



Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012

Resolución de problemas



Programme for International Student Assessment



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE



Marcos y pruebas de evaluación
de PISA 2012:
Resolución de problemas

Traducción al español de la publicación original de la OCDE:

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

Tabla de Contenidos

Introducción	5
• Antecedentes de la evaluación 2012	5
• La resolución de problemas en el estudio de la OCDE sobre las competencias de la población adulta	6
Definición de competencias para la resolución de problemas	7
• Definición del problema	7
• Definición de resolución de problemas	7
• Definición de competencia para la resolución de problemas	7
• Ámbito de la evaluación	9
Organización del área de conocimiento	10
• Contexto del problema	10
• Naturaleza de la situación problemática	10
o Situaciones problemáticas interactivas	11
o Situaciones problemáticas estáticas	11
• Procesos de resolución de problemas	12
o Destrezas de razonamiento	12
Evaluación de la competencia para la resolución de problemas	13
• Estructura de la evaluación	13
• Funcionalidad proporcionada por la administración electrónica	14
• Características y dificultad de los ejercicios	14
o Formatos de respuesta y codificación	15
o Problemas interactivos	16
• Distribución de preguntas	17
Presentación de la competencia para la resolución de problemas	18
Resumen	19
Ejemplos de preguntas de PISA relativas a la resolución de problemas	20
Notas	24
Referencias bibliográficas	25



PISA 2012

Marco de Resolución de Problemas

Este capítulo presenta el marco que subyace a la evaluación electrónica de la competencia para la resolución de problemas en PISA 2012 e incluye las bases de la misma, los fundamentos de la investigación del marco y la definición de dicha competencia. Esta última se analiza en detalle, al igual que los tres elementos clave del área de conocimiento que son de vital importancia para la evaluación: el contexto del problema, la naturaleza de la situación problemática y los procesos cognitivos implicados en la resolución de dicho problema.

Se describe la estructura general de la evaluación y su administración electrónica, incluida la interfaz de la prueba y los formatos de respuesta empleados. Se especifica la distribución de las preguntas en función de la naturaleza y el contexto del problema y del proceso cognitivo. Se pone de relieve la inclusión de problemas donde el alumno debe interactuar con la situación problemática para descubrir la información necesaria que no se muestra de forma explícita. Se facilitan preguntas de ejemplo comentadas que ilustran cómo se utilizan los datos de respuesta (capturados por el sistema de administración electrónica) para mejorar la puntuación.



INTRODUCCIÓN

La competencia para la resolución de problemas es un objetivo fundamental de los programas de enseñanza de muchos países. La adquisición de mayores niveles de esta competencia proporciona la base para el aprendizaje futuro, la participación eficaz en la sociedad y la realización de actividades personales. Los ciudadanos tienen que poder aplicar lo que han aprendido a situaciones nuevas. El estudio de las destrezas de los individuos en materia de resolución de problemas ofrece una vía de acceso a su capacidad para emplear el pensamiento elemental y otros enfoques cognitivos generales a la hora de afrontar los desafíos que se presentan en la vida (Lesh y Zawojewski, 2007).

Antecedentes de la evaluación de 2012

La resolución de problemas fue un área de evaluación secundaria en PISA 2003. Algunas de las conclusiones principales del estudio fueron las siguientes (OCDE, 2005):

- En algunos países, el 70% de los alumnos podía resolver problemas relativamente complejos, mientras que en otros este porcentaje era inferior al 5%.
- En la mayoría de los países, más del 10% de los alumnos era incapaz de resolver problemas básicos.
- En promedio, en los países de la OCDE, la mitad de los alumnos era incapaz de resolver problemas más difíciles que los básicos.
- Los patrones de variación dentro de los países, por lo que respecta a la competencia de los alumnos para resolver problemas, diferían considerablemente de un país a otro.
- Los patrones diferenciales dentro de los países entre la competencia para la resolución de problemas y las competencias relacionadas con las áreas de conocimiento (matemáticas, lectura y ciencias) diferían considerablemente de un país a otro.

Desde la elaboración en 2003 del marco de evaluación correspondiente a la resolución de problemas (OCDE, 2003a), se han llevado a cabo numerosas investigaciones en las áreas relacionadas con la resolución de problemas complejos, la transferencia, la evaluación electrónica de la resolución de problemas y la evaluación a gran escala de esta competencia (p. ej., Blech y Funke, 2005; Funke y Frensch, 2007; Greiff y Funke, 2008; Klieme, 2004; Klieme et al., 2005; Leutner et al., 2004; Mayer, 2002; Mayer y Wittrock, 2006; O'Neil, 2002; Osman, 2010; Reeffer et al., 2006; Wirth y Klieme, 2004). Estas investigaciones han dado lugar a avances en la comprensión y medición de las capacidades de los individuos para resolver problemas.

Además, los avances producidos en las herramientas para el desarrollo de programas informáticos y el uso de ordenadores interconectados han hecho que sea posible una mayor eficiencia y han aumentado la eficacia de la evaluación, incluida la capacidad para administrar problemas dinámicos e interactivos, captar mejor el interés de los alumnos y capturar más información sobre el curso seguido por el proceso de resolución de problemas. Respecto a este último punto, la administración electrónica de los ejercicios de evaluación permite registrar datos sobre aspectos como el tipo, frecuencia, duración y orden de las acciones llevadas a cabo por los alumnos cuando contestan a las preguntas.

Es conveniente, por tanto, convertir una vez más la resolución de problemas en un área de evaluación de PISA, pero al hacerlo, se debe diseñar un nuevo marco y aplicar metodologías de evaluación adicionales que permitan capturar en tiempo real las capacidades de los alumnos. En concreto, la evaluación de PISA 2012 relativa a la resolución de problemas es electrónica y la interacción del alumno con el problema es una característica esencial de la misma.

La resolución de problemas en PISA 2012 es una evaluación de la competencia individual para resolver problemas. Las destrezas colaborativas, es decir, las que se necesitan para resolver problemas como miembro de un grupo, son esenciales para un trabajo futuro con éxito, donde el individuo suele formar parte de un equipo integrado por varios especialistas que trabajan en distintos lugares. No obstante, los importantes retos de medición asociados a la inclusión de ejercicios colaborativos en un estudio internacional a gran escala, como es el caso de PISA (Reeffer et al., 2006), y el tiempo requerido para desarrollar una plataforma adecuada para la administración electrónica, no permitió que se convirtiesen en una característica de la evaluación de 2012.



Un resultado que se repite en las investigaciones es que la resolución experta de problemas depende de los conocimientos y estrategias específicas del área de conocimiento (p. ej., Mayer, 1992; Funke y Frensch, 2007). La evaluación de PISA 2012 evitará la necesidad de conocimientos especializados tanto como sea posible para centrarse en la medición de los procesos cognitivos que son fundamentales para la resolución de problemas. Esto también distingue la evaluación de los ejercicios de resolución de problemas en las áreas básicas de competencia de PISA (lectura, matemáticas y ciencias), que recurren a conocimientos especializados en dichas disciplinas.

Otra conclusión que se puede extraer de las últimas investigaciones es que los problemas auténticos y relativamente complejos, en particular aquellos que requieren una interacción directa por parte de quien los resuelve para localizar y descubrir la información relevante, deben ser una característica fundamental de la evaluación de PISA 2012 relativa a la resolución de problemas. Ejemplos de ellos son los problemas que habitualmente hay que afrontar cuando se utilizan dispositivos cotidianos que no resultan familiares, como los mandos a distancia, los aparatos digitales personales (p. ej., teléfonos móviles), electrodomésticos y máquinas expendedoras. Otros ejemplos se presentan en situaciones tales como la preparación deportiva, la cría de animales, el cultivo de plantas y las interacciones sociales. Las destrezas relativas a la resolución de problemas son necesarias para alcanzar un nivel de competencia superior al básico cuando se aborden dichas situaciones y existen pruebas de que se requieren otras destrezas además de las implicadas en la tradicional resolución de problemas basada en el razonamiento (p. ej., Klieme, 2004). Esta es la primera vez que se incluyen «problemas interactivos» de este tipo en un estudio internacional a gran escala, lo cual ha sido posible gracias a la aplicación electrónica de la evaluación.

La competencia para la resolución de problemas se puede desarrollar a través de una educación de alta calidad. Métodos de enseñanza modernos, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje empírico y los trabajos individuales o en equipo, pueden utilizarse para promover la comprensión profunda y preparar a los alumnos para que apliquen sus conocimientos a situaciones nuevas. Una buena enseñanza fomenta el aprendizaje autorregulado y la metacognición, así como los procesos cognitivos en los que se sustenta la resolución de problemas. Prepara a los alumnos para razonar de forma eficaz en situaciones que no les son familiares y cubrir las lagunas de conocimiento mediante la observación, exploración e interacción con sistemas nuevos. La evaluación electrónica de PISA 2012 en el ámbito de la resolución de problemas tiene como objetivo examinar el grado de preparación de los estudiantes para responder a desafíos futuros desconocidos para los que la enseñanza de los conocimientos actuales no es suficiente.

La resolución de problemas en el estudio de la OCDE sobre las competencias de la población adulta

El estudio de la OCDE sobre las competencias de la población adulta es una evaluación de las destrezas en lectura, escritura, cálculo y resolución de problemas en entornos muy tecnificados. Se trata de una encuesta realizada a individuos de 16 a 65 años de edad de forma presencial en sus hogares. Se llevó a cabo por primera vez en 2011 y los resultados se publicarán en 2013.

La evaluación llevada a cabo en este estudio sobre la «resolución de problemas en entornos muy tecnificados» difiere de la evaluación PISA 2012 sobre la resolución de problemas en dos aspectos fundamentales¹. En primer lugar, se ocupa principalmente de los problemas «ricos en información», entre los que se encuentran la necesidad de localizar y valorar información en Internet o en sitios de redes sociales, navegar por páginas web desconocidas y tomar decisiones sobre qué información es relevante o irrelevante para una tarea.

