mejor de los casos, utilizar la tecnología solo para tareas rutinarias, lo que no es coherente con la definición de competencia matemática de PISA 2012. Además, la integración de la tecnología en la evaluación electrónica opcional permite incluir preguntas que requieren unos niveles de cálculo numérico y estadístico imposibles en la evaluación impresa.

Incertidumbre y datos

En ciencia, tecnología y la vida diaria, la incertidumbre es un hecho probado. Por tanto, la incertidumbre es un fenómeno que se encuentra en el centro del análisis matemático de muchas situaciones de los problemas, y la teoría de la probabilidad y la estadística, así como las técnicas de representación y descripción de datos, se han establecido para darle respuesta. La categoría de contenido incertidumbre y datos incluye el reconocimiento del lugar de la variación en los procesos, la posesión de un sentido de cuantificación de esa variación, la admisión de incertidumbre y error en las mediciones, y los conocimientos sobre el azar. Asimismo, comprende la elaboración, interpretación y valoración de las conclusiones extraídas en situaciones donde la incertidumbre es fundamental. La presentación e interpretación de datos son conceptos clave en esta categoría (Moore, 1997).

Existe incertidumbre en las predicciones científicas, los resultados electorales, las predicciones meteorológicas y los modelos económicos. Existe variación en los procesos de fabricación, las puntuaciones de los exámenes y

los resultados de las encuestas, y el azar es esencial para muchas actividades recreativas de las que disfrutan las personas. Las áreas curriculares tradicionales de probabilidad y estadística ofrecen los medios formales para describir, modelar e interpretar una determinada clase de fenómenos relativos a la incertidumbre y realizar inferencias. Además, el conocimiento de los números y de aspectos del álgebra, como los gráficos y las representaciones simbólicas, facilita la participación en problemas de esta categoría de contenido. La pregunta liberada de PISA BASURA (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) se clasifica como una pregunta que aborda la incertidumbre y los datos. En ella, los alumnos deben examinar los datos presentados en una tabla y explicar por qué un gráfico de barras no es adecuado para mostrarlos. El énfasis puesto en la interpretación y presentación de los datos es un aspecto importante de la categoría incertidumbre y datos.

La evaluación electrónica proporciona a los alumnos la oportunidad de trabajar con series más grandes de datos y la capacidad de cálculo y manejo de datos que necesitan para trabajar con dichas series. Asimismo, se les da la oportunidad de elegir las herramientas adecuadas para manipular, analizar y representar datos, y tomar muestras de poblaciones de datos. Las representaciones afines permiten a los alumnos examinar y describir esos datos de diferentes maneras. La capacidad para generar resultados aleatorios, incluidos números, permite examinar mediante simulaciones las situaciones probabilísticas, como la probabilidad empírica de los sucesos y las propiedades de las muestras.

Temas de contenido que guían la evaluación de la competencia matemática de los alumnos de 15 años

Para comprender y resolver eficazmente problemas contextualizados que implican cambio y relaciones, espacio y forma, cantidad, e incertidumbre y datos, es necesario recurrir a diversos conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas, pero a un nivel adecuado de profundidad y sofisticación. Al ser una evaluación de la competencia matemática, PISA trata de evaluar los niveles y tipos de matemáticas que son apropiadas para los alumnos de 15 años en su camino para convertirse en ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos capaces de emitir juicios y decisiones bien fundadas. También se da el caso de que PISA, si bien no es ni pretende ser una evaluación del currículo, intenta reflejar las matemáticas que los alumnos han tenido probablemente la oportunidad de aprender hasta los 15 años de edad.

Con la mirada puesta en el desarrollo de una evaluación que sea a la vez innovadora pero también reflejo de las matemáticas que los alumnos de 15 años han tenido seguramente la oportunidad de aprender, se realizaron análisis de una muestra de estándares matemáticos de once países con el fin de determinar lo que se enseña en las clases de matemáticas de todo del mundo y también lo que los países creen que es una preparación realista e importante para los alumnos a medida que se aproxima su incorporación al mercado laboral o su admisión en un centro de educación superior. Tomando como base los elementos comunes identificados en estos análisis y las opiniones de los expertos en matemáticas, se describe a continuación el contenido que se considera apropiado para incluir en la evaluación de la competencia matemática de los alumnos de 15 años en PISA 2012.

Las cuatro categorías de contenido – cambio y relaciones, espacio y forma, cantidad, e incertidumbre y datos – sirven de base para identificar esta diversidad de contenido, aunque no existe una correspondencia unívoca entre los temas de contenido y estas categorías. Por ejemplo, el razonamiento proporcional entra en juego en contextos tan dispares como la realización de conversiones de medidas, el análisis de las relaciones lineales, el cálculo de probabilidades y el examen de las longitudes de los lados de formas similares. El siguiente contenido pretende reflejar la importancia de muchos de estos conceptos para las cuatro categorías de contenido y reforzar la coherencia de las matemáticas como disciplina. Su intención es ilustrar los temas de contenido incluidos en PISA 2012, más que ser un listado exhaustivo:

- *Funciones: el concepto de función, enfatizando pero sin limitarse a las funciones lineales, sus propiedades y una variedad de descripciones y representaciones de las mismas. Las representaciones utilizadas normalmente son verbales, simbólicas, tabulares y gráficas.*
- *Expresiones algebraicas: interpretación verbal y manejo de expresiones algebraicas que incluyen números, símbolos, operaciones aritméticas, potencias y raíces simples.*
- *Ecuaciones y desigualdades: ecuaciones lineales y afines y desigualdades, ecuaciones simples de segundo grado, y métodos de resolución analíticos y no analíticos.*
- *Sistemas de coordenadas: representación y descripción de datos, posición y relaciones.*
- *Relaciones en y entre objetos geométricos en dos y tres dimensiones: relaciones estáticas como las conexiones algebraicas entre elementos de las figuras (p. ej., el teorema de Pitágoras, al definir la relación*

entre las longitudes de los lados de un triángulo rectángulo), la posición relativa, la semejanza y congruencia, y las relaciones dinámicas que implican la transformación y el movimiento de los objetos, así como las correspondencias entre los objetos bidimensionales y tridimensionales.

- *Medida: cuantificación de las características de y entre las formas y objetos, como las medidas de los ángulos, la distancia, la longitud, el perímetro, la circunferencia, el área y el volumen.*
- *Números y unidades: conceptos, representaciones de los números y sistemas numéricos, incluidas las propiedades de los números enteros y racionales, los aspectos relevantes de los números irracionales, así como las cantidades y unidades que hacen referencia a fenómenos como el tiempo, el dinero, el peso, la temperatura, la distancia, el área y el volumen, y las cantidades derivadas y su descripción numérica.*
- *Operaciones aritméticas: la naturaleza y propiedades de estas operaciones y las convenciones de notación relativas a ellas.*
- *Porcentajes, ratios y proporciones: descripción numérica de la magnitud relativa y aplicación de las proporciones y el razonamiento proporcional en la resolución de problemas.*
- *Principios de cálculo: combinaciones y permutaciones simples.*
- *Estimación: aproximación de las cantidades y expresiones numéricas atendiendo a su función, incluidas las cifras significativas y el redondeo.*
- *Recogida, representación e interpretación de datos: naturaleza, génesis y recogida de distintos tipos de datos y las diferentes formas de representarlos e interpretarlos.*
- *Variabilidad y descripción de datos: conceptos como la variabilidad, distribución y tendencia central de series de datos, y las formas de describirlos e interpretarlos en términos cuantitativos.*
- *Muestras y muestreo: conceptos de muestreo y muestreo de poblaciones de datos, incluidas las inferencias simples basadas en las propiedades de las muestras.*
- *Azar y probabilidad: noción de sucesos aleatorios, las variaciones aleatorias y su representación, el azar y la frecuencia de los sucesos, y los aspectos básicos del concepto de probabilidad.*

Contextos

Un aspecto importante de la competencia matemática es que las matemáticas se emplean en la resolución de problemas planteados en un contexto. El contexto es aquel aspecto del mundo del individuo en el cual se encuentran situados los problemas. La elección de las estrategias y representaciones matemáticas adecuadas depende normalmente del contexto en el que se presenta el problema. La capacidad para trabajar dentro de un contexto se valora enormemente para asignar exigencias adicionales a quien resuelve el problema (véase Watson y Callingham, 2003, para las conclusiones sobre estadística). Para el estudio PISA es importante la utilización de una amplia variedad de contextos, que ofrece la posibilidad de conectar con la gama más amplia posible de intereses personales y el abanico de situaciones en el que operan los individuos del siglo XXI.

A efectos del marco de matemáticas de PISA 2012, se han definido cuatro categorías de contexto que se emplean para clasificar las preguntas de la evaluación elaboradas para el estudio PISA:

- *Personal*: los problemas clasificados en la categoría de contexto personal se centran en actividades del propio individuo, su familia y su grupo de iguales. Los tipos de contexto que pueden considerase personales incluyen (pero no se limitan a) aquellos que implican la preparación de los alimentos, las compras, los juegos, la salud personal, el transporte personal, los deportes, los viajes, la planificación personal y las propias finanzas. La pregunta liberada de PISA *LA PIZZA* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) se inserta en un contexto personal, pues la cuestión que plantea es qué pizza constituye la mejor opción para el comprador en relación con su coste. Del mismo modo, la unidad liberada de PISA *ANDAR* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) contiene dos preguntas que reflejan un contexto personal. La primera requiere la aplicación de una fórmula matemática para determinar la longitud del paso de un sujeto, mientras que la segunda exige la aplicación de la misma fórmula para establecer la velocidad al andar de otro individuo.
- *Profesional*: los problemas clasificados en la categoría de contexto profesional se centran en el mundo laboral. Las preguntas clasificadas como profesionales pueden incluir (pero no se limitan a) aspectos como la medición, el cálculo de costes y el pedido de materiales para la construcción, la nómina/contabilidad, el

control de calidad, la planificación/el inventario, el diseño/la arquitectura y la toma de decisiones relacionadas con el trabajo. Los contextos profesionales pueden referirse a cualquier nivel de la mano de obra, desde el trabajador no especializado hasta el nivel más alto de trabajador profesional, aunque las preguntas del estudio PISA deben ser accesibles a los alumnos de 15 años. La pregunta liberada de PISA *CARPINTERO* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) se clasifica como profesional, pues aborda la labor de un carpintero para construir un borde alrededor de un parterre. Una pregunta que requiriese un análisis matemático similar a la de *LA PIZZA*, examinada anteriormente, y que presentase la situación desde el punto de vista del vendedor en lugar del comprador, se situaría en la categoría profesional.

- *Social*: los problemas clasificados en la categoría de contexto social se centran en la propia comunidad (ya sea local, nacional o global). Pueden incluir (pero no se limitan a) aspectos como los sistemas electorales, el transporte, el gobierno, las políticas públicas, la demografía, la publicidad, las estadísticas nacionales y la economía. Aunque los individuos están involucrados en todos estos aspectos a título personal, en la categoría de contexto social los problemas ponen el acento en la perspectiva comunitaria. La pregunta liberada de PISA *EL CONCIERTO DE ROCK* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) es un ejemplo de pregunta clasificada como social, pues se sitúa a nivel de la organización del concierto de rock, a pesar de que recurre a la experiencia personal de estar entre multitudes.
- *Científico*: los problemas clasificados en la categoría científico hacen referencia a la aplicación de las matemáticas al mundo natural y a cuestiones y temas relacionados con la ciencia y la tecnología. Los contextos concretos podrían incluir (pero no limitarse a) áreas como la meteorología o el clima, la ecología, la medicina, las ciencias espaciales, la genética, las mediciones y el propio mundo de las matemáticas. La pregunta liberada de PISA *BASURA* (véase «Ejemplos de preguntas de matemáticas de PISA» al final de este capítulo) es un ejemplo de pregunta situada en un contexto científico, puesto que se centra en cuestiones científicas relacionadas con el medio ambiente y, en concreto, con información sobre el tiempo de descomposición. Las preguntas intramatemáticas, donde todos los elementos implicados pertenecen al mundo de las matemáticas entran dentro del contexto científico.

Las preguntas de la evaluación PISA se organizan en unidades que comparten material de estímulo. Por tanto, lo normal es que todas las preguntas de la misma unidad pertenezcan a la misma categoría de contexto, pero hay excepciones, ya que el material de estímulo puede examinarse desde un punto de vista personal en una pregunta y desde un punto de vista social en otra. Cuando una pregunta incluye únicamente constructos matemáticos, sin referencia a los elementos contextuales de la unidad en la que se encuentra, se le asigna la categoría de contexto de la unidad. En el caso inusual de que la unidad incluya solo constructos matemáticos, sin referencia a ningún contexto fuera de las matemáticas, la unidad se asigna a la categoría de contexto científico.

La utilización de estas categorías de contexto proporciona las bases para seleccionar distintos contextos de preguntas y garantiza que la evaluación refleje una amplia variedad de usos de las matemáticas, desde los personales diarios hasta las exigencias científicas de los problemas globales. Además es importante que cada categoría de contexto esté poblada de preguntas que reflejen una amplia gama de dificultades. Puesto que la principal finalidad de estas categorías es retar a los alumnos en una gran variedad de contextos, cada una de ellas debe contribuir de forma sustancial a la medición de la competencia matemática. El nivel de dificultad de las preguntas de la evaluación que representan una categoría de contexto no debe ser sistemáticamente ni mayor ni menor que el de las de otra categoría.

Para identificar los contextos que pueden ser relevantes es fundamental tener presente que uno de los objetivos de la evaluación es medir el uso de los conocimientos de contenido matemático, procesos y capacidades que los alumnos han adquirido a la edad de 15 años. Por tanto, los contextos para las preguntas de la evaluación se seleccionan en función de su relevancia para los intereses y la vida de los alumnos, y las exigencias a las que se verán sometidos cuando se incorporen a la sociedad como ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos. Los coordinadores nacionales del proyecto en los países participantes en el estudio PISA están implicados en la valoración del grado de dicha relevancia.

EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA

En el presente apartado se expone el enfoque adoptado para implementar en el estudio de PISA 2012 los elementos del marco descritos en los anteriores apartados, lo que incluye, la estructura del componente matemático del estudio PISA, la presentación de los niveles de competencia matemática, las actitudes a investigar relacionadas con la competencia matemática y las estructuras del componente opcional de la

evaluación electrónica de las matemáticas.

Estructura de la evaluación de matemáticas de PISA 2012

Según la definición de competencia matemática, las preguntas de la evaluación utilizadas en cualquier instrumento desarrollado por el estudio PISA, tanto en soporte impreso como electrónico, están insertadas en un contexto. Las preguntas requieren la aplicación de importantes conceptos, conocimientos, interpretaciones y habilidades matemáticas (conocimientos de contenido matemático) a un nivel que sea apropiado para los alumnos de 15 años, tal y como se ha descrito anteriormente. El marco se utiliza para orientar la estructura y el contenido de la evaluación, y es importante que los instrumentos del estudio, tanto en soporte impreso como electrónico, incluyan un equilibrio adecuado de las preguntas que refleje los componentes del marco de matemáticas.

Distribución ideal de las puntuaciones según el proceso matemático

Además, las preguntas de la evaluación de matemáticas de PISA 2012 pueden asignarse a uno de tres procesos matemáticos. El objetivo al elaborar la evaluación es lograr un equilibrio que dé aproximadamente el mismo peso a los dos procesos que requieren establecer una conexión entre el mundo real y el matemático y al proceso que exige a los alumnos que sean capaces de trabajar en un problema formulado matemáticamente.

Tabla 1.1

Distribución aproximada de las puntuaciones de matemáticas según la categoría de proceso

Categoría de proceso	Porcentaje de puntuación
Formulación matemáticas de las situaciones	25 aproximadamente
Empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos	50 aproximadamente
Interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos	25 aproximadamente
TOTAL	100

Es importante señalar que las preguntas de cada categoría de proceso deben tener distintos niveles de dificultad y exigencia matemática.

Distribución ideal de las puntuaciones según la categoría de contenido

Las preguntas de matemáticas de PISA están seleccionadas para reflejar los conocimientos de contenido matemático descritos anteriormente en este marco. Las preguntas seleccionadas para PISA 2012 se distribuyen entre las cuatro categorías de contenido, tal y como muestra la Tabla 1.2. El objetivo al elaborar el estudio es una distribución de las preguntas con respecto a la categoría de contenido que proporcione una distribución de las puntuaciones lo más equilibrada posible, puesto que todas estas áreas de conocimiento son importantes para los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos.

Tabla 1.2

Distribución aproximada de las puntuaciones de matemáticas según la categoría de contenido

Categoría de contenido	Porcentaje de puntuación
Cambio y relaciones	25 aproximadamente
Espacio y forma	25 aproximadamente
Cantidad	25 aproximadamente
Incertidumbre y datos	25 aproximadamente
TOTAL	100

Es importante señalar que las preguntas de cada categoría de contenido deben tener distintos niveles de dificultad y exigencia matemática.

Distribución ideal de las puntuaciones según la categoría de contexto

En PISA 2012, cada pregunta se ubica en una de cuatro categorías de contexto. Las preguntas seleccionadas para la evaluación de matemáticas de PISA 2012 constituyen una muestra de todas estas categorías de contexto, tal y como se describe en la Tabla 1.3. Con esta distribución equilibrada no se permite que domine un único tipo de contexto, ofreciendo a los alumnos preguntas que abarcan una amplia variedad de intereses personales y un abanico de situaciones con las que podrían esperar encontrarse en sus vidas.

Tabla 1.3

Distribución aproximada de las puntuaciones de matemáticas según la categoría de contexto

Categoría de contexto	Porcentaje de puntuación
Personal	25 aproximadamente
Profesional	25 aproximadamente
Social	25 aproximadamente
Científico	25 aproximadamente
TOTAL	100

Es importante señalar que las preguntas de cada categoría de contexto deben tener distintos niveles de dificultad y exigencia matemática.

Nivel de dificultad de las preguntas

La evaluación de matemáticas de PISA 2012 incluye preguntas con distintos niveles de dificultad equiparables a las distintas capacidades de los alumnos de 15 años. Contiene preguntas que son un reto para los alumnos más

capaces y otras apropiadas para los menos capaces que son evaluados en matemáticas. Desde una perspectiva psicométrica, un estudio diseñado para medir una cohorte concreta de individuos es más eficaz y eficiente cuando la dificultad de las preguntas de la evaluación se corresponde con la capacidad de los sujetos evaluados. Además, las escalas de competencia descritas, que se utilizan como parte fundamental de la presentación de los resultados de PISA, solo pueden incluir información útil para todos los alumnos si las preguntas de las que se extraen las descripciones de competencia abarcan el abanico de capacidades descritas. Las escalas de competencia están basadas en niveles crecientes de activación de las capacidades matemáticas fundamentales, explicadas en detalle en el Cuadro 1.1 «Capacidades matemáticas fundamentales y su relación con la dificultad de las preguntas». Los anteriores ciclos de PISA han demostrado que, en conjunto, estas capacidades son indicadores de la exigencia cognitiva y, por tanto, contribuyen de forma esencial a la dificultad de las preguntas (Turner, 2012; Turner *et al*., de próxima aparición). La escala de PISA 2012 se elaboró después de la prueba piloto tomando como base la descripción de la activación necesaria de estas capacidades. Esta escala ofrece una medida empírica de la exigencia cognitiva de cada pregunta.

Estructura del instrumento de evaluación

Los instrumentos en soporte impreso para la evaluación de PISA 2012 contienen un total de 270 minutos de material de matemáticas distribuido en nueve grupos de preguntas, donde cada grupo representa 30 minutos del tiempo de la prueba. De este total, tres grupos (que representan 90 minutos del tiempo de la prueba) incluyen material de enlace utilizado en anteriores evaluaciones de PISA, cuatro grupos «estándar» (que representan 120 minutos del tiempo de la prueba) contienen material nuevo con distintos niveles de dificultad y dos grupos «fáciles» (que representan 60 minutos del tiempo de la prueba) están dedicados a material con un nivel de dificultad más bajo.

Cada país participante utiliza siete de los grupos: los tres de material de enlace, dos de los nuevos grupos «estándar» y, o bien los otros dos grupos «estándar», o los dos grupos «fáciles». El suministro de grupos «fáciles» y «estándar» permite a cada país participante enfocar mejor la evaluación; no obstante, las preguntas se puntúan de tal manera que la puntuación de un país no se verá afectada si decide administrar los grupos «fáciles» o los adicionales «estándar». Los grupos de preguntas se distribuyen en cuadernillos de prueba según un diseño rotatorio de la misma, cada uno de los cuales consta de cuatro grupos de material de las áreas de matemáticas, lectura y ciencias. Cada alumno rellena un cuadernillo que representa un tiempo total de la prueba de 120 minutos.

El componente electrónico opcional (CBAM, en sus siglas en inglés) contiene un total de 80 minutos de material de matemáticas distribuido en cuatro grupos de preguntas, cada uno de los cuales representa 20 minutos del tiempo de la prueba. Este material se organiza en una serie de cuadernillos de carácter rotatorio y de otro material para la administración electrónica. Cada cuadernillo contiene dos grupos y cada alumno rellena un cuadernillo que representa un total de 40 minutos del tiempo de la prueba.

Diseño de las preguntas de matemáticas de PISA 2012

En PISA 2012, la evaluación de la competencia matemática en soporte impreso hace uso de tres tipos de formato de pregunta: de respuesta construida abierta, de respuesta construida cerrada y de respuesta seleccionada. Las primeras requieren una respuesta escrita de cierta extensión por parte del alumno. Asimismo, dichas preguntas pueden pedirle que indique los pasos dados o que explique cómo ha obtenido la respuesta. Para estas preguntas es necesario contar con expertos cualificados que codifiquen manualmente las respuestas de los alumnos. Las preguntas de respuesta construida cerrada ofrecen un contexto más estructurado para presentar las soluciones de los problemas y provocan una respuesta por parte del alumno que puede valorarse fácilmente como correcta o incorrecta. Con frecuencia, las respuestas de los alumnos a preguntas de este tipo pueden introducirse en programas informáticos de captura de datos y codificarse automáticamente, pero algunas deben ser codificadas manualmente por expertos cualificados. Las respuestas construidas cerradas más habituales son los números de un solo dígito. En las preguntas de respuesta seleccionada es necesario elegir una o más respuestas de una serie de opciones. Por lo general, las respuestas a estas preguntas se pueden procesar de forma automática. Para elaborar los instrumentos de evaluación se ha utilizado un número aproximadamente igual de cada uno de estos tipos de formato de pregunta.

En el componente electrónico opcional son posibles otros tipos de formato de pregunta. Un entorno electrónico se presta a una variedad mayor de modalidades de respuesta que el impreso y también facilita la evaluación de determinados aspectos de la competencia matemática, como la manipulación y rotación de representaciones de

formas tridimensionales, que no se pueden evaluar tan fácilmente en el medio impreso. La evaluación electrónica permite mejorar la presentación de las preguntas. Por ejemplo, se puede tener un estímulo móvil, representaciones de objetos tridimensionales que pueden rotarse o un acceso más flexible a la información o datos relevantes. Igualmente son posibles formatos de pregunta que permiten una mayor variedad de tipos de respuesta. Por ejemplo, las preguntas de arrastrar y soltar o el empleo de zonas activas en una imagen pueden hacer que los alumnos respondan a más preguntas de forma no verbal, dando una imagen más completa de la competencia matemática que está menos ligada al lenguaje. Puede ser posible cierta interactividad. Además, la posibilidad de una codificación automatizada de las respuestas puede sustituir algún trabajo manual o, lo que es más importante, facilitar la codificación de características de los dibujos, demostraciones y procedimientos elaborados por los alumnos que en la actualidad es imposible codificar (Stacey y Wiliam, de próxima aparición).

El estudio de matemáticas de PISA se compone de unidades de evaluación que comprenden un estímulo verbal y, con frecuencia, otra información como tablas, planos, gráficos o diagramas, además de una o más preguntas asociadas a este estímulo común. Este formato da a los alumnos la oportunidad de introducirse en contextos o problemas respondiendo a una serie de preguntas afines. No obstante, el modelo de medición empleado para analizar los datos de PISA presupone la independencia de las preguntas, de modo que siempre que se utilizan unidades que constan de más de una pregunta, el objetivo de quienes las redactan es garantizar la máxima independencia posible entre ellas. PISA emplea esta estructura en unidades para facilitar la utilización de contextos que sean lo más realistas posible y que reflejen la complejidad de las situaciones reales, a la vez que se hace un uso eficiente del tiempo de la prueba. Sin embargo, es importante garantizar la existencia de una variedad adecuada de contextos, de modo que se minimice el sesgo derivado de la elección de los mismos y se maximice la independencia de las preguntas. Por tanto, lo que se busca al diseñar los instrumentos de evaluación de PISA es un equilibrio entre estas dos exigencias encontradas.

Las preguntas seleccionadas para ser incluidas en la evaluación PISA representan una amplia gama de dificultades que se corresponden con el amplio abanico de capacidades de los alumnos que participan en la misma. Además, las principales categorías de la evaluación (de contenido, proceso y contexto) están representadas, en la medida de lo posible, mediante preguntas de distintos niveles de dificultad. Las dificultades de las preguntas se establecen como una de varias propiedades de medición en una exhaustiva prueba piloto previa a la selección de las preguntas para el estudio principal de PISA. Las preguntas se seleccionan para incluirlas en los instrumentos de evaluación en función de su adecuación a las categorías del marco y sus propiedades de medición.

Por otro lado, el nivel de competencia lectora requerido para abordar con éxito una pregunta se tiene muy en cuenta en la elaboración y selección de las mismas. Uno de los objetivos en la elaboración de las preguntas es que su redacción sea lo más sencilla y directa posible. Asimismo, se pone cuidado para evitar contextos que den lugar a un sesgo cultural, y todas las opciones se verifican con los equipos nacionales. La traducción de las preguntas a muchos idiomas se lleva a cabo con sumo cuidado, con exhaustivas retrotraducciones y otros protocolos. La atención a los sesgos de las preguntas es incluso más importante en PISA 2012, pues la inclusión del componente electrónico opcional puede presentar nuevos retos para los alumnos que no han tenido acceso a un ordenador en sus clases de matemáticas.

Herramientas matemáticas

La política de PISA permite a los alumnos el uso de la calculadora en el componente en soporte impreso, tal y como se utiliza normalmente en los centros escolares. Esto representa la evaluación más auténtica de lo que los alumnos pueden lograr y proporciona la comparación más instructiva del rendimiento de los sistemas educativos. En principio, que un sistema decida que los alumnos pueden acceder a una calculadora y utilizarla, no difiere de otras decisiones adoptadas en materia de política educativa por sistemas que no están bajo el control de PISA. En 2012, por primera vez en una evaluación de matemáticas de PISA, algunas de las preguntas redactadas para su administración en soporte impreso se elaborarán de modo que la calculadora probablemente hará que los cálculos requeridos sean más rápidos y fáciles – lo que significa que, para algunas preguntas de la evaluación, disponer de calculadora será probablemente una ventaja para muchos alumnos. En el componente en soporte impreso de PISA 2012 no serán necesarias funcionalidades más allá de la funcionalidad aritmética de una calculadora básica.

En el componente opcional en soporte electrónico de PISA 2012, los alumnos tendrán acceso a una calculadora *on line* y/o a programas informáticos con una funcionalidad equivalente en el caso de preguntas donde esto

pudiese ser relevante. Asimismo, los alumnos pueden tener acceso a una calculadora de mano si su uso por parte de los estudiantes de 15 años ha sido aprobado en sus respectivos sistemas escolares. También pueden proporcionarse otras herramientas como parte del sistema de administración de la prueba, entre las que se encuentran dispositivos virtuales de medición, determinadas funcionalidades básicas de las hojas de cálculo y diversas herramientas de presentación y visualización gráfica.

Puntuación de las preguntas

Aunque la mayoría de las preguntas se puntúan de forma dicotómica (es decir, con o sin puntuación), en ocasiones, las de respuesta construida abierta pueden incluir una puntuación parcial, lo que permite asignar a las respuestas una puntuación en función de los distintos grados de «corrección». Una guía detallada de codificación, que permite otorgar a cada una de esas preguntas una puntuación máxima, parcial o ninguna puntuación, se facilita al personal formado para codificar las respuestas de los alumnos en los distintos países participantes, con el fin de garantizar que la codificación de las preguntas se realice de forma consistente y fiable.

Presentación de la competencia matemática

Los resultados de la evaluación de matemáticas de PISA se presentan de diversas maneras. Se obtienen estimaciones de la competencia matemática global de los alumnos seleccionados en cada país participante y se definen una serie de niveles de competencia. Igualmente, se elaboran descripciones del grado de competencia matemática típica de los alumnos en cada nivel. Además, se identifican aspectos de la competencia matemática global que serán de relevancia para las políticas de los países participantes, se obtienen estimaciones separadas para los alumnos con relación a esos aspectos y también se realizan descripciones de competencias para los distintos niveles definidos en esas escalas. Los aspectos de uso potencial con fines informativos se pueden definir de múltiples maneras. Para PISA 2003 se elaboraron escalas basadas en las cuatro categorías generales de contenido. En la Figura 1.3 se facilitan las descripciones de los seis niveles de competencia presentados para la escala general de matemáticas de PISA en 2003, 2006 y 2009, que constituyen la base de la escala de matemáticas de PISA 2012.

• Figura 1.3 •

Descripción de la escala de competencia matemática (2003-2009)

Nivel	
6	En el nivel 6 los alumnos saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones de problemas complejos. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y representaciones y traducirlas entre ellas de manera flexible. Los estudiantes de este nivel poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzado. Estos alumnos pueden aplicar su entendimiento y comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales y desarrollar nuevos enfoques y estrategias para abordar situaciones nuevas. Los alumnos pertenecientes a este nivel pueden formular y comunicar con exactitud sus acciones y reflexiones relativas a sus descubrimientos, interpretaciones, argumentos y su adecuación a las situaciones originales.
5	En el nivel 5, los alumnos saben desarrollar modelos y trabajar con ellos en situaciones complejas, identificando los condicionantes y especificando los supuestos. Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas para abordar problemas complejos relativos a estos modelos. Los alumnos pertenecientes a este nivel pueden trabajar estratégicamente utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento bien desarrolladas, así como representaciones adecuadamente relacionadas, caracterizaciones simbólicas y formales, e intuiciones relativas a estas situaciones. Pueden reflexionar sobre sus acciones y formular y comunicar sus interpretaciones y razonamientos.

4	En el nivel 4, los alumnos pueden trabajar con eficacia con modelos explícitos en situaciones complejas y concretas que pueden conllevar condicionantes o exigir la formulación de supuestos. Pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluidas las simbólicas, asociándolas directamente a situaciones del mundo real. Los alumnos de este nivel saben utilizar habilidades bien desarrolladas y razonar con flexibilidad y con cierta perspicacia en estos contextos. Pueden elaborar y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones.
3	En el nivel 3, los alumnos saben ejecutar procedimientos descritos con claridad, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. Pueden seleccionar y aplicar estrategias de solución de problemas sencillos. Los alumnos de este nivel saben interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información y razonar directamente a partir de ellas. Son también capaces de elaborar breves escritos exponiendo sus interpretaciones, resultados y razonamientos.
2	En el nivel 2, los alumnos saben interpretar y reconocer situaciones en contextos que solo requieren una inferencia directa. Saben extraer información pertinente de una sola fuente y hacer uso de un único modelo representacional. Los alumnos de este nivel pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones elementales. Son capaces de efectuar razonamientos directos e interpretaciones literales de los resultados.
1	En el nivel 1, los alumnos saben responder a preguntas relacionadas con contextos que les son conocidos, en los que está presente toda la información pertinente y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo unas instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden realizar acciones obvias que se deducen inmediatamente de los estímulos presentados.

Además de la escala general de matemáticas, después de la prueba piloto se elaboraron y presentaron tres escalas adicionales descriptivas de competencia que están basadas en los tres procesos matemáticos descritos anteriormente – *formulación matemática de las situaciones; empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos;* e *interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos*.

Las capacidades matemáticas fundamentales desempeñan un papel crucial a la hora de definir lo que significa estar en distintos niveles de las escalas de competencia matemática en general y de cada uno de los procesos indicados – definen la capacidad cada vez mayor para todos estos aspectos de la competencia matemática. Por ejemplo, en la descripción de la escala de competencia correspondiente al nivel 4 (véase la Figura 1.3), la segunda frase subraya aspectos de la matematización y representación que son evidentes en este nivel. La oración final pone de relieve la comunicación, los razonamientos y los argumentos característicos del nivel 4, que contrastan con los breves escritos y falta de argumentos del nivel 3 y la reflexión adicional del nivel 5. El Cuadro 1.1 «Capacidades matemáticas fundamentales y su relación con la dificultad de las preguntas», incluido al final de este capítulo, describe las capacidades matemáticas fundamentales y la relación de cada una de ellas para el progreso en todos los niveles de competencia matemática. En un apartado anterior de este marco y en la Figura 1.2, los procesos matemáticos se definieron en función de las capacidades matemáticas fundamentales que los individuos pueden activar cuando toman parte en esos procesos.

En continuidad con la presentación de los resultados del estudio de 2003, en el que las matemáticas fueron por última vez la principal área de conocimiento de la evaluación PISA, y debido a su utilidad para proporcionar información para la toma de decisiones relativas a las políticas, las escalas también se van a presentar en función de las cuatro categorías de contenido: *cantidad, espacio y forma, cambio y relaciones,* e *incertidumbre y datos*. Estas escalas continuarán siendo de interés para los países, ya que pueden mostrar perfiles relativos a aspectos de la competencia matemática que se derivan de determinados énfasis curriculares.

Actitudes hacia las matemáticas

Las actitudes, creencias y emociones de los individuos juegan un papel significativo en el interés y la respuesta que dan a las matemáticas en general y en el uso que hacen de ellas en su vida personal. Por ejemplo, los alumnos que se sienten más seguros con las matemáticas tienen más probabilidades que otros de utilizarlas en los distintos contextos con los que se encuentran. Los estudiantes con emociones positivas hacia las matemáticas están en disposición de aprenderlas mejor que aquellos que se sienten ansiosos ante dicha materia. Por tanto, un objetivo en la enseñanza de las matemáticas es que los alumnos desarrollen actitudes,

creencias y emociones que aumenten sus probabilidades de utilizar con éxito las matemáticas que saben y de aprender más matemáticas para su beneficio personal y social.

La atención que la evaluación de las matemáticas de PISA 2012 da a estas variables se basa en afirmaciones según las cuales el desarrollo de actitudes, emociones y creencias positivas hacia las matemáticas es, en sí mismo, un resultado inestimable de la escolarización y predispone a los alumnos a utilizar las matemáticas en sus vidas; y también en que dichas variables pueden contribuir a explicar las diferencias de rendimiento en matemáticas. Por consiguiente, el estudio PISA incluye preguntas relacionadas con estas variables y mide, además, una serie de variables de contexto que facilitan la presentación y el análisis de la competencia matemática de importantes subgrupos de alumnos (p. ej., por sexo, idioma u origen).

Para recopilar la información de contexto se solicita a los alumnos y a los directores de los centros de enseñanza que respondan a unos cuestionarios de contexto de aproximadamente 20-30 minutos de duración. Estos cuestionarios son fundamentales para el análisis y la presentación de los resultados en función de diversas características de los alumnos y los centros.

Se han identificado dos grandes áreas de actitudes de los alumnos hacia las matemáticas que los predisponen a participar en ellas de forma productiva y que son de interés potencial como complemento a la evaluación de matemáticas de PISA 2012: el interés de los alumnos por las matemáticas y su deseo de participar en ellas.

El interés por las matemáticas tiene componentes relacionados con la actividad presente y futura. Las cuestiones relevantes se centran en el interés de los alumnos en la escuela, ya sea porque las consideran útiles en la vida real o por sus intenciones de cursar estudios adicionales de matemáticas y carreras orientadas hacia las matemáticas. Esta área es motivo de preocupación a escala internacional, ya que en muchos países participantes se observa una disminución del porcentaje de alumnos que eligen estudios futuros relacionados con las matemáticas, al tiempo que aumenta la necesidad de titulados en estas áreas.

El deseo de los alumnos de aprender matemáticas tiene que ver con las actitudes, emociones y creencias respecto a sí mismos que les predisponen o les impiden beneficiarse de la competencia matemática que han alcanzado. Los alumnos que disfrutan con la actividad matemática y se sienten seguros de practicarla tienen más probabilidades de utilizar las matemáticas para pensar en las situaciones con las que se encuentran en las distintas facetas de sus vidas, tanto dentro como fuera de la escuela. Los constructos del estudio PISA que son relevantes para esta área incluyen las emociones relacionadas con el placer, la confianza y la (falta de) ansiedad ante las matemáticas, así como el autoconcepto y la autoeficacia. Un reciente análisis del posterior progreso de los jóvenes australianos que obtuvieron una puntuación baja en PISA a la edad de 15 años ha puesto de manifiesto que aquellos que «reconocen el valor de las matemáticas para su éxito en el futuro tienen más probabilidades de lograrlo, y eso incluye estar contento con muchos aspectos de su vida personal, además de su futuro y su carrera» (Thomson y Hillman, 2010, p. 31). El estudio sugiere que centrarse en las aplicaciones prácticas de las matemáticas en la vida diaria puede contribuir a mejorar las perspectivas de estos alumnos.

El cuestionario del alumnado también incluye grupos de preguntas relacionadas con la *oportunidad de aprender.* Existen preguntas relativas a la experiencia del alumno con varios tipos de problemas de matemáticas aplicadas, a su familiaridad con el nombre de los conceptos matemáticos (incluyendo medidas para prevenir la simulación de conocimientos) y a su experiencia en clase o en pruebas con preguntas tipo PISA. Estas medidas permitirán un análisis más profundo de los resultados de PISA.

Los resultados del estudio de PISA 2012 proporcionarán información importante a los responsables de las políticas educativas de los países participantes sobre los resultados del aprendizaje relativos al rendimiento y a la actitud. Combinando la información de la evaluación de la competencia matemática de PISA y el estudio sobre las actitudes, emociones y creencias que predisponen a los alumnos a utilizar su competencia matemática se obtiene un panorama más completo.

Evaluación electrónica opcional de las matemáticas

PISA 2012 incluye una evaluación de las matemáticas en soporte electrónico[4]. Si bien dicha evaluación es opcional para los países participantes (dadas las distintas capacidades tecnológicas de estos) hay dos razones para incluirla. En primer lugar, el uso de los ordenadores es tan habitual hoy en día en el lugar de trabajo y en la vida diaria que el nivel de competencia matemática en el siglo XXI incluye dicho uso (Hoyles *et al.,* 2002). En la actualidad, los ordenadores afectan a la vida de las personas de todo el mundo, a medida que estas participan en

actividades personales, sociales, profesionales y científicas. Les ofrecen herramientas para, entre otras cosas, realizar cálculos, representaciones, visualizaciones, modificaciones, exploraciones y experimentaciones con una gran variedad de objetos, fenómenos y procesos matemáticos. La definición de competencia matemática de PISA 2012 reconoce el importante papel de las herramientas electrónicas al señalar lo que se espera de los individuos competentes en matemáticas: que hagan uso de las mismas en sus esfuerzos por describir, explicar y predecir fenómenos. En esta definición, el término «herramienta» se refiere a calculadoras y ordenadores, además de otros objetos físicos como las reglas y los transportadores utilizados en las mediciones y construcciones. Una segunda consideración es que el ordenador ofrece a quienes elaboran las preguntas de la prueba múltiples posibilidades para hacerlas más interactivas, auténticas y atractivas (Stacey y Wiliam, de próxima aparición). Estas posibilidades incluyen la capacidad de diseñar nuevos formatos de pregunta (p. ej., arrastrar y soltar), presentar a los alumnos datos del mundo real (como por ejemplo un amplio conjunto de datos que se pueden ordenar) o utilizar colores y gráficos para hacer la evaluación más atractiva.

