

La Competencia Científica



INTRODUCCIÓN

Por su condición de área de evaluación prioritaria, la *competencia científica* tiene especial relevancia en PISA 2006. Al ser la primera vez que dicha competencia se evalúa de una forma tan detallada, el área ha experimentado un intenso proceso de reelaboración desde el estudio de 2003, que comporta, entre otras cosas, una interpretación más amplia de la materia objeto de evaluación. Esto implica no solo una descripción más pormenorizada de la competencia científica, sino también una importante innovación en el enfoque de la evaluación, que repercutirá en el conjunto de PISA en el futuro. Por vez primera se incluyen en el estudio principal una serie de preguntas de actitud adjuntas a la evaluación de los conocimientos y habilidades cognitivas. Llevar a cabo una investigación que permita determinar en qué medida las cuestiones que se plantean en el curso de la prueba de evaluación despiertan el interés de los alumnos contribuye a fortalecer la evaluación de una serie de elementos relativos a la actitud y la motivación que serán importantes en el futuro compromiso con la ciencia. Con anterioridad, las preguntas referidas a estos aspectos se hallaban limitadas a un cuestionario independiente donde se preguntaba de una forma más general sobre el interés y la motivación.

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 aún 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 en los siguientes términos: los conocimientos, valores y habilidades que poseen hoy los estudiantes se relacionan con lo que necesitarán en el futuro. En este sentido, la clave de la respuesta reside en el conjunto de competencias concretas que se encuentran en el núcleo mismo de la definición que hace PISA 2006 del concepto de *competencia científica*. Mediante ellas se interroga sobre la capacidad de los estudiantes a la hora de:

- identificar cuestiones científicas,
- explicar fenómenos científicamente,
- utilizar pruebas científicas.



Estas capacidades 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 natural¹. 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 DEL ÁREA DE EVALUACIÓN

Las teorías actuales sobre los objetivos a los que debe aspirar la educación en 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 2006 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 en ciencias de PISA 2006. 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. El término que mejor engloba los objetivos generales de la evaluación en ciencias de PISA 2006 es el de *competencia científica* (Bybee, 1997b; Fensham, 2000; Graber y Bolte, 1997; Mayer, 2002; Roberts, 1983; Unesco, 1993).

PISA 2006 se propone evaluar los aspectos cognitivos y afectivos de la *competencia científica* 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

Cuadro 1.1 ■ Conocimiento científico: terminología de PISA 2006

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 del 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.



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, Kemp y Evans, 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). Todas estas consideraciones nos conducen a la definición del concepto clave de *competencia científica* de PISA 2006.

El término *competencia científica* ha sido elegido por las siguientes razones: es aceptado como un término que representa las metas de la educación en ciencias que son aplicables a todos los estudiantes; connota la gran amplitud y el carácter aplicado que tiene como objetivo la educación en ciencias; representa un continuo que engloba tanto el conocimiento científico como las habilidades científicas asociadas a la investigación en ciencias; incorpora una multiplicidad de dimensiones e incluye las relaciones entre la ciencia y la tecnología. En su conjunto, las competencias específicas que constituyen el núcleo de la definición caracterizan los fundamentos de la *competencia científica* en su sentido más amplio, así como el objetivo de la evaluación en ciencias de PISA 2006, que no es otro que evaluar el nivel de competencia alcanzado por los alumnos. (Bybee, 1997a; Fensham, 2000; Law, 2002; Mayer y Kumano, 2002).

Cuadro 1.2 ■ La competencia científica en PISA 2006

A efectos de la evaluación PISA 2006, el concepto de *competencia científica*² 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.

Las observaciones que siguen contribuirán a clarificar esta definición.

Competencia científica

El empleo del término «competencia científica» en lugar del término «ciencia» pone de relieve la importancia que concede la evaluación PISA 2006 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 (las competencias específicas de las ciencias), 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 de la *competencia científica*, 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 propia ciencia. 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 para la definición de la *competencia científica* tiene el hecho de que, a la hora de adquirir nuevos conocimientos, las personas en muchas ocasiones no pueden llevar a cabo 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, la *competencia científica* implica que los alumnos deben tener un cierto conocimiento de la forma en que los científicos obtienen datos y plantean explicaciones, así como la capacidad de 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, lo cierto es que 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 tomamos 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 relacionadas 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 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 cubre varios aspectos de las actitudes y los valores de los individuos en relación con la ciencia. La frase 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, la *competencia científica* recurre a la competencia en matemáticas y en lectura (Norris y Phillips, 1003). La *competencia lectora*, por ejemplo, puede resultar necesaria para que un estudiante demuestre su comprensión de la terminología científica. De modo similar, en un contexto de interpretación de datos, pueden ser necesarios diversos aspectos de la *competencia matemática*. Si bien la intersección de estas otras competencias con la definición y la evaluación de la competencia científica de PISA 2006 es algo inevitable, en el núcleo de cada una de las tareas de evaluación deberá haber siempre determinados aspectos que pertenezcan de manera inequívoca al campo de la *competencia científica*.

En comparación con la definición de *competencia científica* de las evaluaciones PISA 2000 y 2003, la definición de 2006 presenta un mayor grado de elaboración, así como una serie de mejoras. En las anteriores evaluaciones, donde las ciencias eran un área secundaria, la *competencia científica* se definía en los siguientes términos:

La competencia científica es la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y sacar conclusiones basadas en pruebas con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana (OCDE, 1999, 2000, 2003a).

Las aseveraciones iniciales de las definiciones de 2000, 2003 y 2006 son sustancialmente las mismas, puesto que en todos los casos se centran en el uso que hacen los individuos del conocimiento científico con el fin de sacar conclusiones. Sin embargo, mientras que en las definiciones de 2000 y 2003 el conocimiento de la ciencia y la comprensión acerca de la ciencia se englobaban dentro de la noción de conocimiento científico, la definición de 2006 desglosa y desarrolla este aspecto de la *competencia científica* mediante la adición de unos términos que ponen de relieve el conocimiento que tienen los alumnos acerca de los rasgos característicos de la ciencia. Ambas definiciones se refieren luego a la aplicación del conocimiento científico con el fin de comprender y tomar decisiones sobre el mundo



natural. En PISA 2006 esta parte de la definición se mejora al añadir el conocimiento de las relaciones entre ciencia y tecnología, un aspecto de la *competencia científica* que, si bien no se llegaba a desarrollar, se suponía en las definiciones anteriores. En el mundo actual, la ciencia y la tecnología se hallan estrechamente ligadas y es frecuente que se den relaciones sinérgicas entre ambas.

En contraposición con las definiciones anteriores, la definición de *competencia científica* de PISA 2006 se ha ampliado para incluir de forma explícita distintos aspectos de la actitud que manifiestan los alumnos ante aquellas cuestiones dotadas de relevancia científica y tecnológica. En suma, exceptuada la inclusión del elemento de actitud, la definición de 2006 concuerda conceptualmente con la definición de 2000/2003. Otros cambios, como son el desarrollo del concepto del conocimiento acerca de la ciencia o la noción de la tecnología de base científica, se limitan a enfatizar unos aspectos concretos que ya estaban englobados o implícitos en las definiciones anteriores.

ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE EVALUACIÓN

En la definición aquí propuesta, la *competencia científica* se concibe como un continuo que abarca desde los niveles de *competencia científica* más bajos hasta los más avanzados. 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 y evaluar conclusiones. En cambio, un alumno con un nivel de *competencia científica* más avanzado podrá crear y emplear modelos 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 2006 puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados:

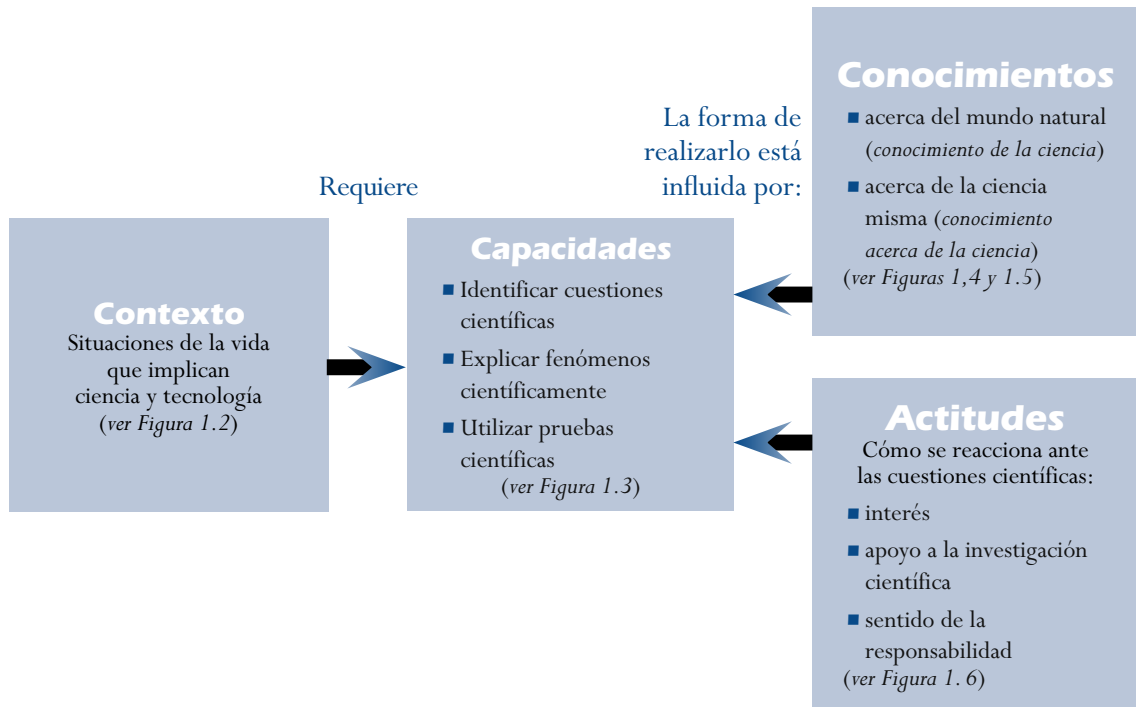
- **Contexto:** reconocer las situaciones de la vida dotadas de un contenido científico y tecnológico.
- **Conocimientos:** comprender el mundo natural por medio del conocimiento científico, en el que se incluye tanto el conocimiento del mundo natural como el conocimiento acerca de la propia ciencia.
- **Capacidades:** acreditar que se poseen una serie de capacidades, como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en pruebas.
- **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 los aspectos organizativos de la *competencia científica*. Al resaltar estos aspectos, el marco de competencia científica de PISA 2006 se asegura de que la evaluación se centra en los rendimientos de la educación en ciencias en su conjunto. Una serie de preguntas, basadas en la perspectiva que adopta PISA 2006 con respecto a la *competencia científica* subyacen a la organización de este apartado del marco de evaluación. Son las siguientes:

- ¿Qué *contextos* son los más adecuados para evaluar a los alumnos de 15 años?
- ¿Qué *capacidades* 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 1.1 ■ Marco de la evaluación en ciencias de PISA 2006



SITUACIONES Y CONTEXTO

Un aspecto importante de la *competencia científica* 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 las tareas que se han de realizar. A este respecto, conviene señalar que los ejercicios de evaluación no se limitan a las situaciones propias del entorno escolar, sino que se presentan enmarcados en una serie de situaciones comunes de la vida real. En la evaluación PISA 2006, los ejercicios están centrados 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 situación, que puede ser adecuada para algunos temas, es la *histórica*, a través de la cual se puede evaluar el grado de comprensión de los avances del conocimiento científico.

Por su parte, el contexto de un ejercicio es el marco concreto en que se presenta una determinada situación. En él se incluyen todos los pormenores empleados para formular la pregunta.

PISA 2006 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 las capacidades científicas en situaciones importantes que reflejen el mundo y se ajusten al carácter central que PISA concede al concepto de *competencia científica*. 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 1.2 proporciona un listado de las aplicaciones de la ciencia dentro de unas situaciones *personales, sociales y globales* cuya principal función es servir de contextos para los ejercicios de evaluación. En algunas ocasiones, no obstante, se recurre también a otro tipo de situaciones (por ejemplo, *tecnológicas, históricas*), así como a otras áreas de aplicación. Las aplicaciones se extraen de un abanico de situaciones de la vida que, en términos generales, concuerdan con las áreas de aplicación de la *competencia científica* definidas en los marcos de la evaluación de PISA 2000 y 2003. 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 *competencia científica* 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 en ciencias de PISA no es una evaluación de contextos. Lo que se evalúa son capacidades, 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 capacidades 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.

Los contextos que se emplean en los ejercicios de evaluación se eligen atendiendo a su relevancia para los intereses y la vida de los alumnos. En la elaboración de los ejercicios de ciencias se toman también en consideración las diferencias lingüísticas y culturales de los países participantes.

Figura 1.2 ■ Contextos de la evaluación en ciencias PISA 2006

	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 desecho de materiales	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico, 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

El Ejemplo de Ciencias 1 forma parte de una unidad titulada *CAPTURAR AL ASESINO*. El material de estímulo lo proporciona un artículo que establece el contexto de la unidad. El área de aplicación es «Fronteras de la ciencia y la tecnología» dentro de un marco social.

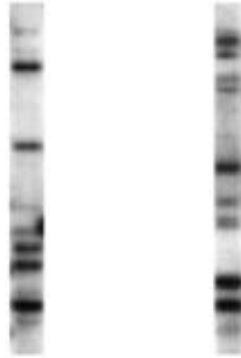


Ejemplo de Ciencias 1: CAPTURAR AL ASESINO

EMPLEO DEL ADN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UN ASESINO

Smithville, ayer: Un hombre ha fallecido hoy en Smithville después de recibir múltiples puñaladas. Según fuentes policiales, había señales de lucha y parte de la sangre hallada en la escena del crimen no se corresponde con la sangre de la víctima. Sospechan que dicha sangre pertenece al asesino.