La segunda gran diferencia es que las soluciones de los problemas requieren la utilización de una o más aplicaciones de programas informáticos (gestión de archivos, navegadores, correo electrónico y hojas de cálculo). En PISA; las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son parte esencial de la evaluación de la resolución de problemas, pero no de la definición de dicha competencia. Solo las competencias TIC básicas (basadas en la utilización del teclado y el ratón) son necesarias para realizar la evaluación electrónica de PISA relativa a la resolución de problemas. Las herramientas de software son habituales y constituyen una poderosa ayuda para la resolución de problemas ricos en información. Un nivel alto de las competencias relacionadas con las TIC es crucial en la era digital. No obstante, la evaluación PISA se centra en los procesos cognitivos fundamentales que son esenciales para resolver problemas de forma satisfactoria con o sin ayuda de las TIC.



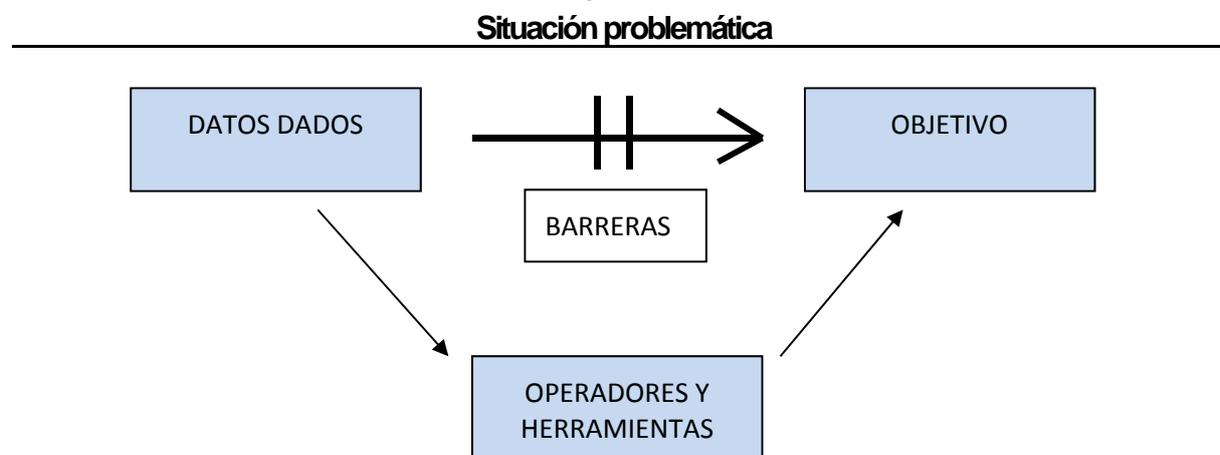
DEFINICIÓN DE COMPETENCIA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El objetivo de la evaluación referente a la resolución de problemas en PISA 2012 es evaluar la competencia de las personas con relación a esta materia. Antes de definir lo que se entiende por «competencia para la resolución de problemas» en este contexto es importante aclarar lo que los investigadores en este campo entienden por «problema» y por «resolución de problemas».

Definición de problema

Existe un problema cuando la persona tiene un objetivo pero no sabe cómo alcanzarlo (Duncker, 1945). Esta definición está ampliada en la Figura 1.1. El estado dado (datos dados) hace referencia al conocimiento que el sujeto tiene del problema al principio y los operadores son las acciones permitidas que pueden llevarse a cabo para alcanzar el estado objetivo que se desea (resultados) con la ayuda de las herramientas disponibles. Los obstáculos que hay que superar (p. ej., la falta de conocimientos o estrategias obvias) se interponen en el camino que lleva a la consecución del objetivo. En la superación de los obstáculos está presente no solo la cognición sino también factores afectivos y factores relacionados con la motivación (Funke, 2010).

• Figura 1.1 •



Fuente: Frensch y Funke, 1995.

A modo de ejemplo, considérese un problema sencillo como es el de encontrar la ruta más rápida entre dos ciudades cuando se cuenta con un mapa de carreteras donde se han indicado los tiempos de viaje estimados y una calculadora. El estado dado es la información facilitada (el mapa sin ninguna ruta marcada) y el estado objetivo la respuesta deseada (la ruta más rápida). Las acciones permitidas (operadores) son: seleccionar una ruta posible, calcular su tiempo total y compararlo con los tiempos de las otras rutas. Se dispone de una herramienta (calculadora) de ayuda para sumar los tiempos.

Definición de resolución de problemas

De conformidad con esta interpretación de lo que es un problema, Mayer (1990) define la resolución de problemas como un proceso cognitivo dirigido a transformar una situación dada en una situación objetivo cuando no existe una estrategia de solución evidente. Esta definición está ampliamente aceptada en la comunidad dedicada a la resolución de problemas (véase, por ejemplo, Klieme, 2004; Mayer y Wittrock, 2006; Reeff et al., 2006).

Definición de competencia para la resolución de problemas

La definición que PISA 2012 da a esta competencia se basa en las anteriores interpretaciones universalmente aceptadas de los términos «problema» y «resolución de problemas». Es la siguiente:

La competencia para la resolución de problemas es la capacidad del individuo para emprender procesos cognitivos con el fin de comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia de forma inmediata. Incluye la disposición para implicarse en dichas situaciones con el objetivo de alcanzar el propio potencial como ciudadano constructivo y reflexivo.



No es sorprendente que la primera frase de la definición sea casi idéntica a la primera parte de la empleada en la evaluación de PISA 2003. Sin embargo, mientras que la definición de 2003 solo tenía una dimensión cognitiva, con una última parte que destacaba el carácter transversal de la evaluación, la de 2012 ha introducido un componente afectivo de conformidad con la definición de competencia aceptada por la OCDE (OCDE, 2003a).

Lo que diferencia a la evaluación de 2012 relativa a la resolución de problemas de la de 2003 no es tanto la definición de dicha competencia, sino el modo de administrar la prueba en 2012 (por ordenador) y la inclusión de problemas que no pueden resolverse sin que el alumno interactúe con la situación problemática.

En los siguientes párrafos se examina, a su vez, cada parte de la definición que PISA 2012 da a la competencia para la resolución de problemas, lo que contribuirá a clarificar su significado con relación a la evaluación.

La competencia para la resolución de problemas...

Una competencia entraña mucho más que la reproducción elemental del conocimiento acumulado. Supone la movilización de las destrezas cognitivas y prácticas, las capacidades creativas y otros recursos psicosociales como las actitudes, la motivación y los valores (OCDE, 2003b). La evaluación de PISA 2012 con relación a la competencia para la resolución de problemas no evalúa la simple reproducción de los conocimientos basados en esta área, sino que se centra más bien en las destrezas cognitivas necesarias para resolver problemas no habituales con los que las personas se encuentran en la vida y que no están incluidos en las áreas curriculares tradicionales.

Los conocimientos previos son importantes para resolver problemas, pero la competencia en este ámbito entraña la capacidad de adquirir y utilizar nuevos conocimientos o de emplear los ya existentes de forma distinta para resolver problemas nuevos, es decir, problemas que no son habituales.

... es la capacidad del individuo para emprender procesos cognitivos...

La resolución de problemas ocurre internamente, en el sistema cognitivo del individuo, y solo se puede inferir de forma indirecta a través de las acciones y el rendimiento de la persona. Supone la representación y manipulación de distintos tipos de conocimiento en el sistema cognitivo de quien resuelve el problema (Mayer y Wittrock, 2006). Las respuestas de los alumnos a las preguntas de la prueba – sus estrategias de exploración, las representaciones que emplean para modelar el problema, las respuestas numéricas y no numéricas, o las explicaciones más largas de cómo se ha resuelto un problema – se utilizan para realizar inferencias sobre los procesos cognitivos que han empleado.

El pensamiento creativo (divergente) y el pensamiento crítico son componentes importantes de la competencia para la resolución de problemas (Mayer, 1992). El pensamiento creativo es una actividad cognitiva que se traduce en la obtención de soluciones para un problema nuevo. El pensamiento crítico acompaña al pensamiento creativo y se emplea para valorar las posibles soluciones. La evaluación de PISA 2012 se centra en ambos componentes.

... con el fin de comprender y resolver situaciones problemáticas...

¿Hasta qué punto puede una persona responder a los desafíos que plantea una situación problemática y avanzar hacia su resolución? Además de las respuestas explícitas a las preguntas, la evaluación tiene como objetivo medir el progreso de los alumnos en la resolución de un problema, incluidas las estrategias empleadas. Si procede, se realiza un seguimiento de dichas estrategias a través de los datos de comportamiento capturados mediante el sistema de administración electrónica: el tipo, frecuencia, duración y orden de las interacciones con el sistema pueden capturarse y utilizarse en la calificación o en los análisis posteriores sobre el rendimiento de los alumnos.

La resolución de problemas se inicia con el reconocimiento de la existencia de una situación problemática y el establecimiento de la comprensión de su naturaleza. Es necesario que la persona identifique el problema o problemas específicos que hay que resolver y que formule y alcance una solución, además de supervisar y evaluar el progreso a lo largo de toda la actividad.

Es frecuente que en los problemas del mundo real no exista una solución única o exacta. Por otro lado, la situación problemática puede cambiar durante el proceso de resolución debido, posiblemente, a la interacción con quien resuelve el problema o como resultado de su propia naturaleza dinámica. Estas complejidades se abordaron cuando se establecieron los ejercicios de la evaluación, con el objetivo de lograr un equilibrio entre la autenticidad de una situación y la viabilidad de la evaluación.



... en las que la estrategia de solución no resulta obvia de forma inmediata...

Los medios para encontrar una vía de solución no deben ser evidentes de modo inmediato para quien resuelve el problema, que se va a encontrar con obstáculos de diversos tipos en el camino o con información que falta. La evaluación aborda problemas no rutinarios, no problemas habituales (es decir, problemas para los que una estrategia de solución aprendida previamente es claramente aplicable): quien resuelve el problema debe explorarlo y comprenderlo de forma activa y, o bien diseñar una nueva estrategia o bien aplicar una estrategia aprendida en un contexto diferente para encontrar una solución.