En respuesta a estos fenómenos, la evaluación electrónica opcional de las matemáticas constituye un área de innovación primordial en el estudio PISA 2012. Las unidades especialmente diseñadas de PISA se presentan en ordenador y los alumnos tienen que responder sobre el mismo. También pueden utilizar lápiz y papel para facilitar sus procesos de pensamiento. Los futuros ciclos de PISA pueden ofrecer preguntas en soporte electrónico más sofisticadas, a medida que los responsables de su elaboración y redacción se metan más de lleno en la evaluación electrónica. De hecho, PISA 2012 solo es el punto de partida de las posibilidades de la evaluación de las matemáticas en soporte electrónico.

El uso de las mejoras que ofrece la tecnología informática se traduce en preguntas de la evaluación más atractivas para los alumnos, con más colorido y más fáciles de entender. Por ejemplo, se puede presentar a los estudiantes un estímulo móvil, representaciones de objetos tridimensionales que se pueden rotar o un acceso más flexible a la información relevante. Los nuevos formatos de pregunta, como los que obligan a los alumnos a «arrastrar y soltar» información o a utilizar «zonas activas» en una imagen, están diseñados para atraer a los alumnos, ofrecer una mayor diversidad de tipos de respuesta y proporcionar un panorama más completo de la competencia matemática.

Las investigaciones revelan que las exigencias matemáticas de un trabajo ocurren, cada vez más, en presencia de la tecnología electrónica, de modo que la competencia matemática y el uso de los ordenadores se fusionan (Hoyles *et al*., 2002). En el lugar de trabajo existe actualmente para los empleados de todos los niveles una interdependencia entre la competencia matemática y el uso de la tecnología informática, y el componente electrónico de la evaluación PISA ofrece oportunidades para explorar esta relación. Un desafío clave es distinguir las exigencias matemáticas de una pregunta electrónica de PISA de las exigencias que no guardan relación con la competencia matemática, como las que tienen que ver con las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y los nuevos formatos de presentación. Respecto a la evaluación electrónica opcional de PISA 2012, es importante que esta se centre en garantizar que la exigencia asociada al uso de una herramienta en una pregunta concreta sea significativamente más baja que la exigencia asociada a las matemáticas. Se han llevado a cabo investigaciones sobre las consecuencias que un entorno de evaluación electrónico tiene sobre el rendimiento de los alumnos (Bennett, 2003; Bennett *et al*., 2008; Mason *et al*., 2001; Richardson *et al*., 2002; Sandene *et al*., 2008) y el estudio PISA 2012 ofrece la oportunidad de avanzar en estos conocimientos, en particular para documentar el desarrollo de las futuras pruebas en soporte electrónico que se llevarán a cabo en 2015 y en años posteriores. De modo deliberado, no todas las preguntas electrónicas utilizarán nuevos formatos, lo que puede contribuir a controlar las consecuencias (positivas o negativas) que los nuevos formatos de pregunta tienen sobre el rendimiento.

Con el fin de controlar las distintas características electrónicas de la prueba, se describen tres aspectos para cada pregunta:

Las competencias matemáticas evaluadas: incluyen aspectos de la competencia matemática que son aplicables en cualquier entorno, no solo los electrónicos, y que se evalúan en todas las preguntas de la evaluación electrónica.

Competencias que cubren aspectos de las matemáticas y las TIC: requieren conocimientos relativos a la realización de actividades matemáticas con la ayuda de un ordenador o un dispositivo de mano. Estas competencias se evalúan en algunas – pero no en todas – las preguntas de la evaluación electrónica. Esta prueba en soporte electrónico puede incluir la evaluación de las siguientes competencias:

- realización de un gráfico a partir de unos datos, incluidos los de una tabla de valores (p. ej., un gráfico circular, de barras, de líneas) utilizando «asistentes» sencillos;
- elaboración de gráficos de funciones y utilización de los mismos para responder a preguntas sobre las funciones;
- clasificación de la información y planificación de estrategias de clasificación eficaces;
- uso de calculadoras de mano o en pantalla;
- utilización de instrumentos virtuales como una regla o transportador en pantalla; y
- transformación de imágenes mediante un cuadro de diálogo o ratón para rotarlas, reflejarlas o traducirlas.

Destrezas TIC: al igual que las evaluaciones de lápiz y papel se basan en una serie de destrezas fundamentales para trabajar con materiales impresos, las electrónicas se basan en aquellas que están relacionadas con el uso de los ordenadores. Entre estas últimas se incluye el conocimiento del equipo informático básico (p. ej., el teclado y el ratón) y las convenciones básicas (p. ej., las flechas para avanzar y los botones específicos que hay que presionar para ejecutar comandos). El objetivo es mantener dichas destrezas a un nivel básico mínimo en todas las preguntas de la evaluación electrónica.

RESUMEN

El objetivo de PISA con respecto a la competencia matemática es desarrollar indicadores que muestren el grado de eficacia con que los países preparan a los alumnos para emplear las matemáticas en todos los aspectos de su vida personal, cívica y profesional como parte de una ciudadanía constructiva, comprometida y reflexiva. Para lograrlo, PISA ha elaborado una definición de competencia matemática y un marco de evaluación que refleja los elementos importantes de esta definición. Se pretende que las preguntas de la evaluación de matemáticas, elaboradas y seleccionadas para su inclusión en PISA 2012 a partir de esta definición y marco, reflejen un equilibrio entre los procesos matemáticos relevantes, el contenido matemático y los contextos. La finalidad de estas preguntas es determinar de qué manera los alumnos pueden utilizar lo que han aprendido, obligándoles a emplear el contenido que conocen participando en procesos y aplicando las capacidades que poseen para resolver los problemas que surgen de las experiencias del mundo real. La evaluación presenta problemas en diversos formatos de pregunta con una orientación y estructura propias variable, aunque el énfasis recae en los problemas auténticos donde los alumnos deben pensar por sí mismos.

Cuadro 1.1. **Capacidades matemáticas fundamentales y su relación con la dificultad de las preguntas**

Una buena guía de la dificultad empírica de las preguntas se puede obtener analizando qué aspectos de las capacidades matemáticas fundamentales son necesarios para planificar y ejecutar una respuesta (Turner, 2012; Turner y Adams, 2012; Turner *et al*., de próxima aparición). Las preguntas más fáciles requerirán la activación de algunas capacidades de forma relativamente sencilla, mientras que las más difíciles demandan la activación compleja de varias. Predecir la dificultad exige que se tenga en cuenta tanto el número de capacidades como la complejidad de la activación requerida. Los siguientes apartados describen las características que hacen que la activación de las capacidades sea más o menos compleja (véase también Turner, 2012).

Comunicación: son varios los factores que determinan el nivel y el alcance de la exigencia comunicativa de un ejercicio, y la capacidad de un individuo para satisfacer estas exigencias indica hasta qué punto posee la capacidad de comunicación. Por lo que respecta a los aspectos receptivos de la comunicación, estos factores incluyen la longitud y complejidad del texto u otro objeto que haya que leer e interpretar, la familiaridad de las ideas o de la información a las que el texto u objeto hacen referencia, el grado en que la información requerida debe ser desligada de otra información, la clasificación de la información y si esta se corresponde con el orden de los procesos de pensamiento necesarios para interpretarla y utilizarla, y el grado en el que existen distintos elementos (texto, elementos gráficos, gráficos, tablas, planos) que deban ser interpretados relacionándolos entre sí. Por lo que respecta a los factores expresivos de la comunicación, se observa un bajo nivel de complejidad en los ejercicios que exigen que se dé simplemente una respuesta numérica. A medida que se exige que la respuesta sea más larga, por ejemplo cuando se pide una explicación o justificación verbal o escrita del resultado, la exigencia comunicativa aumenta.

Matematización: en algunos ejercicios no es necesaria la matematización, pues o bien el problema ya presenta una forma lo suficientemente matemática o la relación entre el modelo y la situación que representa no es necesaria para resolverlo. En su forma más sencilla, la matematización es imprescindible cuando el sujeto que resuelve el problema tiene que interpretar o inferir directamente a partir de un modelo dado o traducir directamente una situación a términos matemáticos (p. ej., estructurar y conceptualizar la situación de forma relevante, identificar y seleccionar variables relevantes, recopilar mediciones relevantes y/o elaborar diagramas). La demanda de matematización aumenta con requisitos adicionales para modificar o utilizar un modelo dado con el fin de reflejar las nuevas condiciones o interpretar relaciones inferidas; para seleccionar un modelo familiar dentro de unas restricciones limitadas y claramente articuladas; o crear un modelo en el que las variables, relaciones y restricciones exigidas sean claras y explícitas. A un nivel incluso superior, la exigencia de matematización está asociada a la necesidad de crear o interpretar un modelo en una situación donde deben identificarse o definirse muchos supuestos, variables, relaciones y restricciones, y comprobar que el modelo satisface los requisitos del ejercicio; o valorar o comparar modelos.

Representación: esta capacidad matemática es necesaria en su nivel más bajo para manejar directamente una representación familiar dada, por ejemplo, para pasar directamente de texto a números o leer directamente un valor en un gráfico o tabla. Los ejercicios de representación que son más exigentes desde el punto de vista cognitivo requieren seleccionar e interpretar una representación estándar o familiar con relación a una situación y, en un nivel superior de exigencia, incluso cuando se requiere traducir o utilizar dos o más representaciones distintas de forma conjunta con relación a una situación, incluida la modificación de una representación; o cuando lo que se pide es diseñar una representación simple de una situación. La exigencia cognitiva de nivel superior se caracteriza por la necesidad de comprender y utilizar una representación no estándar que requiere una notable descodificación e interpretación; diseñar una representación que refleje los aspectos clave de una situación compleja; o comparar o valorar distintas representaciones.

Razonamiento y argumentación: en los ejercicios que requieren una activación muy baja de esta capacidad, el razonamiento exigido puede ser, sencillamente, seguir las instrucciones dadas. En un nivel de exigencia ligeramente superior, las preguntas requieren una cierta reflexión para asociar distintas informaciones con el fin de realizar inferencias (p. ej., relacionar distintos elementos presentes en el problema, o utilizar el razonamiento directo dentro de un aspecto del mismo). En un nivel superior, los ejercicios requieren el análisis de la información para seguir o crear un argumento compuesto de varios pasos o relacionar distintas variables; o razonar a partir de fuentes de información afines.

En un nivel de exigencia incluso mayor, es necesario sintetizar y valorar la información, utilizar o crear cadenas de razonamiento para justificar inferencias, o hacer generalizaciones recurriendo a múltiples datos y combinándolos de forma continuada y dirigida.

Diseño de estrategias: en los ejercicios con una exigencia relativamente baja de esta capacidad, suele ser suficiente la realización de actuaciones directas, donde la estrategia requerida esté indicada o sea obvia. En un nivel de exigencia ligeramente superior puede que sea necesario decidirse por una estrategia adecuada que utilice la información relevante dada para llegar a una conclusión. La exigencia cognitiva se acentúa aún más con la necesidad de concebir y elaborar una estrategia que transforme la información dada para llegar a una conclusión. Incluso los ejercicios más exigentes requieren el desarrollo de una estrategia elaborada para encontrar una solución exhaustiva o una conclusión generalizada; o valorar o comparar diferentes estrategias posibles.

Utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico: la demanda de activación de esta capacidad varía enormemente de un ejercicio a otro. En los más sencillos, no es necesario activar ninguna regla matemática o expresión simbólica aparte de los cálculos aritméticos fundamentales, operando con números pequeños o fácilmente manejables. El trabajo con ejercicios más exigentes puede suponer realizar cálculos aritméticos secuenciales o emplear de forma directa una relación funcional simple, bien implícita o explícita (p. ej., las relaciones lineales habituales); utilizar símbolos matemáticos formales (p. ej., mediante sustitución directa o cálculos aritméticos continuos con fracciones y decimales); o activar y usar directamente una definición matemática formal, convención o concepto simbólico. Una exigencia cognitiva mayor se caracteriza por la necesidad de usar y manipular símbolos de forma explícita (p. ej., reorganizando algebraicamente una fórmula); o por activar y utilizar reglas, definiciones, convenciones, procedimientos o fórmulas matemáticas empleando una combinación de relaciones múltiples o conceptos simbólicos. Un nivel de exigencia aún mayor se caracteriza por la necesidad de una aplicación de procedimientos matemáticos formales que requieren múltiples pasos, el trabajo flexible con relaciones algebraicas funcionales o complejas, o la utilización de técnicas y conocimientos matemáticos para producir resultados.

EJEMPLOS DE PREGUNTAS DE MATEMÁTICAS DE PISA

Las siguientes preguntas liberadas de matemáticas tienen como objetivo ilustrar los aspectos y matices relevantes del marco de PISA 2012. Las siete preguntas seleccionadas son una muestra representativa del tipo de pregunta, proceso, contenido y contexto y sirven, además, para describir la activación de las capacidades matemáticas fundamentales, aunque no pretenden representar todas las variantes de ningún aspecto concreto.

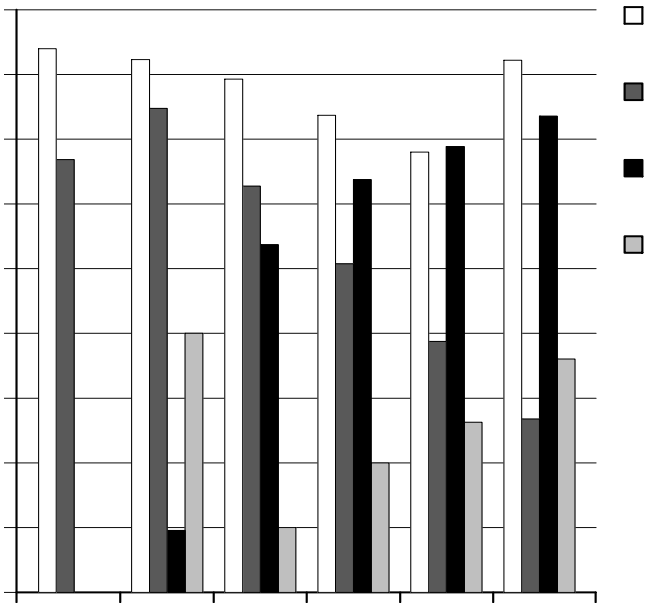
LISTA DE ÉXITOS

La primera unidad de ejemplo se titula *LISTA DE ÉXITOS*. Consta de un estímulo en forma de texto y un gráfico de barras que representa las ventas de CD de cuatro grupos musicales a lo largo de un periodo de seis meses, así como de tres preguntas de elección múltiple sencilla (Figura 1.4).

• Figura 1.4

Preguntas de la unidad lista de ÉXITOS

Los nuevos CD de los grupos BTABailar y Caballos Desbocaos salieron a la venta en enero. En febrero los siguieron los CD de los grupos Amor de Nadie y Los Metalgaites. El siguiente gráfico muestra las ventas de CD de estos grupos desde enero hasta junio.



PREGUNTA 1

¿Cuántos CD vendió el grupo Los Metalgaites en abril?

A. 250
B. 500
C. 1 000
D. 1 270

PREGUNTA 2

¿En qué mes vendió por primera vez el grupo Amor de Nadie más CD que el grupo Caballos Desbocaos?

A. En ningún mes
B. En marzo
C. En abril
D. En mayo

PREGUNTA 3

El mánager de Caballos Desbocaos está preocupado porque el número de CD que han vendido disminuyó de febrero a junio.

¿Cuál es el volumen de ventas estimado para julio si continúa la misma tendencia negativa?

A. 70 CD
B. 370 CD
C. 670 CD
D. 1 340 CD

Para preparar las versiones nacionales se pidió a los países participantes en PISA que sustituyesen los nombres de los grupos por nombres ficticios adecuados a su propio contexto.

La unidad *LISTA DE ÉXITOS* se utilizó en el estudio principal de PISA 2012. Las tres preguntas de esta unidad

pertenecen a la categoría de contenido *incertidumbre y datos*, pues en ellas se pide a los alumnos que lean, interpreten y utilicen datos presentados de forma gráfica y matemática. Las tres están incluidas en la categoría de contexto *social*, pues los datos están relacionados con información de carácter público sobre las ventas de música, del tipo que podría encontrarse en un periódico, revista musical o Internet. Las dos primeras preguntas son un ejemplo de la categoría de proceso *interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos*, pues entrañan la interpretación de la información matemática presentada en el gráfico con relación a las características contextuales representadas; pero la tercera pregunta encaja en la categoría *empleo de datos, conceptos, procedimientos y razonamientos matemáticos*, pues se centra en la aplicación de conocimientos procedimentales para manipular la representación matemática con el fin de realizar una nueva inferencia. Las tres preguntas se encontraban entre las más fáciles del estudio principal de PISA 2012.

La pregunta 1 de la Figura 1.4 requiere una lectura directa de los datos del gráfico para responder a una cuestión sobre el contexto. Los alumnos tenían que familiarizarse con la información presentada, identificar la serie de datos que representa las ventas del grupo mencionado y la barra correspondiente al mes indicado en esa serie, y leer el valor 500 CD directamente en el eje vertical. El texto es claro y sencillo, y genera una exigencia de *comunicación* muy baja. La *estrategia* requerida es simple: únicamente encontrar la información especificada en el gráfico. La exigencia de *matematización* implica la realización de una inferencia sobre la situación de las ventas directamente del modelo gráfico. Se requiere un nivel bajo de capacidad de *representación* para leer un valor directamente del gráfico. El formato del gráfico es familiar para la mayoría de jóvenes de 15 años y solo es necesario esforzarse para leer las etiquetas e identificar lo que está representado. Uno de los ejes del gráfico es el de las categorías (meses) y el rótulo (500) coincide con la parte más alta de la barra correspondiente, de modo que no se precisa ninguna interpretación de la escala. A excepción de la familiaridad con el tipo de gráfico, el conocimiento *técnico* exigido es mínimo; y solo es necesaria una inferencia directa, con lo cual la exigencia en materia de *razonamiento y argumentación* es muy baja. Se trataba de una pregunta sumamente fácil en la que un 87% de los alumnos identificó la respuesta correcta: B.

La pregunta 2 únicamente es algo más difícil y alrededor de un 78% identificó correctamente la respuesta C. Para responder a esta pregunta los alumnos deben prestar atención a la relación entre dos series de datos que se muestran en el gráfico de barras y tener en cuenta cómo varía esa relación a lo largo del periodo de tiempo indicado para ver que la circunstancia especificada en la pregunta se produjo por primera vez en abril.

La exigencia de *comunicación* es similar a la de la pregunta 1. La *estrategia* necesaria es ligeramente más compleja, puesto que deben extraerse a la vez varios elementos de las dos series de datos. La *matematización* requerida supone nuevamente la realización de una inferencia sobre la situación de las ventas casi directamente del gráfico. La exigencia de *representación* ha aumentado ligeramente con respecto a la de leer un único punto de datos en la pregunta 1, pues hay que relacionar dos series de datos y la variable tiempo. La exigencia de utilizar operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico sigue siendo baja, ya que solo es necesaria una comparación cualitativa; y la exigencia relativa al *razonamiento y la argumentación* es ligeramente superior, pues se requiere una pequeña secuencia de pasos razonados.

La pregunta 3 es algo distinta de las dos primeras, pues se centra fundamentalmente en la comprensión de una relación matemática representada en el gráfico y en la extrapolación de la misma para predecir el valor del siguiente mes. El vínculo con el contexto aún está presente, pero la principal exigencia es trabajar con la información matemática que se muestra. Una forma de hacerlo sería leyendo los valores de los datos mensuales de las series en cuestión, calculando a continuación un valor medio razonable de reducción que se aplicaría a cada valor mensual y aplicando finalmente esa misma reducción al valor del dato correspondiente al último mes mostrado. La exigencia de *comunicación* sigue siendo baja. El principal reto es evitar la distracción provocada por las series de datos de los otros grupos. No obstante, la única respuesta común equivocada se debió tal vez a un error de comprensión de la expresión «la misma tendencia negativa». En general, un 15% de los alumnos eligió la respuesta C, al estimar que las ventas de julio fueron iguales a las de junio. La elección del valor constante puede haberse debido a que este mantiene la misma cifra negativa de ventas en junio que en julio. La *estrategia* necesaria es claramente más compleja que en las dos primeras preguntas y su aplicación requiere un cierto control. Hay que tomar decisiones, como por ejemplo, si se tienen que utilizar los datos de los cinco meses (febrero-junio) correspondientes a este grupo o la variación media de febrero a junio, y si hay que realizar cálculos exactos, deducir o visualizar una línea de tendencia o trabajar con aproximaciones generales teniendo en cuenta que cada mes las ventas caen el equivalente a poco más de una división de la escala vertical. La exigencia de *matematización* conlleva una pequeña manipulación del modelo dado con relación al contexto; y se requieren

algunos cálculos (sustracciones reiteradas de números de varios dígitos, lectura de la escala entre los puntos marcados) que aumentarían la exigencia relativa a la *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico*. La exigencia de *representación* supone inferir una relación de tendencia representada en el gráfico; y se requiere una pequeña secuencia de pasos de *razonamiento* para resolver el problema. No obstante, esta pregunta también es relativamente fácil y un 76% de alumnos seleccionó la respuesta correcta (B) en la administración del estudio principal de PISA 2012.

• Figura 1.5 •

Preguntas de la unidad SUBIDA AL MONTE FUJI

SUBIDA AL MONTE FUJI

El Monte Fuji es un famoso volcán inactivo del Japón.

PREGUNTA 1

La subida al Monte Fuji solo está abierta al público desde el 1 de julio hasta el 27 de agosto de cada año. Alrededor de unas 200.000 personas suben al Monte Fuji durante este periodo de tiempo.

Como media, ¿alrededor de cuántas personas suben al Monte Fuji cada día?

A. 340
B. 710
C. 3 400
D. 7 100
E. 7 400

PREGUNTA 2

La ruta del Gotemba, que lleva a la cima del Monte Fuji, tiene unos 9 kilómetros (km) de longitud.

Los senderistas tienen que estar de vuelta de la caminata de 18 km a las 20:00 h.

Toshi calcula que puede ascender la montaña caminado a 1,5 kilómetros por hora, como media, y descenderla al doble de velocidad. Estas velocidades tienen en cuenta las paradas para comer y descansar.

Según las velocidades estimadas por Toshi, ¿a qué hora puede, como muy tarde, iniciar su caminata de modo que pueda estar de vuelta a las 20:00 h?

.....

PREGUNTA 3

Toshi llevó un podómetro para contar los pasos durante su recorrido por la ruta del Gotemba.

Según el podómetro, dio 22.500 pasos en la ascensión.

Calcula la longitud media del paso de Toshi en su ascensión de 9 km por la ruta del Gotemba. Expresa tu respuesta en centímetros (cm).

Respuesta …… cm

SUBIDA AL MONTE FUJI

La segunda unidad de ejemplo es la titulada *SUBIDA AL MONTE FUJI*, que se muestra en la Figura 1.5. La primera pregunta es de elección múltiple sencilla y la segunda y la tercera son de respuesta construida y requieren una contestación numérica. A la tercera pregunta se le puede asignar una puntuación parcial. Este tipo de puntuación se utiliza en un reducido porcentaje de preguntas de PISA a las que se pueden dar tipos de respuesta cualitativamente diferentes y donde capacidades notablemente distintas se pueden asociar a los diferentes tipos de respuesta.

SUBIDA AL MONT FUJI se utilizó en el estudio principal de PISA 2012, liberándose a continuación para su difusión pública. Las preguntas 1 y 3 pertenecen a la categoría de contenido *cantidad*, pues en ellas se pide a los alumnos que realicen cálculos utilizando fechas y medidas y que hagan conversiones. El concepto clave de la

pregunta 2 es la velocidad y, por tanto, se encuentra en la categoría de contenido *cambio y relaciones*.

Todas ellas pertenecen a la categoría de contexto *social*, pues los datos hacen referencia al acceso del público al Monte Fuji y a sus rutas. Las dos primeras preguntas son ejemplos de la categoría de proceso *formulación matemática de las situaciones*, ya que la principal exigencia de estas preguntas implica la elaboración de un modelo matemático que pueda dar respuesta a las preguntas planteadas.

La pregunta 3 se ubica en la categoría *empleo de datos, conceptos, procedimientos y razonamientos matemáticos,* pues en este caso la principal exigencia es calcular un promedio, asegurándose de que la conversión de las unidades se realiza correctamente, de ahí que se trabaje fundamentalmente en los detalles del problema más que en la asociación de los mismos con los elementos contextuales. En el estudio principal de PISA 2012, las tres preguntas diferían en dificultad. La pregunta 1 era de dificultad media y las preguntas 2 y 3 eran muy difíciles.

La pregunta 1 requiere que se calcule el número medio de personas al día. El texto es simple y claro, lo que genera una demanda de *comunicación* baja. La *estrategia* requerida es de exigencia moderada, pues supone obtener el número de días a partir de las fechas facilitadas y utilizar esa información para determinar la media. Esta solución de múltiples pasos implica un cierto control, que también es parte de la exigencia relativa al *diseño de estrategias*. La demanda de *matematización* es muy baja, pues las cantidades matemáticas requeridas se facilitan directamente en la pregunta (número de personas al día). La exigencia correspondiente a la capacidad de *representación* es igualmente baja, pues solo se incluye texto e información numérica. Entre los conocimientos *técnicos* requeridos se encuentran saber obtener una media, saber calcular el número de días a partir de unas fechas, saber hacer la división (con o sin calculadora, en función de la política de evaluación del país) y redondear el resultado correctamente. El nivel de exigencia de *razonamiento y argumentación* es bajo. Se trataba de una pregunta de dificultad media y un 46% de los alumnos que participaron en la administración del estudio principal de PISA 2012 identificó la respuesta correcta (C). Las dos elecciones erróneas más populares fueron la E (que se obtiene utilizando 27 días en lugar de 31+27) con un 19% de respuestas y la A (un error de valor posicional) con un 12%.

La pregunta 2 es bastante más difícil, con un 12% aproximadamente de respuestas correctas en el estudio principal de PISA 2012. Uno de los factores que contribuyen a dicha dificultad es que se trata de una pregunta de *respuesta construida* y no de *respuesta seleccionada*, de modo que a los alumnos no se les da ninguna pista sobre posibles respuestas, pero hay muchos otros factores. Alrededor del 61% de las respuestas dadas a esta pregunta en la administración del estudio de PISA 2012 fueron respuestas incorrectas, no en blanco.

La exigencia de *comunicación* es baja y, en sus aspectos receptivos, similar a la de la pregunta 1. La comunicación constructiva solo requiere una respuesta numérica. La *estrategia* necesaria es mucho más compleja, pues hay que elaborar un plan con tres partes principales. Se tienen que calcular las horas que lleva ascender y descender la montaña a partir de las velocidades medias para, a continuación, calcular la hora de salida a partir de la hora de llegada y la duración de la caminata. La *matematización* requerida es moderadamente alta y abarca aspectos como el comprender que el tiempo destinado a las comidas ya está incluido e incluso que la ruta sea primero ascendente y luego descendente. La exigencia de *representación* es mínima, al requerirse únicamente la comprensión del texto. La relativa a la *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* es moderadamente elevada: todos los cálculos son relativamente sencillos (aunque la división entre el decimal 1,5 km por hora puede resultar complicada), pero han de ser siempre exactos y la fórmula para calcular el tiempo a partir de la velocidad y el espacio es necesaria ya sea de forma implícita o explícita. La exigencia de *razonamiento y argumentación* también es moderadamente alta.

La pregunta 3 es asimismo bastante difícil. El principal objetivo es calcular la longitud media del paso a partir de la distancia y el número de pasos, siendo obligatoria la conversión de las unidades. El 11% de las respuestas dadas a esta pregunta en la administración del estudio PISA 2012 obtuvieron la máxima puntuación, al tratarse de la respuesta correcta (40 cm) y otro 4% obtuvo una puntuación parcial, al tratarse de respuestas como 0,4 (dejada en metros) o 4 000 donde probablemente se ha utilizado un factor de conversión incorrecto para pasar de metros a centímetros. En la administración del estudio principal de PISA 2012, el 62% de las respuestas fueron incorrectas, no en blanco. La exigencia de *comunicación* sigue siendo baja, al igual que en las preguntas anteriores, ya que el texto es bastante claro y fácil de interpretar, y un único número es respuesta suficiente. La *estrategia* requerida para la pregunta 3 es similar a la de la pregunta 1, pues en ambas se debe obtener una media. Aunque las dos utilizan modelos similares para calcular «medias», la pregunta 3 exige un *razonamiento y argumentación* más complejo

que la 1. En esta última, la cantidad que se pide es «personas por día» donde se da el número de personas y el de días se calcula fácilmente. En la pregunta 3 se tiene que calcular la «longitud del paso» a partir de la distancia total y del número total de pasos. El razonamiento exigido en la pregunta 3 para relacionar estas cantidades es mayor (por ejemplo, relacionando la distancia dada con la longitud). La exigencia de *matematización* es igualmente más alta en la pregunta 3, pues es necesario comprender cómo se relaciona la cantidad de longitud del paso del mundo real con las medidas generales. La apreciación del contexto del mundo real, incluyendo que lo más probable es que la longitud del paso sea de unos 50 cm (y no de 500 cm o 0,5 cm), también es útil para controlar la razonabilidad de la respuesta. La exigencia relativa a la *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* es moderadamente alta, debido a la división de un número pequeño (9 km) entre un número grande (22 500 pasos) y a la necesidad de utilizar factores de conversión conocidos. La exigencia de *representación* en nuevamente baja puesto que solo hay texto.

LA PIZZA

La pregunta de respuesta construida abierta titulada *LA PIZZA,* que se muestra en la Figura 1.6, es simple en forma pero rica en contenido e ilustra varios elementos del marco de matemáticas. Se utilizó inicialmente en la primera prueba piloto de PISA en 1999, liberándose a continuación con fines ilustrativos, y desde 2003 ha aparecido como ejemplo de pregunta en cada versión del marco de matemáticas de PISA que se ha publicado. Fue una de las más difíciles que se utilizaron en el banco de preguntas de la prueba piloto de 1999, con solo un 11% de respuestas correctas.

LA PIZZA se inserta en el contexto *personal*, con el que estarían familiarizados muchos jóvenes de 15 años. Esto es así porque la pregunta planteada es qué pizza es la mejor opción para el comprador en relación con su coste. La exigencia de lectura que presenta es relativamente baja, garantizando de ese modo que los esfuerzos del lector puedan dirigirse casi por completo a la finalidad matemática subyacente al ejercicio.

• Figura 1.6 •

Pregunta de la unidad la PIZZA

LA PIZZA

Una pizzería ofrece dos pizzas redondas del mismo grosor en diferentes tamaños. La pequeña tiene 30 cm de diámetro y cuesta 30 zeds. La grande tiene 40 cm de diámetro y cuesta 40 zeds.

¿Qué pizza es la mejor opción en relación con su coste? Escribe tu razonamiento.

.....

Los términos cotidianos del mundo real deben interpretarse de forma matemática (*redondas, mismo grosor, diferentes tamaños*). A la variable tamaño se le da una definición matemática en los diámetros que se facilitan para las dos pizzas. Los precios se presentan en una moneda neutral denominada *zed*. El tamaño y el precio están relacionados a través del concepto de *relación calidad-precio*.

La pregunta hace uso de diversas áreas de las matemáticas. Tiene elementos geométricos que normalmente se clasifican dentro de la categoría de contenido *espacio y forma*. Las pizzas se pueden modelar como cilindros finos, de modo que se necesita el área del círculo. La pregunta también incluye la categoría de contenido *cantidad*, con la necesidad implícita de comparar la cantidad de pizza con la cantidad de dinero. No obstante, la clave del problema está en la conceptualización de las relaciones entre las propiedades de las pizzas y en cómo las propiedades relevantes cambian de la pizza pequeña a la grande. Puesto que esos aspectos constituyen la parte fundamental del problema, esta pregunta se clasifica dentro de la categoría de contenido *cambio y relaciones*.

La pregunta pertenece a la categoría de proceso *formulación*. Un paso clave para resolver este problema, de hecho la mayor exigencia cognitiva, es la de formular un modelo matemático que refleje el concepto de *relación calidad-precio.* La persona que resuelve el problema debe reconocer que puesto que en teoría las pizzas tienen un grosor uniforme y los grosores son idénticos, el análisis puede centrarse en el área de la superficie circular de la pizza en vez de en el volumen o la masa. De ese modo, la relación entre la cantidad de pizza y la cantidad de dinero queda reflejada en el concepto de *relación calidad-precio* bajo la forma «coste por unidad de área». Variantes tales como área por coste unitario también son posibles. Dentro del mundo matemático, la *relación calidad-precio* puede entonces calcularse directamente y compararse para los dos círculos, correspondiendo una cantidad más pequeña al círculo mayor. La interpretación en el mundo real es que la pizza grande es la mejor

opción en relación con su coste.

Una forma alternativa de razonamiento que revela aún más claramente la clasificación de la pregunta en *cambio y relaciones* sería decir (explícita o implícitamente) que el área de un círculo aumenta en proporción al cuadrado del diámetro, de modo que ha aumentado en una razón de $(4/3)^2$, mientras que el precio solo se ha incrementado en una proporción de (4/3). Puesto que $(4/3)^2$ es mayor que (4/3), la pizza grande es la mejor opción.

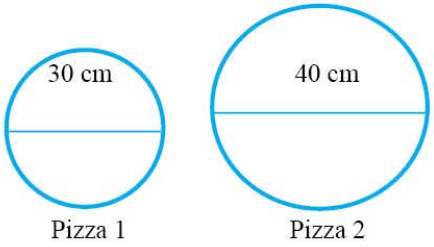
Si bien la principal exigencia y la clave para resolver este problema procede de la formulación, lo que sitúa a esta pregunta en la categoría de proceso *formulación matemática de las situaciones*, hay aspectos de los otros dos procesos matemáticos que son evidentes en esta pregunta. El modelo matemático, una vez formulado, debe emplearse de forma eficaz, aplicando el razonamiento adecuado junto con el uso de los conocimientos matemáticos apropiados y los cálculos del área y la razón. El resultado debe entonces interpretarse correctamente en relación con la pregunta original.

El proceso de solución para *LA PIZZA* exige la activación de las capacidades matemáticas fundamentales en distinto grado. El nivel de *comunicación* requerido para leer e interpretar el texto bastante sencillo del problema es relativamente bajo, pero la necesidad de presentar y explicar la solución exige un nivel mayor. La *matematización* de la situación es una demanda clave del problema, especialmente la necesidad de formular un modelo que refleje la *relación calidad-precio*. La persona que resuelve el problema debe elaborar una *representación* de los aspectos relevantes del mismo, incluida la representación simbólica de la fórmula para calcular el área y la expresión de las razones que representan la *relación calidad-precio,* para hallar una solución. Las exigencias de *razonamiento* (por ejemplo, decidir que el grosor puede ignorarse y justificar el enfoque adoptado y los resultados obtenidos) son significativas y la necesidad de *diseñar estrategias* para controlar los cálculos y los procesos de construcción de modelos necesarios es asimismo una demanda notable de este problema. La *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* entra en juego con los conocimientos conceptuales, factuales y procedimentales requeridos para procesar la geometría del círculo y el cálculo de las razones. La *utilización de herramientas matemáticas* es evidente a un nivel relativamente bajo si los alumnos usan una calculadora de forma eficiente.

En la Figura 1.7 se presenta un ejemplo de respuesta dada por un estudiante a la pregunta *LA PIZZA*, para ilustrar más detalladamente los constructos del marco. A una respuesta como esta se le asignaría la máxima puntuación.

• Figura 1.7 •

Ejemplo de respuesta para la PIZZA



Una parte importante de la formulación

El grosor es el mismo de modo que puedo comparar las áreas

Empleo de conocimientos de Espacio y forma y Cantidad

Área de la pizza 1 = Pr²
= P x 15x15 cm²
= 706,5 cm²
Área de la pizza 2 = Pr²
= P x 20x20 cm²
= 1256 cm²

Formulación de un modelo matemático para calcular la relación calidad-precio

Coste por cm² de la pizza 1 = 30 zeds / 706,5 cm²
= 0,04 zeds / cm²
Coste por cm² de la pizza 2 = 40 zeds / 1256 cm²
= 0,03 zeds / cm²

Interpretación de los resultados matemáticos en términos del mundo real

Por tanto la pizza 2 es más barata por cm² + es la mejor opción

BASURA

La pregunta *BASURA*, que se muestra en la Figura 1.8, también se presenta para ilustrar aspectos del marco de matemáticas. Esta pregunta de respuesta construida se utilizó en el estudio principal de PISA 2003 y se liberó posteriormente para su difusión pública. El porcentaje medio de respuestas correctas para esta pregunta en los países de la OCDE fue ligeramente superior al 51%, lo que la sitúa hacia la mitad del banco de preguntas en dificultad.

• Figura 1.8 •

Pregunta de la unidad BASURA

Para hacer un trabajo en casa sobre el medio ambiente, unos estudiantes han recogido información sobre el tiempo de descomposición de varios tipos de basura que la gente deshecha:

Tipos de basura	Tiempos de descomposición
Piel de plátano	1-3 años
Piel de naranja	1-3 años
Cajas de cartón	0,5 años
Chicles	20-25 años
Periódicos	Unos pocos días
Vasos de plástico	Más de 100 años

Un estudiante piensa en cómo representar los resultados mediante un diagrama de barras.

Da una razón de por qué no resulta adecuado un diagrama de barras para representar estos datos.

.....
.....

Esta pregunta se enmarca en un contexto *científico*, pues maneja datos de naturaleza científica (tiempos de descomposición). La categoría de contenido matemático es *incertidumbre y datos*, ya que está relacionada fundamentalmente con la interpretación y presentación de datos, aunque la *cantidad* está presente en la exigencia implícita de reconocimiento de las dimensiones relativas de los intervalos de tiempo pertinentes. La categoría de proceso matemático es *interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos*, puesto que se presta atención a la valoración de la eficacia del resultado matemático (en este caso un diagrama de barras imaginado o esbozado) en la representación de los datos relativos a los elementos contextuales del mundo real. La pregunta implica razonar sobre los datos facilitados, pensar de forma matemática sobre las relaciones entre ellos y su presentación, y valorar el resultado. La persona que resuelve el problema debe darse cuenta de que sería difícil presentar estos datos adecuadamente en un diagrama de barras por una de dos razones: o bien por el amplio intervalo de tiempo de descomposición de algunas categorías de basura (dicho intervalo no se puede mostrar fácilmente en un diagrama de barras estándar), o bien por la enorme variación en la variable tiempo entre los tipos de basura (de modo que en un eje temporal donde se pudiese representar el periodo más largo, los periodos más cortos serían invisibles). Respuestas como las que se reproducen a continuación obtuvieron puntuación.

RESPUESTA 1

«Porque sería difícil hacerlo en un diagrama de barras pues hay 1-3, 1-3, 0,5, etc. de modo que sería difícil hacerlo exactamente».

RESPUESTA 2

«Porque hay una enorme diferencia entre la suma más alta y la más baja por tanto resultaría difícil ser precisos con 100 años y unos cuantos días».

El proceso de solución para la pregunta *BASURA* exige la activación de las capacidades matemáticas tal y como se describe a continuación. La *comunicación* entra en juego con la necesidad de leer el texto e interpretar la tabla y también se recurre a ella a un nivel mayor al tener que responder con un razonamiento escrito breve. La exigencia de *matematización* de la situación surge a un nivel bajo con la necesidad de identificar y extraer las características matemáticas clave de un gráfico de barras cuando se tienen en cuenta los distintos tipos de basura. La persona que resuelve el problema debe interpretar una *representación* tabular simple de datos e imaginar una representación gráfica. Relacionar estas dos

representaciones es una demanda clave de la pregunta. Las exigencias de *razonamiento* del problema se dan a un nivel relativamente bajo, como ocurre con la necesidad de *diseñar estrategias*. La *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* entra en juego con los conocimientos factuales y procedimentales requeridos para imaginarse la construcción de los gráficos de barras o realizar un esbozo rápido y, en concreto, con la comprensión de la escala necesaria para imaginarse el eje vertical. Es probable que no se requiera la *utilización de herramientas matemáticas*.