Para ayudar a capturar al culpable, los miembros de la policía científica han elaborado un perfil del ADN de la muestra de sangre. Tras ser comparado con los perfiles de ADN de los criminales convictos que se almacenan en las bases de datos informatizadas, no se ha hallado ningún perfil que concuerde con el de la muestra.



Individuo A

Individuo B

Foto de perfiles típicos de ADN pertenecientes a dos individuos. Las barras se corresponden con distintos fragmentos del ADN de cada uno de los individuos. Cada persona posee un patrón de barras diferente. Al igual que sucede con las huellas dactilares, los patrones que siguen las barras permiten identificar a las personas.

La policía ha arrestado a un habitante de la localidad al que se vio discutiendo con la víctima el mismo día horas antes. Ha pedido permiso para recoger una muestra de ADN de los sospechosos.

Según el sargento Brown de la policía de Smithville: «Se trata tan solo de extraer una muestra mediante un inofensivo raspado de la cara interna de la mejilla. A partir de esa muestra, los científicos pueden extraer el ADN y conformar un perfil de ADN como los que aparecen en la ilustración».

Dejando a un lado los casos de gemelos idénticos, las posibilidades de que dos personas compartan el mismo perfil de ADN son de 1 entre 100 millones.

Pregunta 1: CAPTURAR AL ASESINO

En este artículo periodístico se menciona una sustancia denominada ADN. ¿Qué es el ADN?

- A. Una sustancia presente en las membranas celulares que impide que se salga el contenido de la célula.
- B. Una molécula que contiene las instrucciones para la fabricación de nuestros cuerpos.
- C. Una proteína presente en la sangre que ayuda a transportar oxígeno a los tejidos.
- D. Una hormona de la sangre que ayuda a regular el contenido de glucosa en las células del cuerpo.

Pregunta 2: CAPTURAR AL ASESINO

¿Cuál de las siguientes preguntas no puede ser respondida mediante pruebas científicas?

- A. ¿Cuál fue la causa médica o fisiológica del fallecimiento de la víctima?
- B. ¿En quién pensaba la víctima cuando murió?
- C. ¿Constituye el raspado de la mejilla una forma segura de recoger muestras de ADN?
- D. ¿Poseen los gemelos idénticos exactamente el mismo perfil de ADN?



CAPACIDADES CIENTÍFICAS

La evaluación en ciencias de PISA 2006 da prioridad a las capacidades que aparecen en la Figura 1.3: 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 todas estas capacidades se halla implícita la noción de conocimiento científico, que comporta tanto un conocimiento de la ciencia como un conocimiento acerca de la propia ciencia, entendida como un método de conocimiento y una forma de enfocar la investigación.

Ciertos procesos cognitivos poseen una especial significación y relevancia para la *competencia científica*. Entre los procesos cognitivos que se hallan implícitos en las capacidades científicas se cuentan: los razonamientos inductivos/deductivos, el pensamiento crítico e integrado, la conversión de representaciones (por ejemplo, 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 el empleo de las matemáticas.

El énfasis que pone PISA 2006 en las capacidades científicas recogidas en la Figura 1.3 se justifica por la importancia que tales capacidades 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 capacidades científicas.

Figura 1.3 ■ Capacidades científicas en PISA 2006

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 científicos

- 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

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 capacidad *identificar cuestiones científicas*



ficas 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, aunque en ocasiones puede ser necesario recurrir también en mayor o menor grado al conocimiento de la ciencia. La Pregunta 2 de *CAPTURAR AL ASESINO* (Ejemplo de Ciencias 1) requiere que los alumnos identifiquen una cuestión que no puede ser investigada científicamente. El ejercicio evalúa por encima de todo el conocimiento que tienen los alumnos sobre el tipo de cuestiones que pueden ser investigadas científicamente. (Conocimiento acerca de la ciencia, categoría: «Investigación científica»), pero también presupone el conocimiento de la ciencia (categoría: «Sistemas vivos») que cabe esperar de un alumno de 15 años.

Explicar fenómenos científicamente

Los alumnos acreditan la capacidad *explicar fenómenos científicamente* aplicando el conocimiento de la ciencia adecuado a una determinada situación. Esta capacidad implica describir o interpretar fenómenos y predecir cambios, y puede incluir asimismo la capacidad de reconocer o identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas al caso. La Pregunta 1 de *CAPTURAR AL ASESINO* (Ejemplo de Ciencias 1) requiere que los alumnos hagan uso de sus conocimientos de la ciencia (categoría: «Sistemas vivos») con el fin de identificar la descripción adecuada del ADN.

Utilizar pruebas científicas

La capacidad *utilizar pruebas científicas* requiere que los alumnos capten el sentido de los hallazgos científicos con el fin de utilizarlos como pruebas para realizar afirmaciones o extraer conclusiones. La respuesta requerida puede entrañar conocimiento acerca de la ciencia, conocimiento de la ciencia o ambos. La pregunta planteada en *MALARIA* (Ejemplo de Ciencias 2) requiere que los alumnos saquen una serie de conclusiones sobre el ciclo vital del mosquito basándose en las pruebas científicas que se presentan en el texto. El ejercicio evalúa principalmente la capacidad de los alumnos para interpretar una representación estándar (modelo) de un ciclo vital. Se trata, pues, de un conocimiento acerca de la ciencia (categoría: «Explicaciones científicas»; ver Figura 1.5).

Utilizar pruebas científicas conlleva la capacidad de acceder a información científica, así como la elaboración de argumentaciones y conclusiones basadas en pruebas científicas (Kuhn, 1992; Osborne, Erduran, Simon y Monk, 2001). Esta capacidad 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 capacidad.

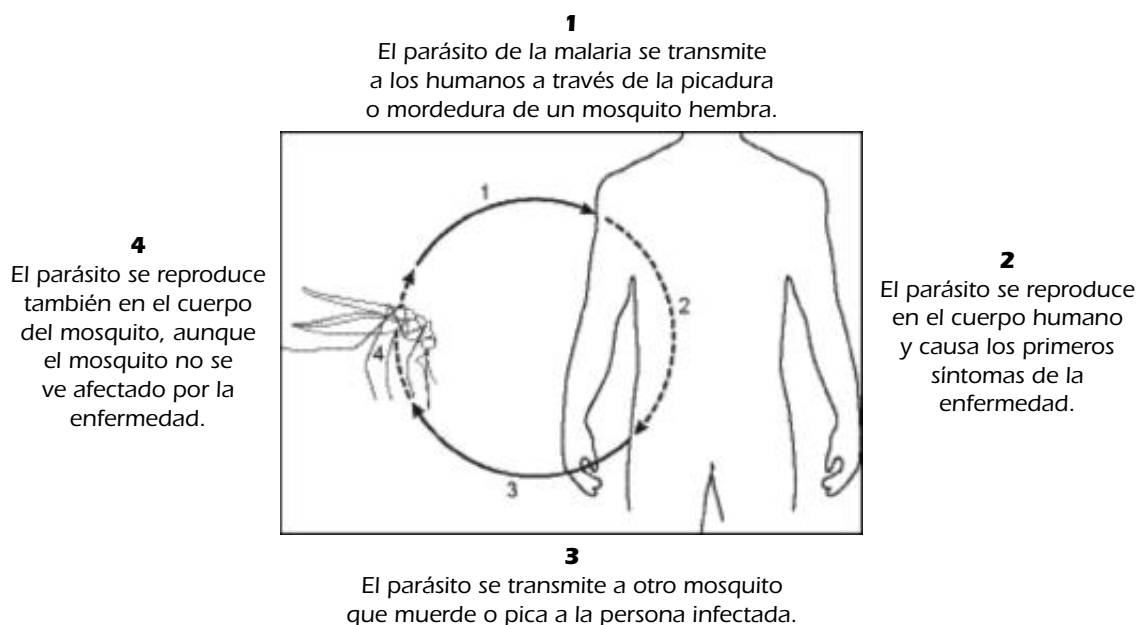
A los alumnos se les puede pedir asimismo que comuniquen sus pruebas y decisiones ante un público determinado, bien con sus propias palabras, bien mediante el uso de diagramas u otros sistemas de representación apropiados. En suma, los alumnos deberán ser capaces de presentar de forma lógica y clara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