El estatus de un problema – si es o no rutinario – depende de la familiaridad que tiene con el mismo quien lo resuelve. Lo que para una persona es un «problema» puede tener una solución obvia para otra con experiencia y práctica en la resolución de dichos problemas. Por consiguiente, se ha tenido cuidado para elegir problemas que fuesen no rutinarios para la gran mayoría de los jóvenes de 15 años.

El contexto o los objetivos no tienen por qué ser en sí mismos desconocidos para la persona que resuelve el problema; lo importante es que los problemas concretos sean nuevos o que las formas de alcanzar los objetivos no sean obvias de modo inmediato. El individuo que resuelve el problema puede tener que explorar o interactuar con la situación problemática antes de intentar resolverlo. La interacción directa es posible gracias a que en PISA 2012 la evaluación se realiza por ordenador.

... Incluye la disposición para implicarse en dichas situaciones...

La resolución de problemas es personal y dirigida, es decir, el proceso que desarrolla la persona que resuelve el problema está guiado por sus objetivos personales. (Mayer y Wittrock, 2006). Los conocimientos y destrezas que posee quien resuelve el problema contribuyen a determinar la dificultad o facilidad con que se pueden superar los obstáculos para llegar a una solución. No obstante, el funcionamiento de dichos conocimientos y destrezas se ve afectado por factores afectivos y factores relativos a la motivación, como las creencias (p. ej., la confianza en uno mismo) y la percepción del propio interés y capacidad para resolver el problema (Mayer, 1998).

Por otro lado, el contexto de un problema (si resulta familiar y se comprende), los recursos externos que tiene a su disposición quien lo resuelve (como el acceso a herramientas) y el entorno en el que esa persona opera (p. ej., un examen) van a afectar al modo en que un individuo enfoca y se implica en el problema.

Los factores relacionados con la motivación y los afectivos no se miden en la evaluación cognitiva de resolución de problemas, pero el cuestionario del alumnado incluye grupos de preguntas que miden la perseverancia y apertura con respecto a la resolución de problemas en general. Además, el cuestionario contiene algunas preguntas que recogen información sobre las estrategias de resolución de problemas de los alumnos (p. ej., pregunta a alguien adecuado, consulta las instrucciones, emprende una conducta incoherente, abandona) cuando se enfrentan a determinadas situaciones problemáticas.

... con el objetivo de alcanzar el propio potencial como ciudadano constructivo y reflexivo.

La competencia es un factor importante dentro de las formas que los individuos tienen de configurar el mundo, no solo de hacerle frente: «... las competencias clave pueden beneficiar tanto a las personas como a las sociedades» (Rychen y Salganik, 2003). Los individuos deben «gestionar sus vidas con sentido y responsabilidad, ejerciendo el control sobre sus condiciones de vida y de trabajo» (ibid.). Tienen que ser competentes en la resolución de problemas para alcanzar su potencial como ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos.

Ámbito de la evaluación

La evaluación de PISA 2012 relativa a la resolución de problemas no contiene problemas que requieran unos conocimientos especializados para su resolución. En concreto, no se incluyen aquellos que sería razonable figurasen en la evaluación de una de las tres áreas principales de PISA. Los ejercicios de la evaluación se centran en situaciones cotidianas y se emplea una amplia gama de contextos como medio de control de los conocimientos previos en general.

La movilización de los conocimientos previos no es suficiente para resolver problemas nuevos en muchas situaciones cotidianas. En lugar de aplicar de forma directa los conocimientos previamente dominados, los conocimientos existentes tienen que reorganizarse y combinarse con los nuevos mediante distintas destrezas de



razonamiento. Las lagunas de conocimiento deben cubrirse a través de la observación y exploración de la situación problemática. Esto suele entrañar la interacción con un nuevo sistema para descubrir reglas que a su vez deben aplicarse para resolver el problema. Dichos problemas constituyen el núcleo principal de la evaluación PISA 2012 en materia de resolución de problemas y ello ha sido posible gracias a su aplicación por ordenador.

ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO

La forma en que está representada y organizada el área de conocimiento determina el diseño de la evaluación y, en última instancia, los datos que pueden recogerse y difundirse sobre el rendimiento de los alumnos. Son muchos los elementos que forman parte del constructo, pero no todos se pueden tener en cuenta y modificar en una evaluación como PISA. Deben identificarse los más importantes, para poder modificarlos y de ese modo garantizar la elaboración de una prueba cuyas preguntas tengan unos niveles de dificultad adecuados y ofrezcan una amplia cobertura del área.

Los elementos del área de conocimiento que son de vital importancia para la evaluación de PISA 2012 en materia de resolución de problemas son los siguientes:

- El contexto del problema: si incluye o no un dispositivo tecnológico y si el enfoque del problema es personal o social.
- La naturaleza de la situación problemática: si es interactiva o estática.
- Los procesos de resolución del problema: los procesos cognitivos implicados en la resolución de un problema.

Las preguntas se elaboraron para medir el nivel de rendimiento de los alumnos cuando se emplean los distintos procesos de resolución de problemas dentro de los dos tipos diferentes de situaciones problemáticas en toda una diversidad de contextos. Todos estos elementos clave del área de conocimiento se analizan e ilustran en los siguientes apartados.

Contexto del problema

La familiaridad y comprensión que una persona posee del contexto del problema afecta al grado de dificultad que esa persona tiene para resolverlo. Se han identificado dos dimensiones para garantizar que los ejercicios de la evaluación se seleccionen de entre toda una variedad de contextos que sean auténticos y de interés para los jóvenes de 15 años: el entorno (tecnológico o no) y el enfoque (personal o social).

Los problemas enmarcados en un contexto tecnológico tienen como base la funcionalidad de un dispositivo tecnológico. Algunos ejemplos son los teléfonos móviles, los mandos a distancia de los aparatos y las máquinas expendedoras de billetes. No es necesario conocer el funcionamiento interno de estos aparatos: normalmente, se lleva a los alumnos a explorar y comprender la funcionalidad de un aparato, como preparación para controlarlo o detectar y corregir los fallos en su funcionamiento. Las situaciones que dan lugar a otros tipos de problemas, como la planificación de rutas, la programación de tareas y la toma de decisiones, tienen contextos no tecnológicos.

Los contextos personales incluyen aquellos que están relacionados principalmente con el propio sujeto, la familia y los grupos de iguales. Los contextos sociales hacen referencia a situaciones que habitualmente se encuentran con más frecuencia en la comunidad o en la sociedad en general (incluido el trabajo y el emprendimiento de estudios postobligatorios). A modo de ejemplo, el contexto de una pregunta sobre la puesta en hora de un reloj digital se clasificaría como tecnológico y personal, mientras que el de una pregunta donde hay que confeccionar la alineación de un equipo de baloncesto se clasificaría como no tecnológico y social. El último apartado de este capítulo ofrece más ejemplos: la primera unidad descrita, que se centra en las instrucciones que regulan el funcionamiento de un reproductor MP3, tiene un contexto tecnológico y personal, y la segunda, sobre la disposición de los invitados en una fiesta de cumpleaños, tiene un contexto no tecnológico y social.

Naturaleza de la situación problemática

La forma en que se presenta un problema tiene importantes consecuencias para el modo en que este puede resolverse. Que la información que se muestra del problema a quien lo resuelve sea completa desde el principio es de vital importancia. Es el caso del problema sobre la ruta más rápida, analizado anteriormente (véase el apartado «Definición de problema»). Tales situaciones reciben el nombre de estáticas. La unidad *FIESTA DE*



CUMPLEAÑOS, descrita en el apartado «Ejemplos de preguntas de resolución de problemas de PISA», es un ejemplo de unidad estática.

En cambio, las situaciones problemáticas pueden ser interactivas, lo que significa que es posible explorar la situación para descubrir información adicional relevante⁴. La navegación en tiempo real utilizando un sistema GPS en el cual se informa de la congestión del tráfico de forma automática o mediante consulta presenta una situación de este tipo. La unidad *REPRODUCTOR MP3*, descrita en el apartado «Ejemplos de preguntas de resolución de problemas de PISA», es interactiva.

Las situaciones problemáticas interactivas se pueden simular en un entorno de prueba mediante un ordenador. La inclusión de este tipo de situaciones en la evaluación electrónica de resolución de problemas de PISA 2012 permite presentar una amplia variedad de escenarios de la vida real más auténticos, lo cual no sería posible mediante pruebas de lápiz y papel. Los problemas donde el alumno explora y controla un entorno simulado son un rasgo distintivo de la evaluación.

Esta también incluye una selección de situaciones problemáticas estáticas. Tradicionalmente, la evaluación de estos problemas se ha llevado a cabo mediante pruebas de lápiz y papel. No obstante, la evaluación electrónica de los mismos presenta muchas ventajas, entre ellas la capacidad de presentar una mayor variedad de escenarios, que contienen elementos multimedia, como la animación; la disponibilidad de herramientas on line; y el uso de una amplia gama de formatos de respuesta que pueden codificarse de forma automática.

Por otra parte, algunos estudios indican que la adquisición de conocimientos durante la exploración de un problema en un entorno interactivo y la forma de aplicarlos son competencias distintas de las que se emplean habitualmente para resolver problemas estáticos (véase Klieme, 2004; Wirth y Klieme, 2004; Leutner y Wirth, 2005). Por consiguiente, la inclusión de una combinación de problemas interactivos y estáticos en la evaluación de PISA 2012 proporciona una medida más exhaustiva de la competencia para la resolución de problemas de lo que ha sido posible con los instrumentos en soporte impreso.