EL CONCIERTO DE ROCK

Otra pregunta de ejemplo, *EL CONCIERTO DE ROCK,* se presenta en la Figura 1.9. Esta pregunta de respuesta seleccionada (en este caso de elección múltiple sencilla) se utilizó en la prueba piloto previa al estudio de PISA 2003, difundiéndose públicamente a continuación con fines ilustrativos. Alrededor del 28% de los alumnos de la muestra respondieron correctamente a esta pregunta (opción C), convirtiéndola en una pregunta de dificultad moderada con relación al banco de preguntas empleado en la prueba piloto. *EL CONCIERTO DE ROCK* se enmarca en un contexto social, pues la pregunta se sitúa a nivel de la organización del mismo, a pesar de que se basa en la experiencia personal de estar entre multitudes. Se clasifica dentro de la categoría de contenido *cantidad*, debido a los cálculos numéricos requeridos, aunque también tiene algunos elementos relacionados con la categoría *espacio y forma*.

• Figura 1.9 •

Pregunta de la unidad el CONCIERTO DE ROCK

En un concierto de rock se reservó para el público un terreno rectangular con unas dimensiones de 100 m por 50 m. Se vendieron todas las entradas y el terreno se llenó de fans, todos de pie.

¿Cuál de las siguientes cifras constituye la mejor estimación del número total de asistentes al concierto?

A. 2 000
B. 5 000
C. 20 000
D. 50 000
E. 100 000

Esta pregunta recurre a las tres categorías de proceso, pero la principal exigencia procede de la *formulación matemática de las situaciones*, con la necesidad de dar sentido a la información contextual facilitada (dimensiones y forma del terreno; hay lleno en el concierto de rock; los fans están de pie) y traducirla a un formato matemático útil. Asimismo, debe identificarse la información que falta, pero que podría estimarse adecuadamente a partir de los conocimientos y supuestos de la vida real. En concreto, debe diseñarse un modelo para el espacio que necesita un fan o grupo de fans. Al trabajar dentro de las matemáticas la persona que resuelve el problema tiene que *emplear conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos* para relacionar el área del terreno y el área ocupada por un fan con el número de fans, realizando las comparaciones cuantitativas necesarias, y se requiere la *interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos* para comprobar la razonabilidad de la solución o para valorar las opciones de respuesta cotejándolas con los resultados matemáticos de los cálculos realizados.

Un modelo alternativo es imaginarse a los fans de pie distribuidos de manera uniforme en filas idénticas a lo largo y ancho de todo el terreno y calcular el número de fans multiplicando el número estimado de filas por el número estimado de fans en cada fila. Quienes resuelven el problema y cuentan con una notable capacidad para formular modelos matemáticos pueden reconocer la eficacia de este modelo de filas y columnas, a pesar del enorme contraste entre el mismo y el comportamiento de los fans en un concierto de rock. La respuesta correcta es insensible a cualquier modelo razonable adoptado por el alumno.

Las capacidades matemáticas fundamentales entran en juego para esta pregunta del siguiente modo. La necesidad de leer y comprender el texto requiere un nivel relativamente bajo de *comunicación.* La importancia matemática de términos como *rectangular y dimensiones*, la frase el *terreno se llenó* y la instrucción *estimar* deben interpretarse y entenderse. Un cierto conocimiento del mundo real contribuirá a ello. La exigencia de *matematización* del ejercicio es significativa, puesto que para resolver el problema es necesario formular algunos

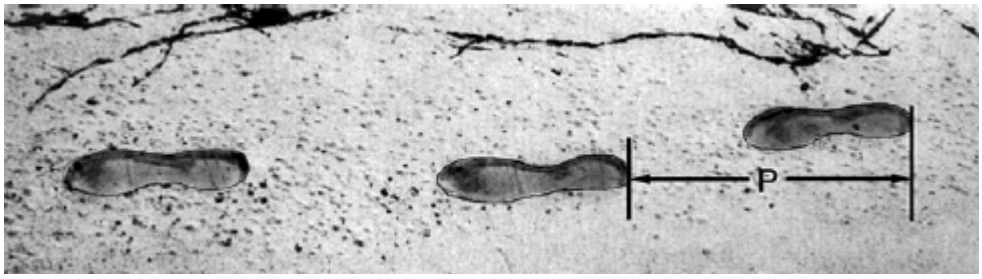
supuestos sobre el espacio que una persona podría ocupar de pie, así como la elaboración de un modelo básico como por ejemplo (número de fans) x (espacio medio por fan) = (área del terreno). Para ello el sujeto debe *representar* la situación mentalmente o por medio de un diagrama, lo cual formaría parte de la formulación del modelo para relacionar el espacio correspondiente a un fan con el área del terreno. El *diseño de una estrategia* se incorpora al proceso de resolución de este problema en varias etapas, como cuando se decide cómo se debe enfocar, cuando se visualiza qué tipo de modelo podría ser útil para mostrar el espacio que ocupa un fan en el concierto y cuando se reconoce la necesidad de algunos procedimientos de comprobación y validación. Una estrategia de solución incluiría postular un área para cada persona, multiplicarla por el número de personas dado en cada una de las opciones facilitadas y comparar el resultado con las condiciones dadas en la pregunta. A su vez, lo contrario sería posible, partir del área establecida y trabajar en sentido inverso, utilizando cada opción de respuesta para calcular el espacio correspondiente por persona y decidir cuál encaja mejor en los criterios establecidos en la pregunta. La *utilización de operaciones y de un lenguaje simbólico, formal y técnico* entra en juego en la implementación de cualquier estrategia adoptada, al interpretar y utilizar las dimensiones estipuladas y al realizar los cálculos necesarios para relacionar el área del terreno con el área correspondiente a un individuo. El *razonamiento y la argumentación* entrarían en juego con la necesidad de pensar claramente en la relación entre el modelo elaborado, la solución resultante y el contexto real, para validar el modelo utilizado y comprobar que se elige la respuesta correcta. Es poco probable que se requiera la *utilización de herramientas matemáticas*.

ANDAR

La unidad de PISA *ANDAR*, que se presenta en la Figura 1.10, muestra una relación algebraica un tanto contraria a la intuición pero contrastada entre dos variables, que se basa en la observación de un gran número de varones caminando a un ritmo natural. En esta unidad se formulan dos preguntas que exigen la activación de destrezas y conocimientos algebraicos. Para la segunda pregunta también son necesarias capacidades de pensamiento estratégico, razonamiento y argumentación a un nivel que es todo un reto para muchos jóvenes de 15 años. Estas preguntas se utilizaron en el estudio principal de PISA 2003, a continuación se liberaron para su difusión pública y, posteriormente, se emplearon como preguntas de ejemplo en el marco de PISA 2009 y en otras publicaciones. Las dos obligan a los alumnos a trabajar con la información dada y a elaborar su respuesta. Las dos se enmarcan en las mismas categorías del marco: la categoría de contenido *cambio y relaciones*, puesto que hacen referencia a las relaciones entre variables, en este caso expresadas de forma algebraica; la categoría de contexto *personal*, pues se centran en cuestiones relacionadas directamente con la experiencia y perspectiva personal; y la categoría de proceso *empleo de datos, conceptos, procedimientos y razonamientos matemáticos*, pues los problemas han sido expresados en términos que ya tienen estructura matemática y el trabajo exigido es en gran medida la manipulación intramatemática de conceptos y objetos matemáticos.

• Figura 1.10 •

Preguntas de la unidad ANDAR



La imagen muestra las pisadas de un hombre. La longitud del paso, *P,* es la distancia que media entre el extremo posterior de dos huellas consecutivas.

Para los hombres, la fórmula ofrece una relación aproximada entre *n* y *P* donde:

n = número de pasos por minuto, y

P = longitud del paso en metros.

PREGUNTA 1

Si se aplica la fórmula a la forma de andar de Heiko y Heiko da 70 pasos por minuto, ¿cuál es la longitud del paso de Heiko?
Muestra tus cálculos.

.....
.....

PREGUNTA 2

Bernard sabe que la longitud de su paso es de 0,80 metros. Aplica la fórmula a la forma de andar de Bernard.

Calcula la velocidad al andar de Bernard en metros por minuto y en kilómetros por hora. Muestra los cálculos que has realizado.

.....
.....

La pregunta 1 obtuvo un porcentaje internacional de respuestas correctas del 36% en el estudio principal de 2003, haciéndola más difícil que el 70% aproximadamente de las que integraban el banco de preguntas ese año. Esto resulta sorprendente, pues desde un punto de vista matemático lo único que se requiere es sustituir el valor *n=70* en la fórmula y realizar una manipulación algebraica razonablemente sencilla de la misma para obtener el valor de *P*. Esta pregunta ilustra la observación que con frecuencia se ha hecho de las preguntas del estudio PISA, según la cual, cuando estas se enmarcan en un contexto del mundo real, incluso si los componentes matemáticos se presentan claramente en la pregunta, los alumnos de 15 años suelen tener dificultades para aplicar sus conocimientos y destrezas matemáticas de forma eficaz.

Las capacidades matemáticas fundamentales entran en juego para esta pregunta del siguiente modo. Se recurre a la *comunicación* para leer y comprender el estímulo y, posteriormente, para articular una solución y mostrar los cálculos realizados. El ejercicio no presenta una exigencia de *matematización* real, pues el modelo matemático facilitado adopta una forma que resulta familiar a muchos alumnos de 15 años. La exigencia de *representación* es significativa, dado que el estímulo incluye un elemento gráfico, texto y una expresión algebraica que deben relacionarse entre sí. El *diseño de una estrategia* se incorpora al proceso de solución a un nivel muy bajo, pues la estrategia necesaria está expresada de forma muy clara en la pregunta. Se requiere un nivel mínimo de *razonamiento y argumentación*, de nuevo porque el ejercicio está claramente formulado y todos los elementos necesarios son obvios. La *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* entra en juego al realizar la sustitución y al manipular la expresión para convertir a P en la incógnita a despejar de la ecuación.

La pregunta 2 es más difícil, con un porcentaje medio internacional de aciertos del 20%, lo que la sitúa dentro del 10% de preguntas más difíciles que se administraron en el estudio de PISA 2003. El *diseño de una estrategia* para esta pregunta es complejo, debido al número de pasos implicados y a la consiguiente necesidad de mantener la concentración en el punto final deseado: se conoce *P* y, por tanto, es posible obtener *n* a partir de la ecuación dada; multiplicando *n* por *P* se obtiene la velocidad expresada en número de metros recorridos por minuto; posteriormente, se puede utilizar el razonamiento proporcional para pasar las unidades de velocidad a kilómetros por hora. Existían tres niveles de puntuación para dar cabida a las soluciones incompletas. La diferencia entre el porcentaje de aciertos observado para la pregunta 2 y la 1 se explica probablemente mejor describiendo la diferente activación de las capacidades matemáticas fundamentales requeridas. La *comunicación* necesaria para las dos preguntas es similar en la fase de lectura y comprensión, pero en la pregunta 2 el diagrama debe utilizarse para relacionar explícitamente un paso con la longitud del paso dado, una relación que no se necesita en la pregunta 1, y la presentación de la solución demanda destrezas de comunicación expresiva de nivel superior para la pregunta 2. El ejercicio tiene una nueva exigencia de *matematización*, pues para resolver el problema hay que elaborar un modelo proporcional para la velocidad al andar de Bernard en las unidades solicitadas. Semejante proceso de solución requiere la activación de mecanismos de control eficaces y permanentes en todo un procedimiento de múltiples pasos, de ahí que la capacidad de *diseño de una estrategia* sea necesaria a un nivel mucho mayor que en la pregunta 1. Las exigencias de *representación* de la segunda pregunta van más allá de las requeridas para la 1, al ser necesario trabajar más activamente con la representación algebraica dada. La aplicación de la estrategia diseñada y la utilización de las representaciones identificadas suponen el *empleo de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* que incluye las manipulaciones algebraicas y la aplicación de proporciones y cálculos aritméticos para realizar las conversiones requeridas. El *razonamiento y la argumentación* entran en juego en todo momento con los procesos de pensamiento permanentes y afines que se requieren para continuar con la solución. La *utilización de herramientas matemáticas* es evidente a un nivel relativamente bajo si los alumnos usan una calculadora de forma eficiente.

CARPINTERO

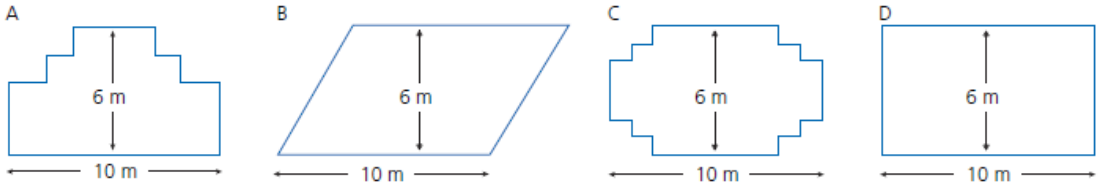
La pregunta de PISA *CARPINTERO* se presenta en la Figura 1.11. Esta pregunta se utilizó tanto en el estudio de PISA 2000 como en el de 2003, liberándose a continuación para su difusión pública. Ilustra un tipo de pregunta de respuesta seleccionada conocida como elección múltiple compleja, en la cual los alumnos deben seleccionar una respuesta de entre las opciones asociadas a diferentes afirmaciones o preguntas. En este caso, se dio la máxima puntuación a los alumnos que identificaron de forma correcta que todos los diseños salvo el B pueden realizarse con la cantidad de madera especificada.

La pregunta se inscribe en la categoría de contenido *espacio y forma*, ya que aborda las propiedades de las formas. Está asociada a la categoría de contexto *profesional*, pues versa sobre una actividad propia del trabajo de un carpintero. La pregunta está clasificada dentro de la categoría de proceso *empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos*, pues casi todo el trabajo entraña la aplicación de conocimientos procedimentales a objetos matemáticos bien definidos, aunque también supone un cierto grado de *interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos* dada la necesidad de relacionar los objetos matemáticos representados con el elemento contextual – la restricción impuesta por la madera disponible.

• Figura 1.11•

Pregunta de la unidad CARPINTERO

Un carpintero tiene 32 metros de madera y quiere fabricar el borde de un parterre. Está considerando los siguientes diseños de parterre.



Rodea «Sí» o «No» para indicar si el diseño del parterre puede realizarse con 32 metros de madera.

Diseño del parterre	Utilizando este diseño, ¿puede fabricarse el parterre con 32 metros de madera?
Diseño A	Sí / No
Diseño B	Sí / No
Diseño C	Sí / No
Diseño D	Sí / No

Esta era una de las preguntas más difíciles del estudio de PISA 2003, con un porcentaje de respuestas correctas algo inferior al 20%. Puede resolverse aplicando conocimientos y razonamientos geométricos. Se proporciona información suficiente para poder calcular directamente el perímetro exacto de los diseños A, C y D, de 32 metros cada uno. No obstante, la información facilitada para el Diseño B es insuficiente y, por tanto, requiere un enfoque diferente. Se puede razonar que si bien los elementos «horizontales» de las cuatro formas son equivalentes, los lados oblicuos del Diseño B son más largos que la suma de los elementos «verticales» de cada una de las otras formas.

Se recurre a la capacidad de *comunicación* para leer y comprender la pregunta, así como para relacionar la información del texto con la *representación* gráfica de los cuatro parterres. El ejercicio se ha presentado en forma abiertamente matemática, con lo cual no se requiere ningún tipo de *matematización*. Aspectos del mundo real, como las longitudes de las piezas de madera disponibles y la geometría de las esquinas no se presentan en los problemas como se plantean aquí. La capacidad clave que se exige para resolver el problema es el *razonamiento y la argumentación*, que son necesarios para identificar el Diseño B, cuyo perímetro es demasiado grande, y para reconocer que las longitudes de los elementos «verticales» del Diseño A son en sí mismas desconocidas, aunque sí se conoce la longitud «vertical» total (al igual que ocurre con el Diseño C, tanto en el caso de las longitudes verticales como horizontales). El *diseño de una estrategia* implica reconocer que la información que se necesita del perímetro puede obtenerse a pesar de que se desconocen algunas de las longitudes individuales. La *utilización de operaciones y un lenguaje simbólico, formal y técnico* es necesaria en forma de comprensión y manipulación del perímetro de las formas presentadas, incluidas tanto las propiedades de los lados como la suma de sus longitudes. Es probable que no se requiera la *utilización de herramientas matemáticas*.

Notas

1. En algunos países, la expresión «herramientas matemáticas» también puede referirse a procedimientos matemáticos establecidos como los algoritmos. A efectos del marco de PISA, dicha expresión solo hace referencia a las herramientas físicas y digitales descritas en este apartado.

2. Se analizaron los estándares de dos grupos de países. Uno de los grupos estaba integrado por nueve países de la OCDE (Australia [Nueva Gales del Sur], Bélgica [Comunidad flamenca], Canadá [Alberta], Corea, Finlandia, Irlanda, Japón, Nueva Zelanda y Reino Unido) y el otro por seis países con un alto rendimiento (Bélgica [Comunidad flamenca], Canadá [Alberta], China-Taipei, Corea, Finlandia y Singapur). Una limitación del análisis era que los estándares debían estar disponibles en inglés.

3. Quienes están familiarizados con marcos anteriores verán que la categoría *incertidumbre* se denomina ahora *incertidumbre y datos*. Esta modificación del nombre solo tiene por objeto definirla más claramente, y no es un cambio fundamental de la propia categoría.

4. En 2006, la prueba piloto de PISA incluyó una evaluación de las ciencias en soporte electrónico y en 2009 una evaluación opcional de la lectura en soporte digital.

Referencias bibliográficas

Bennett, R. (2003), *Online Assessment and the Comparability of Score Meaning*, Educational Testing Service, Princeton, Nueva Jersey, *www.ets.org/Media/Research/pdf/RM-03-05-Bennett.pdf*.

Bennett, R.E., J. Braswell, A. Oranje, B. Sandene, B. Kaplan y **F. Yan** (2008), "Does it Matter if I Take My Mathematics Test on Computer? A Second Empirical Study of Mode Effects in NAEP", *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, n.º 6, vol. 9.

Common Core State Standards Initiative (2010), *Common Core State Standards for Mathematics*, Common Core State Standards Initiative, Washington, D.C., *http://www.corestandards.org/assets/CCSSI_Math%20Standards.pdf*.

Devlin, K. (1994), *Mathematics: The Science of Patterns: The Search for Order in Life, Mind and the Universe*, W. H. Freeman Scientific American Library, Nueva York.

Hoyles, C., A. Wolf, S. Molyneux-Hodgson y **P. Kent** (2002), *Mathematical skills in the workplace: final report to the Science Technology and Mathematics Council, Project Report*, Instituto de Educación, Universidad de Londres, Consejo de Ciencia, Tecnología y Matemáticas, Londres, *http://eprints.ioe.ac.uk/1565/1/Hoyles2002MathematicalSkills.pdf*.

Mason, B., M. Patry y **D. Berstein** (2001), "An examination of the equivalence between non-adaptive computer based and traditional testing", *Journal of Education Computing Research*, n.º 24, vol. 1, pp. 29-39.

Moore, D. (1997), "New pedagogy and new content: The case of statistics", *International Statistical Review*, n.º 65, vol. 2, pp. 123-137.

National Council of Teachers of Mathematics (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston, Virginia, *www.nctm.org/standards/*.

Niss, M. y **T. H. Jensen** (2002), *Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*, Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, n.º 18, Ministerio de Educación, Copenhague, *http://pub.uvm.dk/2002/kom/*.

Niss, M. (2003), "Mathematical Competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project", en Gagatsis A. y S. Papastavridis (eds.), *3.ª Conferencia Mediterránea sobre la Enseñanza de las Matemáticas*, la Sociedad Matemática Helénica y la Sociedad Matemática de Chipre, Atenas, pp. 115-124, *http://w3.msi.vxu.se/users/hso/aaa_niss.pdf*.

Niss, M., W. Blum y **P. Galbraith** (2007), "Introduction", en Blum, W., P. Galbraith, H.-W. Henn y M. Niss (eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education (Estudio ICMI n.º 14)*, Springer, Nueva York, pp. 3-32.

Niss, M. y **T. Højgaard** (eds.) (2011), "Competencies and Mathematical Learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark", Ministerio de Educación, Informe n.º 485, Universidad de Roskilde, Roskilde,

https://pure.au.dk/portal/files/41669781/THJ11_MN_KOM_in_english.pdf.

OCDE (2003), *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*, PISA, OECD Publishing.

OCDE (2010), *Pathways to Success: How knowledge and skills at age 15 shape future lives in Canada*, PISA, OECD Publishing, *www.oecd.org/dataoecd/59/35/44574748.pdf*.

Qualifications and Curriculum Authority (2007), "Mathematics: Programme of study for key stage 3 and attainment targets", Qualifications and Curriculum Authority, Londres,

http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/q/mathematics%202007%20programme%20of%20study%20for%20key%20stage%203.pdf.

Richardson M., J.-A. Baird, J. Ridgway, M. Ripley, D. Shorrocks-Taylor y **M. Swan** (2002), "Challenging Minds? Students' perceptions of computer-based World Class Tests of problem solving", *Computers in Human Behavior*, vol. 18, n.º 6, noviembre, pp. 633-649.

Sandene, B., N. Horkay, R. Bennett, N. Allen, J. Braswell, B. Kaplan, y **A. Oranje** (2005), *Online Assessment in Mathematics and Writing: Reports from the NAEP Technology Based Assessment Project*, Research and Development Series (NCES 2005–457), Ministerio de Educación de Estados Unidos, Centro Nacional de Estadística Educativa, Washington, D.C., EE.UU. Government Printing Office, *www.nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/studies/2005457_1.pdf*.

Stacey, K. y **D. Wiliam** (de próxima aparición), "Technology and Assessment in Mathematics", en Clements M. A. (Ken), A. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick y F. Leung (eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education*, Springer, pp. 721 - 752.

Steen, L. (1990), *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*, National Academy Press Washington, D.C.

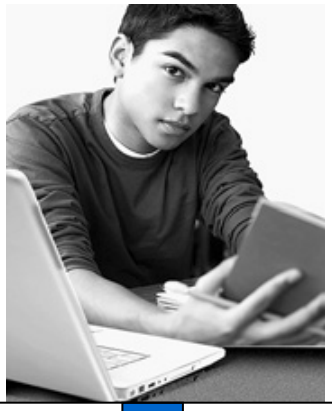
Thomson, S. y **K. Hillman** (2010), *Against the Odds: Influences on the Post-School Success of 'Low Performers'*, NCVER, Adelaida, *www.ncver.edu.au/publications/2285.html*.

Turner, R. (2012), "Some Drivers of Test Item Difficulty in Mathematics", ponencia presentada en la Reunión Anual de la Asociación Americana de Investigación Educativa (AERA), 13-17 de abril de 2012, Vancouver, *http://research.acer.edu.au/pisa/4/*.

Turner, R. y **R.J. Adams** (2012), "Some drivers of test item difficulty in mathematics: an analysis of the competency rubric", ponencia presentada en la Reunión Anual de la Asociación Americana de Investigación Educativa (AERA), 13-17 de abril de 2012, Vancouver, *http://research.acer.edu.au/pisa/7/*.

Turner, R., J. Dossey, W. Blum y **M. Niss** (de próxima aparición), "Using mathematical competencies to predict item difficulty in PISA", en Prenzel, M., M. Kobarg, K. Schöps y S. Rönnebeck (eds.), *Research on PISA: Research Outcomes of the PISA Research Conference 2009*, Springer, Nueva York. pp. 23–27.

Watson, J.M. y **R. Callingham** (2003), "Statistical literacy: A complex hierarchical construct", *Statistics Education Research Journal*, n.º 2, vol. 2, pp. 3-46.



2

PISA 2012
Marco de Lectura

El presente capítulo analiza el marco conceptual que subyace a la evaluación de las competencias lectoras de los alumnos en PISA 2012. Ofrece la definición de PISA para la competencia lectora y presenta los elementos del estudio que se han mantenido constantes a lo largo de los ciclos anteriores, junto con un nuevo elemento introducido en PISA 2009: la lectura y comprensión de los textos digitales. Describe la manera en que PISA evalúa y analiza los ejercicios de lectura en soporte impreso y digital, así como el modo en que los alumnos navegan por los textos digitales y responden al formato de los ejercicios. El capítulo incluye ejemplos de las preguntas de lectura en los dos formatos, impreso y digital, para ilustrar mejor cómo se miden las destrezas de los alumnos.

INTRODUCCIÓN

La competencia lectora fue la principal área de conocimiento evaluada en los años 2000 y 2009, es decir, en el primer y cuarto ciclo de PISA, conocidos como (PISA 2000) y (PISA 2009). En el quinto ciclo (PISA 2012), la lectura es un área secundaria y su marco no ha cambiado desde el ciclo anterior, PISA 2009 (OCDE, 2009), cuando sufrió dos importantes modificaciones: la incorporación de la lectura de textos digitales y la elaboración de los constructos compromiso con/interés por la lectura y metacognición.

La competencia lectora es clave para desentrañar no solo el mundo de los textos impresos, sino también de los digitales, que se están convirtiendo en una parte cada vez más importante de la lectura de alumnos y adultos. En todos los países, el uso de Internet está estrechamente ligado al estatus socio-económico y a la educación (Sweets y Meates, 2004). No obstante, la necesidad de utilizar ordenadores no se circunscribe a unos determinados niveles sociales y económicos. Más allá del ámbito laboral, la tecnología informática está cobrando una importancia cada vez mayor para la vida personal, social y cívica (Pew Internet and American Life Project, 2005).

Aunque muchas de las destrezas necesarias para la lectura impresa y digital son similares, la segunda requiere que los lectores incorporen a su repertorio nuevas prioridades y estrategias. La obtención de información en Internet exige una lectura rápida de gran cantidad de material, que permita encontrar y extraer información específica, así como una valoración inmediata de su veracidad. El pensamiento crítico ha cobrado, por tanto, mayor importancia que nunca dentro de la competencia lectora (Halpern, 1989; Shetzer y Warschauer, 2000; Warschauer, 1999). Warschauer llega a la conclusión de que la reducción de la «brecha digital» no es solo cuestión de lograr el acceso a Internet, sino también de ampliar las capacidades de las personas para integrar, evaluar y comunicar información.

Las nuevas demandas en materia de competencia lectora que ha generado el mundo digital han llevado a que se incluya en el marco de la evaluación de PISA 2009 la lectura digital, reconociendo así el hecho de que cualquier definición de lectura en el siglo XXI debe englobar tanto los textos impresos como los digitales. PISA 2012 también ha incluido una evaluación de la lectura digital. No todos los países participantes optaron por evaluar la lectura digital en PISA 2009 o en PISA 2012, con lo cual se implementó como una opción internacional. Veintitrés países de la OCDE y nueve países y economías asociadas eligieron esta opción en 2012, lo que supone un incremento de más del 50% respecto a las cifras de PISA 2009.

Los cambios producidos en el concepto de lectura desde el año 2000 ya han dado lugar a una definición ampliada de la competencia lectora. Dicha definición reconoce que las características de la lectura relacionadas con la motivación y la conducta coexisten con las cognitivas. A la vista de las últimas investigaciones, el compromiso con la lectura y la metacognición ocuparon un lugar más destacado en el marco de lectura de PISA 2009, donde aparecían como elementos que pueden contribuir de forma decisiva a que los responsables políticos comprendan los factores que pueden desarrollarse, configurarse y promoverse como componentes de la competencia lectora. No obstante, en PISA 2012, la lectura es un área de conocimiento secundaria y no se recopilaron datos sobre el compromiso o la metacognición.

El marco de PISA para evaluar la competencia lectora de los alumnos hacia el final de la educación obligatoria debe centrarse, por tanto, en las destrezas lectoras que incluyen la localización, selección, interpretación y valoración de información a partir de una serie completa de textos asociados a situaciones del aula o que van más allá del aula.

El presente capítulo analiza el marco conceptual que subyace a la evaluación de las competencias lectoras de los alumnos en PISA 2012. La definición del área de conocimiento es idéntica a la de 2009, cuando fue por segunda vez la principal área evaluada, salvo por un nuevo elemento: la lectura y comprensión de los textos digitales. Describe la manera en que PISA evalúa y analiza los ejercicios de lectura en soporte digital y el modo en que los alumnos navegan por los textos y responden al formato de los ejercicios. El capítulo incluye ejemplos de las preguntas de lectura en los dos formatos, impreso y digital, para ilustrar mejor cómo se miden las destrezas de los alumnos.

DEFINICIÓN DE COMPETENCIA LECTORA

Las definiciones de lectura y competencia lectora han evolucionado a lo largo del tiempo de forma paralela a los cambios sociales, económicos y culturales. El concepto de aprendizaje y, en concreto, el concepto de aprendizaje permanente han ampliado la percepción de la competencia lectora, que ha dejado de contemplarse como una capacidad adquirida únicamente en la infancia, durante los primeros años de la escolarización. En cambio, está considerada como un conjunto expansible de conocimientos, destrezas y estrategias que los individuos van desarrollando a lo largo de la vida en distintos contextos, a través de la interacción con sus iguales y con la comunidad en general.

Las teorías cognitivas sobre la competencia lectora hacen hincapié en el carácter interactivo de la lectura y en el carácter constructivo de la comprensión en el medio impreso (Binkley y Linnakylä, 1997; Bruner, 1990; Dole et al., 1991) e incluso, en mayor grado, en el medio digital (Fastrez, 2001; Legros y Crinon, 2002; Leu, 2007; Reinking, 1994). El lector genera significado en respuesta al texto mediante la utilización de conocimientos previos y de una serie de señales textuales y situacionales que, con frecuencia, tienen un origen social y cultural. Durante la construcción del significado, el lector pone en marcha distintos procesos, destrezas y estrategias para promover, controlar y mantener la comprensión. Se prevé que estos procesos y estrategias varíen en función del contexto y de la finalidad a medida que los lectores interactúan con una serie de textos continuos y discontinuos en el medio impreso y (normalmente) con textos múltiples en el medio digital.

La definición de competencia lectora en PISA 2012 es la siguiente:

> *Competencia lectora es comprender, utilizar, reflexionar y comprometerse con textos escritos, para alcanzar los propios objetivos, desarrollar el conocimiento y potencial personales, y participar en la sociedad.*

Competencia lectora…

Se prefiere la expresión «competencia lectora» a «lectura» porque es posible transmitir a un público no experto, de forma más precisa, lo que mide el estudio. «Lectura» suele entenderse como simple descodificación o incluso como lectura en voz alta, mientras que la intención de este estudio es medir algo más amplio y profundo. La competencia lectora incluye un extenso abanico de competencias cognitivas, desde la descodificación básica hasta el conocimiento de palabras, gramática y estructuras y características lingüísticas y textuales más amplias, y hasta el conocimiento del mundo.

En este estudio, «competencia lectora» pretende reflejar la aplicación activa, intencional y funcional de la lectura en una serie de situaciones y con distintos fines. Según Holloway (1999), las destrezas lectoras son fundamentales en el rendimiento académico de los alumnos de secundaria y de los cursos previos a dicho nivel. PISA evalúa a un gran número de alumnos. Algunos de ellos irán a la universidad, otros cursarán estudios que les preparen para incorporarse al mercado de trabajo y otros se integrarán directamente en él tras finalizar la educación obligatoria. El rendimiento en lectura no es solo la base del rendimiento en otras materias del sistema educativo, sino que también es un requisito esencial para participar con éxito en casi todas las áreas de la vida adulta (Cunningham y Stanovich, 1998; Smith et al., 2000). De hecho, independientemente de sus aspiraciones académicas o laborales, la competencia lectora de los alumnos es importante para su participación activa en la comunidad y para su vida económica y personal.

Las destrezas lectoras no son solo importantes para los individuos, sino para las economías en su conjunto. Los responsables políticos, entre otros, están llegando al reconocimiento de que, en las sociedades modernas, el capital humano − la suma de lo que los individuos de una economía saben y pueden hacer − puede ser la forma más valiosa de capital. Durante muchos años, los economistas han desarrollado modelos donde, por lo general, el nivel educativo de un país es un indicador que predice su potencial de crecimiento económico (Coulombe et al., 2004).

… es comprender, utilizar, reflexionar sobre…

El término «comprender» se relaciona inmediatamente con la «comprensión lectora», un elemento totalmente aceptado de la lectura. El verbo «utilizar» hace referencia a los conceptos de aplicación y función − hacer algo con lo que leemos. «Reflexionar sobre» se añade a «comprender» y a «utilizar» para subrayar la idea de que la lectura es interactiva: los lectores recurren a sus propios pensamientos y experiencias cuando se implican en un texto. Por supuesto que todo acto de lectura requiere un cierto grado de reflexión, de recurrir a información externa al texto. Incluso en las etapas más tempranas los lectores hacen uso del conocimiento simbólico para

descodificar un texto y requieren conocer el vocabulario para que tenga sentido. A medida que amplían los almacenes de información, experiencias y creencias, los lectores continuamente y, de forma inconsciente las más de las veces, contrastan lo que leen con el conocimiento externo, con lo que continuamente están analizando y revisando el sentido del texto.

… y comprometerse con…

Una persona competente en lectura no solo posee las destrezas y conocimientos para leer bien, sino que también valora y utiliza la lectura para distintos fines. Por tanto, un objetivo de la educación es cultivar no solo la competencia lectora, sino además el compromiso con la lectura. En este contexto, el compromiso implica la motivación para leer y engloba un conjunto de características afectivas y conductuales en las que se incluye el interés por la lectura y el placer de leer, una sensación de control sobre lo que se lee, la implicación en la dimensión social de la lectura, y distintas y frecuentes prácticas de lectura.

… textos escritos…

La expresión «textos escritos» pretende incluir todos aquellos textos coherentes en los que la lengua se utiliza en su forma gráfica, ya sea impresa o digital. La elección del término «textos» en lugar del vocablo «información», utilizado en alguna otra definición de lectura, obedece a su asociación con la lengua escrita y a que connota con mayor facilidad una lectura literaria así como una lectura centrada en la información.

Estos textos no incluyen dispositivos para la audición del lenguaje, como grabaciones de voz, ni tampoco imágenes de películas, televisión, animadas o dibujos sin palabras. Sí incluyen presentaciones visuales como diagramas, dibujos, mapas, tablas, gráficos y tiras cómicas que incorporan cierta cantidad de lenguaje escrito (por ejemplo, leyendas). Estos textos visuales pueden existir de forma independiente o insertados en textos de mayor extensión. Los textos digitales se distinguen de los impresos en muchos aspectos, incluida la legibilidad física, la cantidad de texto visible para el lector de una vez, la forma en que las diferentes partes de un texto y textos distintos se conectan entre sí mediante enlaces de hipertexto y, dadas estas características textuales, el modo en que los lectores suelen enfrentarse a los textos digitales. Los lectores tienen que construir sus propios caminos para llevar a cabo cualquier actividad de lectura asociada con un texto digital en mayor medida de lo que lo hacen con los textos impresos o manuscritos.

… para alcanzar los propios objetivos, desarrollar el conocimiento y el potencial personal, y participar en la sociedad.

Esta frase pretende capturar todas aquellas situaciones en las que la competencia lectora juega un papel, desde lo privado a lo público, desde el contexto educativo hasta el laboral, desde la educación formal hasta el aprendizaje permanente y la ciudadanía activa. «Para alcanzar los propios objetivos y desarrollar el conocimiento y el potencial personal» expresa claramente la idea de que la competencia lectora posibilita la realización de las aspiraciones individuales − tanto las que están establecidas, por ejemplo, la obtención de una titulación o de un empleo, como las que no lo están tanto y son menos inmediatas, pero que enriquecen y potencian la vida personal y la formación continua. Con la utilización del término «participar» se da a entender que la competencia lectora permite a los individuos implicarse en la sociedad y satisfacer sus propias necesidades: la «participación» incluye el compromiso social, cultural y político.

ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO

El presente apartado describe cómo se representa dicha área, cuestión de suma importancia, ya que su organización y representación determinan el diseño de la prueba y, en última instancia, los datos que pueden recogerse y presentarse sobre las competencias de los alumnos1.

La lectura es un área multidimensional. Aunque muchos elementos forman parte del constructo, no todos se pueden tener en cuenta al diseñar la evaluación PISA. Solo se han seleccionado los que se consideran más importantes.

La evaluación de la competencia lectora en PISA se asienta sobre tres características fundamentales de los ejercicios para garantizar una amplia cobertura del área de conocimiento:

- la situación, que se refiere a la variedad de contextos o finalidad de la lectura;
- el texto, que hace referencia a la diversidad del material que se lee; y
- el aspecto, que alude al enfoque cognitivo que determina de qué modo los lectores se implican en un texto.

En PISA, las características del texto y las variables de aspecto (pero no las de situación) se manipulan también para influir en la dificultad de los ejercicios.

La lectura es una actividad compleja y, por tanto, sus componentes no tienen una existencia independiente, en compartimentos estanco. La asignación de textos y ejercicios a las categorías del marco no significa que estas estén estrictamente divididas o que los materiales se encuentren distribuidos en celdas sumamente pequeñas establecidas por una estructura teórica. El esquema del marco se facilita para garantizar la cobertura, orientar el desarrollo de la evaluación y determinar los parámetros para la presentación de los resultados basándose en lo que se consideran los rasgos marcados de cada ejercicio.

Situación

Las variables de situación de PISA han sido adaptadas del Marco Común Europeo de Referencia (CEFR, en sus siglas en inglés), elaborado por el Consejo de Europa (Consejo de Europa, 1996). Las cuatro variables de situación – personal, pública, educativa y profesional – se describen en los siguientes párrafos.

La situación personal hace referencia a los textos dirigidos a satisfacer los intereses personales de un individuo, tanto prácticos como intelectuales. Esta categoría también incluye textos cuyo objetivo es mantener o desarrollar las relaciones personales con otros individuos. En ella se engloban las cartas personales, la ficción, las biografías y los textos informativos, cuya lectura tiene como objetivo satisfacer la curiosidad y forma parte de las actividades de ocio o recreo. En el medio digital se incluyen los correos electrónicos personales, los mensajes instantáneos y los blogs tipo diario.

La categoría público describe la lectura de textos relacionados con actividades e inquietudes de la sociedad en general. Incluye documentos oficiales así como información sobre acontecimientos públicos. En general, los textos asociados a esta categoría presuponen un contacto más o menos anónimo con otras personas y, por consiguiente, también incluyen blogs tipo foro, sitios web de noticias y anuncios oficiales que se encuentran tanto en Internet como impresos.

Normalmente, el contenido de los textos educativos se elabora expresamente con fines instructivos. Los libros de texto impresos y los programas informáticos de aprendizaje interactivo son ejemplos típicos del material creado para este tipo de lectura. Normalmente, la lectura educativa incluye la adquisición de información como parte de una tarea de aprendizaje más amplia. Con frecuencia, los materiales no son elegidos por el lector, sino asignados por un profesor. Los ejercicios modelo suelen identificarse con la expresión «leer para aprender» (Sticht, 1975; Stiggins, 1982).

Dentro de uno o dos años muchos jóvenes de 15 años dejarán la escuela para incorporarse al mercado de trabajo. Un ejercicio típico de lectura para uso profesional es aquel que entraña la consecución de alguna tarea inmediata. Podría incluir la búsqueda de un trabajo, bien en la sección de anuncios por palabras de un periódico impreso o a través de Internet; o el seguimiento de las indicaciones del lugar de trabajo. Normalmente, a este tipo de ejercicios modelo se les conoce como «leer para hacer» (Sticht, 1975; Stiggins, 1982).