Ejemplo de Ciencias 2: MALARIA

La lucha contra la malaria, una enfermedad que causa más de un millón de muertes al año, se encuentra actualmente en crisis. La transmisión de la enfermedad entre las personas se produce a través de los mosquitos. El mosquito portador de la malaria se ha vuelto resistente a muchos pesticidas, y los medicamentos que se usan para combatir el parásito de la malaria cada vez son menos eficaces.

Ciclo vital del parásito de la malaria



Pregunta 1: MALARIA

Debajo figuran tres métodos para impedir la propagación de la malaria.

¿Cuál de las etapas del ciclo vital del parásito de la malaria (1, 2, 3 y 4) se ve *directamente* afectada por cada uno de los métodos? Rodea con un círculo la etapa afectada por cada uno de los métodos (una misma etapa puede verse afectada por más de un método).

Métodos para impedir la propagación de la malaria	Etapas del ciclo vital del parásito afectadas			
Dormir bajo una mosquitera	1	2	3	4
Tomar medicamentos contra la malaria	1	2	3	4
Utilizar pesticidas contra los mosquitos	1	2	3	4

CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Como se ha señalado con anterioridad, 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 en ciencias de PISA 2006 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 tecnología³, atendiendo a los siguientes criterios:

- 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.

Figura 1.4 ■ Categorías del conocimiento de la ciencia en PISA 2006

Sistemas físicos

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

Sistemas vivos

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

Sistemas de la Tierra y el espacio

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

Sistemas tecnológicos

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



La Figura 1.4 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 los contextos *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 comprender los conceptos relativos a las ciencias físicas y de la vida, las ciencias de la Tierra y el espacio y la tecnología en diferentes contextos.

Los ejemplos que se enumeran en la Figura 1.4 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*. En la Pregunta 1 de *CAPTURAR AL ASESINO* (Ejemplo de Ciencias 1), el *conocimiento de la ciencia* que se evalúa se situaría dentro de la categoría «Sistemas vivos».

Conocimiento acerca de la ciencia

En la Figura 1.5 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

Figura 1.5 ■ Categorías del conocimiento acerca de la ciencia en PISA 2006

Investigación científica

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

Explicaciones científicas

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



(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 1.5 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.

El Ejemplo de Ciencias 3 pertenece a una unidad titulada *ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA*. El marco es «histórico» y su área de aplicación es «salud». Sus dos preguntas evalúan el conocimiento de los alumnos acerca de la ciencia, dentro de la categoría «Investigación científica». En la Pregunta 1 los alumnos deben identificar los posibles objetivos del estudio (capacidad: «Identificar cuestiones científicas»). La capacidad de la Pregunta 2 corresponde igualmente a «Identificar cuestiones científicas» (más que a «Utilizar pruebas científicas»), pues la asunción más evidente (que los tres grupos de alumnos no diferían en nada sustancial) se relaciona con el propio diseño del estudio.

Ejemplo de Ciencias 3:
ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA

En 1930 se llevó a cabo un estudio a gran escala en los colegios de una región de Escocia. Durante cuatro meses se suministró leche gratis a algunos alumnos y a otros no. Los directores de cada centro fueron los encargados de decidir qué alumnos recibirían leche. Esto es lo que sucedió:

- 5.000 colegiales recibieron una determinada cantidad de leche sin pasteurizar por cada día de colegio;
- otros 5.000 colegiales recibieron la misma cantidad de leche pasteurizada;
- 10.000 colegiales no recibieron ningún tipo de leche.

Tanto al principio como a la conclusión del estudio se pesó y se midió a los 20.000 colegiales participantes.

Pregunta 1: ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA

¿Es probable que alguna de estas preguntas formara parte del cuestionario de investigación del estudio? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Es probable que esta fuera una de las preguntas del cuestionario de investigación del estudio?	¿Sí o No?
¿Qué hay que hacer para pasteurizar leche?	Sí / No
¿Qué efecto tiene en los colegiales beber un complemento adicional de leche?	Sí / No
¿Qué efecto tiene la pasteurización de la leche en el crecimiento de los colegiales?	Sí / No
¿Qué efecto tiene sobre la salud de los escolares el que vivan en una u otra región de Escocia?	Sí / No

Pregunta 2: ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA

Por término medio, los colegiales a los que se suministró leche durante la realización del estudio ganaron más estatura y más peso que los que no recibieron leche.

Así pues, una de las posibles conclusiones del estudio es que los colegiales que bebieron mucha leche crecieron más rápidamente que los que no bebieron mucha leche.

Indica un supuesto que habría que hacer sobre los grupos de colegiales que tomaron parte en el estudio para poder fiarse de esta conclusión.



ACTITUDES HACIA LA CIENCIA

La actitud de las personas desempeña un papel importante a la hora de determinar su interés, su atención 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 educación en 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 evaluación en ciencias PISA 2006 adopta un enfoque innovador para evaluar las actitudes de los alumnos. No solo les pregunta lo que opinan sobre la ciencia en los cuestionarios de los alumnos, sino que incluye dentro de la parte científica de la evaluación preguntas sobre sus actitudes hacia las cuestiones sobre las que están siendo evaluados.

La atención que presta el estudio 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. La inclusión de las actitudes y de las áreas seleccionadas para su medición en PISA 2006 se sustenta en la estructuración que hace Klopfer (1976) del dominio afectivo en el campo de la educación en ciencias, así como en diversas publicaciones especializadas en la investigación del campo de las actitudes (por ejemplo, Gardner, 1975, 1984; Gauld y Hukins, 1980; Blosser, 1984; Laforgia, 1988; Schibeci, 1984).

La evaluación en ciencias de PISA 2006 valoró las actitudes de los alumnos en tres áreas: *Interés por la ciencia*, *Apoyo a la investigación científica* y *Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes* (ver Figura 1.6). Se seleccionaron estas áreas porque a través de ellas es posible obtener un retrato internacional del valor general que conceden los alumnos a la ciencia, sus actitudes y valores de carácter específicamente científico y su grado de responsabilidad con respecto a una serie de cuestiones científicas con ramificaciones de alcance nacional e internacional. La evaluación no se ocupó, por tanto, de evaluar la actitud de los alumnos hacia los programas escolares de ciencias o hacia los profesores. Los resultados obtenidos podrán servir asimismo para obtener información acerca del creciente problema que supone el descenso del interés por los estudios de ciencias entre la juventud.