Situaciones problemáticas interactivas

Estas situaciones surgen, normalmente, al encontrarse por primera vez con aparatos tecnológicos, como las máquinas expendedoras de billetes, los sistemas de aire acondicionado o los teléfonos móviles, especialmente si las instrucciones para su uso no son claras o no están disponibles. Comprender cómo se controlan dichos aparatos es un problema al que todo el mundo se enfrenta en su vida diaria. Por lo general, en estas situaciones existe cierta información relevante que no es evidente al principio. Por ejemplo, el efecto de aplicar una operación (como puede ser pulsar un botón en un mando a distancia) es posible que no se conozca y que no pueda deducirse, sino que más bien deba inferirse interactuando con el escenario mediante la ejecución real de la operación (la pulsación del botón) y formulando una hipótesis sobre su funcionamiento a partir del resultado. En general debe realizarse algún tipo de exploración o experimentación para adquirir los conocimientos necesarios para controlar el dispositivo. Otro escenario habitual es aquel en el que una persona debe detectar y corregir un fallo o el mal funcionamiento de un aparato. En este caso se requiere una cierta dosis de experimentación para recoger información sobre las circunstancias en las que el aparato no funciona.

Una situación problemática interactiva puede ser dinámica, lo que significa que su estado puede cambiar por sí solo debido a influencias que escapan al control de quien resuelve el problema (es decir, sin que este realice ningún tipo de intervención). Por ejemplo, en el caso de una máquina expendedora de billetes, si durante una transacción no se pulsa ningún botón durante 20 segundos, la máquina puede reiniciarse. Este comportamiento autónomo de un sistema debe observarse y comprenderse para poder tenerlo en cuenta en la consecución del objetivo deseado (la compra de un billete).

Situaciones problemáticas estáticas

Estas situaciones pueden dar lugar a problemas bien o mal definidos. En un problema bien definido, como el de la ruta más rápida (véase el apartado «Definición de problema»), el estado dado, el estado objetivo y los operadores permitidos están claramente especificados (Mayer y Wittrock, 2006). La situación problemática no es dinámica (es decir, no cambia por sí sola durante el curso de resolución del problema), toda la información relevante se da a conocer al principio y hay un único objetivo.

Otros ejemplos de problemas bien definidos son los tradicionales juegos de lógica, como los problemas de la Torre de Hanoi y las jarras de agua (véase, por ejemplo, Robertson, 2001); los problemas de toma de decisiones,



donde quien los resuelve debe comprender una situación que presenta una serie de alternativas y restricciones bien definidas, para tomar una decisión que cumpla esas restricciones (p. ej., la elección del calmante adecuado dada la información suficiente sobre el paciente, la dolencia y los calmantes disponibles); y los problemas de planificación de proyectos, como la construcción de una casa o la creación de programas informáticos, donde se da un lista de tareas con su correspondiente duración y dependencia entre ellas.

Mayer y Wittrock (2006) señalan que «los materiales educativos suelen hacer hincapié en los problemas bien definidos, aunque la mayoría de los problemas reales están mal definidos [es decir, no bien definidos]». Estos últimos, cuya naturaleza puede ser interactiva o estática, incluyen a menudo múltiples objetivos encontrados, de modo que el avance hacia uno puede perjudicar el avance hacia otro u otros. La persona que resuelve el problema debe elaborar y sopesar las prioridades para lograr un equilibrio entre los objetivos (Blech y Funke, 2010). Un ejemplo es encontrar la «mejor» ruta entre dos lugares – ¿debería ser esta la más corta?, ¿la más rápida posible?, ¿la más directa?, ¿la ruta con una mínima variación en el tiempo?, etc. Un ejemplo más complejo es el diseño de un automóvil que reúna todas las características deseadas: alta eficiencia, bajo coste, alta seguridad y bajo impacto medioambiental.

Procesos de resolución de problemas

Los procesos cognitivos implicados en la resolución de un problema se conciben de forma diferente en función de los autores, aunque sus puntos de vista coinciden en numerosos aspectos. Los procesos identificados se derivan del trabajo desarrollado por los psicólogos cognitivos en el campo de la resolución de problemas y el razonamiento (p. ej., Baxter y Glaser, 1997; Bransford et al., 1999; Mayer y Wittrock, 1996, 2006; Vosniadou y Ortony, 1989) y de la obra fundamental de Polya (1945). Además, se han tenido en cuenta los últimos trabajos sobre resolución de problemas complejos y dinámicos (Blech y Funke, 2005, 2010; Funke y Frensch, 2007; Greiff y Funke, 2008; Klieme, 2004; Osman, 2010; Reeffer et al., 2006; Wirth y Klieme, 2004).

No se da por sentado que los procesos implicados en la resolución de un problema concreto sean secuenciales o que todos los procesos enumerados estén presentes en dicha resolución. A medida que los individuos afrontan, estructuran, representan y resuelven problemas auténticos que describen exigencias vitales emergentes, pueden encaminarse hacia una solución de un modo que traspasa los límites de un modelo lineal, paso a paso. En la actualidad, casi toda la información relativa al funcionamiento del sistema cognitivo de los humanos respalda la opinión de que este es capaz de un procesamiento paralelo de la información (Lesh y Zawojewski, 2007).

A efectos de la evaluación de PISA 2012 en materia de resolución de problemas, los procesos implicados en dicha resolución son:

- *Explorar y comprender*
- *Representar y formular*
- *Planificar y ejecutar*
- *Controlar y reflexionar*

Explorar y comprender. El objetivo aquí es construir representaciones mentales de todos los datos presentes en el problema. Esto supone:

- explorar la situación problemática: observarla, interactuar con ella, buscar información y detectar limitaciones u obstáculos; y
- comprender la información dada y la descubierta al interactuar con la situación problemática; demostrar que se comprenden los conceptos relevantes.

Representar y formular. El objetivo en este caso es construir una representación mental coherente de la situación problemática (es decir, un modelo de la situación o un modelo del problema). Para ello hay que seleccionar, organizar mentalmente e integrar la información relevante con los conocimientos previos pertinentes. Esto puede suponer:

- representar el problema mediante la construcción de representaciones tabulares, gráficas, simbólicas o verbales, y pasar de un formato de representación a otro; y



- formular hipótesis identificando los factores relevantes del problema y sus interrelaciones; organizar y valorar de forma crítica la información.

Planificar y ejecutar incluye:

- planificar, que consiste en establecer objetivos, incluyendo la clarificación del objetivo general y el establecimiento de los objetivos parciales cuando sea necesario; y diseñar un plan o estrategia para alcanzar el estado objetivo incluyendo las medidas que deben adoptarse; y
- ejecutar, que consiste en llevar a cabo un plan.

Controlar y reflexionar incluye:

- controlar el progreso hacia el objetivo en cada etapa, incluyendo la verificación de los resultados intermedios y finales, la detección de sucesos imprevistos y la adopción de acciones correctoras cuando proceda; y
- reflexionar sobre las soluciones desde distintas perspectivas, valorar de forma crítica los supuestos y las soluciones alternativas, identificar la necesidad de información adicional o de clarificación y comunicar los avances de forma adecuada.

Destrezas de razonamiento

Cada uno de los procesos de resolución de problemas recurre a una o más destrezas de razonamiento. Para comprender una situación problemática, la persona que resuelve el problema puede que tenga que distinguir entre hechos y opiniones; para formular una solución, puede que necesite identificar relaciones entre variables; para seleccionar una estrategia, puede que deba tener en cuenta la causa y el efecto; y para comunicar los resultados, puede que tenga que organizar la información de forma lógica. Las destrezas de razonamiento asociadas a estos procesos están insertas en la resolución de problemas y son importantes en el contexto de PISA porque pueden impartirse y modelarse en el aula (p. ej., Adey et al., 2007; Klauer y Phye, 2008).

Entre los ejemplos de destrezas de razonamiento empleadas en la resolución de problemas se incluye el razonamiento deductivo, inductivo, cuantitativo, correlativo, analógico, combinatorio y multidimensional. Estas destrezas de razonamiento no son excluyentes y en la práctica es frecuente que las personas que resuelven un problema pasen de una a otra para recopilar información y valorar posibles vías de solución antes de establecer el uso preeminente de un método sobre otros a la hora de encontrar la solución a un problema dado. Las destrezas de razonamiento se han examinado ampliamente en las preguntas de la evaluación, pues la dificultad de una pregunta está determinada por la complejidad y los tipos de razonamiento implicados en su solución.

EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Estructura de la evaluación

En PISA 2012, la duración de la evaluación electrónica es de 40 minutos. El total de los 80 minutos de material de resolución de problemas se organiza en cuatro grupos de 20 minutos. Los alumnos de los países que no participan en la evaluación opcional electrónica de las matemáticas y de la lectura digital realizan dos grupos según un diseño de rotación equilibrado. Los alumnos de los países que también participan en esta evaluación opcional realizan dos, uno o ninguno de los cuatro grupos de resolución de problemas según un diseño de rotación equilibrado diferente.

Como es habitual en las evaluaciones de PISA, las preguntas se agrupan en unidades que giran en torno a un estímulo común que describe la situación problemática. Para minimizar el nivel de competencia lectora requerido, el material de estímulo (y los enunciados de los ejercicios) son lo más claros, sencillos y breves posible. Se han utilizado animaciones, imágenes o diagramas para evitar pasajes largos de texto. Las exigencias de cálculos aritméticos también se han mantenido al mínimo facilitándose, por ejemplo, los totales acumulados cuando proceda.

Hay 16 unidades en total, que comprenden en su conjunto unas 40 preguntas con un rango adecuado de dificultad. Esto permite determinar los puntos fuertes y débiles de las poblaciones y subgrupos clave con relación a los procesos cognitivos implicados en la resolución de problemas.



Funcionalidad proporcionada por la administración electrónica

Una ventaja fundamental de medir la competencia para la resolución de problemas a través de una evaluación electrónica es la oportunidad de recoger y analizar datos relacionados con los procesos y estrategias, además de capturar y puntuar los resultados intermedios y finales. Esta va a ser seguramente una contribución esencial de la evaluación PISA 2012 en relación con esta competencia. Con la elaboración de las preguntas adecuadas se pueden capturar para este fin datos como el tipo, frecuencia, duración y orden de las acciones realizadas por los alumnos.