PISA emplea el término situación dentro de la competencia lectora para definir los textos y los ejercicios asociados a dichos textos, y se refiere a los contextos y usos para los que el autor elaboró el texto. Por tanto, el modo de concretar la variable de situación está basado en un público y en un fin supuestos, y no solo en el lugar donde se desarrolla la actividad lectora. Muchos de los textos que se usan en clase no están expresamente diseñados para ser utilizados en ella. Por ejemplo, un fragmento literario, puede leerlo un joven de 15 años en clase de lengua o literatura de forma habitual y, sin embargo, este ha sido escrito (presumiblemente) para el disfrute y la apreciación personal del lector. Dada su finalidad inicial, PISA clasifica dicho texto como personal. Como ha señalado Hubber (1989), algunos tipos de lectura, normalmente asociados a entornos infantiles ajenos a la escuela, como las normas de los clubs y las anotaciones de los juegos, también suelen estar presentes de forma no oficial en los centros educativos. PISA clasifica estos textos como públicos. En cambio, los libros de texto se leen tanto en la escuela como en los hogares y el proceso y la finalidad probablemente difieran poco de un entorno a otro. PISA clasifica dichos textos como educativos.

Debe tenerse en cuenta que las cuatro categorías se superponen. Por ejemplo, en la práctica, un texto puede estar dirigido tanto a deleitar como a instruir (personal y educativo), o a proporcionar orientación profesional, que es igualmente información general (profesional y público). Aunque el contenido no es una variable expresamente manipulada en este estudio, los textos se seleccionan atendiendo a distintas situaciones con el fin de maximizar la diversidad del contenido que se incluirá en el estudio PISA sobre competencia lectora.

La Tabla 2.1 muestra la distribución aproximada de la puntuación para los ejercicios de lectura impresa y digital según la situación, que no será definitiva hasta que concluya el análisis de los principales datos del estudio.

Tabla 2.1

Distribución aproximada de la puntuación en lectura según la situación

Situación	Porcentaje de la puntuación total, PISA 2012	
	Impresa	Digital
Personal	36	35
Educativa	33	15
Profesional	20	0
Pública	11	50
Total	**100**	**100**

Texto

La lectura precisa de material para que el lector lea. En una evaluación, ese material - un texto (o conjunto de textos) relacionados con una tarea concreta - debe tener coherencia propia. Es decir, el texto debe ser independiente, sin necesidad de material adicional para que tenga sentido para el lector competente2. Aunque está claro que existen muchos tipos diferentes de textos y que toda evaluación debe incluir una amplia variedad, no lo está tanto el hecho de que exista una clasificación ideal de los mismos. La incorporación de la lectura digital al marco complica aún más esta cuestión. Desde 2009 se distinguen cuatro clasificaciones fundamentales:

- Medio: impreso y digital.
- Entorno: de autor, basado en mensajes y mixto.
- Formato de texto: continuo, discontinuo, mixto y múltiple.
- Tipo de texto: descripción, narración, exposición, argumentación, instrucción y transacción.

La clasificación de cada texto según el medio – impreso y digital – constituye la distinción más clara entre ellos. Por debajo de dicha clasificación, las categorías formato de texto y tipo de texto se aplican tanto a los textos impresos como digitales. En cambio, la clasificación según el entorno solo se aplica a los textos digitales.

Medio

Desde PISA 2009, una categorización de los textos de gran importancia es la clasificación en función del medio o soporte: impreso o digital.

El texto impreso suele aparecer en papel, en forma de hojas, folletos, revistas y libros. La condición física del texto impreso anima (aunque no puede obligar) al lector a abordar el contenido del mismo en un orden concreto. En esencia, los textos impresos tienen una existencia fija o estática. Además, en la vida real y en el contexto de la evaluación, la longitud o la cantidad de texto se hace visible inmediatamente al lector.

El texto digital puede definirse como la visualización de un texto a través de una pantalla de cristal líquido (LCD, Liquid Crystal Display), plasma, transistor de película fina (TFT, Thin Film Transistor) u otros dispositivos electrónicos. No obstante, a efectos de PISA, texto digital es sinónimo de hipertexto: texto o textos que cuentan con herramientas y características de navegación que hacen posible y de hecho incluso requieren una lectura no secuencial. Cada lector elabora un texto «personalizado» a partir de la información que encuentra en los enlaces seguidos. En esencia, dichos textos tienen una existencia variable y dinámica. Generalmente, en el medio digital solo se puede ver una parte del texto disponible de cada vez y, con frecuencia, se desconoce su extensión.

Las herramientas y características de navegación ayudan a los lectores a negociar el modo de introducirse en los textos y la manera de moverse entre ellos y en torno a ellos a través de distintos tipos de dispositivos: iconos de navegación, barras de desplazamiento, pestañas, menús, hipervínculos incrustados, funciones de búsqueda de

texto, como Localizar o Buscar, y dispositivos de representación global del contenido, como los mapas de los sitios. Las características de navegación también existen en el medio impreso (entre ellas se incluyen las tablas de contenido, los índices, los títulos de los capítulos y apartados, los encabezamientos y pies de página, los números de página, y las notas a pie de página), pero juegan un papel particularmente importante en el medio digital, al menos por dos razones. En primer lugar, debido al reducido tamaño de la visualización, los textos digitales vienen acompañados de dispositivos que permiten al lector mover la ventana de lectura por la página del texto (p. ej., barras de desplazamiento, botones, índices). En segundo lugar, las actividades habituales de lectura digital suponen la utilización de textos múltiples, en ocasiones seleccionados de un depósito prácticamente infinito. Los lectores deben estar familiarizados con la utilización de las herramientas de recuperación, indexación y navegación que sirven para enlazar los textos.

En la evaluación de la lectura digital de PISA se ha identificado un conjunto de herramientas de navegación y estructuras con el fin de incluirlas sistemáticamente en los instrumentos como un componente importante de la medición de la competencia lectora en materia de textos digitales. Dicho conjunto incluye barras de desplazamiento, pestañas para los distintos sitios web; listas de hipervínculos3, que se muestran en una fila, en una columna o como un menú desplegable, y textos incrustados.

La dificultad de los ejercicios es mayor o menor en función del número de herramientas de navegación que sea necesario utilizar, del número de operaciones o pasos requeridos y del tipo de herramientas empleadas. En general, cuanto mayor es el número de operaciones y la complejidad del tipo de herramienta, mayor es la dificultad de la pregunta. La familiaridad, transparencia o visibilidad de las herramientas y características de navegación también afectan a la dificultad. Algunos ejercicios de lectura digital apenas requieren navegación o incluso no requieren ninguna.

Entorno

La clasificación entorno se aplica únicamente a los textos digitales y, en el marco de lectura de PISA, solo se tienen en cuenta los entornos electrónicos. Se han establecido dos grandes clases de entornos digitales para evaluar la lectura de los textos digitales: de autor y basado en mensajes. La distinción entre ellos se basa en si el lector tiene o no la capacidad de influir en el contenido del sitio.

Un entorno de autor es aquel en el que el lector es, ante todo, receptivo: el contenido no se puede modificar. Los lectores utilizan estos sitios principalmente para obtener información. Los distintos tipos de texto en un entorno de autor incluyen páginas de inicio, sitios que publicitan eventos o productos, sitios de información gubernamental, sitios educativos con información para los alumnos, sitios de noticias y catálogos de biblioteca on line.

Un entorno basado en mensajes es aquel en el que el lector tiene la oportunidad de añadir o modificar el contenido. Los lectores utilizan estos sitios no solo para obtener información, sino también como un medio de comunicación. Los textos pertenecientes a un entorno basado en mensajes incluyen correos electrónicos, blogs, salas de chat, foros y reseñas en Internet, y formularios on line.

En la práctica, al igual que ocurre con muchas de las variables del marco de lectura, las clasificaciones del entorno no están estrictamente separadas. Algunas veces, un ejercicio puede requerir el uso integrado de textos de autor y textos basados en mensajes. Dichos ejercicios se clasifican como mixtos. La Tabla 2.2 muestra el porcentaje aproximado de puntuación para cada categoría de entorno.

Tabla 2.2

Distribución aproximada de la puntuación en la lectura digital según el entorno

Entorno	Porcentaje de puntuación en la evaluación de la lectura digital
De autor	65
Basado en mensajes	27
Mixto	8
Total	**100**

Formato de texto

Una clasificación importante de los textos es la que distingue entre textos continuos y discontinuos.

Los textos en formato continuo y discontinuo se presentan tanto en el medio impreso como digital. Los textos de formato mixto y múltiple también son frecuentes en ambos medios, especialmente en el digital. Cada uno de estos cuatro formatos se explica detalladamente a continuación:

Los textos continuos están formados por oraciones que se organizan en párrafos, que a su vez pueden insertarse en estructuras de mayor tamaño, como los apartados, capítulos y libros (p. ej., reportajes periodísticos, ensayos, novelas, relatos breves, reseñas y cartas en el medio impreso, y reseñas, blogs y reportajes en prosa en el digital).

Los textos discontinuos se organizan de forma distinta a los continuos y, por tanto, requieren un enfoque diferente de lectura, ya que suelen organizarse en un formato matricial compuesto de varias listas (Kirsch y Mosenthal, 1990) (p. ej., listas, tablas, gráficos, diagramas, anuncios, horarios, catálogos, índices y formularios).

Muchos textos en soporte impreso y digital son objetos únicos, coherentes, formados por un conjunto de elementos en formato tanto continuo como discontinuo. En los textos mixtos bien construidos, los componentes (p. ej., una explicación en prosa que incluye un gráfico o tabla) se apoyan mutuamente a través de nexos de coherencia y cohesión a escala local y global. El texto mixto en soporte impreso es un formato habitual en revistas, obras de consulta e informes. En el medio digital, las páginas web de autor suelen ser textos mixtos que combinan listas, párrafos en prosa y, con frecuencia, gráficos. Los textos basados en mensajes, como los formularios on line, los mensajes de correo electrónico y los foros, también combinan textos de formato continuo y discontinuo.

Los textos múltiples son aquellos que han sido generados de forma independiente y tienen sentido por separado; se yuxtaponen para una determinada ocasión o se conectan libremente para los fines de esta evaluación. La relación entre los textos puede no estar clara; pueden ser complementarios o contradecirse. Por ejemplo, una serie de sitios web de distintas empresas, que ofrecen asesoramiento sobre viajes, pueden o no facilitar direcciones similares a los turistas. Los textos múltiples pueden tener un único formato «puro» (por ejemplo, continuo), o pueden incluir textos tanto continuos como discontinuos.

Tabla 2.3

Distribución aproximada de la puntuación en la lectura digital según el formato de texto

Formato de texto	Porcentaje de la puntuación total, PISA 2012	
	Impreso	Digital
Continuo	58	4
Discontinuo	31	11*
Mixto	9	4
Múltiple	2	81
Total	**100**	**100**

* Redondeando al alza la cifra sería del 12% (11,54), lo que daría un total de 101%. El término «aproximada» del título incluye esta cuestión.

Tipo de texto

Una clasificación distinta de los textos se obtiene atendiendo al tipo de texto: descripción, narración, exposición, argumentación, instrucción y transacción.

Por lo general, los textos, tal y como aparecen en la realidad, se resisten a ser categorizados, pues no suelen redactarse teniendo en cuenta normas y tienden a trascender categorías. Pese a ello, para garantizar que el instrumento evalúe una serie de textos que representan distintos tipos de lectura, PISA categoriza los textos tomando como base las características predominantes de los mismos.

La siguiente clasificación de los textos utilizada en PISA ha sido adaptada de una publicación de Werlich de 1976.

La descripción es el tipo de texto en el que la información hace referencia a las propiedades de los objetos en el espacio. Los textos descriptivos suelen responder a la pregunta qué (p. ej., la descripción de un lugar concreto en un folleto o diario de viajes, un catálogo, un mapa geográfico, un horario de vuelos on line o la descripción de una característica, función o proceso en un manual técnico).

La narración es el tipo de texto en el que la información hace referencia a las propiedades de los objetos en el tiempo. La narración suele responder a las preguntas cuándo o en qué orden. Por qué los personajes de las historias se comportan del modo en que lo hacen es otra pregunta importante a la que suele responder la narración (p. ej., una novela, una historia corta, una obra de teatro, una biografía, una tira cómica, textos de ficción y una crónica periodística de un acontecimiento). El porcentaje de textos narrativos en el medio impreso en PISA 2012 es ligeramente superior al de los anteriores ciclos de PISA (2000-09), en torno al 20% (hasta entonces había sido del 15% aproximadamente).

La exposición es el tipo de texto en el que la información se presenta en forma de conceptos compuestos o de constructos mentales, o de aquellos elementos en los que se pueden analizar conceptos o constructos mentales. El texto proporciona una explicación sobre el modo en que los distintos elementos interrelacionan en un todo dotado de sentido y suele responder a la pregunta cómo (p. ej., un ensayo académico, un diagrama que muestra un modelo de memoria, un gráfico de la evolución de la población, un mapa conceptual y una entrada en una enciclopedia *on line*).

La argumentación es el tipo de texto que presenta la relación entre conceptos o proposiciones. Los textos argumentativos suelen responder a la pregunta por qué. Una subclasificación importante de estos textos es la que distingue entre textos persuasivos y de opinión para referirse a las opiniones y puntos de vista. Una carta al editor, un anuncio en un cartel, los comentarios en un foro on line y una crítica de un libro o película a través de Internet son ejemplos de tipos de texto pertenecientes a la categoría argumentación.

La instrucción es el tipo de texto que da indicaciones sobre lo que se debe hacer. El texto ofrece indicaciones

sobre determinadas conductas para llevar a cabo una tarea (p. ej., una receta, un conjunto de diagramas donde se muestra un procedimiento para prestar primeros auxilios y las instrucciones para el manejo de software digital).

La transacción representa el tipo de texto dirigido a alcanzar un objetivo concreto indicado en el texto, como la petición de que se haga algo, la organización de una reunión o la confirmación de un compromiso social con un amigo. Antes de que se extendiese la comunicación digital, este tipo de texto era un elemento importante de algunos tipos de cartas y, como intercambio oral, el principal fin de muchas llamadas de teléfono. Este tipo de texto no estaba incluido en la clasificación de Werlich (1976). Se utilizó por primera vez en el marco de PISA 2009 debido a su prevalencia en el medio digital (p. ej., los intercambios diarios de correos electrónicos y mensajes de texto entre colegas o amigos para demandar y confirmar planes).

Aspecto

Mientras que las herramientas y características de navegación son los rasgos visibles o físicos que permiten a los lectores negociar el modo de introducirse en los textos y la manera de moverse en torno a ellos y entre ellos, los aspectos son las estrategias mentales, enfoques o fines que los lectores utilizan para negociar el modo de introducirse en los textos y la manera de moverse en torno a ellos y entre ellos.

Son cinco los aspectos que guían la elaboración de los ejercicios que evalúan la competencia lectora:

- la obtención de información;
- el desarrollo de una comprensión global;
- la elaboración de una interpretación;
- la reflexión y valoración del contenido de un texto; y
- la reflexión y valoración de la forma de un texto.

Como no es posible incluir suficientes preguntas en la evaluación PISA para presentar cada uno de los cinco aspectos en una subescala independiente, estos se organizan en tres grandes categorías para mostrar los resultados relativos a la competencia lectora:

- acceder y obtener;
- integrar en interpretar; y
- reflexionar y valorar.

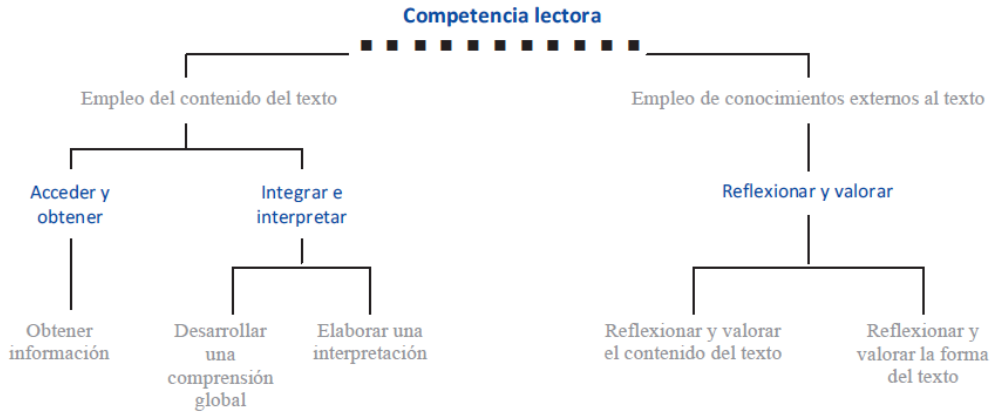
Los ejercicios de *obtención de información*, que centran al lector en distintos datos dentro del texto, se asignan a la *escala acceder y obtener*.

Los ejercicios de *desarrollo de una comprensión global* y *elaboración de una interpretación* centran al lector en las relaciones dentro del texto. Los ejercicios dirigidos a todo el texto exigen que los lectores desarrollen una comprensión global y los que se centran en las relaciones entre partes del texto requieren la elaboración de una interpretación. Los dos se agrupan bajo el nombre *integrar e interpretar*.

Los ejercicios que abordan los dos últimos aspectos: *reflexión y valoración del contenido de un texto* y *reflexión y valoración de la forma de un texto*, se agrupan en una única categoría de aspecto denominada *reflexionar y valorar*. En ambos tipos de ejercicios el lector debe recurrir, principalmente, a conocimientos externos al texto y relacionarlos con lo que está leyendo. Los ejercicios que implican una *reflexión y valoración del contenido* se preocupan por los elementos conceptuales del texto, y aquellos que suponen una *reflexión y valoración de la forma* se ocupan de su estructura o rasgos formales.

• Figura 2.1 •

Relación entre el marco de lectura y las subescalas de aspecto



A continuación se ofrece una explicación detallada de las tres grandes categorías de aspecto, que engloban tanto los ejercicios en soporte impreso como digital.

Acceder y obtener

Acceder y obtener supone acudir al espacio de información que se facilita y navegar por él para localizar y obtener uno o más datos diferentes. Los ejercicios de acceder y obtener pueden abarcar desde la localización de los requisitos exigidos por un empleador en un anuncio de trabajo hasta la obtención de un número de teléfono con varios prefijos o de un hecho concreto que apoye o refute una afirmación que alguien ha hecho.

Mientras que la *obtención* describe el proceso de selección de la información exigida, el *acceso* explica el proceso de llegada al lugar, al espacio de información donde se encuentra la información requerida. En el caso de algunas preguntas, solo es necesario obtener información, especialmente en el medio impreso, donde esta se ve de forma inmediata y donde el lector solo tiene que seleccionar el material relevante en un espacio de información claramente definido. Por otra parte, ciertas preguntas en soporte digital requieren algo más que acceso (por ejemplo, hacer clic para seleccionar un elemento en una lista de resultados de búsqueda). No obstante, en PISA, ambos procesos están presentes en la mayor parte de los ejercicios de *acceder y obtener*. La dificultad vendrá determinada por distintos factores, incluido el número de párrafos, páginas o enlaces que han de utilizarse, la cantidad de información a procesar en cualquier espacio dado y la especificidad y el carácter explícito de las instrucciones del ejercicio.

Integrar e interpretar

Integrar e interpretar supone procesar lo que se lee para que un texto tenga sentido interno.

La *integración* se centra en demostrar que se comprende la coherencia del texto. La *integración* supone la conexión de varios datos para elaborar el significado, ya sea identificando similitudes y diferencias, realizando comparaciones de nivel o comprendiendo las relaciones causa-efecto.

La *interpretación* hace referencia al proceso de elaboración del significado a partir de algo que no se ha mencionado. Un lector, cuando interpreta, está identificando las ideas o implicaciones que subyacen a todo o a parte del texto.

Tanto la *integración* como la *interpretación* son necesarias para *desarrollar una comprensión global*. Un lector debe considerar el texto como un todo o desde una perspectiva general. Los alumnos pueden demostrar una comprensión inicial identificando el tema o mensaje principal, o la finalidad o aplicación general del texto.

Tanto la *integración* como la *interpretación* están también presentes en la *elaboración de una interpretación*, en la que los lectores deben ampliar sus impresiones iniciales generales, de modo que puedan desarrollar una

comprensión más profunda, específica o completa de lo que han leído. Los ejercicios de *integración* incluyen la identificación y enumeración de pruebas, así como la comparación y el contraste de información, en las cuales hay que agrupar dos o más datos del texto. En dichos ejercicios, para procesar información explícita o implícita a partir de una o más fuentes, el lector debe, con frecuencia, inferir una determinada relación o categoría. Los ejercicios de *interpretación* pueden incluir la extracción de una conclusión a partir de un contexto local: por ejemplo, la interpretación del significado de una palabra o frase que da un determinado matiz al texto. Asimismo, este proceso de comprensión se evalúa en ejercicios en los que se pide al alumno que deduzca la intención del autor y que señale en qué se basa para deducir dicha intención.

La relación entre los procesos de integración e interpretación puede considerarse, por tanto, como íntima e interactiva. La integración supone, en primer lugar, la inferencia de una relación dentro del texto (un tipo de interpretación) y, posteriormente, la reunión de datos, permitiendo así la elaboración de una interpretación que constituye un nuevo todo integrado.

Reflexionar y valorar

Reflexionar y valorar consiste en recurrir a conocimientos, ideas o actitudes externas al texto para relacionar la información facilitada en él con los propios marcos de referencia conceptuales y de la experiencia.

Las preguntas de *reflexionar* pueden definirse como aquellas en las que se pide a los lectores que consulten sus propias experiencias o conocimientos para comparar, contrastar o formular hipótesis. Las preguntas de *valorar* son aquellas en las que se pide a los lectores que realicen una valoración recurriendo a criterios externos al texto.

La *reflexión y valoración del contenido de un texto* obliga al lector a relacionar la información de un texto con conocimientos procedentes de fuentes externas. Los lectores también deben evaluar las afirmaciones realizadas en el texto cotejándolas con sus propios conocimientos del mundo. Con frecuencia se les pide que expresen y defiendan sus propios puntos de vista. Para ello, los lectores deben ser capaces de desarrollar una comprensión de lo que se dice y se pretende decir en un texto. A continuación deben contrastar esa representación mental con sus conocimientos y creencias basándose en información previa o en información hallada en otros textos. Los lectores deben recurrir a pruebas del propio texto y contrastarlas con otras fuentes de información, utilizando tanto conocimientos generales como específicos, así como la capacidad de razonamiento abstracto.

La *reflexión y valoración de la forma de un texto* obliga a los lectores a distanciarse del texto, a contemplarlo de forma objetiva y a valorar su calidad y relevancia. El conocimiento implícito de la estructura del texto, el estilo típico de los distintos tipos de textos y registros juegan un papel importante en estos ejercicios. La valoración del éxito de un autor al describir ciertos rasgos o persuadir al lector depende no solo del conocimiento sustantivo, sino también de la capacidad para detectar las sutilezas del lenguaje.

La valoración en el medio digital puede centrarse es aspectos ligeramente diferentes. La homogeneidad de los formatos del texto digital (ventanas, marcos, menús, hipervínculos) tiende a difuminar las diferencias entre los tipos de textos. Estos nuevos rasgos del texto digital aumentan en el lector la necesidad de ser consciente de la autoría, exactitud, calidad y veracidad de la información. A medida que las personas tienen acceso a un universo cada vez más amplio de información en entornos conectados en red, la importancia del papel desempeñado por la valoración aumenta.

Todo juicio crítico requiere, en cierta medida, que el lector tenga en cuenta su propia experiencia; por otra parte, determinados tipos de reflexión no exigen una valoración (por ejemplo, la comparación de la experiencia personal con algo descrito en un texto). Por tanto, la valoración podría considerarse un subconjunto de la reflexión.

Los aspectos de la lectura en el medio impreso y digital

Los tres grandes aspectos definidos para la competencia lectora en PISA no se conciben como totalmente separados e independientes, sino más bien como interrelacionados e interdependientes. De hecho, desde una perspectiva cognitiva del procesamiento puede considerárseles semijerárquicos: no es posible interpretar o integrar información sin haberla obtenido antes y no se puede reflexionar sobre ella o valorarla sin haber realizado algún tipo de interpretación. No obstante, en PISA, la descripción de los aspectos de lectura del marco distingue los enfoques de la lectura que se exigen para los diferentes contextos y finalidades, y que después se reflejan en los ejercicios de evaluación que hacen hincapié en un aspecto u otro.

Ejercicios de lectura digital complejos: simulación de la complejidad de la lectura en la vida real

Aunque los tres aspectos no suelen operar de forma totalmente independiente unos de otros, ya sea en los ejercicios de lectura impresa o digital, es posible elaborar ejercicios relativamente sencillos que hacen claramente hincapié en uno de ellos. En cambio, en los ejercicios complejos, el proceso no está tan bien definido. El lector asimila el ejercicio y a continuación se enfrenta al problema de interpretar, extrapolar y valorar el texto directamente visible (por ejemplo, la página de inicio de un sitio web) para encontrar la información relevante. En un ejercicio auténtico y complejo en el medio digital, el lector tiene que procesar la información visible de forma inmediata y hacer extrapolaciones a partir de ella: realizar valoraciones, sintetizar y acceder a la información en una secuencia integrada y recurrente.

Tabla 2.4

Distribución aproximada de la puntuación en lectura según el aspecto

Aspecto	Porcentaje de la puntuación total, PISA 2012	
	Impreso	Digital
Acceder y obtener	22	19
Integrar e interpretar	56	23
Reflexionar y valorar	22	19
Complejo	0	39*
Total	**100**	**100**

* Redondeando a la baja la cifra sería del 38% (38,46), lo que daría un total de 99%. El término «aproximada» del título incluye esta cuestión.

Resumen de la relación entre los textos y ejercicios de lectura en formato impreso y digital

La Tabla 2.5 presenta algunas de las similitudes y diferencias fundamentales entre la lectura en el medio impreso y digital. Una de las finalidades de la tabla es describir las similitudes y diferencias intrínsecas entre ambos tipos de lectura. En muchos casos, las entradas bajo los epígrafes «Lectura impresa» y «Lectura digital» son idénticas. En otros lugares, las descripciones subrayan algunas de las diferencias esenciales entre la lectura en los dos medios.

Una segunda finalidad de la tabla es ilustrar las similitudes y diferencias entre lo que PISA *evalúa* en ambos medios. En algunos casos, se trata de una cuestión de prominencia y énfasis: los corchetes indican que a ese rasgo se le da una importancia relativamente pequeña en la evaluación PISA. En otros casos, la diferencia es más manifiesta. Aunque algunos rasgos están presentes en ambos medios, no pueden o no se evalúan en PISA. Dichos rasgos están impresos en color azul.

Representar fielmente las áreas de conocimiento es uno de los principios que regulan la elaboración de los marcos de PISA y los ejercicios de evaluación que los hacen operativos. No existe una manera concreta de hacerlo y, en cierto sentido, las decisiones tomadas y las elecciones realizadas son arbitrarias, aunque basadas en los mejores juicios de expertos internacionales en lectura. El modo en que se describe y hace operativo el área de conocimiento, en este y en otros sentidos, viene determinado por una combinación de cuestiones conceptuales, empíricas y políticas. Lo que se pretende al determinar la extensión del área de conocimiento descrita anteriormente es explicar las bases sobre las que construir una evaluación desde PISA 2009 que refleje la esencia de la competencia lectora. Una evaluación de este tipo generará, a su vez, una serie de datos a partir de los cuales se presentará de forma global, significativa y relevante la competencia lectora de los jóvenes de 15 años.

LA EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA LECTORA

El apartado anterior explicaba resumidamente el marco conceptual de la lectura. Los conceptos del marco deben, a su vez, estar representados en ejercicios y preguntas para recopilar datos sobre la competencia lectora

de los alumnos.

La elaboración de ejercicios en el medio impreso

La distribución de los ejercicios entre las principales variables del marco: situación, texto y aspecto, se analizaba en el apartado anterior. En este se estudian algunas de las otras cuestiones más importantes para elaborar y hacer operativa la evaluación: los factores que influyen en la dificultad de las preguntas y hasta qué punto es complicada su manipulación; la elección de los formatos de respuesta, y algunas cuestiones sobre la codificación y la puntuación.

Factores que influyen en la dificultad de las preguntas

La dificultad de cualquier ejercicio de lectura depende de la interacción entre diversas variables. Según los trabajos de Kirsch y Mosenthal (véase, por ejemplo, Kirsch, 2001; Kirsch y Mosenthal, 1990), la dificultad de las preguntas se puede manipular aplicando conocimientos de las siguientes variables de aspecto y formato de texto.

En los ejercicios de *acceder y obtener*, la dificultad viene condicionada por la cantidad de datos que el lector debe localizar, el número de inferencias exigidas, el volumen e importancia de la información de carácter similar, y por la longitud y complejidad del texto.

En los ejercicios de *integrar e interpretar*, la dificultad se ve afectada por el tipo de interpretación requerida (por ejemplo, hacer una comparación es más sencillo que encontrar una diferencia); por la cantidad de datos a tener en cuenta; por el nivel e importancia de la información de carácter similar en el texto; y por la naturaleza del texto: cuanto menos familiar y más abstracto sea el contenido y cuanto más largo y complejo sea el texto, mayor será la probabilidad de que el ejercicio sea más difícil.

Tabla 2.5

Similitudes y diferencias entre la lectura impresa y digital, según las características principales del marco

	Lectura impresa	Lectura digital
Situaciones	Personal Pública Profesional Educativa	Personal Pública Profesional Educativa
Textos: entornos	No pertinente	De autor Basado en mensajes Mixto
Textos: formatos	Continuo Discontinuo [Mixto] [Múltiple]	[Continuo] [Discontinuo] [Mixto] Múltiple
Textos: tipo de texto	Argumentación Descripción Exposición Narración Instrucción Transacción	Argumentación Descripción Exposición Narración Instrucción Transacción
Aspectos (1)	Acceder y obtener Buscar Orientarse y navegar en un espacio de información concreto p. ej., *ir a la biblioteca, buscar en un catálogo, encontrar un libro* Utilizar herramientas y estructuras de navegación p. ej., *índice; números de página; glosario* Seleccionar y secuenciar información - escaso control por parte del lector - una secuencia de lectura lineal	Acceder y obtener Buscar Orientarse y navegar en un espacio de información abstracto p. ej., *introducir una URL; motores de búsqueda del usuario* Utilizar herramientas y estructuras de navegación p. ej., *menús; hipervínculos incrustados* Seleccionar y secuenciar información - elevado control por parte del lector - secuencias múltiples de lectura lineal
Aspectos (2)	Integrar e interpretar Integrar a un nivel de exigencia bajo: se ven fragmentos considerables de texto de forma simultánea (una o dos páginas) Elaborar una interpretación Desarrollar una comprensión global	ntegrar e interpretar Integrar a un nivel de exigencia alto: se ven fragmentos reducidos de texto de forma simultánea (limitado por el tamaño de la pantalla) Elaborar una interpretación Desarrollar una comprensión global
Aspectos (3)	Reflexionar y valorar Valorar previamente la información p. ej., *utilizar el índice; ojear pasajes, comprobar la credibilidad y utilidad* [Valorar la credibilidad de la fuente - *normalmente menos importante debido al filtrado y a la preselección en el proceso de edición*] Valorar la verosimilitud del contenido Valorar la coherencia y consistencia Formular hipótesis Reflexionar a partir de la experiencia personal	Reflexionar y valorar *Valorar previamente la información* *p. ej., utilizar el índice; ojear pasajes, comprobar la credibilidad y utilidad* Valorar la credibilidad de la fuente - *normalmente más importante debido a la ausencia de filtrado y preselección en un entorno abierto* Valorar la verosimilitud del contenido Valorar la coherencia y consistencia Formular hipótesis Reflexionar a partir de la experiencia personal
Aspectos (4)	Complejo La variedad de fuentes a consultar está relativamente sin definir El orden de los pasos dentro del ejercicio no está indicado p. ej., *la localización, valoración e integración de información procedente de múltiples textos impresos*	Complejo La variedad de fuentes a consultar está relativamente sin definir El orden de los pasos dentro del ejercicio no está indicado p. ej., *la localización, valoración e integración de información procedente de múltiples textos digitales*

En los ejercicios de *reflexionar y valorar*, la dificultad viene dada por el tipo de reflexión o valoración exigidas (los tipos de reflexión, de menor a mayor dificultad, son: relacionar; explicar y comparar; formular hipótesis y valorar); por la naturaleza de los conocimientos que el lector tiene que aplicar al texto (un ejercicio es más difícil si el lector tiene que recurrir a conocimientos limitados y especializados en vez de a conocimientos generales y universales); por la relativa abstracción y longitud del texto; y por la comprensión profunda que debe tenerse del texto para llevar a cabo el ejercicio.

En los ejercicios relacionados con los textos *continuos*, lo que influye en la dificultad es la longitud del texto, el carácter explícito y la transparencia de su estructura, el nivel de claridad con el que las partes se relacionan con el tema general, y la existencia de rasgos textuales, como los párrafos o los títulos, y de marcadores del discurso, como las palabras que determinan la sucesión de los hechos.

En los ejercicios relacionados con los textos *discontinuos*, lo que influye en la dificultad es la cantidad de información presente en el texto; la estructura de la lista (las listas simples son más sencillas de negociar que las más complejas); si los componentes están ordenados y organizados de forma explícita, por ejemplo con etiquetas o un formato específico; y si la información que se necesita se encuentra en el cuerpo del texto o en un lugar aparte, como por ejemplo, en una nota a pie de página.

Formatos de respuesta

La Tabla 2.6 muestra los requisitos de codificación para las puntuaciones en el medio impreso con relación a tres aspectos de la competencia lectora y para las puntuaciones en el medio digital con relación a los cuatro. Las preguntas que requieren la valoración de un experto incluyen respuestas construidas abiertas y respuestas construidas cortas. Entre las preguntas que no requieren la valoración de un codificador se encuentran las de elección múltiple, elección múltiple compleja y respuesta construida cerrada. Estas últimas obligan al alumno a generar una respuesta, pero requieren una valoración mínima por parte del codificador.

La distribución de los tipos de preguntas correspondientes a la lectura en soporte impreso no difiere mucho de un ciclo/administración a otro. No obstante, en la selección realizada para 2012 el porcentaje de preguntas que no requieren la codificación de un experto es ligeramente superior al de ciclos anteriores: 58% sin codificador experto y 42% con codificador experto en 2012 (frente al 55% y 45% respectivamente de ciclos anteriores). La misma ratio se aplica a la lectura impresa y digital en PISA 2012.

Tabla 2.6

Distribución aproximada de la puntuación en lectura según los requisitos de codificación para cada aspecto

	Lectura impresa			Lectura digital		
	Se requiere valoración de expertos	No se requiere valoración de expertos	Total	Se requiere valoración de expertos	No se requiere valoración de expertos	Total
Acceder y obtener	4	18	22	0	19	19
Integrar e interpretar	20	36	56	0	23	23
Reflexionar y valorar	18	4	22	15	4	19
Complejo	0	0	0	27	12	38
Total	**42**	**58**	**100**	**42**	**58**	**100**

Codificación y puntuación

Los códigos se aplican a las preguntas de la prueba bien mediante un proceso más o menos automático de captura de la opción elegida por el alumno para una respuesta de elección múltiple o por medio de un juez (codificador experto) de carne y hueso que selecciona el código que mejor capta el tipo de respuesta dada por un alumno a una pregunta que requiere una respuesta construida. El código se convierte a continuación en una puntuación para esa pregunta. Para las preguntas de elección múltiple u otras preguntas con formato de respuesta cerrada o bien el alumno ha elegido la repuesta designada como correcta o no la ha elegido, de modo que la pregunta se puntúa con un 1 (máxima puntuación) o con un 0 (sin puntuación), respectivamente. En el caso de las puntuaciones más complejas, correspondientes a las preguntas de respuesta construida, algunas respuestas, aunque incompletas, indican un mayor nivel de competencia lectora que las inexactas o incorrectas y reciben una puntuación parcial.

La elaboración de ejercicios en el medio digital

Este apartado analiza algunas de las cuestiones más importantes relativas a la elaboración y establecimiento de la operatividad de la evaluación de la lectura en el medio digital: la relación entre la navegación y el procesamiento del texto; el análisis de los ejercicios con el fin de controlar la dificultad de las preguntas; los formatos de respuesta y algunos aspectos en torno a la codificación y a la puntuación. El apartado finaliza con una nota sobre cómo se controla el progreso de los alumnos durante la evaluación de la lectura en soporte digital.

Relación entre navegación y procesamiento del texto en la evaluación de la lectura digital

Los conocimientos sobre determinadas técnicas y características de navegación forman parte de lo que es ser competente en el medio digital. Tales destrezas y conocimientos deben considerarse competencias TIC en conjunción con la competencia lectora. Tanto la lectura de un texto, en su acepción tradicional, como la capacidad para navegar en el medio digital están consideradas parte esencial de la competencia lectora en este último medio. Cada ejercicio de lectura en soporte digital incluye procesamiento mental destinado a las decisiones de navegación y procesamiento textual, con más o menos peso en cada elemento.

Análisis de los ejercicios de lectura en soporte digital

Con el fin de captar la complejidad de los pasos que el lector tiene que dar para llegar a la respuesta exigida de forma explícita, los diseñadores de la prueba utilizaron un sistema de análisis para describir el procesamiento del texto y los elementos de navegación de cada ejercicio.

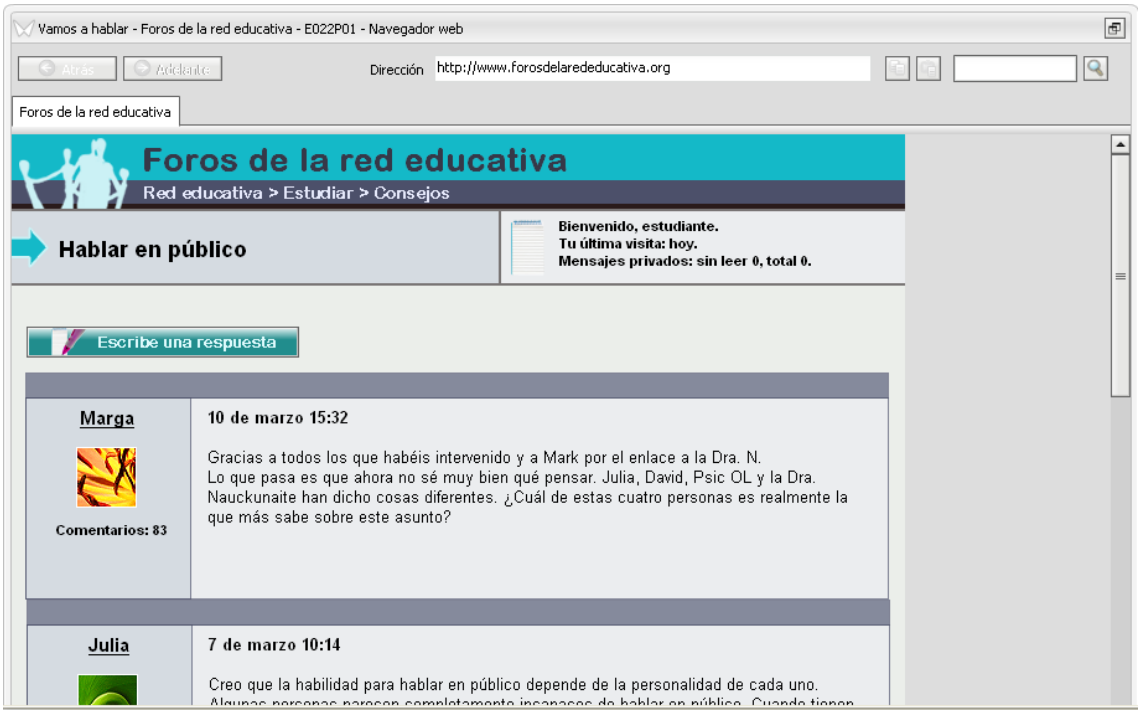
Para cualquier ejercicio de dificultad media en soporte digital, lo más probable es que el lector disponga de varias formas posibles de proceder. Para describir y analizar los subejercicios, los diseñadores de la prueba concibieron una serie de pasos, óptimamente eficiente pero global, donde cada uno de ellos venía marcado por una *acción* (pulsar sobre un determinado enlace, una respuesta textual en el área del navegador, una selección a partir de una serie de alternativas o simplemente desplazarse).