El *Interés por la ciencia* se eligió debido a su comprobada relación con el rendimiento, la selección de cursos, la elección de opciones profesionales y el aprendizaje a lo largo de toda la vida. La relación entre el interés (individual) por la ciencia y el rendimiento lleva siendo objeto de investigaciones desde hace más de 40 años, sin que aún se haya llegado a un acuerdo sobre si existe o no un vínculo causal entre ambos (ver, por ejemplo, Baumert y Köller, 1988; Osborne, Simon y Collins, 2003). La evaluación en ciencias de PISA 2006 abordó el interés de los alumnos por la ciencia informándose sobre su implicación en temas sociales relacionados con la ciencia, su disposición a adquirir conocimientos y habilidades científicas y su grado de interés por las opciones profesionales de carácter científico.

El *Apoyo a la investigación científica* suele considerarse uno de los objetivos fundamentales de la educación en ciencias y, por tanto, merece ser objeto de evaluación. Se trata de un constructo similar al de la «adopción de actitudes científicas», según fue identificado por Klopfer (1971). La apreciación y el apoyo a la investigación científica suponen que los alumnos valoran los métodos científicos de obtención de pruebas, el pensamiento creativo, el pensamiento racional, la actitud crítica y la comunicación de las conclusiones a la hora de encarar situaciones de la vida relacionadas con la ciencia. Entre los aspectos de esta área que se incluyen en PISA 2006 se cuentan el empleo de pruebas (cono-



cimiento) para la toma de decisiones y la valoración de la lógica y la racionalidad para la formulación de conclusiones.

El *Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes* constituye una preocupación a escala internacional, que tiene además una gran relevancia económica. Las actitudes dentro de esta área han sido objeto de numerosas investigaciones desde la década de los setenta (ver, por ejemplo, Bogner y Wiseman, 1999; Eagles y Demare, 1999; Weaver, 2002; Rickinson, 2001). En diciembre de 2002, las Naciones Unidas aprobaron la resolución 57/254 que instituía durante un período de diez años, a contar a partir del 1 de enero de 2005, la «Década de la Educación en el Desarrollo Sostenido de las Naciones Unidas» (Unesco, 2003). En el Programa de Aplicación Internacional (Unesco, septiembre, 2005) se señala al medio ambiente como una de las tres esferas de sostenibilidad (junto con la sociedad —que incluye la cultura— y la economía) que deben figurar en todos los programas educativos sobre el desarrollo sostenible.

PISA 2006 obtiene datos sobre estas actitudes mediante las preguntas que se plantean en el cuestionario destinado a los alumnos y a través de ejercicios contextualizados en la prueba, es decir, una serie de preguntas sobre las actitudes hacia determinadas cuestiones que aparecen formuladas inmediatamente después de los ejercicios de la prueba relativos a esas mismas cuestiones (ver Cuadro 1.2). El cuestionario de los alumnos se utiliza para obtener de una forma descontextualizada distintos datos sobre sus actitudes en las tres áreas (*Interés por la ciencia*, *Apoyo a la investigación científica* y *Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes*). También permite obtener una serie de datos adicionales sobre el grado de compromiso de los alumnos con la ciencia (por ejemplo, criterios de autoeficacia, disfrute y frecuencia con que se realizan actividades extraescolares) y sobre sus puntos de vista acerca del valor de la ciencia en sus vidas (por ejemplo, educación superior y opciones profesionales) y en la sociedad (por ejemplo, beneficios sociales y económicos).

Los ejercicios contextualizados se emplean para obtener información sobre el interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia y sobre el apoyo de los estudiantes a la investigación científica. La inclusión de estos ejercicios contextualizados aporta un valor añadido a la evaluación en la medida en que permiten obtener datos para determinar si la actitud de los alumnos varía al ser evaluada dentro o fuera de un determinado contexto, si varía entre unos y otros contextos y si existe una correlación entre la actitud y el rendimiento a nivel de la unidad completa. Uno de los aspectos del *Interés por la ciencia* (concretamente, el *Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia*), así como el *Apoyo a la investigación científica*, se evaluarán incluyendo en la prueba una serie de ejercicios centrados en diversos aspectos *personales, sociales y globales*.

Los resultados de PISA 2006 suministrarán una información muy valiosa a los responsables políticos de los países participantes. La enjundia de los datos obtenidos mediante la combinación del cuestionario de los alumnos y los ejercicios de actitud insertos en la prueba debería bastar para generar nuevos conocimientos sobre la predisposición de los alumnos a adoptar comportamientos científicamente competentes. Por otra parte, dado que la literatura sobre el tema contiene resultados contradictorios sobre la correlación entre las actitudes y los rendimientos en ciencias, también servirá para determinar si existe una correlación entre los datos de actitud obtenidos mediante la prueba y el cuestionario (referidos a su *Interés por la ciencia*, *Apoyo a la investigación científica* y *Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los entornos*) y el rendimiento de los alumnos. Otros datos obtenidos por medio del cuestionario, como el «grado de compromiso con la ciencia» de los estudiantes y los comportamientos relativos a la ciencia, serán también presentados y relacionados con el rendimiento de los alumnos.



EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

Características de la prueba de evaluación

En consonancia con la definición de *competencia científica* de PISA, las preguntas de la prueba (ejercicios) requerirán el empleo de las capacidades científicas (ver Figura 1.3) dentro de un determinado contexto (ver Figura 1.2). Eso comportará a su vez la aplicación del conocimiento científico (ver Figuras 1.4 y 1.5), y reflejará asimismo diversos aspectos de la actitud de los alumnos hacia las cuestiones de carácter científico (ver Figura 1.6).

En la Figura 1.7, que es una variante de la Figura 1.1, los componentes básicos del marco PISA 2006 para la evaluación de la competencia científica se presentan de tal modo que puedan utilizarse para relacionar el marco con la estructura y los contenidos de las unidades de evaluación. Puede utilizarse tanto sintéticamente, a modo de herramienta para elaborar ejercicios de evaluación, como analíticamente, como un instrumento que sirva para analizar los resultados de los ejercicios estándar de evaluación. Si se tomara como punto de partida para elaborar unidades de evaluación, se podría empezar por los contextos que servirían de material de estímulo, las capacidades requeridas para responder a las preguntas o cuestiones, o los conocimientos y actitudes fundamentales del ejercicio.

Una unidad de evaluación está compuesta por un estímulo, que puede ser un breve texto escrito, un texto acompañado de una tabla, un cuadro, un gráfico o un diagrama. Luego vienen los ejercicios, que son un conjunto de preguntas de distintos tipos calificadas de forma independiente, como queda ilustrado en los tres ejemplos que ya han sido comentados (*CAPTURAR AL ASESINO*, *MALARIA* y *ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA*), así como en los ejemplos adicionales que figuran en el Anexo A.