La evaluación solo presupone las competencias TIC básicas como, por ejemplo, el uso del teclado, la utilización del ratón o panel táctil, la realización de acciones como pulsar botones de radio, arrastrar y soltar, desplazarse, y el uso de menús desplegables e hipervínculos. Se prestará atención para garantizar que las interferencias de la demanda y presentación TIC con la medición de esta competencia sean mínimas.

Tanto las unidades como las preguntas que las integran se presentan en un orden fijo o de «paso bloqueado». Este procedimiento implica que los alumnos no pueden volver a una pregunta o unidad una vez que han pasado a la siguiente. Cada vez que el alumno pulsa el botón Siguiente un cuadro de diálogo le advierte de que está a punto de pasar a la siguiente pregunta y no podrá volver a la anterior. En ese momento, los alumnos pueden o bien confirmar que desean continuar o bien cancelar la acción y volver a la pregunta sobre la que estaban trabajando.

El aspecto de la interfaz de la prueba se mantiene igual en todas las preguntas (véase la Figura 4.2). En cada una de ellas, el estímulo aparece en la parte superior de la pantalla y la cuestión en la inferior, quedando visualmente separados por un borde. La división de la pantalla en dos partes varía de una pregunta a otra, de modo que nunca es necesario desplazarse para ver toda la información.

En la parte superior derecha de la pantalla aparece una barra de tiempo que muestra cuánto resta para que termine la evaluación. En el margen izquierdo de la pantalla se facilita otro indicador de progreso: las preguntas de la prueba se incluyen en grupos de unidades, con el número de la pregunta en curso destacado.

Características y dificultad de los ejercicios

Normalmente, cada pregunta se centra en lo posible en un único proceso de resolución de problemas. Por consiguiente, en algunas preguntas es suficiente demostrar un reconocimiento del problema; en otras basta con describir una estrategia de solución; en muchas se exige que esa estrategia sea eficaz y eficiente; e incluso hay otras donde el cometido es valorar las soluciones propuestas y decidirse por la más adecuada para el problema planteado. La inclusión de preguntas que se centran en un proceso resulta acertada, pues aunque lo que se enseña en clase suele hacer hincapié en la ejecución, las principales dificultades para la mayoría de quienes resuelven un problema tienen que ver con la representación, planificación y autorregulación (Mayer, 2003).

Algunos problemas son intrínsecamente más complejos que otros (Funke y Frensch, 2007). Además, el aumento de la complejidad suele traducirse en una mayor dificultad. La Tabla 1.1 resume las características de los ejercicios, que se modifican en la evaluación para garantizar que las preguntas cubran unos niveles adecuados de dificultad. Estas características no son excluyentes y se considera que forman cuatro factores (Philpot et al., 2012) cuando se analiza el conjunto de problemas de PISA 2012.



• Figura 1.2 •

Interfaz de la prueba

en-GB Programme for international Student Assessment 2012

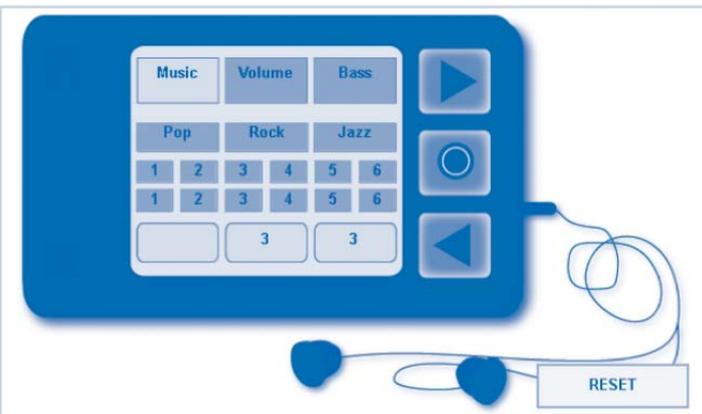
1
2
3

REPRODUCTOR MP3

Un amigo te regala un reproductor MP3 que puedes usar para escuchar y almacenar música. Puedes cambiar el tipo de música y subir y bajar el volumen y el nivel de los bajos pinchando en los tres botones del reproductor.

(▶ , ● , ◀)

Pincha en REINICIAR para devolver al reproductor a su estado original.



PREGUNTA 1: REPRODUCTOR MP3

La fila de abajo del reproductor MP3 muestra los ajustes que has elegido. Decide si cada una de las siguientes afirmaciones sobre el reproductor MP3 es verdadera o falsa. Selecciona «Verdadero» o «Falso» en cada afirmación para indicar tu respuesta.

Afirmación	Verdadero	Falso
Necesitas usar el botón del medio <input checked="" type="radio"/> para cambiar el tipo de música.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tienes que ajustar el volumen antes de ajustar el nivel de los bajos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una vez que has subido el volumen, solo puedes bajarlo si cambias el tipo de música que estás escuchando.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

?
➔

Formatos de respuesta y codificación

En aproximadamente un tercio de las preguntas los alumnos deben seleccionar la respuesta o respuestas pulsando un botón de radio o eligiéndola en un menú desplegable. Esto incluye las preguntas de elección múltiple sencilla en las que hay que seleccionar la respuesta correcta, las preguntas de elección múltiple compleja en las que deben realizarse dos o tres elecciones independientes, y variaciones de estas como cuando hay que seleccionar más de una respuesta correcta de una lista o múltiples menús desplegables. Todas estas preguntas se codifican de forma automática.

En algo más de la mitad de las preguntas los alumnos deben elaborar sus respuestas, pero de modo que puedan codificarse automáticamente, como por ejemplo, introduciendo un número, arrastrando formas, dibujando líneas entre puntos o destacando parte de un diagrama.

En el resto de preguntas los alumnos tienen que introducir las respuestas en cuadros de texto y deben ser codificadas por expertos. Este tipo de preguntas se utilizan, en concreto, cuando se considera que es importante pedir a los estudiantes que expliquen su estrategia o que justifiquen la respuesta seleccionada.

Se ha desarrollado un sistema de codificación on line para facilitar la codificación de los expertos. Esto elimina la necesidad de una entrada de datos separada, minimiza la necesidad de limpiar datos y permite que la codificación tenga lugar «fuera del sitio» si se desea.

El sistema de codificación de una pregunta permite la puntuación parcial en caso necesario, como cuando se requieren varias respuestas correctas para obtener la máxima puntuación o cuando se emplea una estrategia correcta pero no se ejecuta adecuadamente. Las conductas designadas (como las estrategias de exploración),

que proporcionan una información fiable sobre la competencia para la resolución de problemas más allá del cumplimiento de las exigencias del ejercicio, se van a capturar y van a influir en la puntuación.

Tabla 1.1
Características de los ejercicios

Característica	Efecto sobre la dificultad del ejercicio
Cantidad de información	Cuanta más información haya que tener en cuenta, más difícil será probablemente el ejercicio.
Representación de la información	Las representaciones que no resultan familiares y las representaciones múltiples (en especial cuando se tiene que relacionar la información presentada en distintas representaciones) suelen aumentar la dificultad.
Nivel de abstracción	El grado de abstracción o concreción del escenario afectará al nivel de dificultad del ejercicio. Lo más probable es que cuanto más abstracto sea el escenario, más difícil será el ejercicio.
Familiaridad del contexto	Si el contexto le es familiar a la persona que resuelve el problema, esta se sentirá mejor equipada para abordarlo.
Revelación de información	Cuanta más información relevante haya que descubrir (p. ej., resultado de operaciones, comportamiento autónomo, obstáculos imprevistos), más difícil será probablemente el ejercicio.
Complejidad interna	La complejidad interna de un ejercicio aumenta a medida que se incrementa el número de componentes o elementos y su interrelación es mayor (debido a dependencias o restricciones). Lo más probable es que los ejercicios con un nivel alto de complejidad interna sean más difíciles que aquellos con un nivel bajo.
Distancia al objetivo	Cuanto mayor sea el número de pasos necesarios para resolver un problema, más difícil será probablemente.
Destrezas de razonamiento exigidas	En la dificultad de un ejercicio influye la complejidad y los tipos de destrezas de razonamiento implicadas en su solución. Lo más probable es que los ejercicios que requieren la aplicación de algunos tipos de razonamiento (p. ej., el razonamiento combinatorio) sean más difíciles que aquellos que no los requieren.

Problemas interactivos

Los problemas interactivos pueden tomar como base modelos formales subyacentes cuyos parámetros pueden modificarse de forma sistemática para alcanzar distintos grados de dificultad. Existen dos paradigmas muy usados: las ecuaciones en diferencias lineales y las máquinas de estados finitos.

Cuando las situaciones problemáticas están modeladas por ecuaciones en diferencias lineales (también llamadas ecuaciones estructurales lineales)⁶, el individuo que resuelve el problema debe manipular una o más variables de entrada (como los controles de un sistema de climatización) y tener en cuenta el efecto que ello tiene sobre una o más variables de salida (como la temperatura y la humedad); estas últimas variables también pueden influirse a sí mismas, de modo que el sistema sea dinámico. Entre los contextos de ejemplo están los mandos a distancia, los termostatos, las mezclas de pintura y los ecosistemas.

Una máquina de estados finitos es un sistema con un número finito de estados, señales de entrada y señales de salida (Buchner y Funke, 1993). El siguiente estado del sistema (y señal de salida) está exclusivamente determinado por su estado actual y la señal de entrada específica. En el caso de las situaciones problemáticas



que están modeladas por sistemas de estados finitos, la persona que resuelve el problema debe suministrar señales de entrada (normalmente en forma de una secuencia de pulsaciones de un botón) para determinar el efecto sobre los estados del sistema en un esfuerzo por comprender su estructura subyacente y avanzar hacia un estado objetivo. Muchos dispositivos y contextos cotidianos están regulados o limitados por las normas de una estructura de sistemas de estados finitos. Algunos ejemplos son los relojes digitales, los teléfonos móviles, los hornos microondas, los reproductores MP3, las máquinas expendedoras de billetes y las lavadoras.