Para cada subejercicio llevado a cabo con una acción, se tabularon las siguientes variables: complejidad del texto; texto/herramienta de navegación empleados; aspecto y descripción; y acción.

Ejemplos de preguntas en soporte digital de PISA

VAMOS A HABLAR

PANTALLA 1A

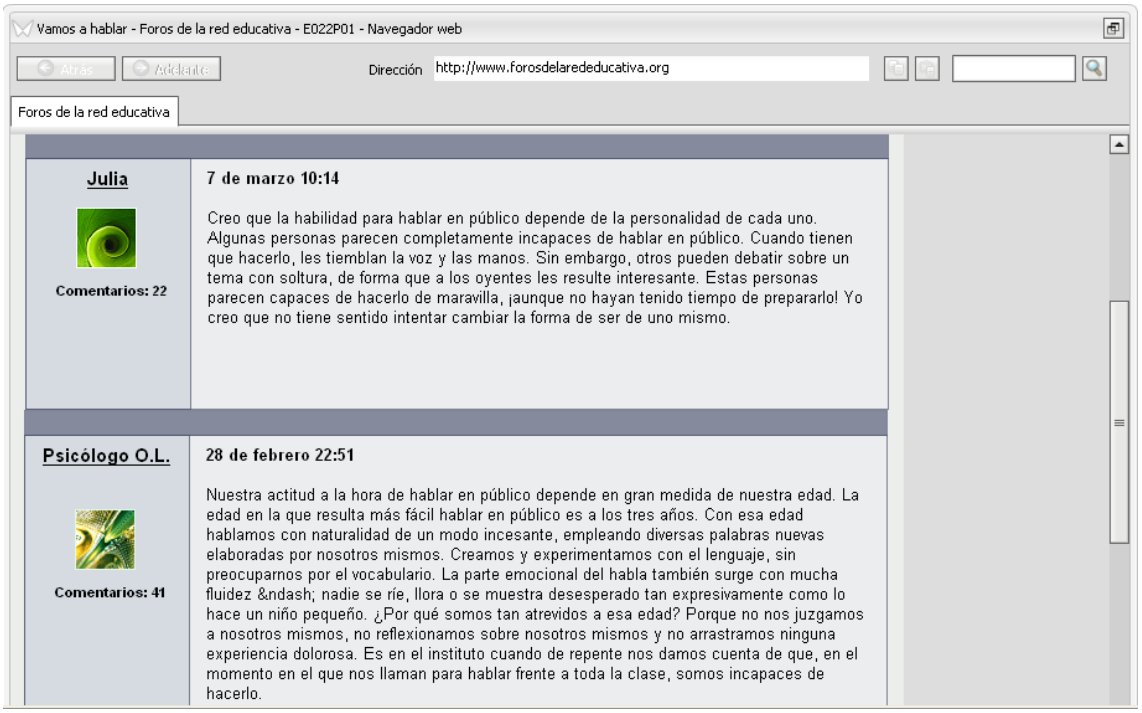


Esta unidad se basó en un foro de discusión *on line* sobre los retos de hablar en público. La discusión la inicia Marga en la parte inferior de la pantalla del foro de discusión (que se muestra en la pantalla 1E) haciendo referencia a su terror a hablar en público, delante de la clase, y pide ayuda y consejo.

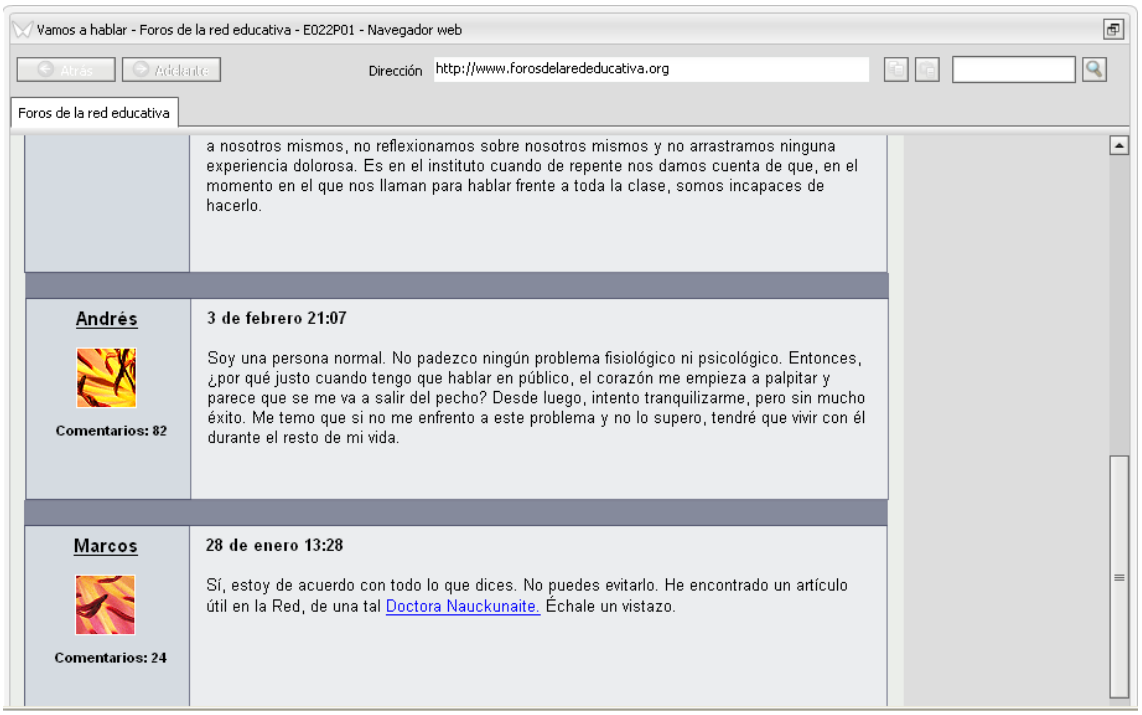
El tema de la discusión, enmarcado en una situación educativa, es un ejemplo de contexto que resultaría familiar a la mayoría de los alumnos de PISA. Por lo que respecta al formato y al tipo de texto, *VAMOS A HABLAR* está clasificado como texto múltiple, de varios autores, y argumentativo en cuanto a estructura retórica. Presenta una situación interactiva en la que cada participante responde directamente a los demás. Se trata de un tipo de intercambio nuevo y más rápido, que se ha convertido en una forma habitual de comunicación que va en aumento. En este tipo de texto múltiple, la comprensión de cada texto depende del seguimiento de la cadena de participantes.

La página del foro de discusión es bastante larga: consta de ocho entradas. Para leer la primera es necesario desplazarse hacia abajo. Las pantallas 1B-1E muestran lo que ve el lector cuando se desplaza en esa dirección.

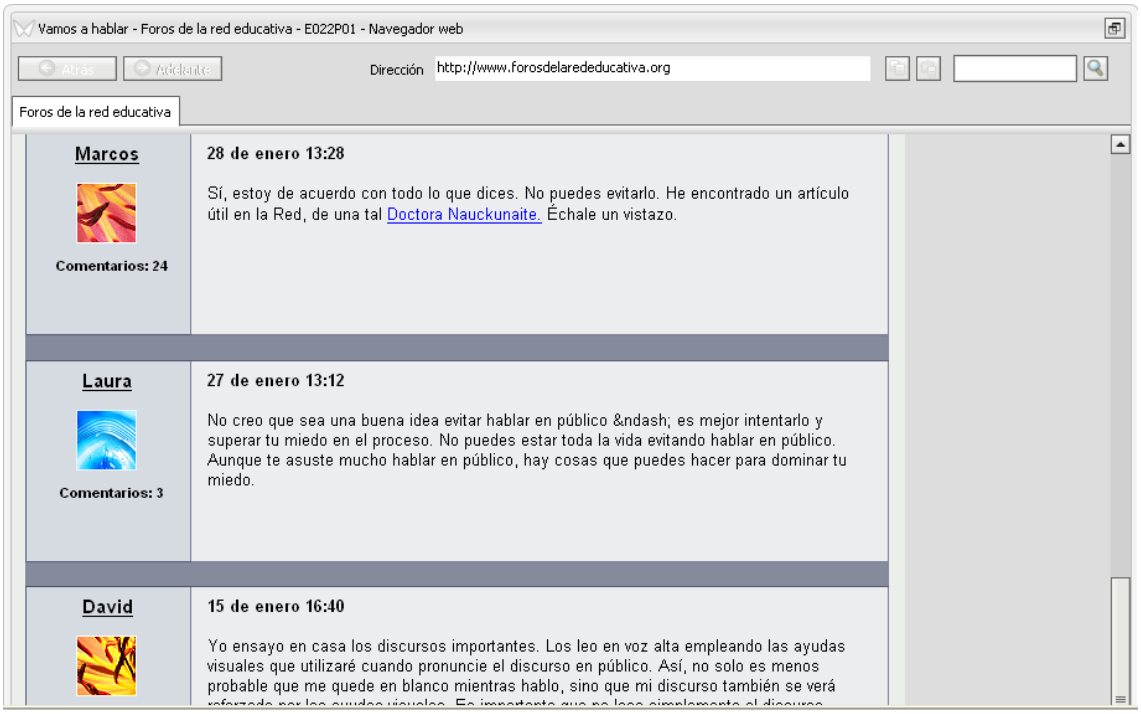
PANTALLA 1B



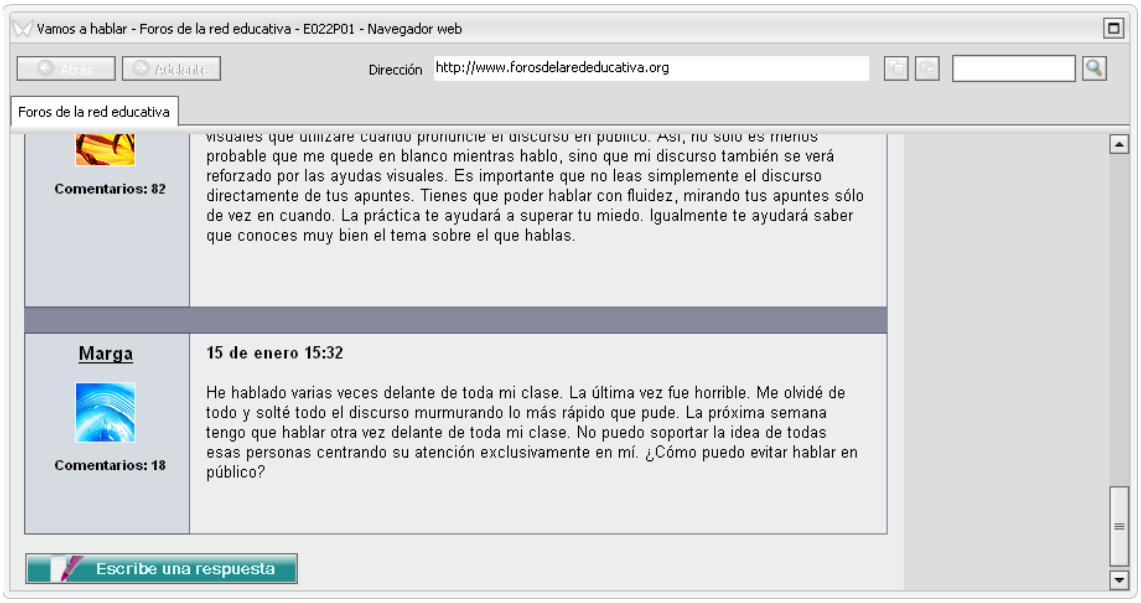
PANTALLA 1C



PANTALLA 1D



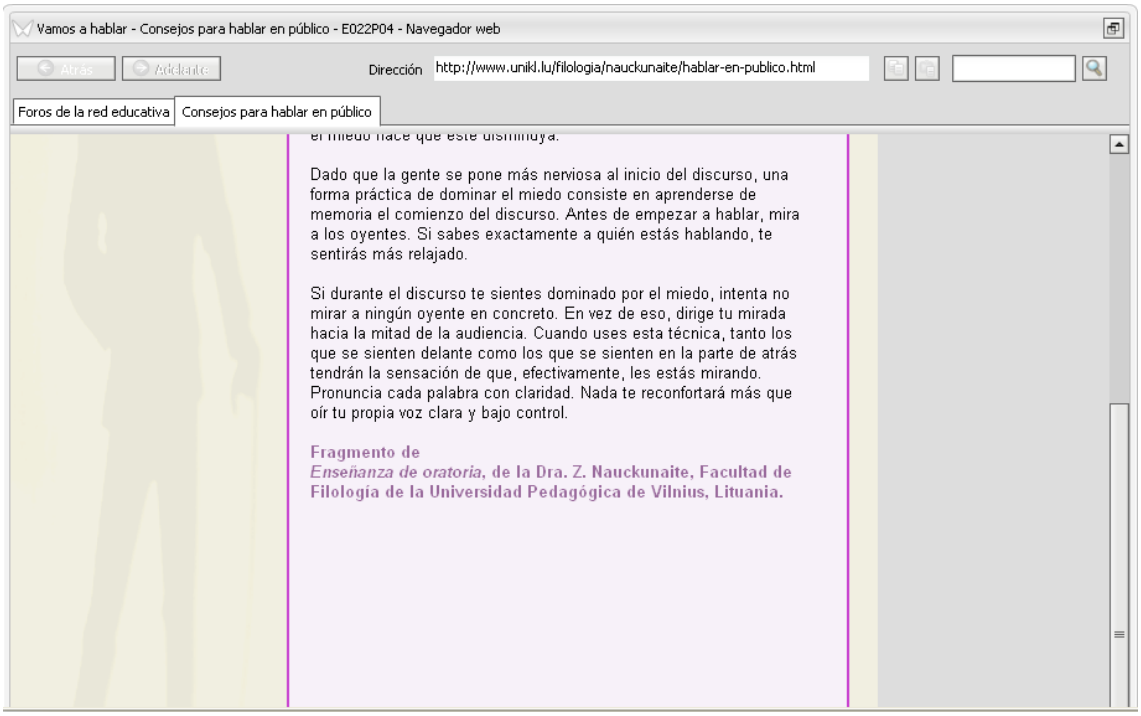
PANTALLA 1E



Además de la página de inicio, la unidad incluye solo otro estímulo, al que se accede haciendo clic sobre el enlace en uno de los blogs que lo recomienda como «consejo del experto». La segunda pantalla, que corresponde al asesoramiento ofrecido por la Dra. Nauckunaite, también requiere desplazarse (véanse las pantallas 2A y 2B).

PANTALLA 2A

PANTALLA 2B



Esta unidad de lectura en soporte digital, administrada en la prueba piloto de PISA 2009, incluía diversos ejercicios en los que los alumnos debían comprender cómo estaba organizado el sitio web, identificar las ideas principales, tanto en el conjunto como en cada entrada individual, y reconocer la existencia de opiniones encontradas. El ejercicio final invitaba a los alumnos a leer la última entrada (la primera que aparece en la página del foro de discusión), en la que Marga había leído, en una situación hipotética, toda la información suministrada y ahora está solicitando un último consejo que resuma todo lo anterior. Dicho ejercicio se reproduce a continuación.

EJERCICIO – VAMOS A HABLAR

Mira el comentario de Marga del 10 de marzo. Haz clic en «Escribe una respuesta» y escribe una respuesta a Marga. En tu respuesta, responde a su pregunta sobre qué participante, en tu opinión, sabe más sobre este tema.

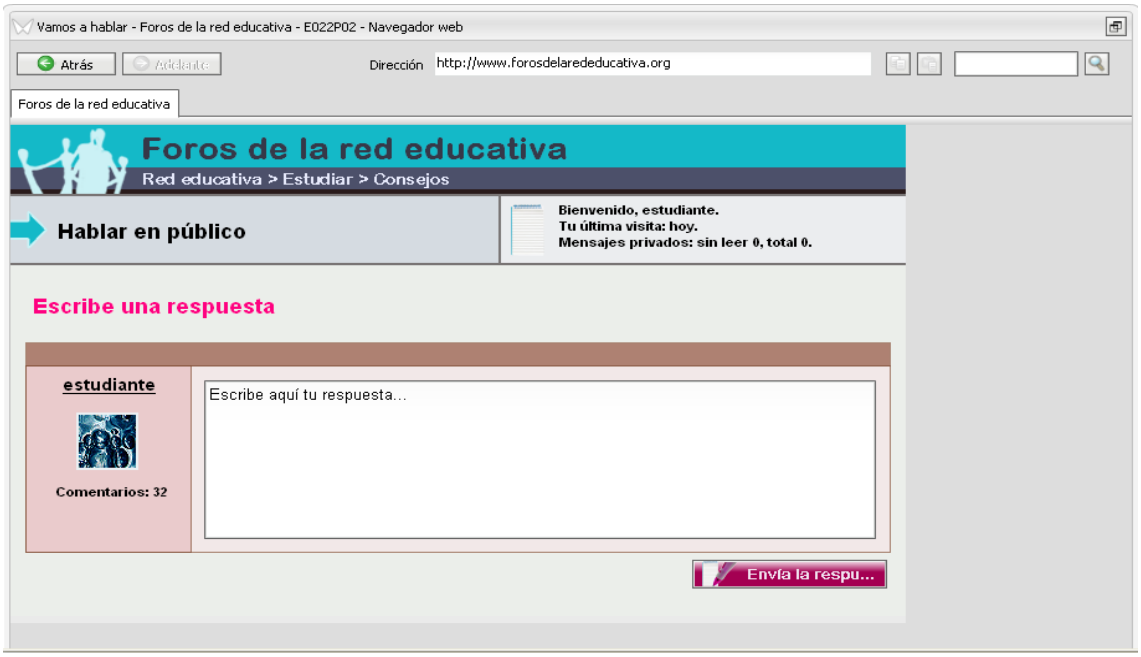
Justifica tu respuesta.

Haz clic en «Envía la respuesta» para añadir tu respuesta al foro.

Este es un ejercicio que requiere que se localicen e integren varios datos. En la segunda entrada del blog, Marga pide al lector que analice y compare cuatro textos breves (los de Julia, David, el Psicólogo O.L. y la Dra. Nauckunaite). También exige una valoración de las opiniones desde el punto de vista de las credenciales profesionales o de la calidad y persuasión intrínsecas a los argumentos. Se clasifica como una pregunta *compleja*, pues se basa de forma notable en los tres aspectos: *acceder y obtener*, *integrar e interpretar*, y *reflexionar y valorar*.

Una dimensión añadida a la exigencia del ejercicio es que el alumno debe demostrar una cierta competencia en el manejo de la estructura formal y de las convenciones de navegación del entorno basado en mensajes desplazándose, haciendo clic en un enlace incrustado en el texto y, por último, pulsando en otro enlace (botón) para escribir una respuesta. Una vez que el alumno ha pulsado en «Escribe una respuesta», aparece la pantalla 3 con un área en la que puede introducirse la respuesta.

PANTALLA 3



La codificación de esta pregunta en la prueba piloto de PISA 2009 se basó en la respuesta textual introducida por el alumno en el área «Escribe una respuesta». (Debe tenerse en cuenta que se podía obtener la máxima puntuación sin hacer clic en «Envía la respuesta» — este detalle se añadió para darle autenticidad). Sin embargo, en la elaboración de la pregunta las exigencias relativas al procesamiento del texto y a la navegación se manipularon deliberadamente para diseñar el ejercicio de modo que el espacio de información de la evaluación se cubriese al máximo. La Tabla 2.7 muestra una versión simplificada de cómo puede analizarse el ejercicio *VAMOS A HABLAR* desde el punto de vista del procesamiento del texto y de los elementos de navegación.

Tabla 2.7

Análisis de un ejercicio de evaluación de la lectura en soporte digital, VAMOS A HABLAR

Paso	Página de inicio / Procesamiento del texto requerido / Nivel de dificultad del texto	Características / herramientas de navegación requeridas	Descripción del aspecto / procesamiento del texto	Acción
1	Pantalla 1A Un texto argumentativo breve Nivel: medio	Barra de desplazamiento	Interpretar: desarrollar una comprensión de la pregunta que Marga plantea en su mensaje del 10 de marzo. Acceder: inferir que se puede acceder a los mensajes de las cuatro entradas a las que Marga hace alusión en su mensaje desplazándose, siendo ya visible el nombre del primer bloguero («Julia»).	Desplazarse hacia abajo
2	Pantalla 1B Dos textos argumentativos breves Nivel: medio	Barra de desplazamiento	Obtener: seleccionar dos nombre en el mensaje de Marga («Julia» y el «Psicólogo O. L.»). Interpretar: desarrollar una comprensión global de las ideas principales expresadas en las entradas de Julia y del Psicólogo O. L. Acceder: inferir que se puede acceder a las otras entradas de los blogueros requeridos desplazándose.	Desplazarse hacia abajo
3	Pantalla 1C Dos palabras destacadas en un texto argumentativo breve Nivel: bajo	Enlace incrustado	Acceder y obtener: localizar el enlace de la Dra. Nauckunaite incrustado en el blog de Marcos.	Hacer clic en el enlace incrustado del blog de Marcos
4	Pantalla 2A Texto formal integrado por elementos expositivos e instructivos Nivel: medio-alto	Barra de desplazamiento	Interpretar: desarrollar una comprensión global de las ideas principales expresadas en la primera parte de la página de la Dra. Nauckunaite. Acceder: inferir que el artículo continúa por debajo de la parte inferior de la pantalla.	Desplazarse hacia abajo

5	Pantalla 2B Texto formal integrado por elementos expositivos e instructivos Nivel: medio-alto	Botón Atrás	Interpretar: desarrollar una comprensión global de las ideas principales expresadas en la segunda parte de la página de la Dra. Nauckunaite. Acceder: volver a la página del foro de discusión utilizando el botón Atrás (la dirección de la navegación se facilita de forma explícita en el ejercicio).	Hacer clic en el botón Atrás
6	Pantallas 1A-1E Ocho textos argumentativos breves (echar un ojeada rápida para ver de qué tratan) Pantalla 1E Uno de dos textos argumentativos breves Nivel: medio	Barra de desplazamiento	Acceder: inferir que hay que seguir desplazándose para localizar la última entrada mencionada en el correo de Marga. Obtener: seleccionar un nombre en el mensaje de Marga («David»). Interpretar: desarrollar una comprensión global de la idea principal expresada en la entrada de David.	Desplazarse hacia abajo
7	Pantalla 1E Botón Escribe una respuesta Nivel: muy bajo	Botón Escribe una respuesta	Acceder: acceder a la página para contestar a Marga	Hacer clic en Escribe una respuesta
8	Pantalla 3 Cuadro de texto con el botón Escribe una respuesta [recordar los tres textos argumentativos breves de las pantallas 1A, 1B y 1C, y el texto formal integrado por elementos expositivos e instructivos de las pantallas 2A y 2B] Nivel: muy alto	Ninguna	Reflexionar y valorar: realizar una valoración del texto más fidedigno, combinando conocimientos previos con información de los tres textos argumentativos breves y del texto expositivo/instructivo más largo.	Responder introduciendo texto
9 (Opcional)	Pantalla 3 Botón Envía la respuesta	Botón Envía la respuesta	No pertinente	Hacer clic en Envía la respuesta

Para este ejercicio se han descrito nueve pasos bien diferenciados (el último opcional). Sin embargo, a excepción del paso n.º 8, el orden de los mismos podía modificarse para lograr exactamente el mismo resultado. Por ejemplo, el paso n.º 1 podía ir seguido del n.º 3; o la secuencia podía comenzar con el paso n.º 7 (pero usando el botón «Escribe una respuesta» que aparece en la pantalla 1A y, a continuación, el botón «Atrás» para volver a la página principal del foro). Existen otras muchas variaciones posibles de la secuencia. Como muestra este ejercicio, incluso con este número relativamente reducido de páginas enlazadas, los lectores en el medio digital construyen, hasta cierto punto, su propio texto por lo que respecta al orden en que acceden y procesan la información. La realización del paso n.º 8 para obtener la máxima puntuación supone contar con unas buenas habilidades de navegación para leer textos digitales (pasos 1 a 7) y también sólidas destrezas de procesamiento de textos, pues la respuesta requiere procesamiento, integración y valoración de múltiples textos, cuya exigencia, al menos en uno de ellos, es bastante alta (pasos 4 y 5).

Control de la presentación de los ejercicios en la evaluación de la lectura digital

Tal y como muestran las capturas de pantalla del ejercicio *VAMOS A HABLAR*, la interfaz de una unidad de lectura digital tiene dos áreas bien diferenciadas: el área del ejercicio, en la parte inferior de la pantalla, donde se sitúa la pregunta o instrucción, y el área del navegador en la parte superior de dicha pantalla, donde se localiza el estímulo. La tarea que aparece en el área del ejercicio permanece fija durante el tiempo que dura la pregunta,

mientras que el alumno puede navegar por el área del navegador para acceder a distintas páginas web o aplicaciones simuladas durante la realización del ejercicio.

En la evaluación de la lectura digital, tanto las unidades como las preguntas que las integran se presentan en un orden fijo o de «paso bloqueado». Este último procedimiento implica que los alumnos no pueden volver a una pregunta o unidad una vez que han pasado a la siguiente. Otra característica del diseño de presentación del ejercicio es que todos los alumnos ven la misma página al inicio de una pregunta dada, independientemente del lugar en el que finalizaron la pregunta anterior. Estas dos características contribuyen a la independencia de la pregunta.

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA LECTURA EN SOPORTE IMPRESO Y DIGITAL

Lectura en soporte impreso

PISA presenta los resultados según unas escalas de competencia que se pueden interpretar a efectos de las políticas. En PISA 2012, la lectura es un área de conocimiento secundaria y se administran menos preguntas de lectura a los alumnos participantes. Se presenta una única escala de competencia para la lectura impresa basada en la escala general compuesta para dicho tipo de lectura.

Para captar la progresión de la complejidad y dificultad en PISA 2012, la escala compuesta para la lectura impresa se basa en la de PISA 2009 y se divide en siete niveles de competencia, que se describen en la Figura 2.2. El nivel 6 es el más alto (antes de la evaluación de la lectura de PISA 2009, el nivel más alto era el 5). El más bajo es el nivel 1b (desde la evaluación de la lectura de PISA 2009, el nivel 1 pasó a denominarse 1a, añadiéndose un nuevo nivel, el 1b, que describe a los alumnos que hasta entonces habrían sido clasificados como «por debajo del nivel 1»). Estos distintos niveles de competencia permiten a los países adquirir más conocimientos sobre los tipos de ejercicios que los alumnos con una competencia lectora muy alta o muy baja pueden realizar. En PISA 2012, los niveles 2, 3, 4 y 5 siguen siendo los mismos que en PISA 2000.

• Figura 2.2 •

Breve descripción de los siete niveles de competencia para la lectura impresa en PISA 2012

Nivel	Límite de puntuación inferior	Porcentaje de alumnos que pueden realizar ejercicios en o por encima de cada nivel (promedio OCDE)	Características de los ejercicios
6	698	0,8%	Por lo general, los ejercicios de este nivel obligan al lector a realizar numerosas inferencias, comparaciones y contrastes de forma minuciosa y precisa. Exigen la demostración de una comprensión completa y detallada de uno o más textos y pueden entrañar la integración de información procedente de más de un texto. Los ejercicios pueden exigir al lector que maneje ideas que no le son familiares en presencia de informaciones encontradas que ocupan un lugar destacado y que genere categorías abstractas para las interpretaciones. Los ejercicios de *reflexionar y valorar* requieren que el lector formule hipótesis o valore de forma crítica un texto complejo o un tema que no le resulta familiar, teniendo en cuenta diversos criterios o perspectivas, y aplicando conocimientos sofisticados externos al texto. Una condición que destaca en los ejercicios de *acceder y obtener* es el análisis preciso y la atención minuciosa que debe prestarse a los detalles que pasan desapercibidos en los textos.
5	626	7,6%	Los ejercicios de este nivel en los que hay que obtener información obligan al lector a localizar y organizar varios fragmentos de

			información que no resultan evidentes en absoluto y a inferir qué información del texto es relevante. Los ejercicios de reflexionar requieren una valoración crítica o hipótesis, recurriendo a conocimientos especializados. Tanto los ejercicios de interpretar como los de reflexionar requieren una comprensión completa y detallada de un texto cuyo contenido o forma no resulta familiar. Por lo que respecta a todos los aspectos de la lectura, los ejercicios de este nivel suelen entrañar el manejo de conceptos que son contrarios a las expectativas.
4	553	28,3%	Los ejercicios de este nivel en los que hay que obtener información obligan al lector a localizar y organizar varios fragmentos de información que no resultan evidentes. Algunos de ellos requieren interpretar el significado de los matices del lenguaje de una sección del texto teniendo en cuenta el texto en su totalidad. Otros ejercicios de interpretar exigen la comprensión y aplicación de categorías en un contexto poco habitual. En este nivel, los ejercicios de reflexionar demandan al lector el uso de conocimientos formales o públicos para formular hipótesis o analizar de manera crítica un texto. Los lectores deben mostrar una comprensión precisa de textos largos o complejos cuyo contenido o forma pueden resultar desconocidos.
3	480	57,2%	Los ejercicios de este nivel obligan al lector a localizar y, en algunos casos, reconocer la relación entre distintos fragmentos de información que deben ajustarse a varios criterios. Los ejercicios de interpretar requieren que el lector integre distintas partes de un texto para identificar una idea principal, comprender una relación o interpretar el significado de una palabra o frase. Debe tener en cuenta numerosos elementos para comparar, contrastar o categorizar. La información requerida no suele ocupar un lugar destacado o hay muchas informaciones encontradas; o existen otros obstáculos en el texto, como ideas contrarias a las previstas o expresadas de forma negativa. Los ejercicios de reflexionar pueden exigir al lector que realice conexiones o comparaciones y que dé explicaciones, o bien que valore una característica del texto. Algunos de estos ejercicios obligan al lector a demostrar una comprensión detallada del texto en relación con el conocimiento habitual y cotidiano. Otros ejercicios no requieren una comprensión detallada del texto, pero sí que el lector recurra a conocimientos menos habituales.
2	407	81,2%	Algunos ejercicios de este nivel obligan a lector a localizar uno o más fragmentos de información que pueden tener que inferirse y ajustarse a varios criterios. Otros requieren que se reconozca la idea principal del texto, que se comprendan relaciones y que se interprete el significado de una parte delimitada de un texto cuando la información no ocupa un lugar destacado y el lector debe realizar inferencias sencillas. Los ejercicios pueden incluir comparaciones o contrastes basados en una única característica del texto. Los ejercicios de reflexionar típicos de este nivel obligan al lector a realizar una comparación o varias conexiones entre el texto y los conocimientos externos recurriendo a las experiencias y actitudes personales.
1a	335	94,3%	Los ejercicios de este nivel obligan al lector a localizar uno o más fragmentos independientes de información explícita; reconocer el tema principal o la intención del autor de un texto que verse sobre un tema familiar, o realizar una conexión simple entre la información del texto y el conocimiento habitual y cotidiano. Por lo general, la información requerida ocupa un lugar destacado en el texto y existen escasas o nulas informaciones encontradas. Se lleva al lector de forma explícita a analizar factores relevantes del ejercicio y del texto.
1b	262	98,9%	Los ejercicios de este nivel obligan al lector a localizar un único fragmento de información explícita que ocupa un lugar destacado en un texto breve y sintácticamente sencillo, donde el contexto y el tipo de texto son familiares, como por ejemplo una narración o una lista sencilla. El texto suele ofrecer ayudas al lector, como la repetición de información, dibujos, o símbolos familiares. Las informaciones encontradas son mínimas. En los ejercicios de interpretar, el lector puede tener que realizar asociaciones sencillas entre sucesivos fragmentos de información.

Lectura en soporte digital

Para aquellos países que optaron por aplicar la evaluación de la lectura en soporte digital se creó, a partir de PISA 2009, una escala adicional basada solo en ejercicios de lectura digital, iniciándose una nueva línea de tendencia. Dado el número relativamente reducido de preguntas incluidas en el banco correspondiente a PISA 2012 (al igual que en PISA 2009), el rango de dificultad de los ejercicios de lectura digital permite describir cuatro niveles de competencia lectora: nivel 2, 3, 4 y 5 o superior. Dichos niveles se describen en la Figura 2.3. Es probable que los alumnos cuya competencia se enmarca en el nivel 2 puedan realizar con éxito ejercicios dentro de ese rango de dificultad, pero no es probable que puedan realizar los de niveles superiores. Los alumnos con una puntuación dentro del rango correspondiente al nivel 4 es probable que sean capaces de realizar de forma satisfactoria los ejercicios situados en ese nivel y en los niveles inferiores.

• Figura 2.3 •

Breve descripción de los cuatro niveles de competencia para la lectura digital en PISA 2012

Nivel	Límite de puntuación inferior	Porcentaje de alumnos que pueden realizar ejercicios en o por encima de cada nivel (promedio OCDE)	Características de los ejercicios
5 o superior	626	7,8%	Por lo general, los ejercicios de este nivel obligan al lector a localizar, analizar y valorar de forma crítica la información relacionada con un contexto no familiar en presencia de ambigüedad. Exigen la elaboración de criterios para valorar el texto. Los ejercicios pueden requerir navegar a través de varios sitios sin una dirección explícita y un examen detallado de los textos en distintos formatos.
4	553	30,3%	Los ejercicios de este nivel pueden obligar al lector a valorar información procedente de distintas fuentes, navegar a través de varios sitios, incluidos textos en diversos formatos, y elaborar criterios de valoración relacionados con un contexto familiar, personal o práctico. Otros ejercicios exigen al lector que interprete información compleja a partir de criterios bien definidos en un contexto científico o técnico.
3	480	60,7%	Los ejercicios de este nivel obligan al lector a integrar información ya sea navegando a través de distintos sitios para encontrar información específica bien definida o elaborando categorías sencillas cuando el ejercicio no está formulado de forma explícita. Cuando hay que recurrir a la valoración, solo es necesaria la información a la que se puede acceder de forma más directa o parte de la que está disponible.
2	407	83,1%	Por lo general, los ejercicios de este nivel obligan al lector a localizar e interpretar información que está bien definida, normalmente relacionada con contextos familiares. Pueden requerir la navegación a través de un número limitado de sitios y la aplicación de herramientas de navegación relacionadas con Internet, como los menús desplegables, que facilitan direcciones explícitas, o solo se requieren inferencias sencillas. Los ejercicios pueden exigir la integración de información presentada en distintos formatos, reconociendo ejemplos que se ajusten a categorías claramente definidas.

RESUMEN

Una tarea fundamental de PISA es facilitar información a los responsables políticos sobre las tendencias en el tiempo. Desde PISA 2009, la elaboración de una escala y subescalas basadas por completo en ejercicios de lectura impresa ha contribuido a registrar y analizar tendencias. Se ha elaborado un conjunto distinto de escalas para informar sobre la evaluación de la lectura digital y, allí donde sea posible, para presentar los resultados combinados de las evaluaciones de la lectura en soporte impreso y digital, proporcionado por tanto las bases para el establecimiento de nuevas líneas de tendencia para los ciclos futuros. Al anticipar una serie de opciones para la presentación de los resultados, el marco y la evaluación de la lectura de PISA facilitan una serie de datos para fundamentar el trabajo de los responsables políticos, educadores e investigadores.

El marco de lectura de PISA 2012 no ha variado con respecto al de 2009. La noción de competencia lectora va más allá de la simple medición de la capacidad de un alumno para descodificar y entender información literal. En PISA; la competencia lectora también implica comprender, utilizar, reflexionar y comprometerse con textos escritos, tanto para alcanzar metas personales como para participar de forma activa en la sociedad.

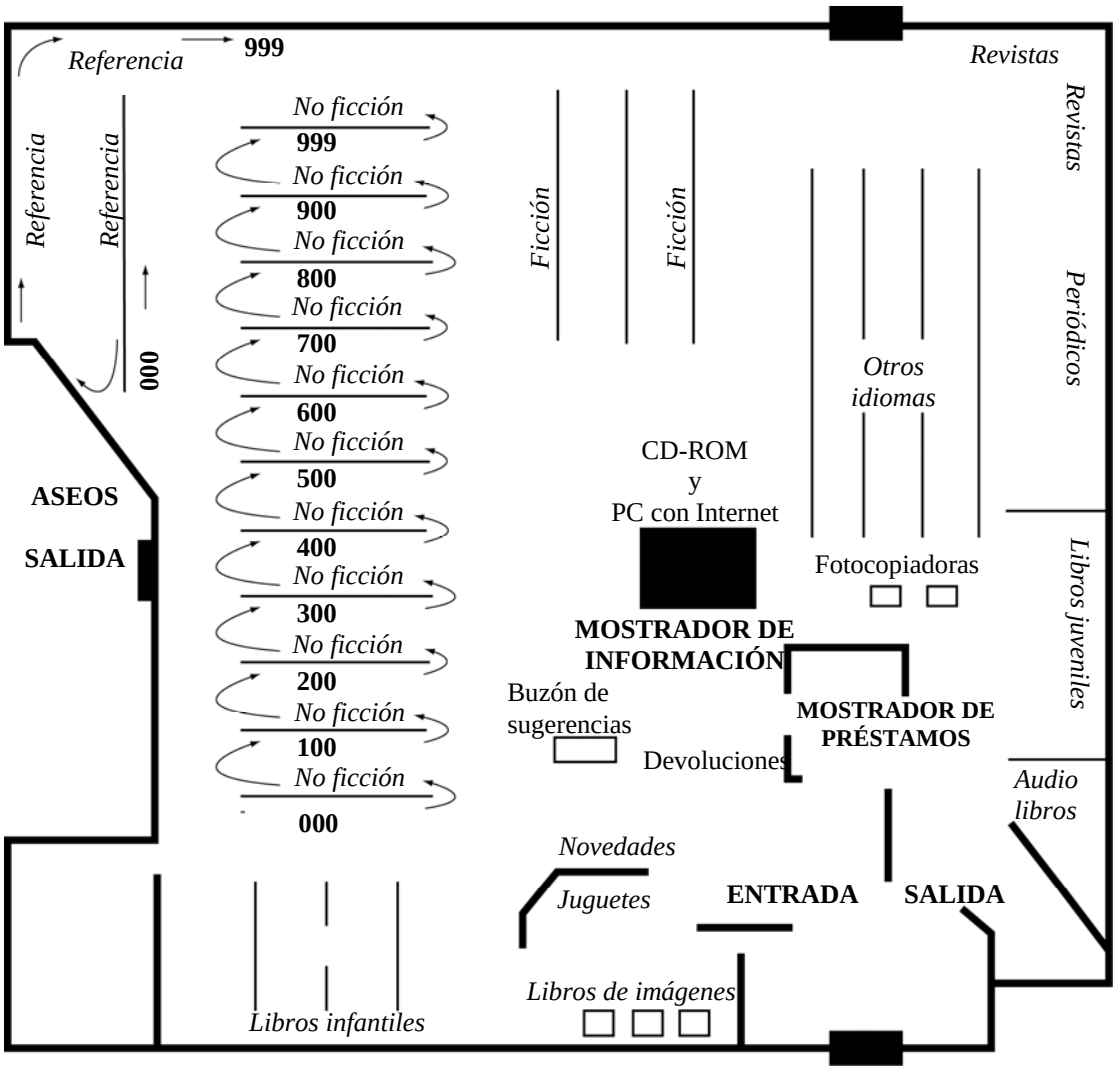
EJEMPLOS DE PREGUNTAS DE LECTURA DE PISA EN SOPORTE IMPRESO

PLANO DE LA BIBLIOTECA

El plano de la biblioteca, que constituye la base de esta unidad, es un ejemplo de tipo de texto discontinuo habitual que suele encontrarse en entornos laborales, personales, públicos y educativos. El contexto de este ejemplo se define como público porque el plano está relacionado con las actividades de una comunidad (biblioteca pública) y presupone el contacto anónimo con el lector. Por lo que se refiere al tipo de texto, el plano se clasifica como una descripción, pues la información que contiene hace referencia a las propiedades de los objetos en el espacio y a la relación entre ellos.