Figura 1.6 ■ Áreas de evaluación de actitudes de PISA 2006

Interés por la ciencia

- Mostrar curiosidad por la ciencia y los temas y comportamiento relacionados con la ciencia
- Demostrar disposición para adquirir conocimientos y habilidades científicas adicionales, utilizando diversos recursos y métodos
- Demostrar disposición para buscar información sobre materias científicas y poseer un interés continuado por la ciencia, incluyendo la posibilidad de considerar una opción profesional relacionada con las ciencias

Apoyo a la investigación científica

- Reconocer la importancia de tomar en consideración diversas perspectivas y argumentos científicos
- Apoyar la utilización de información factual y explicaciones racionales
- Expresar la necesidad de que los procesos que conducen a extraer conclusiones se realicen de una forma cuidadosa y lógica

Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los entornos

- Dar muestras de que se posee un sentido de la responsabilidad personal sobre la conservación de un medio ambiente sostenible.
- Demostrar que se es consciente de la repercusión de las acciones individuales en el medio ambiente.
- Demostrar disposición para tomar medidas en favor de la conservación de los recursos naturales.



PISA recurre a una estructura de unidades porque de esa forma se facilita el empleo de unos contextos lo más realistas 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 contextos.

Las unidades de evaluación de PISA 2006 incorporan hasta cuatro ejercicios cognitivos. Cada ejercicio comporta principalmente la aplicación de una de las capacidades científicas y requiere el empleo, bien del conocimiento de la ciencia, bien del conocimiento acerca de la ciencia. En la mayoría de los casos, cada unidad evalúa (mediante distintos ejercicios) más de una capacidad y más de una categoría de conocimiento.

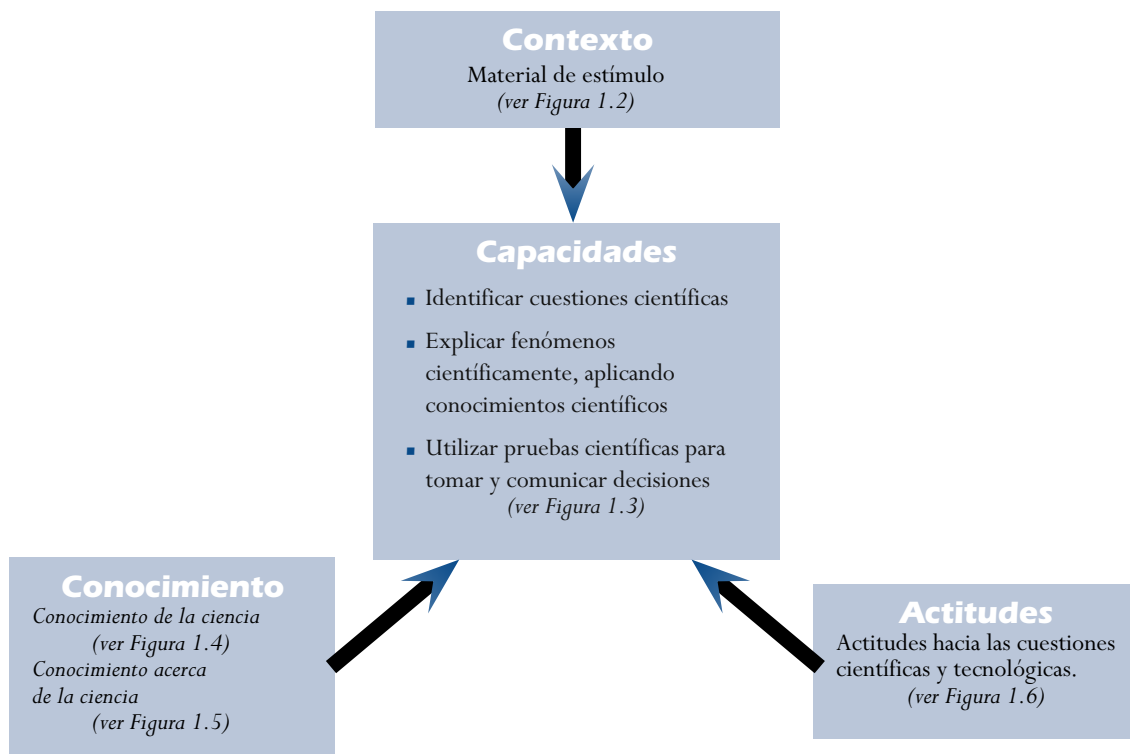
Se utilizaron cuatro tipos de ejercicios para evaluar las capacidades y los conocimientos científicos definidos en el marco de la evaluación. Cerca de la tercera parte de los ejercicios consistieron en preguntas (sencillas) de elección múltiple, como las Preguntas 1 y 2 de *CAPTURAR AL ASESINO* (Ejemplo de Ciencias 1), que requieren la elección de una sola respuesta entre cuatro opciones posibles. Otra tercera parte requirió bien respuestas cortas construidas, como sucedía en la Pregunta 1 de *MALARIA* (Ejemplo de Ciencias 2), o bien una pregunta de elección múltiple compleja. La Pregunta 1 de *ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA* (Ejemplo de Ciencias 3), en la que los alumnos deben responder «Sí» o «No» a una serie de preguntas relacionadas, es un ejemplo característico del ejercicio de elección múltiple complejo. El tercio restante lo constituyeron ejercicios de respuesta construida - abierta, como la Pregunta 2 de *ESTUDIO SOBRE LA LECHE EN LA ESCUELA* (Ejemplo de Ciencias 3), que requieren de los alumnos una respuesta escrita o gráfica relativamente extensa.

Tanto los ejercicios de elección múltiple como los de respuesta construida breve pueden emplearse para evaluar la mayoría de los procesos cognitivos implicados en las tres capacidades científicas. Los ejercicios de respuesta abierta, por su parte, proporcionan además la oportunidad de evaluar la capacidad de comunicación.

Aunque la mayoría de los ejercicios serán calificados de manera dicotómica (es decir, con o sin puntuación), algunos de los ejercicios de elección múltiple y de respuesta abierta recibirán una calificación parcial, que se otorgará a los alumnos que tengan parte pero no la totalidad de la respuesta correcta. Cada ejercicio dotado de puntuación parcial cuenta con unas instrucciones detalladas que permiten otorgar las siguientes calificaciones: «puntuación máxima», «puntuación parcial» o «sin puntuación». Las categorías «puntuación máxima», «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 una «puntuación máxima» no indica que la respuesta sea absolutamente correcta en términos científicos, pero sí que se posee el nivel de comprensión del tema adecuado para un alumno 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 la ausencia de respuesta quedarán recogidas bajo la rúbrica «sin puntuación». La Pregunta 1 de *MALARIA* (Ejemplo de Ciencias 2) es un ejercicio con calificación parcial, cuyo baremo de calificación (guía de codificación) puede verse en el Ejemplo de Ciencias 4.



Figura 1.7 ■ Una herramienta para la elaboración y el análisis de las unidades y los ejercicios de evaluación



Ejemplo de Ciencias 4: **MALARIA** (Puntuación de la pregunta 1)

Puntuación máxima

Código 2: Las tres correctas: [1 y 3]; [2]; y [1, 3 y 4] en este orden.