Las exigencias típicas de los ejercicios para estos problemas interactivos son las siguientes (para más información, véase Blech y Funke (2005) y Greiff y Funke (2008)):

- **Exploración:** adquirir conocimientos de la estructura del sistema bien a través de la exploración activa o dirigida (interacción). [El sistema de administración por ordenador puede rastrear y capturar las estrategias de exploración].
- **Identificación:** proporcionar o completar una representación del modelo mental del sistema que se crea durante la exploración. Esto puede ser en forma de dibujo o texto. [La precisión del modelo favorece la evaluación del conocimiento causal adquirido].
- **Control:** aplicación práctica de los conocimientos adquiridos: transformar un estado dado en un estado objetivo y (para los sistemas adecuados) mantener ese estado objetivo en el tiempo. Se puede facilitar un modelo correcto del sistema para minimizar la dependencia de las preguntas anteriores. [La transferencia de los conocimientos adquiridos se evalúa de este modo].
- **Explicación:** describir las estrategias empleadas para alcanzar un objetivo; explicar el funcionamiento de un sistema; o indicar las causas de un fallo de un aparato.

Los alumnos pueden tener ya alguna idea de las relaciones entre las variables del sistema en situaciones problemáticas debido a su familiaridad con aparatos reales similares. Estos conocimientos previos varían de unas personas a otras y por eso, para reducir este efecto en la evaluación, se utiliza una gran variedad de contextos de problemas comunes y cotidianos. Además, se incluyen algunos contextos inusuales, pero atractivos y de carácter lúdico, allí donde las relaciones deben inferirse exclusivamente a través de la manipulación y observación de las variables del sistema.

La dificultad de este tipo de problemas depende en gran medida de la complejidad interna de los modelos formales que subyacen a las situaciones. Se pueden establecer problemas de distinta dificultad modificando sistemáticamente esta complejidad, que viene determinada por el número de variables implicadas y la forma en que están relacionadas. Por ejemplo, un problema que presenta solo unas pocas variables puede ser muy fácil si únicamente incluye los efectos directos entre las variables de entrada y de salida, pero puede convertirse en un problema extremadamente difícil si se incluyen los efectos múltiples y secundarios entre las variables de salida.

Distribución de las preguntas

Para el estudio principal, la distribución porcentual de la puntuación según los procesos cognitivos implicados en la resolución de problemas se facilita en la Tabla 1.2. Los rangos recomendados por el Grupo de Expertos en Resolución de Problemas se incluyen entre paréntesis. El mayor peso se da a planificar y ejecutar, en reconocimiento a la importancia que tiene el ser capaz de desarrollar una solución que lleve a una conclusión satisfactoria. Se asigna un peso inferior a la media a controlar y reflexionar, puesto que es una parte esencial de los otros tres procesos y, por tanto, también se evalúa (indirectamente) en las preguntas que se centran en esos procesos.

Tabla 1.2

Distribución aproximada de la puntuación en resolución de problemas según el proceso

Explorar y comprender	Representar y formular	Planificar y ejecutar	Controlar y reflexionar	Total
21,4% (20 - 25%)	23,2% (20 - 25%)	41,1% (35 - 45%)	14,3% (10 - 20%)	100%

La Tabla 1.3 indica la distribución porcentual de las preguntas en los otros dos elementos clave del área de conocimiento: el contexto del problema y la naturaleza de la situación problemática. De nuevo se ofrecen los rangos recomendados entre paréntesis. El énfasis manifiesto que se da a los problemas interactivos sobre los estáticos (en una proporción aproximada de 2:1) refleja la decisión de centrarse en esta importante clase de problemas que, con las ventajas de la administración electrónica, se pueden incluir por primera vez en un estudio internacional a gran escala. El mayor énfasis que se da a los contextos tecnológicos sobre los no tecnológicos reconoce tanto el creciente papel que juegan los dispositivos tecnológicos en la vida cotidiana como su idoneidad para la simulación en una prueba por ordenador.

Tabla 1.3

Distribución aproximada de las preguntas de resolución de problemas según el contexto y la naturaleza de los mismos*

	Contexto tecnológico	Contexto no tecnológico	Total contextos
Situación problemática estática	11% (10 - 15%)	20% (15 - 20%)	31% (25 - 35%)
Situación problemática interactiva	45% (40 - 45%)	25% (25 - 30%)	70% (65 - 75%)
Total naturaleza de los problemas	55% (50 - 60%)	45% (40 - 50%)	100%

*Las discrepancias en los totales se deben a errores de redondeo.

Se recomendaba un equilibrio aproximadamente igual entre los contextos personal y social, sujeto a las limitaciones impuestas para satisfacer la distribución propuesta para los elementos clave del área de conocimiento, tal y como se muestra en las Tablas 1.2 y 1.3. La división real de la puntuación en el estudio principal es de un 59% para el contexto personal y un 41% para el social.

PRESENTACIÓN DE LA COMPETENCIA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En consonancia con las otras áreas de conocimiento de PISA, los resultados de la evaluación relativa a la resolución de problemas se resumen en una única escala compuesta de resolución de problemas, con una media de 500 puntos y una desviación típica de 100.

Los ejercicios más fáciles aparecen en el extremo inferior de la escala y los más difíciles en el superior. En un



intento por capturar y resumir la progresión de la dificultad de los ejercicios, la escala se divide en niveles.

Se describen seis niveles que muestran cómo aumenta y se desarrolla la competencia de las personas para la resolución de problemas y que permiten comparar el rendimiento de los alumnos entre los países y economías participantes y dentro de ellos. El estudio no cuenta con preguntas suficientes para presentar los resultados en subescalas.

La descripción de la competencia que caracteriza el rendimiento habitual de los alumnos en cada nivel se elaboran analizando los conocimientos y destrezas necesarias para responder a los ejercicios de ese nivel y las características de esos ejercicios (véase la Tabla 1.1). Se espera que las siguientes capacidades caractericen a los alumnos con un rendimiento alto:

- Capacidad para planificar y ejecutar soluciones que entrañan pensar en una serie de pasos con antelación y satisfacer varios condicionantes, aplicar destrezas de razonamiento complejas y controlar el progreso hacia el objetivo a través del proceso de solución, modificando los planes en caso necesario.
- Capacidad para comprender y establecer relaciones entre distintos fragmentos de información, incluso cuando se presentan mediante representaciones inusuales.
- Capacidad para interactuar con los problemas de forma sistemática e intencionada para descubrir información no revelada.

Se espera que los alumnos que aún no han alcanzado un nivel básico de competencia tengan, a lo sumo, las siguientes características:

- Capacidad para planificar y ejecutar soluciones que entrañan un número reducido de pasos.
- Capacidad para resolver problemas que incluyen una o dos variables y ningún condicionante o solo uno.
- Capacidad para formular reglas sencillas y descubrir información no revelada cuando se explora de forma no sistemática.

RESUMEN

La competencia para la resolución de problemas se evalúa por segunda vez en PISA 2012. En 2003, una prueba en soporte impreso de la resolución de problemas interdisciplinar formó parte de la evaluación. En cambio, la prueba de 2012 se administra por ordenador, lo que permite la inclusión de preguntas en las que el alumno debe interactuar con la situación problemática. Por otro lado, se evitan los problemas que requieren un conocimiento disciplinario para su solución, con el fin de centrarse en la medición de los procesos cognitivos que son fundamentales para la resolución de problemas.

A efectos de PISA 2012, la competencia para la resolución de problemas se define como la capacidad del individuo para emprender procesos cognitivos con el fin de comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia de forma inmediata. Incluye la disposición para implicarse en dichas situaciones con el objetivo de alcanzar el propio potencial como ciudadano constructivo y reflexivo.

Los elementos del área de conocimiento cuya importancia es clave para elaborar las preguntas de la evaluación son el contexto del problema: tecnológico o no, personal o social; la naturaleza de la situación problemática: interactiva o estática; y los procesos de resolución de problemas – los procesos cognitivos implicados en dicha resolución: explorar y comprender, representar y formular, planificar y ejecutar, controlar y reflexionar.

Lo que determina la naturaleza de la situación problemática es si la información que sobre dicha situación se da a conocer a quien resuelve el problema al principio es completa (problemas estáticos) o si la interacción con esa situación es una parte necesaria de la actividad de resolución para descubrir información adicional (problemas interactivos). Entre los problemas interactivos se incluyen aquellos a los que normalmente hay que enfrentarse cuando se utilizan aparatos que no resultan familiares, como un teléfono móvil nuevo o una máquina expendedora de billetes. La administración de la evaluación por ordenador es lo que ha hecho posible que por primera vez se haya incluido esta clase de problemas interactivos en un estudio internacional a gran escala.

Cada pregunta de la prueba, con su estímulo asociado ocupa una sola pantalla de ordenador y los alumnos pasan de una pregunta a otra según la modalidad de «paso bloqueado». Se emplean distintos formatos de respuesta, incluidos los de respuesta seleccionada y los de respuesta construida, que se pueden codificar de forma automática (p. ej., arrastrar y soltar), y la entrada de texto libre que debe ser codificada por expertos. En el caso de algunas preguntas, se capturan datos de comportamiento que proporcionan información fiable sobre la competencia de resolución de problemas (p. ej., estrategias de exploración) e influyen en la puntuación. En el siguiente apartado se presentan ejemplos de preguntas comentadas.

EJEMPLOS DE PREGUNTAS DE PISA RELATIVAS A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En este apartado se describen preguntas de dos unidades incluidas en la prueba piloto de PISA 2012. Para cada unidad se proporciona una captura de pantalla del estímulo y una breve descripción del contexto de la unidad, que va seguido de una captura de pantalla y descripción de cada pregunta de esa unidad.