• Figura 2.4 •

Preguntas de la unidad PLANO DE LA BIBLIOTECA



PREGUNTA 1

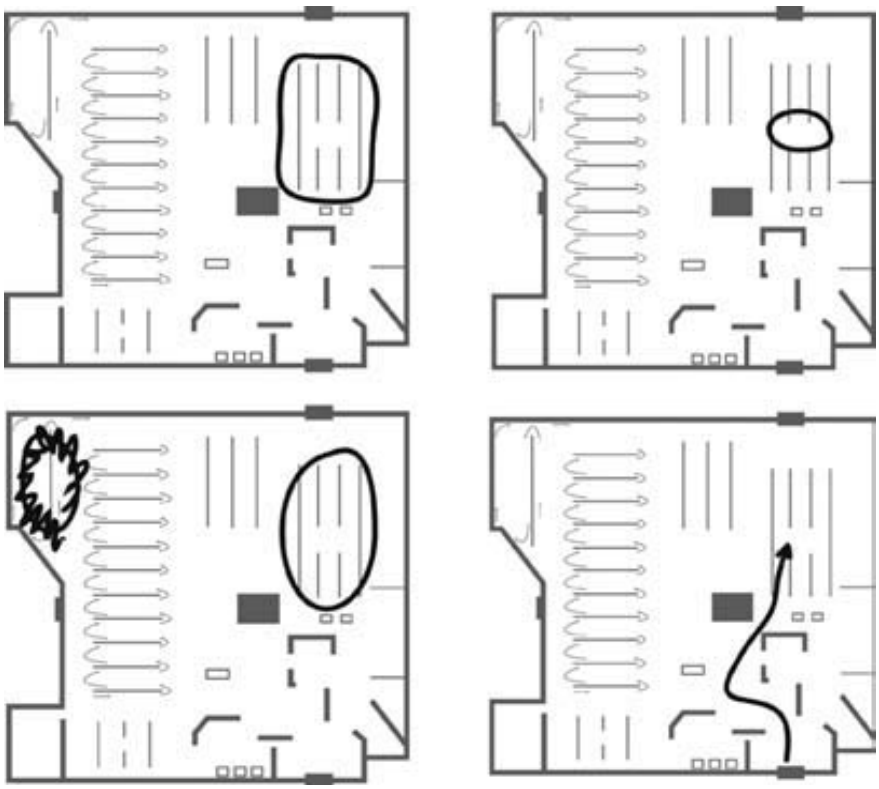
En el colegio te dicen que tienes que leer una novela en francés.
Dibuja en el plano anterior un círculo alrededor de la sección donde sería más probable que encontraras esa clase de libro para tomar prestado.

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Descripción
- Aspecto: Acceder y obtener: Obtener información
- Finalidad de la pregunta: Localizar información que coincide con un elemento realizando una inferencia de nivel bajo
- Formato de pregunta: Respuesta corta

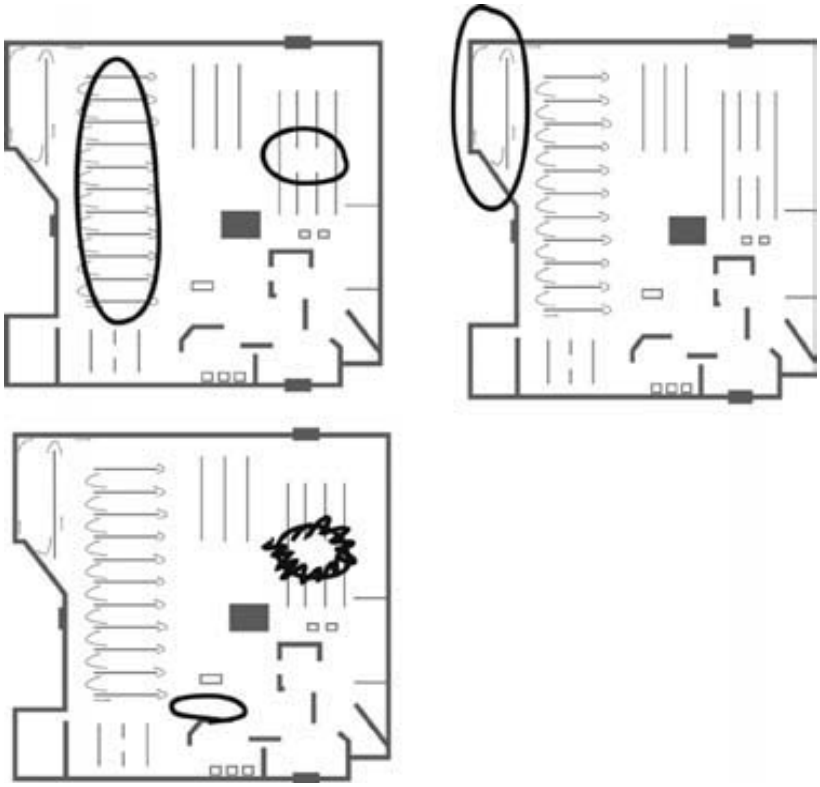
Máxima puntuación

Código 1: Rodea con un círculo la expresión «Otros idiomas» en las líneas (estantes) junto a las palabras.



Sin puntuación

Código 0: Otras, incluidos los círculos que rodean cualquier otro elemento del plano.



Código 9: Sin respuesta.

Esta pregunta de respuesta corta obliga al lector a buscar, localizar y seleccionar la información relevante en el área de información: en este caso, un plano. La información requerida se encuentra en un único sitio en vez de en varios, factor que con toda probabilidad reduce la dificultad. Por otro lado, la correspondencia entre las palabras del ejercicio y la inscripción del plano no es literal: el lector debe realizar una inferencia para categorizar «Francés» como «Otros idiomas». (En la nota para la traducción y adaptación se indicaba que en las versiones nacionales de la pregunta, el idioma al que se hiciese referencia en la misma debería ser uno de los idiomas extranjeros impartidos habitualmente en los centros escolares). Aún así, se trata de una pregunta bastante fácil: más de las cuatro quintas partes de los alumnos que participaron en la prueba piloto fueron capaces de identificar la sección correcta de la biblioteca. Tal como se indica en los ejemplos correspondientes a la máxima puntuación, que se facilitan en la guía de codificación, los alumnos podían marcar el texto de distintas maneras para indicar la respuesta. Aunque la pregunta especifica que para ello debe dibujarse un círculo, el formato de respuesta no es el criterio clave para asignar la puntuación: lo fundamental es que la contestación responda claramente a la finalidad de la pregunta: «localizar información que coincide con un elemento realizando una inferencia de nivel bajo».

PREGUNTA 2A

¿Dónde están situadas las Novedades?

A. En la sección de ficción.
B. En la sección de no ficción.
C. Cerca de la entrada.
D. Cerca del mostrador de información.

La respuesta correcta es la C: «Cerca de la entrada». Esta es una pregunta meramente informativa y por sí sola no da puntos a los alumnos. La contestación se tiene en cuenta al valorar la respuesta correspondiente a la Pregunta 2B.

PREGUNTA 2B

Explica por qué puede haberse elegido ese lugar para las Novedades.

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Descripción
- Aspecto: Reflexionar y valorar: Reflexionar sobre el contenido de un texto y valorarlo
- Finalidad de la pregunta: Formular hipótesis sobre la ubicación de un elemento de un plano recurriendo a los conocimientos y a las experiencias personales
- Formato de pregunta: Respuesta construida abierta

Máxima puntuación

Código 2: Respuesta correcta a la Parte A. Da una explicación coherente con la respuesta «Cerca de la entrada».

- Las personas las verán nada más entrar.
- Están separadas del resto de los libros y la gente las encontrará con facilidad.
- Para que la gente pueda verlas en primer lugar. [Implica haber reconocido que las Novedades están cerca de la entrada].
- Para que estén bien visibles.
- Están claramente visibles y no escondidas entre los estantes para que tengas que buscarlas.
- Las pasas de camino a la sección de Ficción.

O: Respuesta correcta a la Parte A de la pregunta anterior. Da una explicación que demuestra que han comprendido la ubicación de las Novedades con relación a una parte de la biblioteca que no es la entrada.

- Da a los niños la posibilidad de jugar mientras los adultos echan un vistazo alrededor. [Reconoce que las Novedades están cerca de la sección de Juguetes].
- Cuando las personas estén devolviendo los libros verán los nuevos.

Puntuación parcial

Código 1: Respuesta incorrecta a la Parte A. Da una explicación coherente con la respuesta dada a la pregunta anterior.

- [Respuesta a la Parte A: En la sección de Ficción]. Porque es la parte de la biblioteca utilizada por la mayoría de la gente, de modo que así se dan cuenta de los nuevos libros.
- [Respuesta a la Parte A: Cerca del mostrador de información]. Puesto que están cerca del mostrador de información, el bibliotecario puede contestar a las preguntas que le hagan sobre ellas

Sin puntuación

Código 0: Da una explicación insuficiente o vaga con independencia de que la respuesta a la Parte A sea correcta o incorrecta.

- Porque es el mejor sitio.
- También están cerca de la entrada. [Dice dónde están las Novedades sin dar una explicación].
- Las Novedades están cerca del buzón de sugerencias. [Dice dónde están las Novedades sin dar una explicación].

O: Muestra una comprensión inexacta del material o da una explicación inverosímil o irrelevante, con independencia de que la respuesta a la Parte A sea correcta o incorrecta.

- Para que la gente las vea cuando estén mirando los periódicos. [Inexacta, implica que las Novedades están cerca de los Periódicos.]
- Porque no hay otro sitio donde ponerlas. [Inverosímil]
- A algunas personas les gusta leer las novedades. [Respuesta irrelevante para la pregunta].
- [Respuesta a la Parte A: En la sección de Ficción]. Para que sea fácil dar con ellas. [Respuesta irrelevante para la respuesta dada a la Parte A]

Código 9: Sin respuesta.

Los criterios de codificación para este ejercicio son algo complicados. A los alumnos se les hacen dos preguntas – una de elección múltiple y otra de respuesta construida – pero solo la segunda se codifica directamente. Puesto que este ejercicio se incluye en la escala reflexionar y valorar, el componente de elección múltiple, que requiere, sobre todo, la obtención de información, no supone en sí mismo la consecución de ningún punto. Sin embargo, la pregunta de elección múltiple se tiene en cuenta al codificar la segunda pregunta de respuesta construida.

Para obtener la máxima puntuación la respuesta debe incluir tanto la lectura correcta del plano (localización de las Novedades cerca de la entrada) como una hipótesis sobre el motivo para colocar las Novedades en ese lugar. Para formular dicha hipótesis los lectores tienen que recurrir a su propia experiencia o conocimientos – en este caso sobre el funcionamiento de las bibliotecas y el uso que hacen de ellas los ciudadanos. En el contexto de PISA, el conocimiento externo requerido se supone que forma parte de las experiencias que previsiblemente tienen los jóvenes de 15 años.

Los alumnos solamente obtienen la puntuación parcial si no han logrado localizar correctamente las Novedades en el plano, pero han formulado una hipótesis verosímil sobre el motivo para colocarlas en ese lugar concreto. Al igual que las respuestas que obtienen la máxima puntuación, este tipo de respuesta cumple el objetivo de reflexionar sobre el contenido, que es lo fundamental de este ejercicio.

Esta era una pregunta fácil y más de las cuatro quintas partes de los alumnos que participaron en la prueba piloto obtuvieron la máxima puntuación.

AVISO EN EL SUPERMERCADO

Este aviso público está formado por un texto muy breve que tiene una función habitual: advertir a los consumidores del posible peligro de un producto y aconsejarles sobre su devolución para que les reembolsen el dinero. Aunque el formato del estímulo refleja las normas internacionales de los avisos para la retirada de productos, muchos alumnos pueden no haber visto este tipo de aviso. No obstante, el contenido de la advertencia está expuesto con claridad y se ha utilizado un número mínimo de palabras. Las galletas rellenas de chocolate fueron el producto elegido por ser muy conocidas y por su supuesto atractivo. Para elaborar preguntas fáciles muy cortas, los diseñadores de la prueba intentaron utilizar estímulos sencillos con un contenido familiar. Con esto no se pretendía solamente aligerar la carga cognitiva de las preguntas, sino también presentar textos con pocas probabilidades de intimidar a los alumnos con escasa competencia lectora, pues dichos lectores pueden desistir fácilmente de intentar incluso leer algo que según ellos parece muy difícil o muy largo. En cuanto

al formato de texto, el aviso en el supermercado se clasifica como discontinuo, pues consta de una lista de rasgos definidos. Por lo que respecta al tipo de texto, el aviso es instructivo: ofrece indicaciones sobre qué hacer si se ha comprado el producto

• Figura 2.5 •

Preguntas de la unidad AVISO EN EL SUPERMERCADO

Alerta de Alergia a los Cacahuetes

Galletas Rellenas de Chocolate

Fecha de la alerta: 4 de febrero

Nombre del fabricante: Fine Foods Ltd

Información sobre el producto: Galletas rellenas de chocolate, 125 g (Consumir preferentemente antes del: 18 de junio y consumir preferentemente antes del: 1 de julio).

Detalles: algunas galletas de estos lotes pueden contener trazas de cacahuete, que no están incluidas en la lista de ingredientes. Las personas alérgicas a los cacahuetes no deben comer estas galletas.

Actuación por parte del consumidor: si ha comprado estas galletas puede llevarlas al lugar donde las adquirió para que le devuelvan el dinero, o llamar al 900 32 33 34 para más información.

PREGUNTA 1

¿Cuál es la finalidad de este aviso?

A. Hacer publicidad de las Galletas rellenas de chocolate.

B. Indicar a las personas cuándo se elaboraron las galletas.

C. Prevenir a las personas acerca de las galletas.

D. Explicar dónde comprar Galletas rellenas de chocolate.

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Instrucción
- Aspecto: Integrar e interpretar: Desarrollar una comprensión global
- Finalidad de la pregunta: Identificar la idea principal de un texto breve asociando información sucesiva
- Formato de pregunta: Elección múltiple

Máxima puntuación

Código 1: C. Prevenir a las personas acerca de las galletas.

Sin puntuación

Código 0: Otras respuestas.

Código 9: Sin respuesta.

Para responder a esta pregunta correctamente, los alumnos deben desarrollar una comprensión global del texto para identificar su objetivo final. En concreto, para rechazar los distractores A y D, los alumnos deben reconocer que aunque el texto versa sobre un determinado producto, no se trata de un anuncio, sino de un aviso. Esta pregunta era fácil y su facilidad se deriva, en parte, de la enorme brevedad del texto en su conjunto.

PREGUNTA 2

¿Cómo se llama la empresa que elaboró las galletas?

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Instrucción
- Aspecto: Acceder y obtener: Obtener información
- Finalidad de la pregunta: Encontrar una correspondencia sinonímica en un texto breve
- Formato de pregunta: Respuesta construida cerrada

Máxima puntuación

Código 1: Fine Foods Ltd.

Sin puntuación

Código 0: Otras respuestas.

Código 9: Sin respuesta.

Para responder a esta pregunta correctamente, el alumno tiene que localizar un único dato que se menciona de forma explícita en el texto, utilizando una correspondencia sinonímica entre las indicaciones del ejercicio y el texto (empresa/fabricante). El hecho de que el texto en su totalidad sea muy breve y de que la información

necesaria se encuentre casi al inicio del mismo, hace más fácil el ejercicio. El formato de respuesta correspondiente al ejercicio es el denominado respuesta construida cerrada, puesto que solo una respuesta (con una mínima posibilidad de variación: Fine Foods o Fine Foods Ltd.) obtiene la máxima puntuación.

PREGUNTA 3

¿Tú qué harías si hubieses comprado estas galletas?

.....

¿Por qué lo harías?

Utiliza la información del texto para apoyar tu respuesta.

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Instrucción
- Aspecto: Reflexionar y valorar: Reflexionar sobre el contenido de un texto y valorarlo
- Finalidad de la pregunta: Elaborar hipótesis sobre una decisión personal a adoptar en respuesta a la información de un texto
- Formato de pregunta: Respuesta construida abierta

Máxima puntuación

Código 1: 3A: Proporciona una respuesta coherente con haber comprendido que puede devolver las galletas para que le reembolsen el dinero. Puede hacer referencia al hecho de comer las galletas o no comerlas, devolverlas o deshacerse de ellas de alguna otra forma Y

3B: da una explicación coherente con el texto y con la respuesta facilitada en 3A. Debe ser coherente con la idea de que los cacahuetes representan un peligro potencial.

- (3A)
Pido que me devuelvan el dinero.
(3B)
Me dice que lo haga.
Tengo alergia a los cacahuetes.
Hicieron algo mal.
Podría haber algún problema (más).
No me gustan los cacahuetes.
- (3A)
Tirarlas a la basura.
(3B)
Tengo alergia a los cacahuetes.
Podría haber algún problema.
- (3A)
Comerlas.
(3B)
Los cacahuetes no me harán daño.
No tengo alergia a los cacahuetes.
Me gustan los cacahuetes.
- (3A)
Dárselas a mi compañera de clase,
(3B)
Ella no tiene alergia a los cacahuetes.

• (3A)
Nada.
(3B)
No tengo alergia a los cacahuetes.
No voy a molestarme en volver a la tienda.

3A: Cita o parafrasea una parte pertinente del texto sin más explicación (dando a entender que el texto te indica qué hacer y que no es necesaria ninguna otra explicación).

3B: Sin respuesta.

• (3A) Llevarlas al lugar donde las compró para que le devuelvan el dinero o llamar al 900 32 33 34 para más información.
(3B) (sin respuesta)

• (3A) Llevarlas al lugar donde las compró para que le devuelvan el dinero.
(3B) (sin respuesta)

• (3A) Llamar al 900 32 33 34 para más información.
(3B) (sin respuesta)

• (3A) Llamar al número para más información.
(3B) (sin respuesta)

3A: Sin respuesta Y 3B: da una explicación de por qué no toma ninguna medida. Debe ser coherente con la idea de que los cacahuetes representan un peligro potencial.

• (3A) (sin respuesta)
(3B) No tengo alergia a los cacahuetes.

• (3A) (sin respuesta)
(3B) No voy a molestarme en volver a la tienda.

Sin puntuación

Código 0: Da una respuesta insuficiente o vaga.

• (3A) No lo sé
(3B) podrían tener cacahuetes

• (3A) comerlas
(3B) podría haber cacahuetes

Muestra una comprensión inexacta del material o da una respuesta inverosímil o irrelevante.

• (3A) (sin respuesta)
(3B) comprobar que contienen frutos secos.

• (3A) comerlas.
(3B) tienen la suficiente buena pinta como para comerlas.

• (3A) dárselas a alguien.
(3B) no importa.

• (3A) (sin respuesta)
(3B) Tengo alergia a los cacahuetes.

• (3A) (sin respuesta)
(3B) los cacahuetes pueden ser peligrosos.

• (3A) tirarlas a la basura.
(3B) Han caducado.

Código 9: Sin respuesta.

En esta pregunta los alumnos tienen que formular hipótesis sobre su probable respuesta personal a la información del texto. Puesto que la pregunta requiere una valoración basada en las preferencias personales o conductas probables, se clasifica como *reflexionar y valorar*. La guía de codificación indica que hay una amplia variedad de respuestas que pueden obtener la máxima puntuación, siempre y cuando la respuesta sea coherente con dos ideas fundamentales del texto: en primer lugar, que sea posible devolver las galletas y, en

segundo lugar, que las galletas representen un peligro potencial. La pregunta es fácil, y más de las cuatro quintas partes de los encuestados en la prueba piloto consiguieron la máxima puntuación. La facilidad de la pregunta puede explicarse, en parte, por la escasa reflexión que requiere: no se necesita ningún conocimiento especializado para explicar una preferencia personal sobre una decisión relacionada con un tema familiar como son los alimentos.

PREGUNTA 4

¿Por qué incluye el aviso las fechas para «consumir preferentemente»?

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Pública
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Discontinuo
- Tipo de texto: Instrucción
- Aspecto: Integrar e interpretar: Elaborar una interpretación
- Finalidad de la pregunta: Identificar la finalidad de un elemento convencional incluido en un texto breve
- Formato de pregunta: Respuesta construida abierta

Máxima puntuación

Código 1: Se refiere al hecho de que las fechas de consumo preferente identifican los lotes de galletas afectados.

- Para identificar el lote o lotes.
- Para que sepas qué paquetes contienen cacahuetes.

Sin puntuación

Código 0: Se refiere a cuándo deben consumirse las galletas.

- Porque eso se refiere a cuándo las comes.
- Para indicarte cuándo comer las galletas.
- Para que no las guardes durante demasiado tiempo.
- Para decirte cuándo caducan.

Da una respuesta insuficiente o vaga.

- Es la fecha.

Muestra una comprensión inexacta del material o da una respuesta inverosímil o irrelevante.

- Para que sepas cuándo el aviso es irrelevante.

Código 9: Sin respuesta.

Menos de un tercio de los alumnos respondieron correctamente a esta pregunta. Dada la brevedad y simplicidad del texto, esto demuestra que las características de un texto solo explican, en parte, la dificultad de una pregunta. Los alumnos deben identificar la finalidad de una determinada parte del texto, en concreto, las fechas de «consumo preferente». La dificultad de la pregunta radica en que los alumnos deben centrarse en la finalidad de dicho elemento en este texto concreto. Los alumnos que responden mencionando la finalidad habitual de este elemento (es decir, indicar al consumidor la fecha en que debe haberse consumido el producto) no puntúan en esta pregunta. En este sentido, la respuesta que obtiene la máxima puntuación es contraria a la esperada, un marcador establecido de dificultad de la pregunta.

DESTINO BUENOS AIRES

Destino Buenos Aires es un fragmento de la novela *Vol de Nuit*, escrita en 1931 por Antoine de Saint-Exupéry y publicada en español con el título *Vuelo nocturno*. La única adición al texto original para su aparición en PISA fue una nota explicativa a pie de página sobre «la Patagonia», pues el grado de familiaridad de los alumnos con este topónimo sería sin duda dispar. La explicación ofrece un contexto que podría ayudar a los alumnos a negociar el texto. El fragmento presenta una pista de aterrizaje de Buenos Aires y ofrece, en su conjunto, el retrato de Rivière, un hombre abrumado por la responsabilidad de su trabajo. Aunque la novela fue escrita en 1931, las cuestiones que afectan al ser humano siguen siendo familiares.

• Figura 2.6 •

Preguntas de la unidad DESTINO BUENOS AIRES

De esta manera, los tres aviones de correo de la Patagonia1, Chile y Paraguay regresaban del sur, del oeste y del norte hacia Buenos Aires. Allí se esperaba su cargamento, para que pudiese despegar hacia la medianoche el avión hacia Europa.

Tres pilotos, cada uno tras una cubierta de motor pesada como una barcaza, perdidos en la noche, evaluaban su vuelo y, al acercarse a la ciudad inmensa, bajarían lentamente de su cielo tormentoso o en calma, como extraños campesinos que descienden de sus montañas.

Rivière, responsable de toda la operación, caminaba de arriba para abajo por la pista de aterrizaje de Buenos Aires. Permanecía en silencio, pues, hasta la llegada de los tres aviones, el día no presagiaba nada bueno para él. Minuto a minuto, a medida que le llegaban los telegramas, Rivière era consciente de que le arrebataba algo al destino, de que reducía gradualmente lo desconocido, de que sacaba a sus tripulaciones de la noche hasta la orilla.

Uno de los hombres se acercó a Rivière para comunicarle un mensaje transmitido por radio.

El correo de Chile anuncia que divisa las luces de Buenos Aires.

Bien.

Pronto Rivière oiría ese avión; la noche abandonaba ya a uno de ellos, como un mar, lleno de flujo y reflujo y misterios, abandona en la orilla el tesoro que ha zarandeado tanto tiempo. Y más tarde, devolvería a los otros dos.

Entonces, el trabajo de este día habría terminado. Entonces, las tripulaciones, cansadas, se irían a dormir, para ser reemplazadas por otras de refresco. Pero Rivière no tendría reposo: el correo de Europa, a su vez, lo llenaría de inquietud. Y así sería siempre. Siempre.

Antoine de Saint-Exupéry. Vol de Nuit .© Éditions Gallimard

1 Región del sur de Chile y Argentina.

PREGUNTA 1

¿Cómo se siente Rivière en su trabajo? Utiliza el texto para justificar tu respuesta.

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Personal
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Continuo
- Tipo de texto: Narración
- Aspecto: Integrar e interpretar: Elaborar una interpretación
- Finalidad de la pregunta: Relacionar la información presente en un relato para generalizar sobre el estado de ánimo de un personaje, aportando pruebas que justifiquen la generalización
- Formato de pregunta: Respuesta construida abierta

Máxima puntuación

Código 2: Describe cómo se siente Rivière en su trabajo refiriéndose al estrés, a la resistencia, a la carga que tiene que soportar o a su sentido del deber; Y da una explicación haciendo referencia a una parte pertinente del texto. Puede referirse al texto en general, parafrasearlo o citarlo directamente. La cita debe corresponder al sentimiento mencionado.

- Está abrumado por todo, puede verse en la última línea, nunca descansa.
- Está estresado. El día «no presagiaba nada bueno para él».
- Está agobiado. ¡Todo el día lo pasa preocupado por esos tres aviones y luego tiene que preocuparse por el europeo!
- Está resignado. Puede verse en ese último «siempre» que piensa que las cosas nunca cambiarán.
- Se preocupa de verdad por su trabajo. Es incapaz de relajarse hasta que no sabe que todos están a salvo. [Incluye una referencia general al texto].

Puntuación parcial

Código 1: Describe cómo se siente Rivière en su trabajo refiriéndose al estrés, a la resistencia, a la carga que tiene que soportar o a su sentido del deber, sin dar una explicación que haga referencia al texto.

- Se siente realmente responsable de las cosas que ocurren.
- Está estresado

Sin puntuación

Código 0: Da una respuesta insuficiente o vaga.

- Muestra una comprensión inexacta del material o da una respuesta inverosímil o irrelevante.
- Le gusta su trabajo porque está al mando de muchas cosas. [El texto no lo confirma]
- Cree que está genial porque puede ver aviones. [El texto no lo confirma]

Código 9: Sin respuesta.

La guía de codificación de esta pregunta muestra que hay dos tipos de respuesta que puntúan. Las respuestas que logran la máxima puntuación son aquellas que responden con exactitud a la pregunta y ofrecen una explicación haciendo uso del texto. Las respuestas que obtienen una puntuación parcial son aquellas que responden con precisión a la pregunta, pero sin dar una explicación. El código correspondiente a la puntuación parcial reconoce que una respuesta incompleta es mejor que una inexacta. En la prueba piloto, menos de la mitad de los alumnos recibieron la máxima puntuación para esta pregunta, pero otra cuarta parte obtuvo una puntuación parcial, lo que significa que, aproximadamente, unas tres cuartas partes de los alumnos consiguieron algún tipo de puntuación (bien la máxima o la parcial). Esta pregunta está clasificada como *integrar e interpretar*, pues aunque se pide a los alumnos que generen una respuesta que no figura de forma explícita en el texto, toda la información necesaria para responderla está incluida en él.

PREGUNTA 2

«Destino Buenos Aires» se escribió en 1931. ¿Crees que hoy en día las preocupaciones de Rivière serían parecidas? Justifica tu respuesta.

.....

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Personal
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Continuo
- Tipo de texto: Narración
- Aspecto: Reflexionar y valorar: Reflexionar sobre el contenido de un texto y valorarlo

- Finalidad de la pregunta: Elaborar hipótesis acerca de los efectos que sobre un personaje tiene un cambio producido dentro del contexto de la narración
- Formato de pregunta: Respuesta construida abierta

Máxima puntuación

Código 1: Responde (o da a entender) Sí O No, compara las épocas Y justifica su respuesta. Puede referirse a cuestiones materiales, como el progreso tecnológico o los avances en materia de seguridad O a cuestiones psicológicas como la ansiedad. La respuesta debe ser coherente con una lectura correcta del texto.

- En la actualidad, los pilotos (aviones) cuentan con instrumentos muy sofisticados para orientarse, lo que resuelve la cuestión técnica cuando las condiciones meteorológicas son malas.
- No, hoy en día, los aviones tienen radares y sistemas de pilotaje automáticos que pueden ayudarles a escapar de las situaciones peligrosas.
- Sí, los aviones siguen siendo peligrosos, al igual que cualquier otro medio de transporte. El riesgo de accidentes o de fallos en el motor nunca será erradicado.
- En la actualidad, las nuevas tecnologías y los avances técnicos son muy importantes, tanto en los aviones como en las pistas.
- Sí, aún existe el riesgo de accidentes.
- No, antes no existía el temor a un ataque terrorista.

Sin puntuación

Código 0: Da una respuesta insuficiente o vaga.

- No, los temores son distintos en la actualidad.
- Sí, ha habido algunos avances.
- En cierto sentido, sí, pero dentro del contexto actual. [Vaga]
- A lo largo de los años, las personas lo habrían cambiado. [Vaga]

Muestra una comprensión inexacta del material o da una respuesta inverosímil o irrelevante.

- No, porque no se viaja de noche hoy en día. [Incorrecto con relación al mundo]
- No, porque hoy en día los pilotos están mucho mejor entrenados. [Irrelevante]
- No, Rivière está realmente contento con su trabajo, pero hoy en día hay que preocuparse de los terroristas. [Lectura incorrecta del texto]

Código 9: Sin respuesta.

Esta era una pregunta bastante difícil y poco más de la mitad de los alumnos respondieron correctamente. La pregunta requiere que estos reflexionen sobre el contexto en el que fue redactado el texto, comparándolo con el suyo propio. La finalidad de la pregunta es fomentar la reflexión. Por tanto, siempre y cuando la respuesta sea coherente con una lectura correcta del texto y exprese una postura verosímil sobre el contexto de hoy en día, obtendrá la máxima puntuación, independientemente de la postura adoptada.

PREGUNTA 3

¿Qué le ocurre al protagonista de este texto?

A. Tiene una sorpresa desagradable.
B. Decide cambiar de trabajo.
C. Espera ocurra alguna cosa.
D. Aprende a escuchar a otros.

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Personal
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Continuo
- Tipo de texto: Narración
- Aspecto: Integrar e interpretar: Desarrollar una comprensión global
- Finalidad de la pregunta: Identificar la acción principal en un texto narrativo
- Formato de pregunta: Elección múltiple

Máxima puntuación

Código 1: C. Espera ocurra alguna cosa.

Sin puntuación

Código 0: Otras respuestas.

Código 9: Sin respuesta.

Esta era una pregunta fácil y alrededor de unas tres cuartas partes de los alumnos respondieron correctamente. La pregunta requiere que estos demuestren una comprensión global del texto identificando la idea principal. La pregunta obliga a establecer relaciones a lo largo del texto y a generalizar sobre la acción en su totalidad. La facilidad de la pregunta radica en el hecho de que la idea principal del texto está implícita y se refuerza en el mismo.

PREGUNTA 4

Según el penúltimo párrafo («Pronto …») ¿en qué se parecen la noche y el mar?

A. Los dos esconden lo que hay en ellos.
B. Los dos son ruidosos.
C. Los dos han sido domados por el hombre.
D. Los dos son peligrosos para el hombre.
E. Los dos son silenciosos.

A continuación se describen las características del marco:

- Situación: Personal
- Medio: Impreso
- Formato de texto: Continuo
- Tipo de texto: Narración
- Aspecto: Integrar e interpretar: Elaborar una interpretación
- Finalidad de la pregunta: Comprender la finalidad de la comparación en una metáfora
- Formato de pregunta: Elección múltiple

Máxima puntuación

Código 1: A. Los dos esconden lo que hay en ellos.

Sin puntuación

Código 0: Otras respuestas.

Código 9: Sin respuesta.

Esta pregunta requiere que los alumnos interpreten una metáfora, aunque la palabra «metáfora» se evita deliberadamente en el enunciado: es muy probable que la familiaridad de los estudiantes con estos términos metalingüísticos varíe en función de su formación académica, y dichos conocimientos metalingüísticos no forman parte de la descripción que PISA hace de la competencia lectora. Por otro lado, la capacidad de interpretar el lenguaje figurado, se considera un elemento fundamental en la interpretación de los textos y, en especial, de los literarios. Está admitido que uno de los retos específicos de las evaluaciones internacionales sobre la lectura es reflejar dicha capacidad en todas las lenguas y culturas. En esta pregunta, el lenguaje figurado en cuestión emplea términos («mar» y «noche») que pueden considerarse universalmente familiares y que tienen una connotación similar en todas las culturas en el contexto facilitado por el relato. Los resultados de la prueba piloto indican que la pregunta poseía características psicométricas sólidas y funcionaba de forma similar en todos los países y lenguas. Por tanto, demuestra que en ocasiones es posible elaborar con éxito una pregunta centrada en las cualidades literarias de un texto, como el lenguaje figurado, para una evaluación internacional. Asimismo demuestra que, aunque en PISA lo más habitual es que las preguntas de elección múltiple tengan cuatro opciones de respuesta posibles, a veces, se ofrecen más de cuatro. La pregunta era moderadamente difícil y menos de dos tercios de los alumnos respondieron correctamente.

Notas

1. El análisis en este apartado hace referencia tanto a la lectura en el medio impreso como digital, a menos que se indique lo contrario.

2. Esto no excluye el uso de varios textos en un ejercicio, aunque cada uno de ellos debe tener coherencia propia.

3. El vínculo de hipertexto es una técnica que apareció en los años 80 del siglo XX para conectar unidades de información en documentos digitales extensos (Conklin, 1987; Koved y Shneiderman, 1986; Lachman, 1989; Weyer, 1982). El vínculo de hipertexto o hipervínculo es un trozo de información (una palabra o frase, o un dibujo o icono) que está conectado de forma lógica a otro trozo de información (normalmente una página). La utilización de los hipervínculos posibilita la creación de documentos de múltiples páginas interconectadas.

Referencias bibliográficas

Binkley, M. y **P. Linnakylâ** (1997), "Teaching Reading in the United States and Finland", en M. Binkley, K. Rust y T. Williams (eds.), *Reading Literacy in an International Perspective,* Ministerio de Educación de Estados Unidos, Washington D.C.

Bruner, J. (1990), *Acts of Meaning,* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Conklin, J. (1987), "Hypertext: An Introduction and Survey", *Computer,* vol. 20, pp.17-41.

Consejo de Europa (1996), *Modern Languages: Learning, Teaching, Assessment. A Common European Framework of Reference*, CC LANG (95) 5 Rev. IV, Consejo de Europa, Estrasburgo.

Coulombe, S., J-F. Tremblay y **S. Marchand** (2004), *Literacy Scores, Human Capital, and Growth Across Fourteen OECD Countries*, Statistics Canada, Ottawa.

Cunningham, A.E. y **K.E. Stanovich** (1998), "Early Reading Acquisition and its Relation to Reading Experience and Ability 10 Years Later", *Developmental Psychology,* vol. 33, pp. 934-945.

Dole, J.G. Duffy, L. Roehler y D. Pearson (1991), "Moving from the Old to the New: Research on Reading Comprehension Instrucción", *Review of Educational Research,* vol. 16 (2), pp. 239-264.

Fastrez, P. (2001), "Characteristic(s) of Hypermedia and how they Relate to Knowledge", *Education Media International,* vol. 38, pp. 101-110.

Halpern, D.F. (1989), *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking,* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, Nueva Jersey.

Holloway, J.H. (1999), "Improving the Reading Skills of Adolescents", *Educational Leadership,* vol. 57(2), pp. 80-82.

Hubbard, R. (1989), "Notes from the Underground: Unofficial Literacy in one Sixth Grade", *Anthropology and Education Quarterly,* vol. 20, pp. 291-307.

Kirsch, I. (2001), *The International Adult Literacy Survey: Understanding What Was Measured,* Educational Testing Service, Princeton, Nueva Jersey.

Kirsch, I. y **P.B. Mosenthal** (1990), "Exploring Document Literacy: Variables Underlying the Performance of Young Adults", *Reading Research Quarterly,* vol. 25(1), pp. 5-30.

Koved, L. y **B. Shneiderman** (1986), "Embedded Menus: Selecting Items in Context", *Communications of the ACM,* vol. 29(4), pp. 312-318.

Lachman, R. (1989), "Comprehension Aids for Online Reading of Expository Text", *Human Factors,* vol. 31, pp. 1-15.

Legros, D. y **J. Crinon** (eds.) (2002), *Psychologie des apprentissages et multimedia,* Armand Colin, París.

Leu, D. (2007), *Expanding the Reading Literacy Framework of PISA 2009 to include Online Reading Comprehension*, inédito.

OCDE (2009), *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science,* PISA, OECD Publishing.

Pew Internet and American Life Project (2005), *Internet: The Mainstreaming of Online Life, Trends 2005,* Washington, D.C.

Reinking, D. (1994), "Electronic Literacy", *Perspectives in Reading Research,* vol. 4.

Shetzer, H. y **M. Warschauer** (2000), "An Electronic Literacy Approach to Network-based Language Teaching", en M. Warschauer y R. Kem (eds.), *Network-based Language Teaching: Concepts and Practice*, Cambridge University Press, Nueva York, pp. 171-185.

Smith, M.C., L. Mikulecky, M.W. Kibby y M.J. Dreher (2000), "What will be the Demands of Literacy in the Workplace in the Next Millennium?", *Reading Research Quarterly,* vol. 35(3), pp. 378-383.

Sticht, T.G. (ed.) (1975), *Reading for Working: A Functional Literacy Anthology*, Human Resources Research Organization, Alexandria, Victoria.

Stiggins, R.J. (1982), "An Analysis of the Dimensions of Job-related Reading", *Reading World,* vol. 82, pp. 237-247.

Sweets, R. y **A. Meates** (2004), *ICT and Low Achievers: What does PISA tell us?,* Ministerio de Educación húngaro y OCDE, Budapest y París.

Warschauer, M. (1999), *Electronic Literacies: Language Culture and Power in Online Education,* Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, Nueva Jersey.

Werlich, E. (1976), *A Text Grammar of English*, Quelle and Meyer, Heidelberg.

Weyer, S.A. (1982), "The Design of a Dynamic Book for Information Search", *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 17, pp. 87-107.

3

PISA 2012
Marco de Ciencias

Este capítulo presenta la teoría que subyace a la evaluación de ciencias de PISA 2012. Comienza con la definición de competencia científica, describe la organización de las ciencias en PISA y establece el contexto para las preguntas de la prueba. El capítulo expone los conocimientos y destrezas que constituyen la esencia de la evaluación: *identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente* y *utilizar pruebas científicas*. A continuación explica cómo los conocimientos y actitudes también están incluidos en la definición de competencia científica de PISA. Los ejemplos de preguntas que se ofrecen en este capítulo tienen como objetivo ilustrar la clasificación, el formato y la estructura de la evaluación de ciencias de PISA.