Puntuación parcial

Código 1: Dos de las tres filas correctas

O bien

Una (o más) correctas, pero **ninguna incorrecta**, en cada fila.

Sin puntuación

Código 0: Otras respuestas.

Código 9: Sin respuesta.

La mayor parte de las nuevas unidades incluidas en la prueba de ciencias de PISA 2006 contienen un ejercicio que evalúa el *Interés por aprender sobre la ciencia* por parte de los alumnos, un ejercicio que evalúa su *Apoyo a la investigación científica*, o incluso ambos tipos de ejercicios. La Pregunta 3 de la unidad *CAPTURAR AL ASESINO*, que figura más adelante como el Ejemplo de Ciencias 5, constituye un ejemplo de ese tipo de ejercicios. Esta pregunta, en concreto, requiere que los



alumnos indiquen su grado de interés en tres tareas con objeto de evaluar su interés por aprender más sobre la aplicación de la ciencia a la resolución de delitos. Con el fin de reducir la incidencia de las «conveniencias sociales» en las respuestas, el ejercicio adopta un formato de respuesta unipolar («Muy interesado», «Algo interesado», «Poco interesado», «Nada interesado»), en lugar del modelo convencional bipolar («Muy de acuerdo», «De acuerdo», «En desacuerdo», «Muy en desacuerdo»).

Ejemplo de Ciencias 5: Capturar al asesino (ejercicio de actitud)

Pregunta 3: CAPTURAR AL ASESINO

¿Cómo estás de interesado en la siguiente información?

Marca una sola casilla en cada fila.

	Muy interesado	Algo interesado	Poco interesado	Nada interesado
a) Saber más sobre el empleo del ADN en la resolución de delitos.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Aprender más sobre cómo se realiza un perfil de ADN.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprender mejor cómo se pueden resolver los delitos recurriendo a la ciencia.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

En los cuadernillos que se emplean en la prueba, los ejercicios de actitud se presentan en un cuadro sombreado para recordar a los alumnos que, para cada una de las aseveraciones, deben marcar la casilla que indica su propia *opinión* sobre el aserto. Las Directrices Generales que figuran al inicio de cada uno de los cuadernillos incluyen la siguiente advertencia:

Algunas de las preguntas hacen referencia a tu actitud o tu opinión sobre determinadas cuestiones. Estas preguntas tienen un formato que las diferencia del resto: figuran en el interior de un cuadro sombreado. NO HAY UNA RESPUESTA CORRECTA para estas preguntas y, aunque no contarán en tu puntuación final, es muy importante que las respondas de forma veraz.

La necesidad de que los alumnos posean un cierto nivel de *competencia lectora* para comprender y responder las preguntas escritas sobre la *competencia científica* 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 evalúen predominantemente la *competencia lectora* o *matemática*.

Estructura de la evaluación en ciencias

Es importante que la prueba incluya un número equilibrado de ejercicios que evalúen los distintos componentes del marco de evaluación de la competencia científica. El equilibrio ideal entre los dos componentes del conocimiento científico, el conocimiento de la ciencia y el conocimiento acerca de la ciencia, se muestra en la Figura 1.8 en función de sus porcentajes de puntuación. La Figura 1.8 muestra asimismo la distribución ideal de las puntuaciones entre las distintas categorías del conocimiento de la ciencia y el conocimiento acerca de la ciencia.



Figura 1.8 ■ Distribución ideal de las puntuaciones del conocimiento científico

<i>Conocimiento de la ciencia</i>	Porcentaje de puntuación
Sistemas físicos	15-20
Sistemas vivos	20-25
Sistemas de la Tierra y el espacio	10-25
Sistemas tecnológicos	5-10
<i>Subtotal</i>	60-65
<i>Conocimiento acerca de la ciencia</i>	
Investigación científica	15-20
Explicaciones científicas	15-20
<i>Subtotal</i>	35-40
Total	100

El equilibrio ideal para las capacidades científicas aparece en la Figura 1.9:

Figura 1.9 ■ Distribución ideal de las puntuaciones de las capacidades científicas

<i>Capacidades científicas</i>	Porcentaje de puntuación
Identificar cuestiones científicas	25-30
Explicar fenómenos científicamente	35-40
Utilizar pruebas científicas	35-40
Total	100

Los contextos de los ejercicios se repartirán entre los marcos personal, social y global en una proporción aproximada de 1:2:1. Asimismo, se recurrirá a una amplia selección de áreas de aplicación para las unidades, sujeta siempre a que satisfaga en la medida de lo posible las diversas restricciones impuestas en los dos párrafos anteriores.

En torno a un 60 por ciento de las unidades contiene uno o dos ejercicios de actitud que evalúan el *Interés por aprender sobre la ciencia* o el *Apoyo a la investigación científica*. Responder a estas preguntas ocupa en torno al 11 por ciento del tiempo total de la prueba. Con objeto de facilitar la posibilidad de comparar rendimientos a lo largo del tiempo, los ejercicios de enlace de las dos anteriores evaluaciones en ciencias de PISA incluidos en la prueba de 2006 no contenían preguntas de actitud.

Escalas de presentación

Para cumplir los objetivos que se ha marcado PISA es esencial desarrollar unas escalas que midan el rendimiento de los alumnos. El proceso que permite llegar a la elaboración de dichas escalas tiene necesariamente un carácter iterativo. Los descriptores iniciales, basados tanto en los resultados de las pruebas de campo como en los estudios PISA 2000 y 2003 —y enriquecidos asimismo por la experiencia acumulada en la evaluación del rendimiento en ciencias y por los hallazgos de la investigación sobre el aprendizaje y el desarrollo cognitivo en ciencias— probablemente habrán de ser modificados a medida que se vayan reuniendo nuevos datos en este y en futuros estudios.



La elaboración de las escalas se ve facilitada por la inclusión de ejercicios con una amplia gama de dificultad. Entre los factores que determinan el grado de dificultad de los ejercicios de evaluación en ciencias se incluyen:

- la complejidad general del contexto,
- el grado de familiaridad con las ideas, los procesos y las terminologías científicas presentes en las tareas,
- 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.