REPRODUCTOR MP3

• Figura 1.3 •

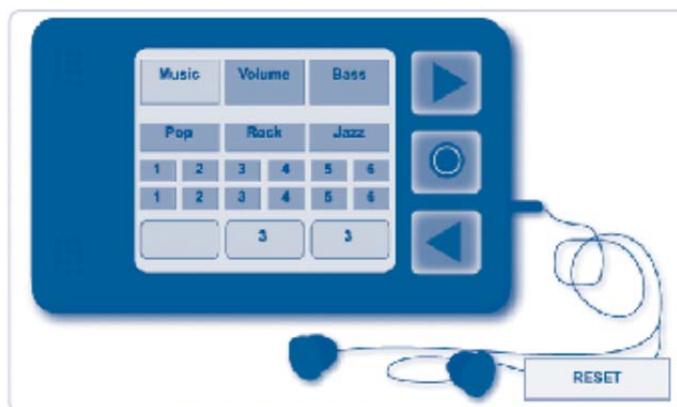
Reproductor MP3: estímulo

REPRODUCTOR MP3

Un amigo te regala un reproductor MP3 que puedes usar para escuchar y almacenar música. Puedes cambiar el tipo de música y subir y bajar el volumen y el nivel de los bajos pinchando en los tres botones del reproductor.

(▶, ●, ◀)

Pincha en REINICIAR para devolver al reproductor a su estado original.



En la unidad Reproductor MP3 se indica a los alumnos que un amigo les ha regalado un reproductor MP3. No saben cómo funciona y deben interactuar con él para averiguarlo, de modo que la naturaleza de la situación problemática para cada pregunta de esta unidad es interactiva. Puesto que la unidad se centra en descubrir las reglas que regulan un dispositivo destinado para uso individual, el contexto de cada pregunta de la unidad es tecnológico y personal.



• Figura 1.4 •

Reproductor MP3: pregunta 1

PREGUNTA 1

La fila de abajo del reproductor MP3 muestra los ajustes que has elegido.

Decide si cada una de las siguientes afirmaciones sobre el reproductor MP3 es verdadera o falsa. Selecciona «Verdadero» o «Falso» en cada afirmación para indicar tu respuesta.

Afirmación	Verdadero	Falso
Necesitas usar el botón del medio (●) para cambiar el tipo de música.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tienes que ajustar el volumen antes de ajustar el nivel de los bajos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una vez que has subido el volumen, solo puedes bajarlo si cambias el tipo de música que estás escuchando.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

En la primera pregunta de la unidad se da a los alumnos una serie de afirmaciones sobre el funcionamiento del sistema y se les pide que determinen si son verdaderas o falsas. Las afirmaciones proporcionan una plataforma a los estudiantes para explorar el sistema. El proceso de resolución de problemas para esta pregunta es explorar y comprender, y la exploración está dirigida pero es ilimitada. Los alumnos disponen del botón «Reiniciar» que les permite devolver el reproductor a su estado original en cualquier momento y volver a comenzar su exploración si lo desean. El número de veces que pueden realizar esta operación no está restringido. En la prueba piloto, esta pregunta resultó algo más difícil que la media y un 38% de los alumnos obtuvo la máxima puntuación (Verdadero, Falso, Falso) debido, probablemente, a la exigencia de que las tres respuestas tenían que ser correctas y al grado en que la información debía descubrirse (al principio no se sabe nada sobre el sistema, de modo que todo el conocimiento sobre las reglas del mismo debe proceder de su interacción con él). Para esta pregunta no existía puntuación parcial.

• Figura 1.5 •

Reproductor MP3: pregunta 2

PREGUNTA 2

Ajusta el reproductor de MP3 en Rock, Volumen 4, Bajos 2.

Haz esto pinchando el mínimo número de veces posible. No hay botón de REINICIAR.

La segunda pregunta de la unidad se clasifica como planificar y ejecutar. En ella los alumnos deben planificar cómo alcanzar y, a continuación, ejecutar un objetivo dado. Lo interesante en esta pregunta de puntuación parcial es que el sistema de administración por ordenador captura la información del proceso (en este caso, el número de pasos que da el alumno para alcanzar con éxito el estado objetivo) y esta influye en la puntuación. El ejercicio debe realizarse con el menor número de clics posible y la opción de devolver el aparato a su estado original pulsando el botón «Reiniciar» no está disponible. Si el número de clics empleado (13 o menos) indica que el alumno ha sido eficiente en la consecución del objetivo, se le asigna la máxima puntuación, pero si lo consigue de una forma menos eficiente solo obtiene una puntuación parcial. La exigencia de eficiencia contribuyó a hacerla algo más difícil que la media para recibir la máxima puntuación por ella, aunque era bastante fácil obtener una puntuación parcial. En la prueba piloto, aproximadamente el 39% de los alumnos consiguió la máxima puntuación y alrededor de un 33% una puntuación parcial.

• Figura 1.6 •

Reproductor MP3: pregunta 3**PREGUNTA 3**

Abajo se muestran cuatro imágenes de la pantalla del reproductor MP3. Tres de las pantallas no podrían verse si el reproductor MP3 funciona adecuadamente. El resto de la pantalla muestra el reproductor MP3 cuando funciona adecuadamente.

¿Qué pantalla muestra el reproductor MP3 funcionando adecuadamente?



La tercera pregunta de la unidad se clasifica como representar y formular, pues requiere que los alumnos elaboren una representación mental de cómo funciona el sistema en su conjunto para determinar cuál de las cuatro opciones dadas muestra un estado posible para este aparato. La posibilidad de devolver el reproductor a su estado original, que estaba presente en la primera pregunta de la unidad pero no en la segunda, vuelve a aparecer aquí, de modo que el alumno puede interactuar con el sistema tanto o tan poco como necesite sin restricción. No existía puntuación parcial para esta pregunta y en la prueba piloto su dificultad fue similar a la de la primera pregunta de la unidad, con un 39% de alumnos que seleccionaron la respuesta correcta (B).

• Figura 1.7 •

Reproductor MP3: pregunta 4**PREGUNTA 4**

Describe cómo podrías cambiar el funcionamiento del reproductor MP3 de manera que no se necesite el botón de abajo (). Deberías seguir pudiendo cambiar el tipo de música y subir o bajar el volumen y el nivel de los bajos

La última pregunta de esta unidad se clasifica como controlar y reflexionar y en ella se pide a los alumnos que piensen cómo podría reestructurarse el funcionamiento del aparato. Esta pregunta es de las pocas de respuesta construida y requiere una codificación por parte de expertos. Las respuestas que obtienen la máxima puntuación son aquellas que muestran cómo el reproductor MP3 podría aún funcionar con un solo botón. No existe una única respuesta correcta y los alumnos pueden pensar de modo creativo para diseñar una solución. Sin embargo, la más obvia es proponer un cambio en la forma de funcionar del botón superior, de modo que cuando se alcance la parte derecha del visualizador un nuevo clic lleve otra vez a la parte izquierda. En la prueba piloto esta pregunta fue, con mucho, la más difícil de la unidad (solo un 25% de los alumnos obtuvo puntuación) debido, sin duda, a que exige una respuesta construida y a su grado de abstracción: los alumnos deben imaginar un escenario hipotético y relacionarlo con su representación mental de cómo funciona habitualmente el sistema, para describir un posible funcionamiento alternativo. No existía puntuación parcial para esta pregunta.

FIESTA DE CUMPLEAÑOS

• Figura 1.8 •

Fiesta de cumpleaños: estímulo

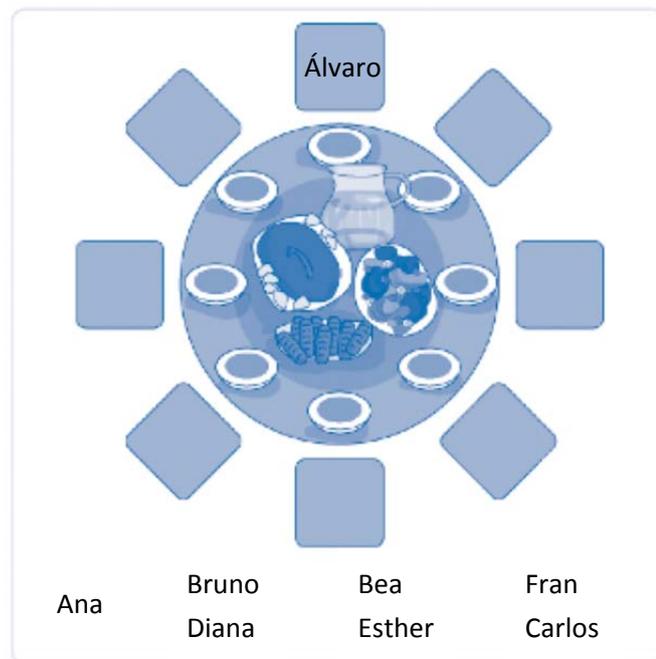
FIESTA DE CUMPLEAÑOS

Es el cumpleaños de Álvaro y va a celebrar una fiesta.

Asistirán siete personas más. Todos se sentarán alrededor de la mesa del comedor.

El reparto de los sitios debe cumplir las siguientes condiciones:

- Ana y Álvaro se sientan juntos
- Bruno y Bea se sientan juntos
- Carlos se sienta al lado de Diana o de Esther
- Fran se sienta al lado de Diana
- Ana y Álvaro no se sientan al lado de Bruno ni de Bea
- Bruno no se sienta al lado de Carlos ni de Fran
- Diana y Esther no se sientan juntas
- Álvaro no se sienta al lado de Diana ni de Esther



El escenario de esta unidad implica a los invitados a una fiesta de cumpleaños que deben situarse alrededor de la mesa del comedor de forma que se satisfagan nueve condiciones especificadas. El contexto de esta unidad es no tecnológico y social.

• Figura 1.9 •

Fiesta de cumpleaños: pregunta 1

PREGUNTA 1

Coloca a los invitados alrededor de la mesa de manera que se cumplan todas las condiciones mencionadas. Arrastra y suelta los nombres de los invitados para colocarlos alrededor de la mesa.