INTRODUCCIÓN

Este marco describe e ilustra la definición de *competencia científica* tal y como se utiliza en PISA y establece el contexto para las preguntas. Las ciencias son un área secundaria en PISA 2012 y su definición no ha cambiado desde 2006, cuando por primera vez fueron la principal área de conocimiento evaluada (OCDE, 2006; Bybee y McCrae, 2009), aunque se han producido algunas modificaciones terminológicas debido al esfuerzo realizado para que el lenguaje utilizado en PISA se adaptase mejor al empleado en la iniciativa DeSeCo (OCDE 2003).

En el presente marco, el término «competencia científica» denota una competencia general integrada por tres competencias científicas específicas. Una competencia no es solo conocimiento y destrezas (OCDE. 2003), pues incluye la capacidad de movilizar recursos cognitivos y no cognitivos en cualquier contexto dado. Cuando se analizan las dimensiones cognitivas de las competencias científicas específicas, que pueden resultar adecuadas para la evaluación de ciencias de PISA en la presente edición, se hace referencia a los conocimientos y destrezas científicas relevantes demostradas por los alumnos. No obstante, las subescalas de la escala de ciencias de PISA, tal y como se establecieron en PISA 2006, aún se denominan competencias científicas.

De acuerdo con su condición de área secundaria en esta edición, el cuestionario del alumnado no incluirá preguntas sobre las actitudes generales de estos hacia las ciencias; y el principal instrumento de evaluación tampoco incorporará este tipo de preguntas al evaluar los conocimientos y capacidades cognitivas, tal y como ocurrió en PISA 2006. Al igual que en 2009, en esta versión revisada del marco de ciencias de PISA 2012, el apartado en el que se describe la evaluación de ciencias se ha revisado para reflejar estos cambios, el análisis sobre las escalas de presentación de los resultados se ha actualizado y se han incluido ejemplos de unidades liberadas de PISA 2006 para ilustrar el marco.

La comprensión de las ciencias y la tecnología resulta crucial para la preparación para la vida de los jóvenes en la sociedad contemporánea. Mediante ella, el individuo puede participar plenamente en una sociedad en la que las ciencias y la tecnología desempeñan un papel fundamental. Esta comprensión faculta asimismo a las personas para intervenir con criterio en la definición de las políticas públicas relativas a aquellas materias científicas o tecnológicas que repercuten en sus vidas. En suma, comprender las ciencias y la tecnología influye de manera significativa en la vida personal, social, profesional y cultural de todas las personas.

Un alto porcentaje de los problemas, situaciones y asuntos a los que deben hacer frente las personas en sus vidas cotidianas requieren un cierto grado de conocimiento de las ciencias y la tecnología antes de poder ser valorados, comprendidos o abordados. Las personas se enfrentan a cuestiones con un componente científico o tecnológico tanto a nivel personal como a nivel comunitario, nacional e incluso global y, por tanto, se debería animar a los dirigentes nacionales a interrogarse sobre el grado de preparación que tienen los individuos de sus respectivos países para abordar este tipo de cuestiones. No obstante, quizá sea aun más importante preguntarse cómo responden ante estas cuestiones los alumnos de 15 años. Contestar a esta pregunta proporcionará un indicador anticipado sobre la forma en que responderán en un momento posterior de sus vidas ante la gran diversidad de situaciones vitales en las que se hallan presentes las ciencias y la tecnología.

Para establecer las bases de una evaluación internacional de los jóvenes de 15 años parece, pues, razonable formularse la siguiente pregunta: «¿Qué es importante que sepan, valoren y sean capaces de realizar los ciudadanos en las situaciones que comportan un contenido científico o tecnológico?». Responder a esta pregunta supone determinar los cimientos de la evaluación respecto a cómo los conocimientos, valores y habilidades que poseen hoy los estudiantes se relacionan con lo que necesitarán en el futuro. La clave de la respuesta reside en el conjunto de competencias concretas que se encuentran en el núcleo mismo de la evaluación de ciencias de PISA. Mediante ellas se interroga sobre la capacidad de los alumnos a la hora de:

- *identificar cuestiones científicas;*
- *explicar fenómenos científicamente;* y
- *utilizar pruebas científicas.*

Estas competencias concretas requieren que los alumnos den muestra, por un lado, de sus conocimientos y sus destrezas cognitivas y, por otro, de sus actitudes, valores y motivaciones al abordar y dar respuesta a las cuestiones relacionadas con las ciencias.

Identificar lo que deben conocer, valorar y ser capaces de realizar los ciudadanos en las situaciones que comportan aspectos científicos y tecnológicos puede parecer una tarea bastante clara y sencilla. Hacerlo, no

obstante, significa plantearse la cuestión de la comprensión científica, sin que ello implique un dominio del conjunto del conocimiento científico. En este sentido, el principio rector por el que se guiará el presente marco de evaluación serán las necesidades de los ciudadanos. En su condición de ciudadano, ¿qué conocimiento es el más indicado para una persona? La respuesta a esta pregunta incluye sin duda los conceptos básicos de las disciplinas científicas, pero ese conocimiento ha de ser a su vez utilizado en los contextos que los individuos se encuentran en sus vidas. Por otra parte, resulta bastante normal que las personas se vean en situaciones que requieren un cierto grado de conocimiento de la ciencia, entendida como un proceso que genera conocimiento y postula explicaciones del mundo natural[1]. Finalmente, los ciudadanos también deben ser conscientes de las relaciones complementarias que se dan entre las ciencias y la tecnología, así como de la ubicua influencia que ejercen las tecnologías de base científica sobre la naturaleza de la vida moderna.

¿Qué aspectos de las ciencias y la tecnología deben valorar los ciudadanos? La respuesta debería incluir el papel y la contribución de las ciencias y las tecnologías de base científica a la sociedad, así como su importancia en muchos contextos *personales*, *sociales* y *globales*. Es razonable esperar, por tanto, que los individuos se muestren interesados en las ciencias, apoyen los procesos de investigación científica y adopten una actitud responsable en relación con los recursos naturales y el medio ambiente.

¿Qué actividades relacionadas con las ciencias debe ser capaz de realizar una persona? Cualquier individuo se ve a menudo en la necesidad de extraer conclusiones adecuadas a partir de una serie de pruebas e informaciones que se le han suministrado. Asimismo, puede tener que evaluar las afirmaciones de terceros sobre la base de las pruebas presentadas o diferenciar entre una opinión personal y una aseveración basada en pruebas. En muchas ocasiones, las pruebas presentes en este tipo de situaciones tienen un carácter científico. No obstante, las ciencias también pueden desempeñar un papel de carácter más general debido a su estrecha vinculación con la aplicación de criterios racionales para contrastar ideas y teorías con las pruebas disponibles. Esto no significa, por supuesto, una negación de la importancia que tienen la creatividad y la imaginación en las ciencias, dos aspectos que siempre han desempeñado un papel crucial en el progreso de la comprensión humana del mundo.

¿Poseen los ciudadanos la capacidad de diferenciar las afirmaciones dotadas de solidez científica de las que carecen de ella? No es habitual que se pida al ciudadano medio que emita un juicio sobre la validez de las principales teorías científicas o sobre los potenciales avances de la ciencia. En cambio, lo que sí que hacen es tomar decisiones basándose en los datos que presentan los anuncios, en las pruebas esgrimidas en cuestiones jurídicas o en informaciones concernientes a su salud o a los temas relacionados con el medio ambiente y los recursos de su entorno más inmediato. Una persona cultivada debería ser capaz de distinguir el tipo de cuestiones a las que pueden dar respuesta los científicos, o el tipo de problemas que pueden ser solucionados mediante la aplicación de tecnologías de base científica, de aquellas otras que no pueden responderse ni solucionarse de esa manera.

DEFINICIÓN DE COMPETENCIA CIENTÍFICA

Las teorías actuales sobre los objetivos a los que debe aspirar la enseñanza de las ciencias hacen especial hincapié en la asimilación del conocimiento científico (que comprende también el conocimiento del enfoque científico de la investigación) y en la valoración del aporte que hacen las ciencias a la sociedad. Para alcanzar estos objetivos es necesario comprender los principales conceptos y explicaciones de la ciencia, pero también ser capaz de reconocer sus virtudes y sus limitaciones en el mundo en que vivimos. Otro objetivo sería, por tanto, desarrollar una actitud crítica y un enfoque reflexivo ante la ciencia (Millar y Osborne, 1998).

Son estos objetivos los que indican dónde se ha de poner el énfasis y cómo debe orientarse la formación en ciencias de todas las personas (Fensham, 1985). En consecuencia, las competencias que evalúa PISA son lo más amplias posible e incluyen aquellos aspectos que se relacionan con la utilidad personal, la responsabilidad social y el valor intrínseco y extrínseco del conocimiento científico.

Lo señalado hasta ahora sirve de marco para uno de los puntos clave de la evaluación de ciencias de PISA. La evaluación debe centrarse en aquellas competencias que sirvan para clarificar lo que los alumnos de 15 años conocen, valoran y son capaces de realizar dentro de unos contextos *personales, sociales* y *globales* definidos de una forma razonable y adecuada. Esta perspectiva difiere de aquellas otras que se sustentan exclusivamente en los programas escolares de ciencias y recurren profusamente a las disciplinas científicas, pues en este caso se incluyen los contextos educativos y profesionales y se reconoce el lugar preeminente que corresponde al

conocimiento, los métodos, las actitudes y los valores que definen las disciplinas científicas (Bybee, 1997a; Fensham, 2000; Gräber y Bolte, 1997; Mayer, 2002; Roberts, 1983; Unesco, 1993).

PISA evalúa los aspectos cognitivos y afectivos de las competencias científicas de los alumnos. Los aspectos cognitivos incluyen el conocimiento al que han de recurrir los alumnos, así como su capacidad de hacer uso del mismo de forma eficiente cuando llevan a cabo ciertos procesos cognitivos propios de las ciencias y de las investigaciones científicas que tienen relevancia a nivel *personal, social* y *global*. A la hora de evaluar las competencias científicas, PISA se interesa particularmente por aquellas cuestiones a las que el conocimiento científico puede realizar una aportación y que, ahora o en un futuro, harán que los estudiantes se vean involucrados en los procesos de toma de decisiones. Desde la perspectiva de sus competencias científicas, los alumnos abordan estas cuestiones según su grado de comprensión de los conocimientos científicos pertinentes, su capacidad para acceder a la información y evaluarla, su capacidad para interpretar las pruebas que hagan al caso y su capacidad para identificar los aspectos científicos y tecnológicos de la cuestión planteada (Koballa *et al*., 1997; Law, 2002). Además de estos aspectos cognitivos, también se toma en consideración la respuesta afectiva de los alumnos: los aspectos relacionados con la actitud contribuyen a despertar el interés del alumno y a mantener su apoyo a las ciencias, a la vez que lo motivan a actuar (Shibeci, 1984).

Cuadro 3.1 Conocimiento científico: terminología PISA

El término «conocimiento científico» que se emplea a lo largo de este marco de evaluación hace referencia conjuntamente al *conocimiento de la ciencia* y al *conocimiento acerca de la ciencia*. Por *conocimiento de la ciencia* se entiende el conocimiento del mundo natural a través de las principales disciplinas científicas, esto es, la física, la química, la biología, las ciencias de la Tierra y el espacio y las tecnologías de base científica. Por su parte, el *conocimiento acerca de la ciencia* hace referencia al conocimiento de los medios («investigación científica») y las metas («explicaciones científicas») de la ciencia.

La evaluación de ciencias de PISA representa un continuo que engloba tanto el conocimiento científico como las habilidades científicas asociadas a la investigación en el campo de las ciencias; incorpora una multiplicidad de dimensiones e incluye las relaciones entre la ciencia y la tecnología. Ofrece un análisis de la competencia científica de los alumnos mediante la evaluación de su capacidad para utilizar el conocimiento científico (Bybee, 1997b; Fensham, 2000; Law, 2002; Mayer y Kumano, 2002).

Cuadro 3.2 La competencia científica en PISA

A efectos de PISA, el concepto de competencia científica aplicado a un individuo concreto hace referencia a los siguientes aspectos:

- El conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre temas relacionados con las ciencias.
- La comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como una forma del conocimiento y la investigación humanos.
- La conciencia de las formas en que la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural.
- La disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

Explicación de la definición

Las observaciones que siguen contribuirán a clarificar la definición de competencia científica que se utiliza en PISA.

El empleo del término «competencia científica» en lugar del término «ciencia» pone de relieve la importancia que concede la evaluación de ciencias de PISA a la aplicación del conocimiento científico al contexto de las situaciones vitales, a la vez que se contrapone a la mera reproducción del conocimiento científico que caracteriza la enseñanza escolar. El uso funcional del conocimiento comporta la aplicación de los procesos que caracterizan a las ciencias y al método de investigación científica (que aquí se denominan competencias científicas), y viene determinado por la apreciación, el interés, los valores y los actos de los individuos en relación con los asuntos científicos. La capacidad de un alumno para poner en práctica sus competencias científicas conlleva necesariamente el *conocimiento de la ciencia*, así como la comprensión de los rasgos propios de la ciencia, entendida como un método para adquirir conocimientos (esto es, el *conocimiento acerca de la ciencia*). La definición reconoce asimismo que la disposición a ejercitar estas competencias concretas depende de las actitudes del individuo hacia las ciencias y de su disposición a implicarse en cuestiones relacionadas con las ciencias.

El conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas

Según esta definición, el «conocimiento» entraña mucho más que la capacidad de recordar información, hechos y nombres. La definición hace referencia tanto al *conocimiento de la ciencia* (el conocimiento del mundo natural) como al *conocimiento acerca de la ciencia* en sí misma. El primero de ellos comporta la comprensión de los conceptos y las teorías científicas fundamentales, mientras que el segundo implica comprender la naturaleza de la ciencia como actividad humana, así como el poder y las limitaciones del conocimiento científico. Las cuestiones que se han de identificar son aquellas a las que puede dar respuesta la investigación científica, lo cual, una vez más, requiere un *conocimiento acerca de la ciencia* y un conocimiento científico de los temas pertinentes. Especial relevancia tiene el hecho de que, a la hora de adquirir nuevos conocimientos, las personas en muchas ocasiones no pueden hacerlo a través de sus propias investigaciones, sino que deben acudir a otras fuentes, como son las bibliotecas o Internet. Extraer conclusiones basadas en pruebas supone seleccionar y evaluar la información y los datos, sabiendo reconocer al mismo tiempo que a menudo no se dispone de información suficiente para extraer una conclusión definitiva, lo cual obliga a especular sobre la información disponible de forma consciente y con la debida cautela.

Los rasgos característicos de la ciencia, entendida como una forma del conocimiento y la investigación humanos

Como ya se ha señalado, ser competente desde un punto de vista científico implica que los alumnos deben tener un cierto conocimiento de la forma en que los científicos obtienen datos y plantean explicaciones, y reconocer los rasgos esenciales de las investigaciones científicas y los tipos de respuesta que es razonable obtener por medio de la ciencia. Deben saber, por ejemplo, que los científicos recurren a la observación y los experimentos para recopilar datos sobre los objetos, los organismos y los sucesos del mundo natural. Esos datos se utilizan luego para proponer explicaciones que pasan a ser del dominio público y pueden ser empleadas en diversos tipos de actividades humanas. De hecho, la recogida y la utilización de datos constituyen dos elementos clave de las ciencias. La recogida de datos, en concreto, se guía por ideas y conceptos (a veces planteados en forma de hipótesis), y conlleva las nociones de relevancia, contexto y precisión, así como el carácter provisional de los conocimientos postulados, la receptividad a la revisión escéptica, el empleo de argumentos lógicos y la obligación de establecer nexos con el conocimiento actual e histórico y de dar cuenta de los métodos y procedimientos empleados para la obtención de pruebas.

Las formas en que la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural

Los puntos clave de esta afirmación residen en la idea de que la ciencia constituye una empresa humana y que dicha empresa ejerce una notable influencia en nuestras sociedades y en nosotros mismos como individuos. La categorización de empresa humana es aplicable asimismo al desarrollo tecnológico (Fleming, 1989). Aun cuando la ciencia y la tecnología difieren hasta cierto punto en sus objetivos, procesos y realizaciones, también se encuentran estrechamente relacionadas y, en muchos aspectos, resultan complementarias. A este respecto, la definición de competencia científica que aquí se postula incluye tanto la naturaleza de la ciencia y la tecnología como sus relaciones de complementariedad. A través de las políticas públicas, los individuos toman decisiones

que influyen en la orientación de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, el papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad tiene un componente paradójico, pues a la vez que plantean respuestas a interrogantes y dan soluciones a problemas, pueden ser el origen de nuevos interrogantes y problemas.

La disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo

El alcance de los significados que conlleva la primera parte de esta aseveración, «disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia», va más allá de la mera toma de apuntes o la realización ocasional de alguna práctica científica. Implica que se mantiene un interés continuado por la ciencia, que se tienen opiniones sobre ella y que se participa en actividades actuales y futuras de carácter científico. La segunda parte de la aseveración, «con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo», cubre varios aspectos de las actitudes y los valores de los individuos en relación con la ciencia. La frase entera hace referencia a una persona que se interesa por los temas científicos, piensa en temas de carácter científico, tiene interés en cuestiones relacionadas con la tecnología, los recursos y el medio ambiente, y reflexiona sobre la importancia de la ciencia desde una perspectiva personal y social.

Como no podía ser de otra manera, las competencias científicas recurren a la competencia en matemáticas y en lectura (Norris y Phillips, 1003). Por ejemplo, diversos aspectos de la competencia matemática pueden ser necesarios en un contexto de interpretación de datos. De modo similar, la competencia lectora puede resultar necesaria para que un estudiante demuestre su comprensión de la terminología científica. Si bien la intersección de estas otras áreas con la definición y evaluación de las ciencias en PISA es algo inevitable, en el núcleo de cada uno de los ejercicios de la evaluación deberá haber siempre determinados aspectos que pertenezcan de manera inequívoca al campo de la competencia científica.

ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO

En la definición aquí propuesta, el área de ciencias se concibe como un continuo en el que se estima que los individuos son más o menos competentes desde el punto de vista científico. Dicho de otra manera, se considera que las personas poseen diversos grados de competencia científica y no que posean o carezcan de competencia científica en términos absolutos (Bybee, 1997a y 1997b). Por ejemplo, un estudiante con un nivel de competencia menos desarrollado puede ser capaz de recordar conocimientos científicos factuales sencillos y de emplear conocimientos científicos de uso corriente para sacar o valorar conclusiones. En cambio, un alumno con un nivel de competencia científica más avanzado podrá crear y emplear modelos conceptuales con objeto de hacer predicciones y dar explicaciones, analizar investigaciones científicas, relacionar entre sí datos que puedan constituirse en pruebas, evaluar explicaciones alternativas de un mismo fenómeno y exponer sus conclusiones con precisión.

A efectos de esta evaluación, la definición de *competencia científica* de PISA puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (véase la Figura 3.1):

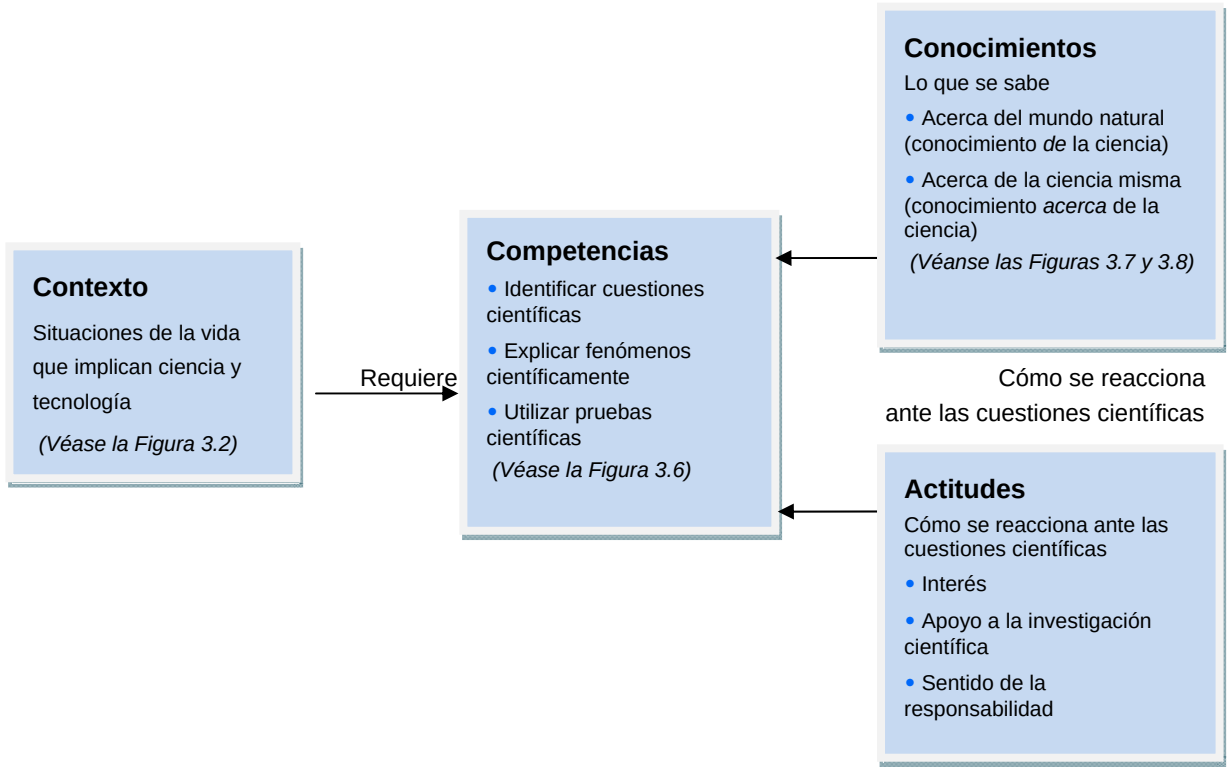
- Contexto: reconocer las situaciones de la vida dotadas de un contenido científico y tecnológico.
- Conocimientos: comprender el mundo natural por medio del conocimiento científico, en el que se incluye tanto el conocimiento del mundo natural como el conocimiento acerca de la ciencia en sí misma.
- Competencias: acreditar que se poseen una serie de competencias, como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y utilizar pruebas científicas.
- Actitudes: mostrar interés por la ciencia, respaldar la investigación científica y contar con la motivación necesaria para actuar de forma responsable en relación, por ejemplo, con los recursos naturales y los ambientes.

Los apartados que vienen a continuación reafirman y desarrollan estos aspectos interrelacionados. Al resaltar estos aspectos, el marco de ciencias de PISA se asegura de que la evaluación se centra en los resultados de la enseñanza de las ciencias en su conjunto. Varias preguntas han guiado el establecimiento de este marco. Son las siguientes:

- ¿Qué contextos son los más adecuados para evaluar a los alumnos de 15 años?
- ¿Qué competencias cabe esperar razonablemente que tengan los alumnos de 15 años?
- ¿Qué conocimientos cabe esperar razonablemente que tengan los alumnos de 15 años?
- ¿Qué actitudes cabe esperar razonablemente que tengan los alumnos de 15 años?

• Figura 3.1 •

Marco de la evaluación de ciencias de PISA



Situaciones y contexto

Un aspecto importante de la evaluación de ciencias de PISA hace referencia al grado de compromiso con la ciencia en una diversidad de situaciones. De hecho, a la hora de abordar cuestiones de carácter científico, la elección de los métodos y las representaciones a menudo depende de las situaciones en las que dichas cuestiones se presentan.

La situación es la parte del universo del estudiante en que se sitúan los ejercicios que se han de realizar. A este respecto, conviene señalar que las preguntas de la evaluación no se limitan a las situaciones propias del entorno escolar, sino que se presentan enmarcadas en una serie de situaciones comunes de la vida real. En la evaluación de ciencias de PISA, las preguntas están centradas en situaciones relacionadas con el yo, la familia y los grupos de compañeros (*personal*), la comunidad (*social*) y la vida a escala mundial (*global*). Otro tipo de marco, que puede ser adecuado para algunos temas, es el histórico, a través del cual se puede evaluar el grado de comprensión de los avances del conocimiento científico.

PISA evalúa los principales conocimientos científicos relevantes en los currículos educativos de ciencias de los países participantes, pero sin restringirse a los elementos compartidos por los currículos nacionales de los distintos países. A tal efecto, la evaluación requiere pruebas del uso satisfactorio de los conocimientos y destrezas científicas en situaciones importantes que reflejen el mundo y se ajusten a la esencia de PISA. Esto conlleva, a su vez, la aplicación de una serie de conocimientos sobre el mundo natural y sobre la propia ciencia, así como una evaluación de la actitud de los alumnos hacia las ciencias.

La Figura 3.2 proporciona un listado de las aplicaciones de la ciencia dentro de unos marcos *personales*, *sociales* y *globales* cuya principal función es servir de contextos o situaciones específicas para los ejercicios de la evaluación. En algunas ocasiones, no obstante, se recurre también a otro tipo de marcos (p. ej., tecnológicos, históricos), así como a otras áreas de aplicación. Estas áreas de aplicación son: «la salud», «los recursos naturales», «el medio ambiente», «los riesgos» y «las fronteras de la ciencia y la tecnología». Se trata de unas áreas en las que la ciencia resultará de gran valor para los individuos y las comunidades a la hora de mejorar y

mantener los niveles de calidad de vida y de desarrollar políticas públicas.

La evaluación de ciencias de PISA no es una evaluación de contextos. Lo que se evalúa son competencias, conocimientos y actitudes, según se presentan o se relacionan con unos determinados contextos. A la hora de seleccionar los contextos, es importante tener presente que lo que se pretende evaluar son las competencias científicas, el grado de asimilación de los conocimientos y las actitudes que han adquirido los alumnos al llegar al final de su etapa de educación obligatoria.

Las preguntas de PISA se organizan en grupos (unidades) que giran en torno a un estímulo común que establece el contexto de las preguntas. Los contextos empleados se eligen atendiendo a su relevancia para los intereses y la vida de los alumnos. En la elaboración de las preguntas se toman también en consideración las diferencias lingüísticas y culturales de los países participantes.

• Figura 3.2 •

Contextos de la evaluación de ciencias de PISA

	Personal (yo, familia y compañeros)	**Social** (la comunidad)	**Global** (la vida en todo el mundo)
Salud	Conservación de la salud, accidentes, nutrición	Control de enfermedades, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas
Recursos naturales	Consumo personal de materiales y energía	Manutención de poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, abastecimiento energético	Renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento demográfico, uso sostenible de las especies
Medio ambiente	Comportamientos respetuosos con el medio ambiente, uso y deshecho de materiales	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control de la contaminación, generación y pérdida de suelos
Riesgos	Naturales y provocados por el hombre, decisiones sobre la vivienda	Cambios rápidos (terremotos, rigores climáticos), cambios lentos y progresivos (erosión costera, sedimentación), evaluación de riesgos	Cambio climático, impacto de las modernas técnicas bélicas
Fronteras de la ciencia y la tecnología	Interés por las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones de carácter científico, deporte y ocio, música y tecnología personal	Nuevos materiales, aparatos y procesos, manipulación genética, tecnología armamentística, transportes	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo

Ejemplos de preguntas de ciencias de PISA

En este apartado se presentan tres ejemplos de unidades de ciencias correspondientes a la evaluación de PISA 2006. Se hace referencia a ellas en el resto del capítulo para ilustrar la diversidad de contextos implicados, las competencias científicas y las áreas de conocimiento científico abordadas por las preguntas de ciencias de PISA, así como los tipos de pregunta (formatos) empleados. Se muestra también la guía de puntuación para cada pregunta (para más información sobre los niveles de competencia, véase la Figura 3.10).

LLUVIA ÁCIDA

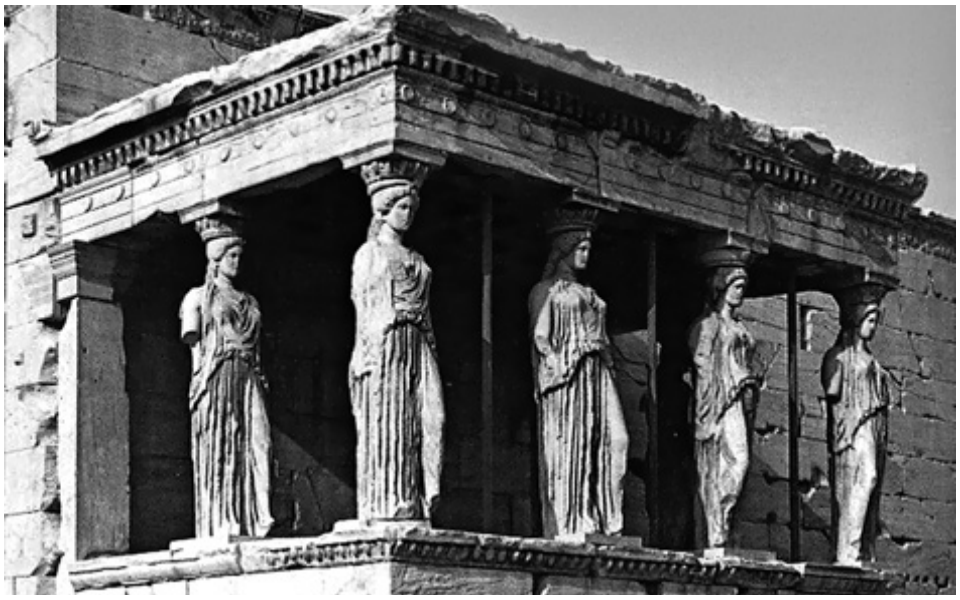
En este ejemplo, el material de estímulo es una fotografía de estatuas de la Acrópolis de Atenas, que se acompaña de un breve enunciado donde se explica que las estatuas originales se trasladaron al interior del museo de la Acrópolis debido al deterioro sufrido a causa de la lluvia ácida. El área de aplicación es «Riesgos» dentro de los marcos *personal* y *social*.

• Figura 3.3 •

Preguntas de la unidad LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 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 trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



PREGUNTA 1

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

.....

Máxima puntuación (nivel 3: 506)

Cualquiera de las siguientes: tubos de escape de los automóviles, emisiones de las industrias, *combustión* de combustibles fósiles como carbón y petróleo, gases de los volcanes y otras cosas similares *O* Respuestas que incluyen una fuente de contaminación incorrecta y otra correcta *O* Respuestas que hacen referencia a

«contaminación», pero no dan una fuente de contaminación que sea una causa importante de la lluvia ácida.

El efecto de la lluvia ácida en el mármol puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre durante toda una noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen prácticamente el mismo nivel de acidez. Cuando se pone una astilla de mármol en vinagre, se forman burbujas de gas. Puede medirse la masa de la astilla de mármol seca antes y después del experimento.

PREGUNTA 2

Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente, la astilla se extrae y se seca.

¿Cuál será la masa de la astilla de mármol seca?

A. Menos de 2,0 gramos

B. Exactamente, 2,0 gramos

C. Entre 2,0 y 2,4 gramos

D. Más de 2,4 gramos

Máxima puntuación (nivel 2: 460)

A. Menos de 2,0 gramos

PREGUNTA 3

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche.

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

.....

Máxima puntuación (nivel 6: 717)

Para demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

Puntuación parcial (nivel 3: 513)

Para comparar con la prueba del mármol en vinagre, pero no queda claro que se hace para demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

INVERNADERO

Esta unidad aborda el aumento de la temperatura media de la atmósfera terrestre. El material de estímulo incluye un texto breve, que introduce la expresión «efecto invernadero», e información gráfica sobre la temperatura media de la atmósfera terrestre y la emisión de dióxido de carbono en la Tierra a lo largo del tiempo.

El área de aplicación es «Medio ambiente» dentro de un marco *global*.

• Figura 3.4 •

Preguntas de la unidad INVERNADERO

Lee los siguientes textos y contesta a las preguntas que les siguen.

EL EFECTO INVERNADERO: ¿REALIDAD O FICCIÓN?

Los seres vivos necesitan energía solar para sobrevivir. La energía que mantiene la vida sobre 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 la superficie de la Tierra. Parte de esta energía reflejada es absorbida por la atmósfera.

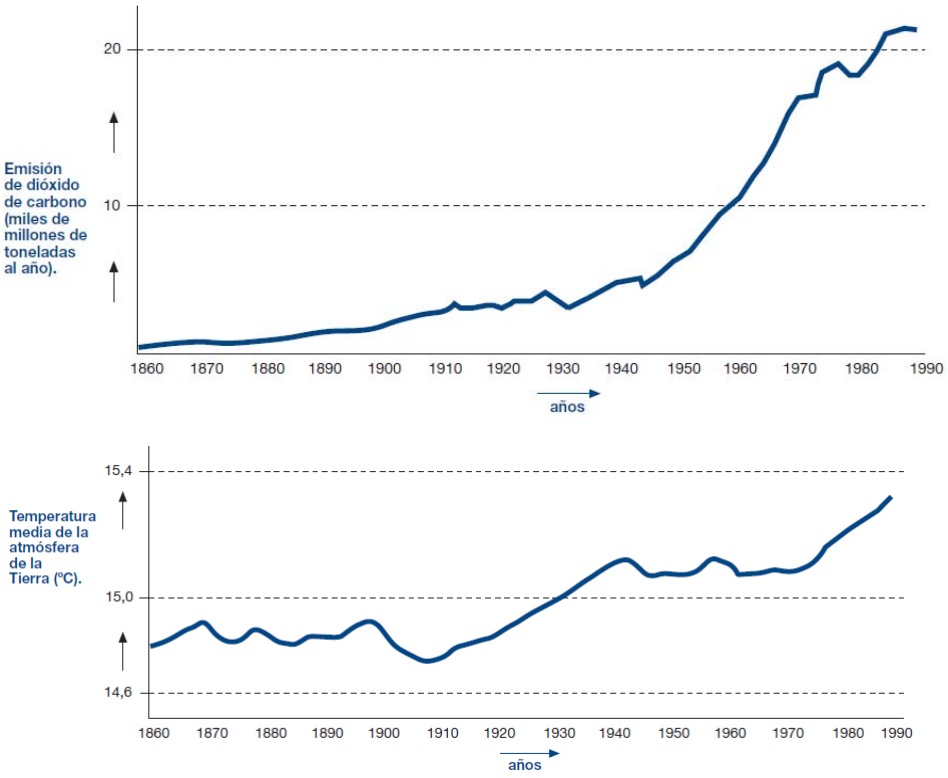
Como resultado de todo ello, la temperatura media por encima de la superficie de la Tierra es más alta de lo que sería si no existiera atmósfera. La atmósfera de la Tierra funciona como un invernadero, de ahí el término efecto invernadero.

Se dice que el efecto invernadero se ha acentuado en el siglo XX.

Es un hecho que la temperatura media de la atmósfera ha aumentado. En los periódicos 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 se encuentra los dos siguientes gráficos.



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 1

¿Qué hay en los gráficos que apoye la conclusión de Andrés?

.....

Máxima puntuación (nivel 3: 529)

Se refiere al aumento (promedio) de ambos, la temperatura y la emisión de dióxido de carbono O se refiere (en términos generales) a una relación definitiva entre la temperatura y la emisión de dióxido de carbono.

PREGUNTA 2

Otra estudiante, Juana, no está de acuerdo con la conclusión de Andrés. Ella compara los dos gráficos y afirma que hay partes de los gráficos que no apoyan esta conclusión.

Pon un ejemplo de una sección de los gráficos que no apoye la conclusión de Andrés. Explica tu respuesta.

.....

Máxima puntuación (nivel 5: 659)

Se refiere a una parte concreta de los gráficos en las que ambas curvas no descienden o no ascienden y proporciona la explicación correspondiente.

Puntuación parcial (nivel 4: 568)

Menciona un periodo correcto sin ninguna explicación O menciona solo un año concreto (no un periodo de tiempo) con una explicación aceptable O proporciona un ejemplo que no sustenta la conclusión de Andrés pero comete un error en la mención del periodo O se refiere a las diferencias entre las dos curvas sin mencionar un periodo específico O se refiere a una irregularidad en uno de los gráficos pero la explicación es pobre.

PREGUNTA 3

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 Juana piensa que su conclusión es prematura. Ella dice: «Antes de aceptar esta conclusión, debes asegurarte de que los otros factores que pudieran influir en el efecto invernadero se mantienen constantes».

Nombra uno de los factores en los que Juana está pensando.

.....

Máxima puntuación (nivel 6: 709)

Menciona un factor haciendo referencia a la energía/radiación procedente del Sol O Menciona un factor que hace referencia a un componente natural o a un posible contaminante.

EJERCICIO FÍSICO

Esta unidad versa sobre el efecto del ejercicio físico en la salud personal.

• Figura 3.5 •

Preguntas de la unidad EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico practicado con regularidad, pero con moderación, es bueno para la salud.

PREGUNTA 1

¿Cuáles son los beneficios del ejercicio físico practicado con regularidad? Marca con un círculo la respuesta «Sí» o «No» para cada afirmación.

¿Es lo siguiente un beneficio del ejercicio físico practicado con regularidad?	¿Sí o No?
El ejercicio físico ayuda a prevenir las enfermedades del corazón y los problemas circulatorios.	Sí / No
El ejercicio físico hace que tengas una dieta saludable.	Sí / No
El ejercicio físico ayuda a prevenir la obesidad.	Sí / No

Máxima puntuación (nivel 3: 545)

Las tres respuestas son correctas: Sí, No, Sí, en este orden.

PREGUNTA 2

¿Qué sucede cuando se ejercitan los músculos? Marca con un círculo la respuesta, «Sí» o «No», para cada afirmación.

¿Sucede esto cuando se ejercitan los músculos?	¿Sí o No?
Los músculos reciben un mayor flujo de sangre.	Sí / No
Se forma grasa en los músculos.	Sí / No

Máxima puntuación (nivel 1: 386)

Las dos respuesta son correctas: Sí, No, en este orden.

PREGUNTA 3

¿Por qué respiras más fuerte cuando haces ejercicio físico que cuando tu cuerpo está en reposo?

.....

Máxima puntuación (nivel 4: 583)

Para disminuir la cantidad de dióxido de carbono, que ha aumentado, y para suministrar más oxígeno al cuerpo O para disminuir la cantidad de dióxido de carbono del cuerpo, que ha aumentado, O para aportar más oxígeno al cuerpo pero no ambas.

Competencias científicas

La evaluación de ciencias de PISA da prioridad a las competencias que aparecen en la Figura 3.6: la identificación de cuestiones de orientación científica; la descripción, explicación o predicción de fenómenos sobre la base del conocimiento científico; la interpretación de pruebas y conclusiones y la utilización de pruebas para tomar y comunicar decisiones. En la evaluación PISA, la demostración de estas competencias supone la aplicación del conocimiento científico, tanto del *conocimiento de la ciencia* como del *conocimiento acerca de la ciencia* misma, entendida como un método de conocimiento y una forma de enfocar la investigación.

• Figura 3.6 •

Competencias científicas de PISA

Identificar cuestiones científicas

Reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente

Identificar términos clave para la búsqueda de información científica

Reconocer los rasgos clave de la investigación científica

Explicar fenómenos científicamente

Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada

Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios

Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas

Utilizar pruebas científicas

Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones

Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones

Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos

Ciertos procesos cognitivos poseen una especial significación y relevancia para la *competencia científica*. Entre los procesos cognitivos que se hallan implícitos en las competencias científicas se cuentan: el razonamiento inductivo (razonamiento de los hechos concretos a los principios generales) y el razonamiento deductivo (razonamiento de lo general a lo particular), el pensamiento crítico e integrado, la conversión de representaciones (p. ej., de datos a tablas, de tablas a gráficos), la elaboración y comunicación de argumentaciones y explicaciones basadas en datos, la facultad de pensar en términos de modelos y la utilización de procesos, conocimientos y destrezas matemáticas.