En el caso de PISA 2000, donde la ciencia era un área de evaluación secundaria y, por tanto, tenía asignado un tiempo de evaluación inferior, el rendimiento de los alumnos se presentó por medio de una escala de aptitud con una media de 500 puntos y una desviación típica de 100 puntos. Aunque no se identificaron niveles de aptitud, fue posible describir cuáles eran los procesos (es decir, las capacidades científicas) que los alumnos podían realizar, indicando tres posiciones en la escala. (OCDE, 2001):

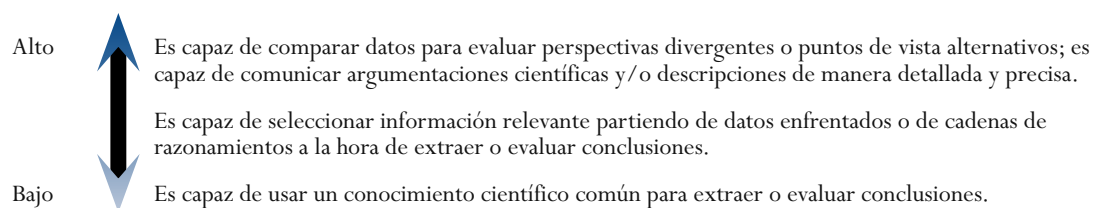
- Hacia el extremo superior de la escala de competencia científica (en torno a los 690 puntos), los alumnos, por regla general, pueden crear o emplear modelos conceptuales para hacer predicciones o dar explicaciones; analizar investigaciones científicas para captar, por ejemplo, el diseño de un experimento o identificar una idea que se está poniendo a prueba; comparar datos para evaluar puntos de vista alternativos o diferentes perspectivas, y comunicar argumentos científicos y/o descripciones de una forma detallada y precisa.
- En torno a los 550 puntos, los alumnos, por regla general, son capaces de utilizar sus conocimientos científicos para hacer predicciones o dar explicaciones; reconocer preguntas a las que puede dar respuesta la investigación científica y/o identificar detalles de lo que entraña una investigación científica, así como seleccionar información relevante para sacar o evaluar conclusiones a partir de datos enfrentados o cadenas de razonamientos.
- Hacia el extremo más bajo de la escala (en torno a los 400 puntos), los alumnos son capaces de recordar conocimientos científicos sencillos de carácter factual (por ejemplo, nombres, hechos, terminología, reglas simples) y de utilizar el conocimiento común de la ciencia para extraer o evaluar conclusiones.

La presentación de resultados de PISA 2003 adoptó un formato similar al del 2000 (OCDE, 2004). Sin embargo, considerando que en la evaluación PISA 2006 la ciencia constituye la principal área de evaluación, el mayor tiempo dedicado a esta área debería permitir la elaboración de escalas independientes basadas bien en las tres capacidades científicas, o bien en los dos elementos del conocimiento.

En PISA 2000 y 2003 el rendimiento en ciencias se describió mediante una escala que recogía las capacidades científicas según quedaron recogidas en la Figura 1.3. Un examen de los descriptores permite deducir cuál sería el esquema de cada una de las escalas de competencia de PISA 2006. Por ejemplo, para «Utilizar pruebas científicas» se obtendría el esquema de escala que se muestra en la Figura 1.10.



Figura 1.10 ■ Ejemplo de una escala de presentación basada en las capacidades



Alternativamente, también debería existir la posibilidad de presentar unas escalas independientes para los dos componentes del conocimiento científico: el *conocimiento de la ciencia* y el *conocimiento acerca de la ciencia*. Las capacidades serían, pues, determinantes a la hora de describir los niveles de capacitación para estas dos escalas de conocimiento. La decisión sobre las escalas que finalmente serán presentadas, y sobre el número de niveles de aptitud que se identificarán, se tomará una vez se hallan analizado los datos de la evaluación PISA 2006.

Asimismo, debería ser posible elaborar escalas fiables para el *Interés por aprender sobre la ciencia* y el *Apoyo a la investigación científica* recurriendo a los datos obtenidos por medio de los ejercicios de actitud incluidos en la prueba y de las respuestas al cuestionario de los alumnos. Finalmente, la escala relativa al *Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes* se elaborará a partir de los datos obtenidos a través del cuestionario de los alumnos.

Las puntuaciones de los ejercicios de actitud no se incluirán en un índice (o calificación total) de *competencia científica*, sino que representarán un elemento adicional del perfil de la *competencia científica* del alumno.

SUMARIO

En PISA 2006 las ciencias han sido por primera vez la principal área de evaluación. La definición de *competencia científica* ha sido reelaborada y ampliada a partir de la utilizada en PISA 2000 y 2003. Una innovación significativa es la inclusión de las respuestas de actitud de los alumnos hacia la ciencia no solo en un cuestionario adjunto, sino en una serie de preguntas adicionales sobre cuestiones científicas yuxtapuestas a las preguntas de la prueba relativas a esas mismas cuestiones. Asimismo, se ha hecho más hincapié en la comprensión de la naturaleza y la metodología de la ciencia (el conocimiento acerca de la ciencia) y del papel de la tecnología de base científica.

La definición de *competencia científica* de PISA 2006 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 la *competencia científica* son las capacidades concretas propias de la ciencia y de la investigación científica. La aptitud de los alumnos para poner en práctica estas capacidades depende, por una parte, de su conocimiento científico, tanto el conocimiento del mundo natural como el conocimiento acerca de la propia ciencia, y, por otra, de la actitud que muestren hacia los temas de carácter científico.

Este marco de evaluación describe e ilustra las capacidades científicas, los conocimientos y las actitudes evaluadas en PISA 2006 (ver Figura 1.11), así como los contextos de los ejercicios de evaluación. Los ejercicios de evaluación se agruparon en unidades, cada una de las cuales comienza con un estímulo que establece el contexto del ejercicio. La evaluación empleó una combinación de diversos



tipos de ejercicios, que en algunos casos conllevaban una puntuación parcial. Más de la mitad de las unidades llevaban incorporados ejercicios de actitud cuya realización ocupó en torno al 11 por ciento del tiempo dedicado a la prueba.

Figura 1.11 ■ Principales elementos de la evaluación PISA 2006 sobre la competencia científica

Capacidades	Conocimiento	Actitudes
Identificar cuestiones científicas Explicar fenómenos científicamente Utilizar pruebas científicas	Conocimiento de la ciencia: Sistemas físicos Sistemas vivos Sistemas de la Tierra y el espacio Conocimiento acerca de la ciencia: Investigación científica Explicaciones científicas	Interés por la ciencia ¹ Apoyo a la investigación científica Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes ²

- 1. Preguntas insertas evalúan el «Interés por aprender sobre la ciencia».
- 2. No evaluado mediante preguntas insertas.

La proporción entre los ejercicios que evalúan el conocimiento de la ciencia que poseen los alumnos y los ejercicios que evalúan su conocimiento acerca de la ciencia es aproximadamente de 3:2, mientras que cada una de las tres capacidades científicas será evaluada al menos por un 25 por ciento de los ejercicios. De este modo, debería ser posible establecer para cada una de las capacidades, o para los dos tipos de conocimiento, unas escalas independientes con sus correspondientes niveles de competencia. Asimismo, debería ser posible elaborar escalas para las actitudes que se evaluarán en las preguntas insertas en la prueba de evaluación.

En el Anexo A se incluyen una serie de ejemplos adicionales que ilustran el marco de la evaluación de ciencias de PISA 2006.



Notas

1. A lo largo de este marco de evaluación, el término «mundo natural» incluye los cambios introducidos por la actividad humana, entre los que ha de contarse ese «mundo natural» que han creado y conformado las tecnologías.
2. El concepto científico de «competencia» que utiliza PISA se asemeja al empleado en DeSeCo (OCDE, 2003b), pues en ambos se incluyen las actitudes y los valores, además de los conocimientos y las habilidades.
3. No se incluye el conocimiento del diseño y funcionamiento interno de los aparatos y máquinas (por ejemplo, aviones, motores, ordenadores).