En la única pregunta de esta unidad los alumnos deben arrastrar y soltar nombres para planificar la disposición de los invitados en función de nueve condiciones dadas. Por tanto, la pregunta se clasifica como planificar y ejecutar. Puesto que toda la información necesaria para resolver el problema se da a los alumnos al principio, la pregunta se clasifica como estática. Debe tenerse en cuenta que la pregunta solo es estática respecto a la definición de la naturaleza de la situación problemática. El formato de respuesta (arrastrar y soltar) se aprovecha del potencial de la administración por ordenador: los alumnos pueden elaborar, revisar y modificar su solución mucho más fácilmente de lo que sería posible con una versión de esta pregunta en soporte impreso. La pregunta cuenta con puntuación parcial. Para obtener la máxima puntuación se debe encontrar una de las doce posibles soluciones que cumplen las nueve condiciones (p. ej., Álvaro-Ana-Esther-Bruno-Bea-Carlos-Diana-Fran); la puntuación parcial se asigna a las soluciones que solo cumplen ocho de las nueve condiciones (p. ej., Álvaro-Ana-Esther-Bruno-Bea-Diana-Fran-Carlos; en este caso, Carlos no cumple la condición de estar sentado junto a Diana o Esther). En la prueba piloto, el 54% de los alumnos obtuvieron una puntuación parcial en esta pregunta y un 43% la máxima puntuación. La dificultad radica en el gran número de condiciones impuestas y las destrezas de razonamiento requeridas para controlar y ajustar soluciones parciales con relación a dichas condiciones hasta obtener una solución completa.



Notas

1. El estudio de la OCDE sobre las competencias de la población adulta define la resolución de problemas en entornos muy tecnificados como sigue: «La resolución de problemas en entornos muy tecnificados entraña la utilización de la tecnología digital y las herramientas y redes de comunicación para adquirir y valorar información, comunicarse con otras personas y ejecutar tareas prácticas» (Grupo de Expertos del PIAAC para la Resolución de Problemas en Entornos Muy Tecnificados, 2009, p. 7).
2. «La solución de problemas es la capacidad que tiene una persona de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse a y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área de matemáticas, ciencias o lectura» (OCDE, 2003a, p.156).
3. Incluidos los que se encuentran en contextos relacionados con la educación postobligatoria y el trabajo.
4. En ocasiones se emplea el término opaco (intransparent) para describir los problemas cuando no existe información completa de la situación problemática desde el principio (véase Funke y Frensch, 1995).
5. El término dinámico (dynamic) lo utilizan algunos investigadores para describir cualquier sistema físico simulado con el que la persona que resuelve el problema puede interactuar y recibir una respuesta. En estos casos, una situación problemática que cambia de forma autónoma se denomina a veces autodinámica (eigendynamic) (p. ej., véase Blech y Funke, 2005).
6. Véase Greiff y Funke (2008), que emplean el término MicroDYN para describir estos sistemas. Una aplicación anterior de este sistema se conoce como Dynamis – véase Blech y Funke (2005).
7. A efectos de la evaluación, los sistemas de estados finitos se han aplicado bajo el nombre de MicroFin – véase http://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg_en/forschun/probleml.html.
8. Las dos unidades, «Reproductor MP3» y «Fiesta de cumpleaños» pueden consultarse en Internet (<http://cbasq.acer.edu.au>), utilizando las credenciales «público» y «acceso». La naturaleza interactiva del Reproductor MP3 se aprecia mucho mejor probándolo.



Referencias bibliográficas

- Adey, P., B. Csapó, A. Demetriou, J. Hautamäki y M. Shayer** (2007), "Can we be intelligent about intelligence? Why education needs the concept of plastic general ability", *Educational Research Review* 2, pp. 75-97.
- Baxter, G.P. y R. Glaser** (1997), *An approach to analysing the cognitive complexity of science performance assessments (Technical Report 452)*, National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST), Los Ángeles, California.
- Blech, C. y J. Funke** (2005), *Dynamis review: An overview about applications of the Dynamis approach in cognitive psychology*, Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn, http://www.die-bonn.de/espid/dokumente/doc2005/blech05_01.pdf.
- Blech, C. y J. Funke** (2010), "You cannot have your cake and eat it, too: How induced goal conflicts affect complex problem solving", *Open Psychology Journal* 3, pp. 42-53.
- Bransford, J.D., A.L. Brown y R.R. Cockling (eds.)** (1999), *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Buchner, A. y J. Funke** (1993), Finite-state automata: Dynamic task environments in problem-solving research, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 46A, n.º 1, pp. 83-118.
- Duncker, K.** (1945), "On problem solving", *Psychological Monographs*, vol. 58, n.º 3 (Whole No. 270).
- Frensch, P.A. y J. Funke**, (1995), "Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving". En P. A. Frensch y J. Funke (eds.), *Complex problem solving: The European perspective*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 3-25.
- Funke, J.** (2010), "Complex problem solving: A case for complex cognition?", *Cognitive Processing*, vol. 11, pp. 133-142.
- Funke, J. y P.A. Frensch** (2007), "Complex problem solving: The European perspective – 10 years after", en D. H. Jonassen (ed.), *Learning to Solve Complex Scientific Problems*, Lawrence Erlbaum, Nueva York, Nueva York, pp. 25-47.
- Greiff, S. y J. Funke** (2008), *Indikatoren der Problemlöseleistung: Sinn und Unsinn verschiedener Berechnungsvorschriften. Bericht aus dem MicroDYN Projekt [Medición de la Resolución de Problemas Complejos: el enfoque MicroDYN]*, Psychologisches Institut, Heidelberg.
- Grupo de Expertos del PIAAC para la Resolución de Problemas en Entornos Muy Tecnificados** (2009), "PIAAC Problem Solving in Technology-Rich Environments: A Conceptual Framework", *OECD Education Working Papers*, n.º 36, OECD Publishing.
- Klauer, K. y G. Phye** (2008), "Inductive reasoning: a training approach", *Review of Educational Research*, vol. 78, n.º 1, pp. 85-123.
- Klieme, E.** (2004), "Assessment of cross-curricular problem-solving competencies", en J.H. Moskowitz y M. Stephens (eds.), *Comparing Learning Outcomes. International Assessments and Education Policy*, Routledge Falmer, Londres, pp. 81-107.
- Klieme, E., D. Leutner y J. Wirth (eds.)** (2005), *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern. Diagnostische Ansätze, theoretische Grundlagen und empirische Befunde der deutschen PISA 2000 Studie*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Lesh, R. y J.S. Zawojewski** (2007), "Problem solving and modeling", en F. Lester (ed.), *The Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (2.ª ed.), National Council of Teachers of Mathematics, Reston, Virginia, e Information Age Publishing, Charlotte, Carolina del Norte (publicación conjunta), pp. 763-804.
- Leutner, D., E. Klieme, K. Meyer y J. Wirth** (2004), "Problemlösen", en M. Prenzel *et al.* (PISA-Konsortium Deutschland) (eds.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*, Waxmann, Münster, pp. 147-175.

Leutner, D. y J. Wirth (2005), "What we have learned from PISA so far: a German educational psychology point of view", *KEDI Journal of Educational Policy*, vol. 2, n.º 2, pp. 39-56.

Mayer, R.E. (1990), "Problem solving", en M. W. Eysenck (ed.), *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*, Basil Blackwell, Oxford, pp. 284-288.

Mayer, R.E. (1992), *Thinking, Problem solving, Cognition* (2.ª ed.), Freeman, Nueva York.

Mayer, R.E. (1998), "Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving", *Instructional Science*, vol. 26, pp. 49-63.

Mayer, R.E. (2002), "A taxonomy for computer-based assessment of problem solving", *Computers in Human Behavior*, vol. 18, pp. 623-632.

Mayer, R.E. (2003), *Learning and Instruction*, Merrill Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey.

Mayer, R.E. y M.C. Wittrock (1996), Problem-solving transfer, en R. Calfee y R. Berliner (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, Macmillan, Nueva York, pp. 47-62.

Mayer, R.E. y M.C. Wittrock (2006), "Problem Solving", en P. A. Alexander y P. H. Winne (eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2.ª ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, Nueva Jersey, Capítulo 13.

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

OCDE (2003b), The definition and selection of competencies (DeSeCo): Executive summary of the final report, OECD Publishing, www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf.

OCDE (2005), *Problem Solving for Tomorrow's World: First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003*, PISA, OECD Publishing.

O'Neil, H.F. (2002), "Perspectives on computer-based assessment of problem solving", *Computers in Human Behavior*, vol. 18, pp. 605-607.

Osman, M. (2010), "Controlling uncertainty: A review of human behavior in complex dynamic environments", *Psychological Bulletin*, vol. 136, pp. 65-86.

Philpot, R., D. Ramalingam, J. Dossey y B. McCrae (2012), ponencia presentada en el 30.º Congreso Internacional de Psicología, Ciudad del Cabo, 22-27 de julio.

Polya, G. (1945), *How to Solve It*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.

Reeff, J.-P., A. Zabal y C. Blech (2006), *The Assessment of Problem-Solving Competencies: A Draft Version of a General Framework*, Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn, http://www.die-bonn.de/espid/dokumente/doc-2006/reeff06_01.pdf, consultado el 8 de mayo de 2008.

Robertson, S.I. (2001), *Problem Solving*, Psychology Press, East Sussex.

Rychen D.S. y L.H. Salganik (eds.) (2003), *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*, Hogrefe y Huber, Göttingen.

Vosniadou, S. y A. Ortony (1989), *Similarity and Analogical Reasoning*, Cambridge University Press, Nueva York.

Wirth, J. y E. Klieme (2004), "Computer-based assessment of problem solving competence", *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, vol. 10, n.º 3, pp. 329-345.

¿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, pero en esta edición también se evaluaron las competencias en Resolución de problemas y Financiera. El presente marco teórico corresponde a la Resolución de problemas.

En la evaluación de PISA participaron 66 países, incluidos los 34 miembros de la OCDE.