El énfasis que pone PISA en las competencias científicas recogidas en la Figura 3.6 se justifica por la importancia que tales competencias tienen para la investigación científica. Todas ellas se fundamentan en la lógica, el razonamiento y el análisis crítico. Lo que sigue es una explicación más detallada de las competencias científicas, que incluye referencias a cómo se evalúan en los ejemplos de ciencias presentados en el apartado anterior.

Identificar cuestiones científicas

Lo esencial en este caso es distinguir entre las cuestiones y contenidos científicos y otros tipos de cuestiones. El aspecto más importante es que las cuestiones científicas deben poder resolverse mediante respuestas basadas en pruebas de carácter científico. La competencia *identificar cuestiones científicas* implica reconocer interrogantes que pueden ser investigados científicamente en una situación dada e identificar términos clave para buscar información científica sobre un determinado tema. Incluye asimismo la capacidad de reconocer los rasgos característicos de una investigación de corte científico: por ejemplo, qué elementos deben ser comparados, qué variables deberían modificarse o someterse a control, qué información complementaria se requiere o qué medidas han de adoptarse para recoger los datos que hacen al caso.

Identificar cuestiones científicas requiere que los estudiantes posean un *conocimiento acerca de la ciencia* misma, aunque en ocasiones puede ser necesario recurrir también en mayor o menor grado al *conocimiento de la ciencia*. Por ejemplo, la pregunta 3 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA* requiere que los alumnos respondan a una pregunta sobre el control en una investigación científica. Los estudiantes deben comparar una reacción ácida (vinagre) con posibles reacciones con agua pura para estar seguros de que el ácido es el causante de la reacción.

Explicar fenómenos científicamente

Los alumnos acreditan la competencia *explicar fenómenos científicamente* aplicando el *conocimiento de la ciencia* adecuado a una determinada situación. Esta competencia implica describir o interpretar fenómenos y predecir cambios, y puede incluir la capacidad de reconocer o identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas al caso. Un ejemplo de pregunta de PISA en la que los alumnos tienen que explicar fenómenos científicamente es la pregunta 1 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA*, pues deben dar una explicación sobre el origen de los óxidos de azufre y de los óxidos de nitrógeno que hay en el aire. Otros ejemplos son la pregunta 3 de la unidad *INVERNADERO*, donde los alumnos deben identificar los factores que hacen que aumente la temperatura media de la Tierra, y la pregunta 3 de la unidad *EJERCICIO FÍSICO*, en la que se pide a los estudiantes que apliquen sus conocimientos sobre el sistema respiratorio de los seres humanos.

Utilizar pruebas científicas

Utilizar pruebas científicas conlleva la competencia de acceder a información científica, así como la elaboración de argumentaciones y conclusiones basadas en pruebas científicas (Kuhn, 1992; Osborne *et al*., 2001). La respuesta requerida puede entrañar *conocimiento acerca de la ciencia*, *conocimiento de la ciencia* o los dos. La pregunta 2 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA* implica la utilización por parte de los alumnos de la información facilitada para elaborar una conclusión sobre los efectos del vinagre en el mármol, un modelo sencillo para la influencia de la lluvia ácida en el mármol. Otros ejemplos son las preguntas 1 y 2 de la unidad *INVERNADERO*, donde los alumnos deben interpretar los datos que se presentan en dos gráficos.

Esta competencia también puede englobar los siguientes aspectos: seleccionar conclusiones alternativas en función de las pruebas de que se dispone, dar razones a favor y en contra de una conclusión determinada, según los procesos empleados para llegar a dicha conclusión a partir de los datos disponibles e identificar los supuestos que se han asumido para llegar a la conclusión. La reflexión sobre las implicaciones sociales de los avances científicos o tecnológicos constituye otro aspecto de esta competencia.

A los alumnos se les puede pedir asimismo que comuniquen sus pruebas y decisiones ante un público determinado, bien con sus propias palabras, bien mediante el uso de diagramas u otros sistemas de representación apropiados. En suma, los alumnos deberán ser capaces de presentar de forma lógica y clara las conexiones entre las pruebas y sus conclusiones o decisiones.

Conocimiento científico

Como se ha señalado con anterioridad (véase el Cuadro 3.1), el conocimiento científico hace referencia tanto al *conocimiento de la ciencia* (conocimiento sobre el mundo natural) como al *conocimiento acerca de la ciencia* en sí misma.

Conocimiento de la ciencia

Dado que la evaluación de PISA solo puede evaluar una muestra del *conocimiento de la ciencia* que poseen los alumnos, es importante establecer unos criterios claros a la hora de seleccionar los conocimientos que se van a

evaluar. Ha de tenerse en cuenta, además, que el objetivo de PISA es describir en qué medida los alumnos son capaces de aplicar sus conocimientos a aquellos contextos que son relevantes para sus vidas. En consecuencia, los conocimientos evaluados se seleccionarán entre los campos de la física, la química, la biología, las ciencias de la Tierra y el espacio, y la tecnología, atendiendo a los siguientes criterios:

- La relevancia para las situaciones vitales: el conocimiento científico se distingue por el grado de utilidad que tiene para la vida de los individuos.
- Los conocimientos seleccionados deben representar conceptos científicos importantes y, por tanto, de una utilidad duradera.
- Los conocimientos seleccionados deben ser adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos de 15 años.

La Figura 3.7 muestra las categorías del *conocimiento de la ciencia* y algunos ejemplos de los contenidos seleccionados al aplicar los criterios antes mencionados. Se trata de un conocimiento necesario para comprender el mundo natural y para dotar de sentido las experiencias que tienen lugar en las situaciones *personales, sociales* y *globales*. Debido a ello, a la hora de describir los principales campos de conocimiento, el marco de la evaluación habla de «sistemas» en lugar de «ciencias». Lo que se intenta es transmitir la idea de que los ciudadanos deben aplicar su comprensión de los conceptos relativos a las ciencias físicas y de la vida, las ciencias de la Tierra y el espacio, y la tecnología a situaciones que interactúan de forma más o menos conjunta.

• Figura 3.7 •

Categorías del conocimiento de la ciencia en PISA

Sistemas físicos

- Estructura de la materia (p. ej., modelo de partículas, enlaces)
- Propiedades de la materia (p. ej., cambios de estado, conductividad térmica y eléctrica)
- Cambios químicos de la materia (p. ej., reacciones, transmisión de energía, ácidos/bases)
- Movimientos y fuerzas (p. ej., velocidad, fricción)
- La energía y su transformación (p. ej., conservación, desperdicio, reacciones químicas)
- Interacciones de la energía y la materia (p. ej., ondas de luz y de radio, ondas sónicas y sísmicas)

Sistemas vivos

- Células (p. ej., estructura y función, ADN, plantas y animales)
- Seres humanos (p. ej., salud, nutrición, subsistemas [es decir, digestión, respiración, circulación, excreción, y sus relaciones], enfermedades, reproducción)
- Poblaciones (p. ej., especies, evolución, biodiversidad, variación genética)
- Ecosistemas (p. ej., cadenas tróficas, flujo de materia y energía)
- Biosfera (p. ej., servicios del ecosistema, sostenibilidad)

Sistemas de la Tierra y el espacio

- Estructuras de los sistemas de la Tierra (p. ej., litosfera, atmósfera, hidrosfera)
- La energía en los sistemas terrestres (p. ej., fuentes, clima global)
- El cambio en los sistemas terrestres (p. ej., tectónica de placas, ciclos geoquímicos, fuerzas constructivas y destructivas)
- La historia de la Tierra (p. ej., fósiles, orígenes y evolución)
- La Tierra en el espacio (p. ej., gravedad, sistemas solares)

Sistemas tecnológicos

- Papel de la tecnología de base científica (p. ej., soluciona problemas, contribuye a satisfacer las necesidades y deseos de los seres humanos, diseña y desarrolla investigaciones)
- Relaciones entre la ciencia y la tecnología (p. ej., las tecnologías contribuyen al progreso científico)
- Conceptos (p. ej., optimización, compensaciones, costes, riesgos, beneficios)
- Principios importantes (p. ej., criterios, limitaciones, innovación, invención, resolución de problemas)

Los ejemplos que se enumeran en la Figura 3.7 tan solo pretenden dar una idea de los significados de las categorías; en ningún momento se ha intentado realizar una lista exhaustiva de todos los conocimientos que pueden relacionarse con cada una de las categorías que comprende el *conocimiento de la ciencia*.

La pregunta 2 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA* evalúa el *conocimiento de la ciencia* que poseen los alumnos en la categoría «Sistemas físicos».

La pregunta 3 de la unidad *INVERNADERO* versa sobre el conocimiento que tienen los alumnos sobre los «Sistemas de la Tierra y el espacio», y las preguntas 1, 2 y 3 de la unidad *EJERCICIO FÍSICO* evalúan los conocimientos que poseen los estudiantes sobre los «Sistemas vivos».

Conocimiento acerca de la ciencia

En la Figura 3.8 se muestran las categorías y los ejemplos de contenido del *conocimiento acerca de la ciencia*. La primera de estas categorías, la «Investigación científica», se centra en la investigación considerada como uno de los procesos esenciales de las ciencias, así como en los diversos componentes de dicho proceso. La segunda categoría, que se encuentra estrechamente ligada a la investigación, la constituyen las «Explicaciones científicas». Las «Explicaciones científicas» son un resultado de la «Investigación científica». Se podría pensar en la investigación como el método propio de la ciencia (la forma en que los científicos obtienen datos) y en las explicaciones como los objetivos de la ciencia (la forma en que los científicos usan los datos obtenidos). Los ejemplos que se enumeran en la Figura 3.8 se limitan a dar una idea de los significados de las respectivas categorías, sin pretender ofrecer un listado exhaustivo de todos los conocimientos relativos a cada una de las categorías.

• Figura 3.8 •

Categorías del conocimiento acerca de la ciencia en PISA

Investigación científica

- Origen (p. ej., curiosidad, interrogantes científicos)
- Propósito (p. ej., obtener pruebas que ayuden a dar respuesta a los interrogantes científicos, las ideas/modelos/teorías vigentes orientan la investigación)
- Experimentos (p. ej., diversos interrogantes sugieren diversas investigaciones científicas, diseño de experimentos)
- Tipos de datos (p. ej., cuantitativos [mediciones], cualitativos [observaciones])
- Medición (p. ej., incertidumbre inherente, reproducibilidad, variación, exactitud/precisión de los equipos y procedimientos)
- Características de los resultados (p. ej., empíricos, provisionales, verificables, falsables, susceptibles de autocorrección)

Explicaciones científicas

- Tipos (p. ej., hipótesis, teorías, modelos, leyes)
- Formación (p. ej., representación de datos; papel del conocimiento existente y nuevas pruebas, creatividad e imaginación, lógica)
- Reglas (p. ej., han de poseer consistencia lógica y estar basadas en pruebas, así como en el conocimiento histórico y actual)
- Resultados (p. ej., producción de nuevos conocimientos, nuevos métodos, nuevas tecnologías; conducen a su vez a nuevos interrogantes e investigaciones)

La pregunta 3 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA* es un ejemplo de *conocimiento acerca de la ciencia* en la categoría «Investigación científica» aunque presupone algún *conocimiento de la ciencia* (categoría «Sistemas físicos») que previsiblemente poseen los alumnos. En esta pregunta se pide a los estudiantes que identifiquen los posibles fines del control de una investigación (competencia: *Identificar cuestiones científicas*).

Las preguntas 1 y 2 de la unidad *INVERNADERO* son preguntas de *conocimiento acerca de la ciencia*. Las dos pertenecen a la categoría «Explicaciones científicas». En la pregunta 1 los alumnos deben interpretar los datos que se muestran en dos gráficos y argumentar que los dos juntos apoyan la explicación de que el aumento de la temperatura media de la Tierra se debe a un incremento de las emisiones de dióxido de carbono. En la pregunta 2 se pide a los alumnos que utilicen datos de esos mismos gráficos para justificar una conclusión diferente.

Actitudes hacia la ciencia

La actitud de las personas desempeña un papel importante a la hora de determinar su interés y sus reacciones hacia la ciencia y la tecnología en general y hacia los temas relacionados con ellas en particular. Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias es que los alumnos desarrollen una serie de actitudes que promuevan su interés por los temas científicos, así como la subsiguiente adquisición y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en beneficio *personal, social* y *global*.

La atención que presta PISA a las actitudes se basa en el convencimiento de que la competencia científica de una persona comporta toda una serie de actitudes, creencias, orientaciones motivadoras, criterios de autoeficacia, valores y, en último término, acciones. Esto se sustenta en la estructuración que hace Klopfer (1976) del dominio afectivo en el campo de la enseñanza de las ciencias, así como en diversas publicaciones especializadas en la investigación en el campo de las actitudes (por ejemplo, Gardner, 1975, 1984; Gauld y Hukins, 1980; Blosser, 1984; Laforgia, 1988; Osborne *et al.*, 1999; Schibeci, 1984) y en investigaciones sobre las actitudes de los alumnos hacia el medio ambiente (por ejemplo, Bogner y Wiseman, 1999; Eagles y Demare, 1999; Weaver, 2002; Rickinson, 2001).

En PISA 2006, cuando las ciencias fueron la principal área de conocimiento evaluada, se incluyó una evaluación de las actitudes y valores de los estudiantes a través del cuestionario del alumnado y de preguntas contextualizadas que se plantearon inmediatamente después de las preguntas de la prueba en muchas unidades (OCDE, 2006). Las preguntas contextualizadas estaban relacionadas con las cuestiones abordadas en las preguntas de la prueba. Sin embargo, puesto que las ciencias tienen un papel secundario en la evaluación de PISA 2012, esta no incluirá ninguna pregunta de actitud contextualizada (insertada).

EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

Características de la prueba

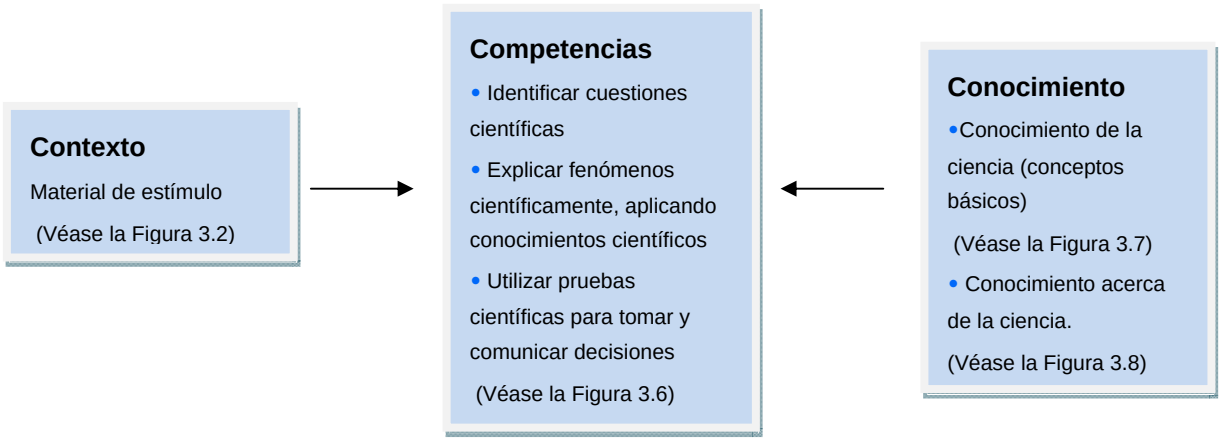
En consonancia con la definición de competencia científica de PISA, las cuestiones de la prueba (preguntas) requerirán el empleo de las competencias científicas (véase la Figura 3.6) dentro de un determinado contexto (véase la Figura 3.2). Eso comportará a su vez la aplicación del conocimiento científico (véanse las Figuras 3.7 y 3.8).

En la Figura 3.9, que es una variante de la Figura 3.1, los componentes básicos del marco de PISA para la evaluación de las ciencias se presentan de tal modo que puedan utilizarse para relacionar el marco con la estructura y los contenidos de las unidades de la evaluación. La Figura 3.9 puede utilizarse tanto sintéticamente, a modo de herramienta para elaborar los ejercicios de la evaluación, como analíticamente, a modo de instrumento que sirva para analizar los resultados de los ejercicios estándar de la evaluación. Si se tomara como punto de partida para elaborar las unidades de la evaluación, se podrían tener presentes los contextos que servirían de material de estímulo, las competencias científicas requeridas para responder a las preguntas o cuestiones, o los conocimientos fundamentales para el ejercicio.

Cada unidad de la prueba consta de una serie de cuestiones (preguntas) que se puntúan de forma independiente y que van acompañadas de un estímulo que establece el contexto de las mismas. Se utilizan muchos tipos diferentes de estímulo, normalmente de forma conjunta, para establecer el contexto, entre los que se encuentran pasajes de texto, fotografías, tablas, gráficos y diagramas, que generalmente se combinan entre sí. Las tres unidades incluidas en este capítulo ilustran la variedad de estímulos empleados. La unidad *INVERNADERO* cuenta con un estímulo amplio formado por media página de texto y dos gráficos, mientras que el correspondiente a la unidad *EJERCICIO FÍSICO* es atípico debido a su brevedad y al hecho de depender de una sugerencia visual.

• Figura 3.9 •

Una herramienta para la elaboración y el análisis de las unidades y preguntas de la evaluación



PISA recurre a una estructura de unidades porque de esa forma se facilita el empleo de unos contextos lo más relevantes posible, que a la vez que reflejan la complejidad de las situaciones reales permiten hacer un uso más eficaz del tiempo dedicado a la evaluación. Utilizar una serie de situaciones sobre las que se pueden plantear varias preguntas, en lugar de plantear una serie de preguntas independientes sobre una mayor cantidad de

temas diferentes, reduce el tiempo total que necesita el alumno para familiarizarse con el material relativo a cada pregunta. Conviene no olvidar, sin embargo, que cada puntuación ha de ser tomada en consideración de forma independiente y no en relación con otras que se hayan obtenido dentro de la misma unidad. Es necesario advertir, asimismo, que este enfoque conlleva una reducción del número de contextos de evaluación, por lo que es importante asegurarse de que la gama de contextos es la adecuada para minimizar cualquier sesgo derivado de la elección de los mismos.

Las unidades de la prueba de ciencias de PISA 2012 incorporan hasta cuatro preguntas cognitivas que evalúan las competencias científicas de los alumnos. Cada una de ellas comporta principalmente la aplicación de las destrezas implicadas en una de las competencias científicas y requiere, ante todo, el empleo del *conocimiento de la ciencia* o del *conocimiento acerca de la ciencia*. En la mayoría de los casos, cada unidad evalúa de este modo (mediante distintas preguntas) más de una competencia y más de una categoría de conocimiento.

Se utilizan cuatro tipos de preguntas para evaluar las competencias y los conocimientos científicos definidos en el marco: de elección múltiple sencilla, de respuesta construida cerrada, de elección múltiple compleja y de respuesta construida abierta. Cerca de la tercera parte de las preguntas son de elección múltiple sencilla, como la pregunta 2 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA*, que requiere la elección de una sola respuesta de entre cuatro opciones posibles. Otra tercera parte requiere respuestas construidas cerradas o bien se trata de preguntas de elección múltiple compleja. Las preguntas 1 y 2 de la unidad *EJERCICIO FÍSICO*, en la que los alumnos deben responder «Sí» o «No» a una serie de preguntas relacionadas, son un ejemplo característico de preguntas de elección múltiple compleja. El tercio restante lo constituyen preguntas de respuesta construida abierta, como el resto de preguntas de las unidades *LLUVIA ÁCIDA* y *EJERCICIO FÍSICO* y las tres preguntas de la unidad *INVERNADERO*, que requieren de los alumnos una respuesta escrita o gráfica relativamente extensa.

Aunque la mayoría de las preguntas se puntúan de manera dicotómica (es decir, con o sin puntuación), algunas de respuesta construida abierta pueden recibir una puntuación parcial, con lo cual los alumnos cuya respuesta sea parcialmente correcta van a obtener puntuación. Las categorías «Máxima puntuación», «Puntuación parcial» y «Sin puntuación» dividen las respuestas de los alumnos en tres grupos, según la capacidad que demuestren a la hora de responder a la pregunta formulada. Una respuesta calificada con la «Máxima puntuación» requiere que el alumno demuestre que posee un nivel de comprensión del tema adecuado para un joven de 15 años científicamente competente. Las respuestas menos elaboradas, o con un menor grado de corrección, pueden obtener una «Puntuación parcial», mientras que las respuestas completamente incorrectas, irrelevantes o en blanco quedarán recogidas bajo la rúbrica «Sin puntuación». La pregunta 3 de la unidad *LLUVIA ÁCIDA* y la pregunta 2 de la unidad *INVERNADERO* cuentan con una puntuación parcial.

La necesidad de que los alumnos posean un cierto nivel de competencia lectora para comprender y responder las preguntas escritas de ciencias obliga a plantearse la cuestión de cuál deber ser el nivel de competencia lectora requerido. A este respecto, hay que señalar que el material de estímulo y las preguntas emplearán un lenguaje claro, sencillo y lo más escueto posible, pero que sirva para transmitir los significados adecuados. El número de conceptos introducidos por párrafo será limitado y se evitarán aquellas preguntas que requieran un nivel demasiado alto de competencia lectora o matemática.

Estructura de la evaluación de ciencias

Cada evaluación PISA debe incluir un número equilibrado de preguntas que evalúen los conocimientos y competencias científicas. La Tabla 3.1 muestra la distribución de la puntuación entre las categorías *conocimiento de la ciencia* y *conocimiento acerca de la ciencia*, expresada como porcentaje de la puntuación total, tanto para PISA 2006 (cuando las ciencias fueron la principal área de conocimiento) como para PISA 2012.

Tabla 3.1

Distribución aproximada de la puntuación en ciencias según el conocimiento

Conocimiento de la ciencia	Porcentaje de puntuación	
	PISA 2006	PISA 2012
Sistemas físicos	17	13
Sistemas vivos	20	16
Sistemas de la Tierra y el espacio	10	12
Sistemas tecnológicos	8	9
Subtotal	55	50
Conocimiento *acerca* de la ciencia		
Investigación científica	23	23
Explicaciones científicas	22	27
Subtotal	45	50
Total	**100**	**100**

La distribución correspondiente a las competencias científicas se muestra en la Tabla 3.2

Tabla 3.2

Distribución aproximada de la puntuación en ciencias según la competencia científica

Competencias científicas	Porcentaje de puntuación	
	PISA 2006	PISA 2012
Identificar cuestiones científicas	22	23
Explicar fenómenos científicamente	46	41
Utilizar pruebas científicas	32	37
Total	**100**	**100**

Los contextos de las preguntas se reparten entre los marcos *personal*, *social* y *global* en una proporción aproximada de 1:2:1, y existe una selección de áreas de aplicación aproximadamente igual, tal y como se indica en la Figura 3.2.

La distribución correspondiente a los tipos de pregunta se facilita en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3

Distribución aproximada de la puntuación en ciencias según el tipo de pregunta

Tipos de pregunta	Porcentaje de puntuación	
	PISA 2006	PISA 2012
Elección múltiple sencilla	35	32
Elección múltiple compleja	27	34
Respuesta construida cerrada	4	2
Respuesta construida abierta	34	32
Total	**100**	**100**

PRESENTACIÓN DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

Los resultados de PISA se presentan en una escala que se ha elaborado utilizando una forma generalizada del modelo de Rasch descrito por Adams, Wilson y Wang (1997). Se ha creado una escala para cada área de conocimiento (lectura, matemáticas y ciencias) con una media de 500 puntos y un desviación típica de 100 entre los países de la OCDE. Según esta escala, unos dos tercios de los alumnos de los países de la OCDE obtuvieron entre 400 y 600 puntos.

Cuando las ciencias se evaluaron por primera vez como área de conocimiento principal en el año 2006, se definieron seis niveles de competencia en la escala de ciencias. Estos mismos niveles son los que se van a utilizar para presentar los resultados de ciencias de PISA 2012. La competencia en estos seis niveles puede entenderse en relación con los tipos de competencias científicas que los alumnos deben alcanzar en cada nivel. La Figura 3.10 ofrece una descripción de los conocimientos y destrezas científicas que poseen los alumnos en los distintos niveles de competencia, siendo el nivel 6 el más alto de todos. Asimismo, facilita el nivel y la puntuación en la escala de las preguntas correspondientes a las tres unidades de la evaluación PISA 2006 que se han utilizado de ejemplo a lo largo de este capítulo.

La capacidad de los alumnos con un rendimiento por debajo del nivel 1 en PISA 2006 (aproximadamente un 5,2% de alumnos como media en los países de la OCDE) no se pudo describir de forma fiable al no contar con suficientes preguntas de ciencias en esa zona de la escala. El nivel 2 se ha establecido como el nivel básico de competencia científica para definir el nivel de rendimiento en la escala PISA en el que los alumnos comienzan a mostrar los conocimientos y destrezas científicas que les permitirán participar activamente en situaciones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología.

• Figura 3.10 •

Breve descripción de los seis niveles de competencia científica

Nivel	Límite de puntuación inferior	Ejemplos de preguntas de cada nivel	Qué son capaces de hacer los alumnos generalmente en cada nivel
6	**707,9**	LLUVIA ÁCIDA P3 Máxima puntuación (717) INVERNADERO P3 (709)	En el nivel 6, los alumnos pueden identificar, explicar y aplicar conocimientos científicos y conocimiento acerca de la ciencia de manera consistente en diversas situaciones complejas de la vida real. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y explicaciones y utilizar pruebas provenientes de esas fuentes para justificar decisiones. Demuestran de manera clara y consistente un pensamiento y un razonamiento científico avanzado y utilizan su comprensión científica en la solución de situaciones científicas y tecnológicas no familiares. Los alumnos de este nivel son capaces de usar el conocimiento científico y de desarrollar argumentos que apoyen recomendaciones y decisiones centradas en situaciones personales, sociales o globales.
5	**633,3**	INVERNADERO P2 Máxima puntuación (659)	En el nivel 5, los alumnos pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida real, aplicar tanto conceptos científicos como conocimiento acerca de la ciencia a estas situaciones, y son capaces de comparar, seleccionar y evaluar las pruebas científicas adecuadas para responder a situaciones de la vida real. Los alumnos de este nivel son capaces de utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, relacionar el conocimiento de manera adecuada y aportar una comprensión crítica a las situaciones. Son capaces de elaborar explicaciones basadas en pruebas y argumentos basados en su análisis crítico.
4	**558,7**	EJERCICIO FÍSICO P3 (583) INVERNADERO P2 Puntuación parcial (568)	En el nivel 4, los alumnos son capaces de trabajar de manera eficaz con situaciones y cuestiones que pueden implicar fenómenos explícitos que requieran deducciones por su parte con respecto al papel de las ciencias y la tecnología. Son capaces de seleccionar e integrar explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia y la tecnología y relacionar dichas explicaciones directamente con aspectos de situaciones de la vida real. En este nivel, los alumnos son capaces de reflexionar sobre sus acciones y comunicar sus decisiones utilizando conocimientos y pruebas científicas.
3	**484,1**	EJERCICIO FÍSICO P1 (545) INVERNADERO P1 (529) LLUVIA ÁCIDA P3 Puntuación parcial (513) LLUVIA ÁCIDA P1 (506)	En el nivel 3, los alumnos pueden identificar cuestiones científicas descritas claramente en diversos contextos. Son capaces de seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos simples o estrategias de investigación. En este nivel, los alumnos son capaces de interpretar y utilizar conceptos científicos de distintas disciplinas y son capaces de aplicarlos directamente. Son capaces de elaborar exposiciones breves utilizando información objetiva y de tomar decisiones basadas en conocimientos científicos.
2	**409,5**	LLUVIA ÁCIDA P2 (460)	En el nivel 2, los alumnos tienen un conocimiento científico adecuado para aportar explicaciones posibles en contextos familiares o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples. Son capaces de razonar de manera directa y de realizar interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la resolución de problemas tecnológicos.
1	**334,9**	EJERCICIO FÍSICO P2 (386)	En el nivel 1, los alumnos tienen un conocimiento científico tan limitado que solo puede ser aplicado a unas pocas situaciones familiares. Son capaces de presentar explicaciones científicas obvias que se derivan explícitamente de las pruebas dadas.

Entre los factores que determinan el grado de dificultad de las preguntas de la evaluación de ciencias se incluyen:

- La complejidad general del contexto.
- El grado de familiaridad con las ideas, los procesos y la terminología científica presentes en las áreas.
- La extensión de la concatenación lógica requerida para responder a la pregunta, esto es, el número de pasos que han de darse para llegar a una respuesta adecuada y el nivel de dependencia que cada paso tenga con respecto al anterior.
- El grado en que se requieran ideas y conceptos científicos abstractos para elaborar la respuesta.
- El nivel de razonamiento, intuición y generalización implícito en la formación de juicios, conclusiones y explicaciones.

La pregunta 3 de la unidad *INVERNADERO* es un ejemplo de pregunta difícil. Está situada en el nivel 6 de la escala de ciencias de PISA y combina aspectos de dos competencias: *identificar cuestiones científicas* y *explicar fenómenos científicamente*. Como primer paso para resolver este problema, el alumno debe ser capaz de identificar el cambio y las variables medidas, y comprender adecuadamente los métodos de investigación para reconocer la influencia de otros factores. Además, el alumno tiene que identificar el escenario y sus principales componentes. Esto supone identificar una serie de conceptos abstractos y su relación para determinar qué «otros» factores pueden afectar a la relación entre la temperatura de la Tierra y la cantidad de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Por tanto, para responder correctamente, el alumno debe comprender la necesidad de controlar los factores fuera del cambio y las variables medidas y poseer suficientes conocimientos sobre los «Sistemas de la Tierra» para identificar al menos uno de los factores que se deben controlar. La posesión de estos conocimientos se considera la destreza científica crucial implicada, por lo tanto, esta pregunta está en la categoría *explicar fenómenos científicamente*.

La pregunta 1 de la unidad *EJERCICIO FÍSICO* es un ejemplo de pregunta fácil, situada en el nivel 1 de la escala de ciencias de PISA, por debajo del nivel básico de competencia científica. Para puntuar en esta pregunta, el alumno ha de recordar correctamente cómo funcionan los músculos y cómo se forma la grasa en el cuerpo, en concreto, el hecho de que las grasas no se forman cuando los músculos se ejercitan y reciben un mayor flujo sanguíneo. Si conoce estos conceptos, el alumno debe aceptar la primera afirmación de esta pregunta de elección múltiple compleja y rechazar la segunda. En esta pregunta no hay que analizar ningún contexto, el conocimiento requerido tiene una amplia difusión y no es necesario establecer o investigar ninguna relación.

Los resultados de PISA 2006 también se presentaron en tres subescalas correspondientes a las tres competencias científicas. Estas subescalas utilizaron los mismos niveles de competencia que la escala combinada, pero con descriptores específicos para cada una de ellas. Además, el rendimiento de los países se comparó basándose en el *conocimiento acerca de la ciencia* y las tres principales categorías de *conocimiento de la ciencia* («Sistemas físicos», «Sistemas vivos» y «Sistemas de la Tierra y el espacio»).

Si bien los análisis obtenidos a partir de estos tipos de comparaciones pueden ser valiosos, se debe actuar con cautela al relacionar el rendimiento con las competencias y el conocimiento, pues los datos son el resultado de clasificar las mismas preguntas de dos modos que no son independientes. Todas las preguntas que evalúan la competencia *identificar cuestiones científicas* son preguntas de *conocimiento acerca de la ciencia* y todas las preguntas de *explicar fenómenos científicamente* son preguntas de *conocimiento de la ciencia* (OCDE, 2009, p. 44).

RESUMEN

La definición de competencia científica de PISA arranca de una consideración sobre lo que deben conocer, valorar y ser capaces de realizar los alumnos de 15 años para estar preparados para la vida en una sociedad moderna. Un aspecto central de la definición y de la evaluación de ciencias son las competencias concretas propias de la ciencia y de la investigación científica: *identificar cuestiones científicas*, *explicar fenómenos científicamente* y *utilizar pruebas científicas*. La aptitud de los alumnos para poner en práctica estas competencias depende, por una parte, de su conocimiento científico, tanto el conocimiento del mundo natural (conocimiento de la química, la biología, las ciencias de la Tierra y el espacio, y la tecnología) como el *conocimiento acerca de la ciencia* en sí misma (conocimiento acerca de la «investigación científica» y de las «explicaciones científicas»), y por otra, de la actitud que muestren hacia los temas de carácter científico.

Este marco describe e ilustra las competencias científicas, el conocimiento y las actitudes implicadas en la definición de competencia científica de PISA (véase la Figura 3.11) y explica brevemente el formato y la estructura de la evaluación de ciencias de PISA 2012.

• Figura 3.11 •

Principales elementos de la definición de competencia científica de PISA

Competencias

- Identificar cuestiones científicas
- Explicar fenómenos científicamente
- Utilizar pruebas científicas

Conocimiento

- Conocimiento de la ciencia
  - -Sistemas físicos
  - -Sistemas vivos
  - -Sistemas de la Tierra y el espacio
  - -Sistemas tecnológicos
- Conocimiento acerca de la ciencia
  - -Investigación científica
  - -Explicaciones científicas

Actitudes

- Interés por la ciencia
- Apoyo a la investigación científica
- Sentido de responsabilidad sobre los recursos y el medio ambiente

Las preguntas de la prueba de ciencias de PISA se agrupan en unidades, cada una de las cuales comienza con un estímulo que establece el contexto de las preguntas. El acento se pone en aquellas situaciones en las que las aplicaciones de la ciencia tienen un valor concreto para mejorar la calidad de vida de las personas y de las comunidades. Se utiliza una combinación de preguntas de elección múltiple y de respuesta construida y algunas de ellas conllevan una puntuación parcial. A diferencia de PISA 2006, las unidades de PISA 2012 no incluyen preguntas de actitud.

Los resultados de ciencias de PISA 2012 se presentan en una única escala de ciencias con una media de 500 puntos y una desviación típica de 100, utilizando los seis niveles de competencia establecidos cuando las ciencias se evaluaron por primera vez como área de conocimiento principal en el año 2006. El nivel 6 es el nivel de competencia más alto y el nivel 2 se ha establecido como el nivel básico de competencia científica. Los alumnos con un rendimiento por debajo del nivel 2 no demuestran los conocimientos y destrezas científicas que les permitirán participar activamente en situaciones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Notas

1. A lo largo de este marco, el término «mundo natural» incluye los cambios introducidos por la actividad humana, entre los que ha de contarse ese «mundo material» que han creado y conformado las tecnologías.

Referencias bibliográficas

Adams, R.J., M. Wilson y **W.C. Wang** (1997), "The multidimensional random coefficients multinomial logit model", *Applied Psychological Measurement*, n.º 21, pp. 1-23.

Blosser, P. (1984), *Attitude Research in Science Education*, ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education, Columbus, Ohio.

Bogner, F. y **M. Wiseman** (1999), "Toward measuring adolescent environmental perception", *European Psychologist*, n.º 4, vol. 3, pp. 139-151.

Bybee, R. (1997a), "Towards an understanding of scientific literacy", en W. Gräber y C. Bolte (eds.), *Scientific Literacy: An International Symposium,* Instituto para la Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Kiel (IPN).

Bybee, R. (1997b), *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices,* Heinemann, Portsmouth.

Bybee, R.W. y **B.J. McCrae** (eds.) (2009), *PISA Science 2006: Implications for Science Teachers and Teaching*, NSTA Press, Arlington, Virginia.

Eagles, P.F.J. y **R. Demare** (1999), "Factors influencing children's environmental attitudes", *The Journal of Environmental Education,* n.º 30, vol. 4, pp. 33-37.

Fensham, P.J. (1985), "Science for all: A reflective essay", *Journal of Curriculum Studies*, n.º 17, vol. 4, pp. 415-435.

Fensham, P.J. (2000), "Time to change drivers for scientific literacy", *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education,* vol. 2, pp. 9-24.

Fleming, R. (1989), "Literacy for a Technological Age", *Science Education, n.º* 73, vol. 4

Gardner, P.L. (1975), "Attitudes to science: A review", *Studies in Science Education,* n.º 2, pp. 1-41.

Gardner, P.L. (1984), "Students' interest in science and technology: An international overview", en M. Lehrke, L. Hoffmann y P.L. Gardner (eds.), *Interests in Science and Technology Education* (pp. 15-34), Instituto para la Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Kiel (IPN).

Gauld, C. y **A.A. Hukins** (1980), "Scientific attitudes: A review", *Studies in Science Education,* n.º 7, pp. 129-161.

Gräber, W y **C. Bolte** (eds.) (1997), *Scientific Literacy: An International Symposium*, Instituto para la Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Kiel (IPN).

Klopfer L.E. (1976), "A structure for the affective domain in relation to science education", *Science Education*, vol. 60(3), pp. 299-312.

Koballa, T., A. Kemp y **R. Evans** (1997), "The spectrum of scientific literacy", *The Science Teacher,* n.º 64, vol. 7, pp. 27-31.

Kuhn, D. (1992), "Thinking as Argument", *Harvard Educational Review,* n.º 62, vol. 2.

LaForgia, J. (1988), "The affective domain related to science education and its evaluation", *Science Education,* vol. 72, n.º 4, pp. 407-421.

Law, N. (2002), "Scientific literacy: Charting the terrains of a multifaceted enterprise", *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education,* n.º 2, pp. 151-176.

Mayer, V.J. (ed.) (2002), *Global Science Literacy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Mayer, V.J. y **Y. Kumano** (2002), "The Philosophy of Science and Global Science Literacy", en V.J. Mayer (ed.), *Global Science Literacy,* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Millar, R. y **J. Osborne** (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London, School of Education, Londres.

Norris, S. y **L. Phillips** (2003), "How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy", *Science Education,* n.º 87, vol. 2.

OCDE (2003), "Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo)", Resumen del informe final *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society,* OECD Publishing.

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

OCDE (2009), *PISA 2006 Technical Report*, OECD Publishing.

Osborne, J., S. Erduran, S. Simon y **M. Monk** (2001), "Enhancing the Quality of Argumentation in School Science", *School Science Review,* n.º 82, vol. 301.

Osborne, J., S. Simon y **S. Collins** (2003), "Attitudes towards science: a review of the literature and its implications", *International Journal of Science Education,* n.º 25, vol. 9, pp. 1049-1079.

Rickinson, M. (2001), "Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence", *Environmental Education Research,* n.º 7, vol. 3, pp. 207-208.

Roberts, D. (1983), *Scientific Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs,* Consejo de Ciencias de Canadá, Ottawa.

Schibeci, R.A. (1984), "Attitudes to science: An update", *Studies in Science Education,* n.º 11, pp. 26-59.

UNESCO (1993), *International Forum on Scientific and Technological Literacy for All: Final Report,* UNESCO, París.

Weaver, A. (2002), "Determinants of environmental attitudes: A five-country comparison", *International Journal of Sociology,* n.º 32, vol. 1, pp. 77-108.

¿Están nuestros alumnos bien preparados para enfrentarse a los retos del futuro? ¿Pueden analizar, razonar y comunicar sus ideas de forma eficaz? ¿Pueden desarrollarse como ciudadanos y miembros productivos de la sociedad?

El Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA), de la OCDE, intenta contestar a estas preguntas a través de un riguroso estudio de evaluación internacional de los alumnos de Educación Secundaria. Esta publicación presenta los marcos conceptuales que subyacen al estudio en el quinto ciclo de PISA. Como en los ciclos anteriores, la evaluación de 2012 incluye las Matemáticas, la Lectura y las Ciencias como competencias evaluadas, con especial dedicación a las Matemáticas en este ejercicio. En la evaluación de PISA participaron 66 países, incluidos los 34 miembros de la OCDE.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE