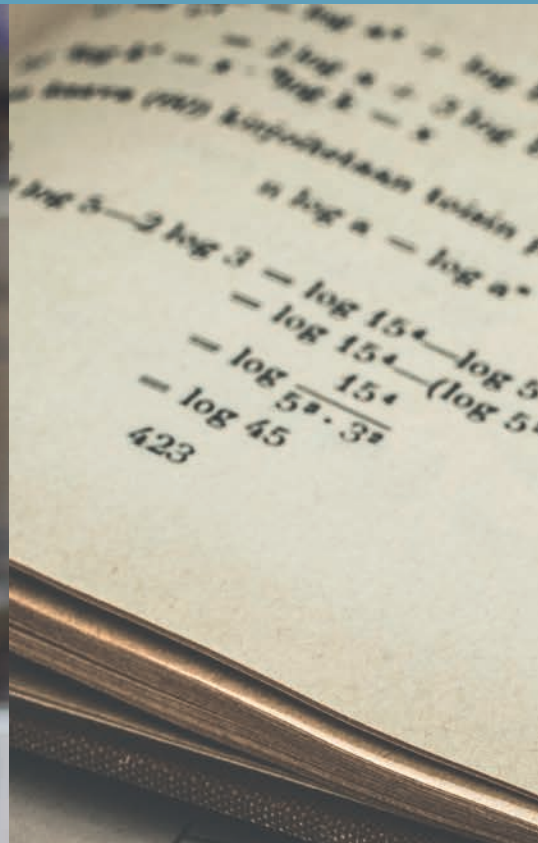


# PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

INFORME ESPAÑOL





# **PISA 2015**

## **Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos**

### **INFORME ESPAÑOL**



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE**

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y UNIVERSIDADES

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y COOPERACIÓN TERRITORIAL

Instituto Nacional de Evaluación Educativa

**Madrid 2016**

Catálogo de publicaciones del Ministerio: [mecd.gob.es](http://mecd.gob.es)  
Catálogo general de publicaciones oficiales: [publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)

*PISA 2015. Programa para la Evaluación  
Internacional de los Alumnos. Informe español*



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA  
Y DEPORTE**

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y UNIVERSIDADES  
Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial  
Instituto Nacional de Evaluación Educativa  
[www.educacion.gob.es/inee](http://www.educacion.gob.es/inee)

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA  
Subdirección General  
de Documentación y Publicaciones  
NIPO línea: 030-16-620-2  
NIPO Ibd: 030-16-619-X

**Edición: 2016**

## ÍNDICE

<b>Prólogo</b>		5
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>¿Qué es el Estudio PISA?</b>	7
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Las ciencias en PISA</b>	13
	<b>Preguntas liberadas de ciencias en PISA 2015</b>	21
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Los resultados de los alumnos en PISA: ciencias, lectura y matemáticas</b>	61
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>Factores asociados al rendimiento de los alumnos en PISA</b>	95
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>Actitudes y disposiciones de los alumnos en relación con su rendimiento en ciencias</b>	129
<b>Conclusiones</b>		159
<b>Bibliografía y referencias</b>		165
<b>Anexo</b>		169



## PRÓLOGO

Durante las últimas décadas, la evaluación de los sistemas educativos se ha consolidado como una prioridad para las autoridades educativas de todo el mundo. Hoy son prácticas imprescindibles de la comunidad educativa la evaluación (*assessment*, en inglés), como medida u observación del grado de consecución de un logro, y la evaluación (*evaluation*, en inglés), como los juicios de valor que se realizan sobre los objetivos alcanzados por el sistema educativo, teniendo en cuenta las medidas anteriores. Se han convertido en una herramienta útil para orientar las políticas educativas, un mecanismo de rendición de cuentas y transparencia, y un medio que inspira soluciones para fomentar la excelencia y la equidad asentadas sobre unos fundamentos fiables y válidos.

En la actualidad, PISA (*Programme for International Student Assessment*) es una de las bases más sólidas sobre las que se pueden hacer juicios de valor respecto a los sistemas educativos. Se basa en un modelo dinámico de aprendizaje a lo largo de la vida centrado en lo que los jóvenes son capaces de hacer con lo que han aprendido (tanto dentro como fuera del centro escolar), sopesando sus elecciones y tomando decisiones. Aparte de evaluar el conocimiento de los alumnos, PISA también examina su capacidad para aplicar ese conocimiento y experiencia a la vida real. Más aún, este estudio ha demostrado –y continúa demostrando– hasta qué punto las comparaciones son siempre estimulantes, las perspectivas múltiples son necesarias para valorar nuestra propia situación. También nos muestra cómo se enriquece nuestra visión, tanto nacional como regional, cuando se inscribe en un marco más amplio en el que podamos interpretar nuestro rendimiento. Podemos decir también que este estudio ha aprendido a superar los riesgos que comporta el saberse una celebridad, mientras que su valor añadido, más allá de ser una simple clasificación numérica, se ha reconocido mundialmente.

PISA, como ya es tradicional decir, es un esfuerzo colectivo. En España, el Ministerio de Educación, a instancias de la OCDE, comenzó este programa en 1997, con el propósito de crear nuevas bases para el diálogo sobre políticas educativas y para definir objetivos y conseguir mejores logros en educación de una forma cooperativa. Este estudio aúna los intereses de los países participantes en la política educativa y la experiencia, tanto nacional e internacional como científica y académica. España inició ese empeño junto

con otros 31 países pioneros; en la presente edición de PISA, con datos recogidos en 2015, han participado más de 70 países de los cinco continentes.

En el mundo que estamos ayudando a construir, cada uno desde su responsabilidad, uno de nuestros principales propósitos debe ser transformar nuestra sociedad de la información, de dimensiones cada vez más difícilmente aprehensibles, en una sociedad del conocimiento, con capacidad de análisis y síntesis. En ese esfuerzo colectivo seguimos trabajando todos desde el INEE (Instituto Nacional de Evaluación Educativa), en nuestro Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.



## Introducción

# ¿QUÉ ES EL ESTUDIO PISA?

El estudio PISA (*Programme for International Student Assessment*) trata de contribuir a la evaluación de lo que los jóvenes de 72 países saben y son capaces de hacer a los 15 años, es decir, al final de su educación obligatoria. Este programa se centra en tres competencias consideradas troncales: ciencias, lectura y matemáticas. Dentro de la competencia de ciencias, PISA considera las siguientes formas de conocimiento: biología, geología, física, química y tecnología. Evalúa no sólo lo que el alumno ha aprendido en el ámbito escolar, sino también lo adquirido por otras vertientes no formales e informales de aprendizaje, fuera del centro escolar. Se valora cómo pueden extrapolar su conocimiento, sus destrezas cognitivas y sus actitudes a contextos en principio extraños al propio alumno, pero con los que se tendrá que enfrentar a diario en su propia vida.

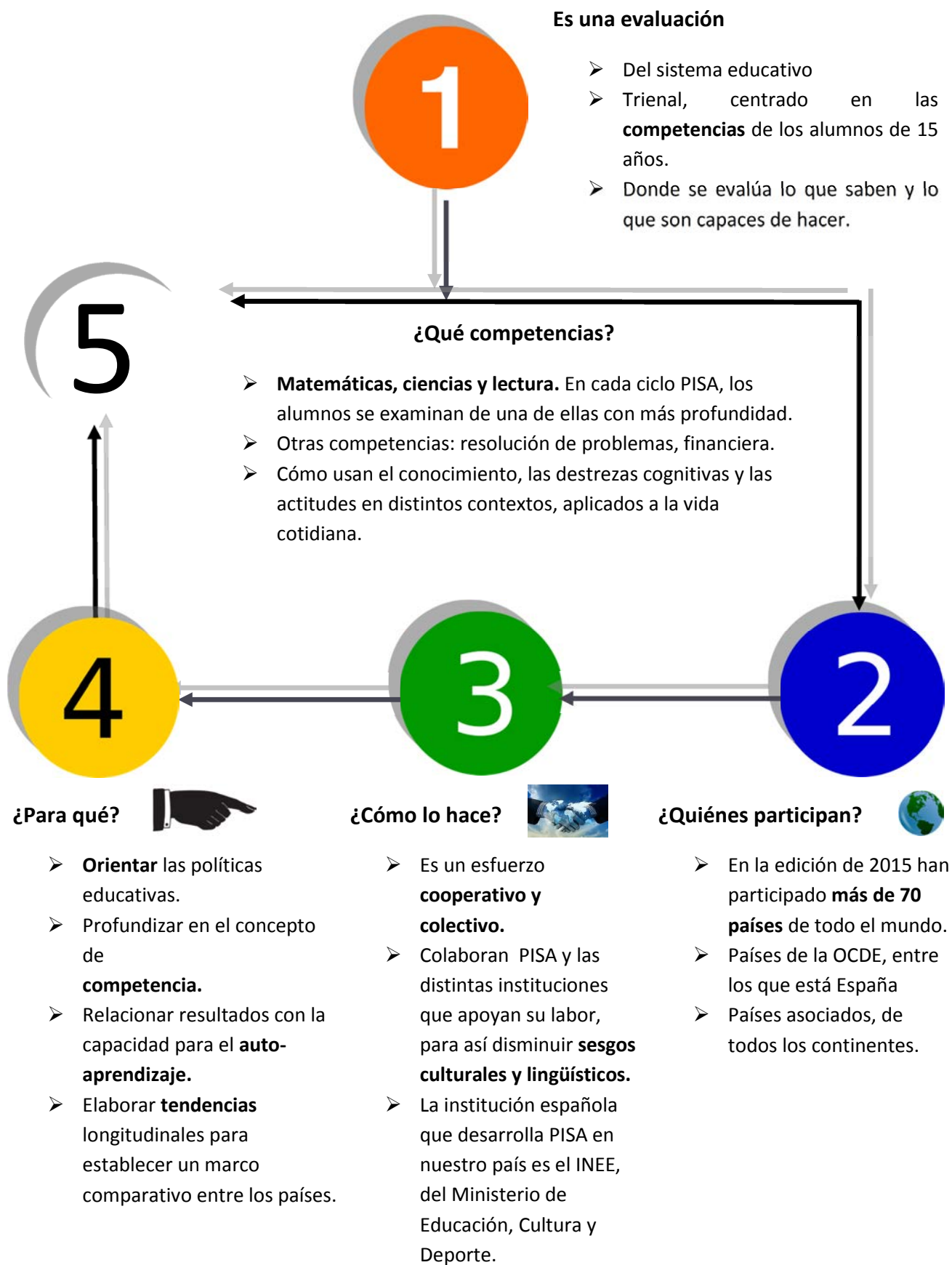
En cada ciclo, a los tres dominios troncales se añade un cuarto innovador, como fue la resolución creativa de problemas en 2012, la resolución colaborativa de problemas en 2015 o la competencia global, ya en preparación para el próximo ciclo de PISA 2018..

Los objetivos específicos de PISA son:

- Orientar las políticas educativas, al enlazar los resultados de los alumnos en las pruebas cognitivas con su contexto socio-económico y cultural, además de considerar sus actitudes y disposiciones, y al establecer rasgos comunes y diferentes en los sistemas educativos, los centros escolares y los alumnos.
- Profundizar en el concepto de ‘competencia’, referida a la capacidad del alumno para aplicar el conocimiento adquirido dentro y fuera de su entorno escolar, en las tres áreas clave objeto de evaluación del estudio.
- Relacionar los resultados de los alumnos con sus capacidades para el auto-aprendizaje y el aprendizaje a lo largo de la vida, incluyendo su motivación e interés, su auto-percepción y sus estrategias de aprendizaje.
- Elaborar tendencias longitudinales para mostrar la evolución de los sistemas educativos en un plano comparativo internacional.

Todos los países participantes, tanto los pertenecientes a la OCDE como los asociados, han realizado un gran esfuerzo de coordinación para establecer unos estándares técnicos precisos y consensuados y así lograr una evaluación educativa fiable y válida, que sirva para la comparación internacional. De esta manera, se intenta orientar las políticas educativas hacia la mejora de los puntos débiles observados y la difusión de las buenas estrategias y prácticas.

## ¿Qué es el estudio PISA?



## ¿Qué países participan en el estudio PISA?

PISA es una prueba que se aplica en gran parte del mundo. En su primera edición participaron 43 países y economías (2000); 45 países, en la segunda edición (2003); 57, en la tercera (2006); 75, en la cuarta (2009) y 65, en la quinta (2012). En la edición de 2015 han participado 72 países y economías.

### Países participantes en PISA 2015



#### Países de la OCDE

Alemania	Israel
Australia	Italia
Austria	Japón
Bélgica	Letonia
Canadá	Luxemburgo
Chile	México
Corea	Noruega
Dinamarca	Nueva Zelanda
Eslovenia	Países Bajos
España	Polonia
Estados Unidos	Portugal
Estonia	Reino Unido
Finlandia	República Checa
Francia	República Eslovaca
Grecia	Suecia
Hungría	Suiza
Irlanda	Turquía
Islandia	

#### Países asociados y economías

Albania	Macao (China)
Argelia	Malasia
Argentina	Malta
Brasil	Moldavia
Bulgaria	Perú
China	Qatar
Colombia	República de
Costa Rica	Macedonia
Croacia	República de
Emiratos Árabes Unidos	Montenegro
Federación Rusa	República
Georgia	Dominicana
Hong Kong (China)	Rumanía
Indonesia	Singapur
Jordania	Tailandia
Kazajistán	Taipei (China)
Kosovo	Trinidad y Tobago
Líbano	Túnez
Liechtenstein	Uruguay
Lituania	Vietnam

#### Países participantes en ciclos previos

Azerbaiyán  
Himachal Pradesh-India  
Kirguistán  
Mauricio  
Miranda-Venezuela  
Panamá  
Serbia  
Tamil Nadu-India

España ha participado, desde su primera edición en 2000, en todos los ciclos. En 2015, además de la muestra estatal, todas las comunidades autónomas españolas han ampliado su muestra regional para poder recabar datos que sean comparables a nivel internacional. La muestra estatal ha sido de 37 205 estudiantes. Los centros que han realizado esta prueba a nivel estatal son 980. En esta edición, todas las pruebas, tanto las cognitivas como los cuestionarios de contexto, se han realizado en formato digital.

## ¿Qué mide PISA y cómo lo hace?

PISA es un esfuerzo cooperativo y colectivo. Los países participantes actúan por medio de sus representantes y expertos en los diversos grupos de trabajo e instituciones del estudio. El representante de PISA en España es el Instituto Nacional de Evaluación en Educación (INEE). El INEE también es la institución que trabaja en colaboración con las comunidades autónomas.

En un programa de estas características, internacional y comparativo, se intenta siempre reducir los posibles sesgos culturales y lingüísticos, además de garantizar con múltiples verificaciones y controles internacionales su validez y fiabilidad, desde el diseño de las pruebas y su traducción hasta el muestreo y la recogida de datos.

En cada edición PISA, hay una competencia que constituye el dominio principal. En esta edición es ciencias, como ya lo fue en 2006, por lo que ahora se cierra el ciclo longitudinal (de nueve años) en esta competencia y se pueden comparar los resultados a lo largo del mismo. Este tipo de evaluación hace hincapié en la comprensión de los conceptos y en la capacidad para aplicarlos. La OCDE define el conocimiento en ciencias como la capacidad de involucrarse con cuestiones, así como las ideas, relacionadas con la ciencia, como un ciudadano reflexivo. Una persona competente en ciencias es capaz de explicar fenómenos científicos, de evaluar y diseñar investigaciones científicas y de interpretar información y evidencias científicas.

Además de las ciencias, en PISA 2015 también se evalúan la lectura, las matemáticas y la resolución colaborativa de problemas. Más aún, España ha participado por segunda vez en la prueba de competencia financiera, como opción internacional.

En 2015 han participado en la prueba unos 537 591 alumnos, de un total de 18 541 centros educativos. La mayoría de ellos, todos de 15 años, se encontraban en 10º Grado, en España, en 4º ESO (Educación Secundaria Obligatoria). La muestra española es de 37 205 alumnos de 980 centros educativos.

España ha realizado todos los cuestionarios de contexto que PISA ha ofrecido en esta edición (alumnos, centro, profesores y padres). Por primera vez se han usado ordenadores para aplicar la prueba cognitiva, para cuya realización los estudiantes disponían de dos horas. El formato de las preguntas es una mezcla de respuesta múltiple y preguntas abiertas para que los alumnos construyan sus propias respuestas. Las preguntas se organizaron en grupos de distintas situaciones cotidianas de la vida real. En total, la prueba tiene una duración de 810 minutos (13 horas y media) e incluye preguntas de ciencias, lectura, matemáticas y resolución colaborativa de problemas. Tanto la prueba cognitiva como el cuestionario de contexto se construyen con un diseño matricial; por ello, cada alumno responde a una determinada combinación de preguntas.

Los alumnos también deben cumplimentar un cuestionario de contexto, de aproximadamente 35-40 minutos de duración. El cuestionario trata de recopilar información sobre los propios alumnos, sus hogares y sus centros escolares y experiencias de aprendizaje. Los directores de centro deben responder a un cuestionario sobre el sistema de organización del centro escolar y el entorno de aprendizaje. Para recopilar más información, algunos países, como España, también realizan el cuestionario de profesor, así como los cuestionarios de padres, en los que se les pregunta a estos

sobre su percepción del entorno de aprendizaje de sus hijos, su apoyo para el aprendizaje en casa y sus expectativas sobre la futura carrera profesional de sus hijos, particularmente en ciencias. Por último, otros cuestionarios específicos, dentro del cuestionario del alumno, también se han cumplimentado en España. Uno se ha centrado en la familiaridad de los alumnos con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC); otro, en la trayectoria escolar del alumno y el último, en la competencia financiera.

## ¿Qué tipo de resultados ofrece el estudio PISA?

El estudio PISA ofrece diversos tipos de resultados, especialmente para la construcción de diferentes indicadores, como se puede observar en la siguiente figura:





## Capítulo 1

# LAS CIENCIAS EN PISA

La educación científica en Primaria y Secundaria debe asegurar unos fundamentos sobre los que los estudiantes puedan desarrollar una comprensión más amplia y profunda, que les facilite intervenir en discusiones sobre temas y cuestiones de ciencia que modelan nuestro mundo. En este capítulo se define la noción de competencia científica y cómo se mide en PISA 2015, dentro del marco conceptual trabajado a lo largo del ciclo.

Este marco conceptual de PISA en ciencias incluye los parámetros en los que se inscribe la evaluación de las ciencias como las entiende el estudio PISA, que define **la competencia científica** como “la capacidad de interesarse e implicarse en temas científicos e ideas sobre la ciencia como ciudadano consciente y reflexivo”.

Entender y participar en debates críticos sobre temas de ciencia y tecnología requiere **tres subcompetencias** en este campo:

- explicar fenómenos científicamente
- evaluar y diseñar la investigación científica
- interpretar datos y pruebas científicas

### Las subcompetencias en PISA Ciencias 2015

Las personas con conocimientos científicos están capacitadas para participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, lo cual requiere que:

- a) *Expliquen fenómenos científicamente*: reconozcan, ofrezcan y evalúen explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos. El logro cultural de la ciencia ha sido el desarrollo de un conjunto de teorías explicativas que han transformado nuestra comprensión del mundo natural, tales como la idea de que el día y la noche son debidos a una rotación de la Tierra o la idea de que las enfermedades pueden ser causadas por microorganismos invisibles. Ofrecer explicaciones científicas también requiere una comprensión de cómo se ha construido este conocimiento y cuáles son sus límites.
- b) *Evalúen y diseñen la investigación científica*: describan y evalúen las investigaciones científicas y propongan formas de abordar las cuestiones científicamente. Los datos recogidos y obtenidos mediante la observación y la experimentación, ya sea en el laboratorio o en el terreno, conducen al desarrollo de modelos e hipótesis explicativas que permiten predicciones que luego pueden ser probadas experimentalmente. Las nuevas ideas comúnmente se basan en el conocimiento anterior. Los propios científicos suelen funcionar como miembros de grupos de

investigación o equipos que se implican, nacional e internacionalmente, en una amplia colaboración con colegas. Las nuevas demandas de conocimiento siempre se perciben como provisionales y pueden carecer de justificación cuando se someten a una revisión crítica de pares. Además, las personas competentes deberían ser capaces de proponer, al menos en términos generales, cómo se podría investigar adecuadamente una cuestión científica.

- c) *Interpreten datos y pruebas científicamente*: analicen y evalúen datos, demandas y argumentos en una variedad de representaciones y saquen conclusiones científicas apropiadas. La interpretación de datos comienza con la búsqueda de patrones, el reconocimiento de aquello que constituya una prueba fiable y válida, y la forma de presentar los datos de manera adecuada. Por otra parte, la persona competente entiende que la incertidumbre es una característica inherente a todas las mediciones, y que un criterio para expresar la confianza en un hallazgo es determinar cuál es la probabilidad de que éste pudiese haber ocurrido por casualidad. El individuo con conocimientos científicos tiene que ser capaz de juzgar si son apropiados y si las reivindicaciones consiguientes están justificadas. Por ejemplo, muchos conjuntos de datos pueden ser interpretados de varias maneras. El desacuerdo entre los científicos es normal, no es extraordinario: la argumentación y la crítica son esenciales para determinar cuál es la conclusión más adecuada.

Dentro de la prueba PISA, los porcentajes de preguntas asociados a cada subcompetencia son los siguientes:

- Explicar fenómenos científicamente (48% de las preguntas).
- Evaluar y diseñar la investigación científica (22% de las preguntas).
- Interpretar datos y pruebas científicas (30% de las preguntas).

Todas estas subcompetencias requieren tres **tipos de conocimientos**:

- conceptual o de contenidos
- procedimental
- epistémico

#### El conocimiento científico según PISA 2015

Se entiende como un conjunto de tres elementos diferenciados, pero relacionados. El primero es el conocimiento de hechos, conceptos, ideas y teorías sobre el mundo natural que la ciencia ha establecido. Por ejemplo, cómo las plantas sintetizan moléculas complejas mediante la luz o el dióxido de carbono o la particular naturaleza de la materia. Este tipo de conocimiento se denomina **conocimiento del contenido**.

En segundo lugar, el **conocimiento procedimental** es aquel relacionado con las prácticas y los conceptos en los que se basa la investigación empírica, tales como la repetición de mediciones para minimizar el error y reducir la incertidumbre, el control de las variables y los procedimientos estándar para la representación y comunicación de datos.

Por último, la comprensión de la ciencia como una práctica también requiere **conocimiento epistémico**, que se refiere a la comprensión de la función de los constructos específicos y a la definición características esenciales para el proceso de construcción del conocimiento en la ciencia. Incluye una comprensión de la función que desempeñan en la ciencia las preguntas, observaciones, teorías, hipótesis, modelos y argumentos, un reconocimiento de la variedad de formas de investigación científica, y el papel que implica la revisión por pares en el establecimiento de conocimientos fiables.



Cada tipo de conocimiento está asociado a un porcentaje de preguntas dentro de la prueba PISA (se pueden solapar):

- Conocimiento del contenido (50 % de las preguntas).
- Evaluar y diseñar la investigación científica (60 % de las preguntas).
- Interpretar datos y pruebas científicas (26 % de las preguntas).

Las personas necesitan las tres formas de conocimiento científico para llevar a cabo las tres subcompetencias de la cultura científica. PISA 2015 se centra en la evaluación de en qué medida los alumnos de 15 años son capaces de mostrar las tres sub-competencias antes mencionadas de manera apropiada dentro de una gama de **contextos**:

- personales
- locales / Regionales / Nacionales
- globales

#### Los contextos en PISA 2015

Los contextos se usan en PISA como marcos en los que se construyen tareas específicas relacionadas con la ciencia. Por ejemplo, una pregunta sobre combustible fósil se puede clasificar como personal si explora el comportamiento hacia el ahorro energético; como local o nacional si se refiere al impacto sobre la calidad del aire o como global, si examina la relación entre el consumo de este combustible y la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

Estos contextos se eligen sobre la base del conocimiento y la comprensión que es probable que los estudiantes que hayan adquirido a los 15 años, así como en función de su relevancia para los intereses y las experiencias vitales de los mismos.

Las actitudes forman parte de la construcción de la cultura científica. Es decir, la formación científica de una persona incluye ciertas actitudes, creencias, orientaciones de motivación, autoeficacia y valores. El estudio PISA 2015 evalúa las **actitudes** del alumnado hacia la ciencia en tres áreas:

- El interés por la ciencia y la tecnología
- La conciencia ambiental
- La valoración de los enfoques científicos a la investigación

#### Las actitudes según PISA 2015

La definición de la competencia científica reconoce que existe un elemento afectivo: las actitudes y disposiciones del alumno hacia la ciencia repercuten en su interés por el contenido, mantienen su compromiso y lo pueden motivar para actuar. Existe una larga discusión en PISA en torno al papel de las actitudes y cómo medirlas: mientras que en 2006 las actitudes se incluyeron en las preguntas cognitivas, en 2015 se han medido a través del cuestionario de contexto. El ser competente no es “un todo o nada”, sino una adquisición gradual en que intervienen el conocimiento de y sobre la ciencia, pero también de las actitudes hacia la misma.

## Temas de contenido

En un principio, los temas de contenido que proponía el marco conceptual fueron:

- salud y enfermedad
- recursos naturales
- calidad medioambiental
- riesgos naturales
- fronteras entre la ciencia y la tecnología

En el análisis *post hoc*, una vez realizado el estudio principal, los temas de contenido sustantivo fueron refundidos como:

- sistemas físicos
- sistemas vivos
- Tierra y Espacio

### Los temas de contenido en PISA 2015

Para seleccionar los temas de contenido científico en el estudio, los criterios han sido: que sean relevantes en situaciones de la vida real; que representen conceptos científicos importantes o teorías explicativas que tienen una utilidad permanente (aunque esa permanencia sea siempre relativa); y que sean adecuados a los niveles de desarrollo de alumnos de 15 años (4º ESO).

## Niveles de exigencia cognitiva (niveles de dificultad)

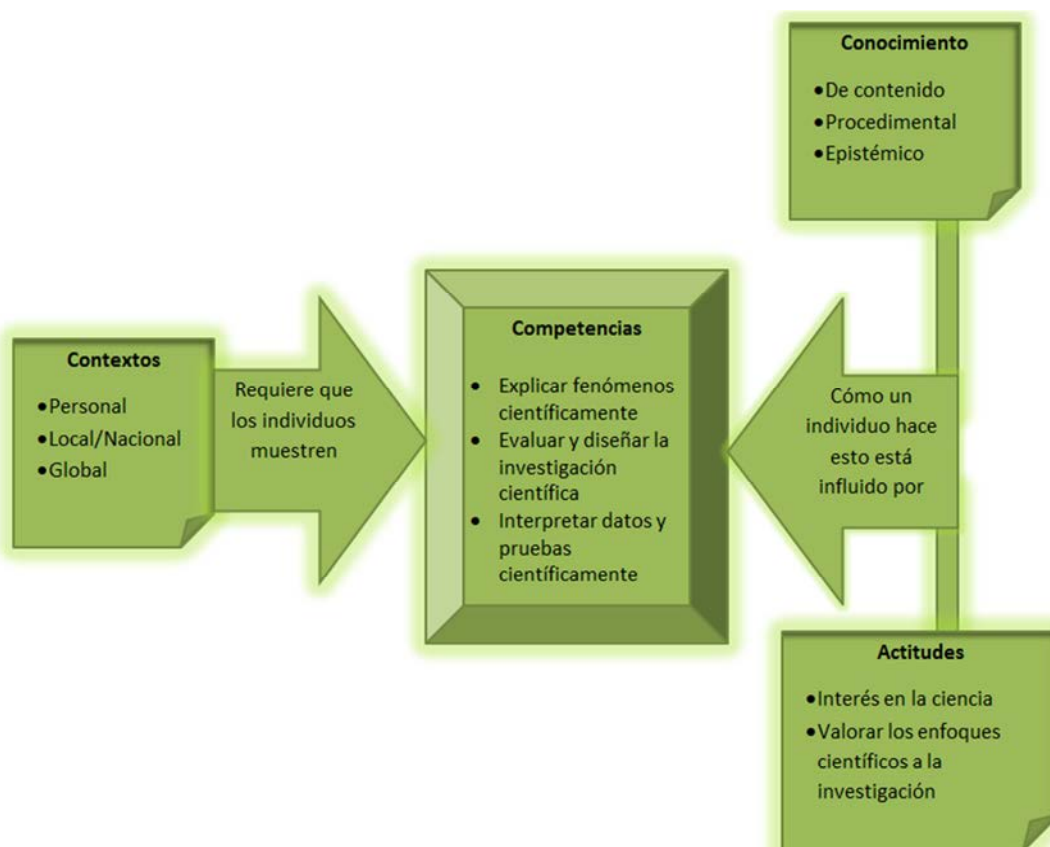
Son niveles, *a priori*, de dificultad y facilidad, de accesibilidad al aprendizaje y la capacidad de demostrar lo que se sabe, que se tienen en cuenta al elaborar las pruebas de evaluación. Estas, después de la aplicación del estudio piloto en cada edición, se recategorizan en:

- *Bajo*: respuestas que se quedan en un solo paso de navegación, en contextos familiares y con información sencilla.
- *Medio*: respuestas que aplican más de un paso, con niveles más complejos de presentación de la información, en contextos no siempre familiares.
- *Alto*: respuestas que analizan, sintetizan y sopesan información compleja, de contextos desconocidos, y requieren diversos tipos de navegación, además de justificaciones argumentadas.

*Aspectos del marco de evaluación de la competencia científica en PISA 2015*

<b>Contextos</b>	Los asuntos <i>personales, locales/nacionales y globales</i> , tanto actuales como históricos, que exigen una cierta comprensión de la ciencia y la tecnología.
<b>Conocimiento</b>	La comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base de los conocimientos científicos. Dicho conocimiento incluye el conocimiento tanto del mundo natural como de los artefactos tecnológicos (el conocimiento del <i>contenido</i> ), el conocimiento de cómo se producen tales ideas (conocimiento <i>procedimental</i> ), y una comprensión de los fundamentos de los sistemas y la justificación para su uso (conocimiento <i>epistémico</i> ).
<b>Competencias</b>	La capacidad de <i>explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar la investigación científica, e interpretar datos y pruebas científicamente</i> .
<b>Actitudes</b>	Un conjunto de actitudes hacia la ciencia indicado por un <i>interés</i> en ciencia y tecnología, la adecuada <i>valoración</i> de los enfoques científicos aplicados a la investigación y una percepción y <i>conciencia</i> de los problemas ambientales.

*Interrelación entre los cuatro aspectos de las ciencias según PISA*



*Contextos y contenidos en la evaluación de la competencia científica de PISA 2015*

	<b>Personal</b>	<b>Local/nacional</b>	<b>Global</b>
<b>Salud y enfermedad</b>	Mantenimiento de la salud, accidentes, nutrición.	Control de enfermedades, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
<b>Recursos naturales</b>	El consumo personal de materiales y energía.	El mantenimiento de las poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, suministro de energía.	Sistemas naturales renovables y no renovables, crecimiento demográfico, uso sostenible de las especies.
<b>Calidad medioambiental</b>	Acciones favorables al medio ambiente, uso y desecho de materiales y dispositivos.	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto ambiental.	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control de la contaminación, producción y pérdida de suelo/biomasa.
<b>Riesgos naturales</b>	Las evaluaciones de riesgo del estilo de vida.	Cambios rápidos (por ejemplo, terremotos, clima severo), cambios lentos y progresivos (por ejemplo, erosión costera, sedimentación), evaluación de riesgos.	Cambio climático, impacto de la comunicación moderna.
<b>Fronteras entre la ciencia y la tecnología</b>	Aspectos científicos de las aficiones personales, tecnología personal, música y actividades deportivas.	Los nuevos materiales, dispositivos y procedimientos, modificaciones genéticas, tecnología de la salud y transporte.	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo.

## Pruebas digitales

El formato de las pruebas cognitivas y de los cuestionarios de contexto ha sido exclusivamente digital en PISA 2015. Una parte de la prueba digital ha sido estática y otra parte importante de la misma ha sido dinámica, lo que ha permitido a los alumnos demostrar su capacidad para acometer una investigación guiada, realizando experimentos (por medio de una simulación digital) e interpretando las pruebas obtenidas.

La dificultad relativa de la pregunta no depende de su formato, en principio. Sin embargo, las interactivas permiten calibrar de forma más precisa y realista determinado tipo de

subcompetencias, como la de evaluar un experimento científico; por otra parte, este tipo de preguntas permite un mayor abanico de situaciones que requieren cambio y movimiento; por ejemplo, las reacciones químicas.

## Tipos de preguntas

Se emplean tres categorías de preguntas que requieren un determinado tipo de respuesta:

- Opción múltiple simple
  - sólo una respuesta de entre cuatro opciones es correcta
  - un punto clave se selecciona del propio estímulo (gráfico, texto, etc.)
- Opción múltiple compleja
  - seleccionar Sí/No en preguntas con diversos enunciados
  - seleccionar más de una respuesta en una lista
  - completar frases y seleccionar de un menú desplegable con distintas opciones
  - responder mediante opciones de “arrastrar y soltar”
- Respuesta construida (preguntas abiertas)
  - respuestas escritas que requieren codificación específica por expertos siguiendo guías de codificación consensuadas.

## Preguntas liberadas

Para acceder a las preguntas liberadas de PISA 2015 en ciencias, también en su versión interactiva, y en todos los idiomas en los que se ha realizado la prueba, se puede consultar el enlace: <http://www.oecd.org/pisa/test/>



## Preguntas liberadas de Ciencias en PISA 2015

### CORRER EN DÍAS DE CALOR. INTRODUCCIÓN

En esta unidad se presenta un estudio científico sobre la termorregulación en el caso de corredores de larga distancia que entrenan en lugares en los que las condiciones climáticas son, en ocasiones, calurosas o húmedas. La simulación permite a los estudiantes modificar los niveles de temperatura y humedad del aire e indicar si el corredor simulado bebe agua o no. En cada prueba pueden verse los datos asociados a las variables escogidas: la temperatura del aire, la humedad del aire, beber agua (sí/no), el volumen de sudor, la pérdida de agua y la temperatura del cuerpo. El volumen de sudor, la pérdida de agua y la temperatura del cuerpo del corredor también se muestran en la parte superior, dentro del panel de simulación. Cuando las condiciones puedan provocar deshidratación o un golpe de calor, esos riesgos para la salud aparecerán resaltados con banderas rojas.

PISA 2015

**Correr en días de calor**  
Introducción

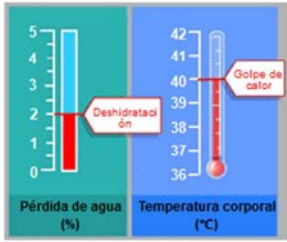
Lee la introducción. A continuación haz clic en SIGUIENTE.

**CORRER EN DÍAS DE CALOR**

Al correr largas distancias, la temperatura corporal aumenta y se suda.

Si los corredores no beben lo suficiente para reponer el agua que pierden a través del sudor, pueden experimentar deshidratación. Una pérdida de agua de un 2% o más de la masa corporal se considera estado de deshidratación. Este porcentaje está señalado en el medidor de pérdida de agua que se ve a continuación.

Si la temperatura corporal aumenta hasta los 40 °C o más, los corredores pueden sufrir un trastorno llamado golpe de calor que puede causar la muerte. Esta temperatura está señalada en el termómetro de temperatura corporal que se muestra a continuación.



El gráfico muestra dos mediciones clave para la salud del corredor. A la izquierda, un medidor de pérdida de agua (%) con una escala de 0 a 5. Una línea roja indica un nivel de 2%, etiquetado como 'Deshidratación'. A la derecha, un termómetro de temperatura corporal (°C) con una escala de 36 a 42. Una línea roja indica un nivel de 40°C, etiquetado como 'Golpe de calor'.

Variable	Valor crítico	Consecuencia
Pérdida de agua (%)	2%	Deshidratación
Temperatura corporal (°C)	40°C	Golpe de calor

## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PRÁCTICA

Antes de comenzar la unidad, se mostrarán los controles del simulador a los estudiantes y se les pedirá que practiquen ajustándolos. Aparecerán mensajes de ayuda si los estudiantes no realizan las acciones solicitadas en un minuto. Tras un tiempo de inactividad de dos minutos por parte del estudiante, se le mostrará cómo tendrían que haberse colocado los mandos según las instrucciones. Tal y como se explica en la introducción que se hace a los alumnos antes de empezar la sección de ciencia, al pinchar en la etiqueta «Cómo realizar la simulación», en el panel de la izquierda, aparecerán recordatorios sobre el funcionamiento de los controles y de cómo seleccionar o borrar una fila de datos.

PISA 2015

?
◀ ▶


**Correr en días de calor**  
Introducción


Esta simulación se basa en un modelo que calcula el volumen de sudor, la pérdida de agua y la temperatura corporal de un corredor tras una hora de carrera.

Para ver cómo funcionan todos los controles de esta simulación, sigue estos pasos:


1. Mueve el control deslizante para ajustar la **Temperatura del aire.**
2. Mueve el control deslizante para ajustar la **Humedad del aire.**
3. Haz clic en «Sí» o «No» en la opción **¿Bebe agua?**
4. Haz clic en el botón «Ejecutar» para ver los resultados. Observa cómo una pérdida de agua del 2% o más causa deshidratación y cómo una temperatura corporal de 40 °C o más provoca un golpe de calor. Los resultados también se mostrarán en la tabla.

Nota: Los resultados mostrados en la simulación se basan en un modelo matemático simplificado de cómo funciona el cuerpo de un individuo concreto tras correr durante una hora en condiciones diferentes.






Volumen de sudor (litros)



Pérdida de agua (%)



Temperatura del cuerpo (°C)

Temperatura del aire (°C) 20 25 30 35 40

Humedad del aire (%) 20 40 60

¿Bebe agua?  Sí  No

Ejecutar

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)



## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PREGUNTA 1

**Correr en días de calor**  
Pregunta 1 / 5

► **Cómo realizar la simulación**

Realiza la simulación para obtener datos basándote en la siguiente información. Selecciona una opción de los menús desplegados para responder a la pregunta.

Un corredor corre durante una hora en un día caluroso y seco (temperatura del aire de 40 °C, humedad del aire del 20%). El corredor no bebe nada de agua.

¿A qué riesgos para la salud se expone el corredor al correr en esas condiciones?

El riesgo para la salud al que se expone el corredor es . Esto se deduce por  del corredor tras una carrera de una hora.

Temperatura del aire (°C): 20 25 30 35 40  
 Humedad del aire (%): 20 40 60  
 ¿Bebe agua?  Sí  No

**Ejecutar**

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)

Se pedirá a los estudiantes que usen el simulador y los datos generados para decidir si la persona que corre en las condiciones indicadas está en peligro de deshidratación o golpe de calor. También se les preguntará si lo han deducido por el volumen de sudor, la pérdida de agua o la temperatura corporal del corredor.

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple compleja
<i>Competencia</i>	Interpretar información y datos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Procedimental – Vida
<i>Contexto</i>	Personal; salud y enfermedad
<i>Dificultad</i>	497. Nivel 3

### Puntuación

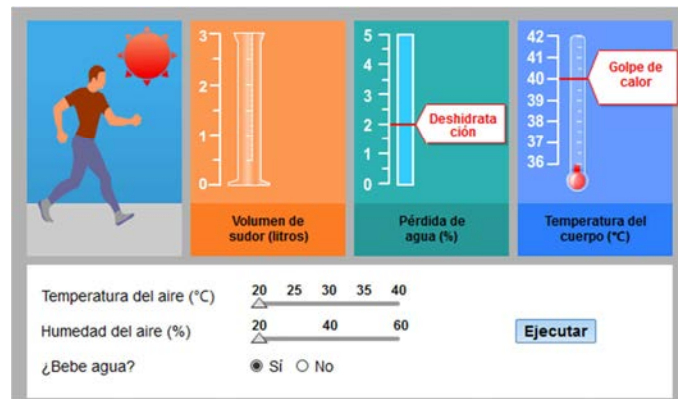
#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona:

El riesgo para la salud al que se enfrenta el corredor es (deshidratación/golpe de calor)<sup>1</sup>. Esto se deduce por (el volumen de sudor/la pérdida de agua/la temperatura corporal) del corredor tras una carrera de una hora.

### Comentario

En esta pregunta se da a los alumnos los valores específicos para cada variable del simulador. Ellos deben ajustar los mandos como se les indica y ejecutar el simulador una vez. Aparece entonces una bandera roja que indica que, en esas condiciones, el corredor sufriría una pérdida de agua que le causaría una deshidratación. Esta es la pregunta más fácil de la unidad. En ella, se pide a los alumnos que realicen una tarea sencilla: identificar el problema marcado con una bandera en la pantalla y concluir que la causa de la deshidratación del corredor es la pérdida de agua.



<sup>1</sup> Téngase en cuenta que la respuesta correcta aparece subrayada.

## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PREGUNTA 2

PISA 2015
?
◀ ▶

**Correr en días de calor**  
Pregunta 2 / 5

▶ **Cómo realizar la simulación**

Realiza la simulación para obtener datos basándote en la información siguiente. Haz clic en una opción y a continuación selecciona datos en la tabla para responder a la pregunta.

Un corredor corre durante una hora en un día caluroso y húmedo (temperatura del aire de 35 °C, humedad del aire del 60%) sin beber nada de agua. Este corredor corre riesgo de deshidratación y de golpe de calor.

¿Cómo influiría en el riesgo de deshidratación y de golpe de calor que el corredor bebiese agua durante la carrera?

- Beber agua reduciría el riesgo de golpe de calor pero no el de deshidratación.
- Beber agua reduciría el riesgo de deshidratación pero no el de golpe de calor.
- Beber agua reduciría el riesgo de golpe de calor y de deshidratación.
- Beber agua no reduciría ni el riesgo de golpe de calor ni el de deshidratación.

★ Selecciona dos filas de datos que corroboren tu respuesta.

Volumen de sudor (litros)

Pérdida de agua (%)

Temperatura del cuerpo (°C)

Temperatura del aire (°C)  20 25 30 35 40

Humedad del aire (%)  20 40 60

¿Bebe agua?  Sí  No

**Ejecutar**

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple simple/respuesta abierta
<i>Competencia</i>	Interpretar información y datos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – Vida
<i>Contexto</i>	Personal; salud y enfermedad
<i>Dificultad</i>	580. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona:

*Beber agua reducirá el riesgo de deshidratación pero no el de golpe de calor*

Y selecciona las dos siguientes filas de la tabla de datos:

- Temperatura del aire fijada en 35°C, 60% de humedad en el aire y “No” bebe agua Y
- Temperatura del aire fijada en 35 °C, 60% de humedad en el aire y “Sí” bebe agua.

### ***Puntuación parcial***

El estudiante selecciona:

Beber agua reduciría el riesgo de deshidratación pero no el de golpe de calor Y selecciona datos incorrectos o incompletos.

### **Comentario**

En la pregunta 2 se pide a los estudiantes que utilicen el simulador, que mantengan constantes la temperatura y la humedad del aire empleando los valores indicados, y que modifiquen la variable de si el corredor debe agua o no. El simulador mostrará que, al correr en las condiciones especificadas sin beber agua, se terminará por sufrir tanto deshidratación como un golpe de calor. Por el contrario, al beber agua se reducirá el riesgo de deshidratación, aunqueno de golpe de calor. Los estudiantes deben ejecutar el simulador dos veces para obtener los datos que justifiquen su respuesta. Dado que los estudiantes deben modificar una variable y comparar los resultados de dos simulaciones, esta pregunta es más difícil que la primera pregunta de la unidad.

## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PREGUNTAS 3A Y 3B<sup>2</sup>

**Correr en días de calor**  
Pregunta 3 / 5

► **Cómo realizar la simulación**

Realiza la simulación para obtener datos basándote en la información siguiente. Haz clic en una opción, selecciona datos de la tabla y escribe una explicación para responder a la pregunta.

Si la humedad del aire es del 60%, ¿cómo reacciona el volumen de sudor tras correr durante una hora con el aumento de la temperatura del aire?

El volumen de sudor aumenta  
 El volumen de sudor disminuye

★ Selecciona dos filas de datos en la tabla que corroboren tu respuesta.

¿Cuál es la razón biológica de esta reacción?

Temperatura del aire (°C)    20   25   30   35   40  
Humedad del aire (%)        20        40        60        **Ejecutar**  
¿Bebe agua?                     Sí    No

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)

### 3A

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple simple y respuesta abierta (selección de datos). Corregida por ordenador
<i>Competencia</i>	Evaluar y diseñar un estudio científico
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Procedimental – Vida
<i>Contexto</i>	Personal; salud y enfermedad
<i>Dificultad</i>	531. Nivel 3

### 3B

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta abierta. Codificada manualmente
<i>Competencia</i>	Explicar fenómenos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – Vida
<i>Contexto</i>	Personal; salud y enfermedad
<i>Dificultad</i>	641. Nivel 5

<sup>2</sup> Téngase en cuenta que estas dos preguntas aparecen identificadas como Q03 y Q04 en los códigos de los ítems.

## Puntuación

### 3A

#### **Máxima puntuación**

El estudiante selecciona:

*El volumen de sudor aumenta.*

Y

Las dos filas seleccionadas deben incluir una humedad del aire del 60% y dos temperaturas del aire diferentes (una inferior y otra superior, por ejemplo, 20 °C en una fila y 25 °C en la segunda fila; o bien, 35 °C en una fila y 40 °C en la segunda, etc.). Además, la opción de beber agua debe ser igual («sí» o «no») en las dos filas seleccionadas.

### 3B

Aviso de la guía de codificación para los codificadores:

- Los codificadores solo codificarán la parte de respuesta abierta a la pregunta: *¿Cuál es la razón biológica de esta reacción?*
- Por su parte, el ordenador puntuará con 0 o 1 la selección de las filas de datos.
- Los codificadores deberán codificar la respuesta escrita dando por hecho que el estudiante ha seleccionado «el volumen de sudor aumenta», incluso si el estudiante no ha elegido esa respuesta.

#### **Máxima puntuación**

En su respuesta, el estudiante indica o sugiere la función del sudor de refrescar el cuerpo o regular la temperatura corporal.

- El sudor se evapora para refrescar el cuerpo cuando la temperatura es alta.
- Aumentar el volumen de sudor cuando la temperatura es alta evita que el cuerpo se caliente demasiado.
- El sudor ayuda a mantener la temperatura corporal en niveles seguros.

## Comentario

Esta serie incluye dos preguntas codificadas independientemente: 3A es una pregunta de respuesta múltiple que además requiere una selección de datos que justifiquen la respuesta; 3B pide a los estudiantes que expliquen por qué el volumen de sudor aumenta en las condiciones indicadas.

En la pregunta 3A se fija una variable (el nivel de humedad) y los estudiantes deben ejecutar el simulador empleando, al menos, dos temperaturas diferentes para mostrar el efecto de un aumento de la temperatura sobre el volumen de sudor. Los estudiantes deben identificar al menos dos filas de datos de la tabla que justifiquen su respuesta. Esta pregunta es de nivel 3.

La pregunta 3B es la más difícil de la unidad, al ser de nivel 5. Los estudiantes deben recurrir a sus conocimientos de biología (conocimientos de contenidos) para explicar que el sudor refresca el cuerpo cuando la temperatura es alta.

## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PREGUNTA 4<sup>3</sup>

PISA 2015

**Correr en días de calor**  
Pregunta 4 / 5

► **Cómo realizar la simulación**


Realiza la simulación para obtener datos basándote en la información siguiente. Haz clic en una opción, selecciona datos de la tabla y escribe una explicación para responder a la pregunta.


Según la simulación, si la humedad del aire es del 40%, ¿cuál es la temperatura del aire más alta a la que una persona puede correr durante una hora sin sufrir un golpe de calor?

20 °C  
 25 °C  
 30 °C  
 35 °C  
 40 °C


★ Selecciona dos filas de datos en la tabla que corroboren tu respuesta.

Explica cómo corroboran tu respuesta estos datos.






Volumen de sudor (litros)



Pérdida de agua (%)



Temperatura del cuerpo (°C)

Temperatura del aire (°C)    20   25   30   35   40

Humedad del aire (%)        20        40        60

¿Bebe agua?                     Sí    No

**Ejecutar**

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta abierta. Codificada manualmente
<i>Competencia</i>	Explicar y diseñar un estudio científico
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Procedimental – Vida
<i>Contexto</i>	Personal; salud y enfermedad
<i>Dificultad</i>	592. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona **35°C**.

Y

Las dos filas seleccionadas tienen un 40% de humedad con una temperatura del aire de 35°C y un 40% de humedad con una temperatura del aire de 40°C.

<sup>3</sup> Téngase en cuenta que esta pregunta aparece identificada como Q05 en los códigos de los ítems



Y

Explica que con una humedad del 40%, 35°C es la máxima temperatura del aire a la que se puede correr sin sufrir un golpe de calor, ya que cambiar la temperatura del aire de 35°C a 40°C aumenta el riesgo de que el corredor sufra un golpe de calor.

- Teniendo en cuenta que la temperatura del exterior sube de 35°C a 40°C, la temperatura corporal sube a más de 40, con riesgo de que el corredor sufra un golpe de calor.
- Con una humedad del 40%, correr a 40 grados puede provocar un golpe de calor, pero hacerlo a 35 grados hace que la temperatura corporal del corredor se mantenga por debajo del nivel que puede provocar el golpe de calor.
- Cuando la temperatura del aire sube, el corredor sufre el primer golpe de calor a 40 grados.
- Cuando la humedad es del 40%, el corredor solo sufre un golpe de calor a 40 grados. La otra temperatura más alta es de 35 grados.
- 40°C golpe de calor, no 35°C (respuesta mínima).

**Puntuación parcial**

El estudiante selecciona **35°C**.

Y

Las filas seleccionadas tienen un 40% de humedad con una temperatura del aire de 35°C y un 40% de humedad con una temperatura de 40°C.

Y

Falta la explicación, no está clara o es incorrecta.

---

O

Selecciona **35°C**.

Y

Las filas correctas no están seleccionadas.

Y

Da una explicación correcta.

---

O

Selecciona **40°C**.

Y

Las filas seleccionadas tienen un 40% de humedad con una temperatura del aire de 35°C y un 40% de humedad con una temperatura de 40°C.

Y

Da una explicación que indica o deja implícito que con una humedad del 40%, 35º es la temperatura del aire más alta que está a salvo del golpe de calor.

[Nota] Esta última combinación se puntúa porque los estudiantes pueden haber leído mal la pregunta, con interpretaciones como “¿Cuál es la temperatura más baja que es insegura?”.

### **Comentario**

En esta pregunta se define una variable. Con una humedad fija del 40%, los estudiantes deben realizar al menos dos simulaciones para determinar la temperatura más alta a la que puede correr una persona sin sufrir un golpe de calor. Deben recurrir a sus conocimientos procedimentales para explicar por qué los datos recogidos respaldan su respuesta, señalando que con una humedad del 40% y una temperatura del aire superior a 35 °C se sufrirá un golpe de calor.

## CORRER EN DÍAS DE CALOR. PREGUNTA 5<sup>4</sup>

**Correr en días de calor**  
Pregunta 5 / 5

► **Cómo realizar la simulación**

Realiza la simulación para obtener datos basándote en la información siguiente. Haz clic en una opción, selecciona datos de la tabla y escribe una explicación para responder a la pregunta.

La simulación te permite elegir una humedad del aire del 20%, del 40% o del 60%

¿Crees que sería seguro o inseguro correr con una humedad del aire del 50% y una temperatura del aire de 40°C, aunque bebamos agua?

Sería seguro  
 Sería inseguro

★ Selecciona dos filas de datos que corroboren tu respuesta.  
Explica cómo corroboran tu respuesta estos datos.

Temperatura del aire (°C): 20 25 30 35 40  
Humedad del aire (%): 20 40 60  
¿Bebe agua?  Sí  No

Temperatura del aire (°C)	Humedad del aire (%)	¿Bebe agua?	Volumen de sudor (litros)	Pérdida de agua (%)	Temperatura corporal (°C)

Tipo de pregunta	Respuesta abierta. Codificada manualmente
Competencia	Evaluar y diseñar un estudio científico
Conocimiento – Sistema	Procedimental – Vida
Contexto	Personal; salud y enfermedad
Dificultad	598. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona que “Sería peligroso”.

Y

Las dos filas seleccionadas tienen un 40% de humedad a 40°C bebiendo agua=Sí y un 60% de humedad a 40°C bebiendo agua=Sí.

<sup>4</sup> Téngase en cuenta que esta pregunta aparece identificada como pregunta 6 en los códigos de los ítems.

Y

Explica que si el corredor sufre un golpe de calor a unos niveles de humedad del 40% y del 60%, hay riesgo de golpe de calor con un nivel de humedad del 50% en las mismas condiciones.

- Con una temperatura de 40°C y bebiendo agua, el corredor sufriría un golpe de calor tanto con un nivel de humedad del 40% como del 60%, de manera que probablemente sufriría un golpe de calor entre esos dos niveles de humedad, al 50%.
- El 50% se encuentra entre el 40% y el 60%, y ambos niveles pueden provocar un golpe de calor, de manera que pasaría lo mismo con un 50%.
- 40% es peligroso, por lo que más alto, puede ser peor (respuesta mínima. Con una correcta selección de datos esta respuesta puede leerse como una explicación de cómo los datos avalan una selección de peligroso para 50%) .

### ***Puntuación parcial***

El estudiante selecciona que “Sería peligroso”.

Y

Las dos filas seleccionadas tienen:

- un 40% de humedad a 40°C bebiendo agua=Sí
- y un 60% de humedad a 40°C bebiendo agua=Sí.

Y

Falta la explicación, no está clara o es incorrecta.

---

O

El estudiante selecciona que “Sería peligroso”.

Y

No selecciona las filas correctas

Y

Da una correcta explicación refiriéndose a los resultados de la simulación.

### **Comentario**

En esta pregunta será preciso que los estudiantes extrapolen más allá de los datos que puedan obtener directamente a través del simulador. Deberán desarrollar una hipótesis sobre la seguridad de correr a 40 °C con un 50% de humedad en el aire, a pesar de que las

herramientas del simulador solo permiten establecer niveles de humedad del 40% y el 60%. La respuesta correcta es que no sería seguro y los estudiantes deberán seleccionar una fila con un nivel de humedad del 40% y otra con un 60%, con las variables de temperatura y consumo de agua especificados en la pregunta en ambas filas. La explicación debe señalar que, puesto que el corredor sufriría un golpe de calor tanto con un 40% como un 60% de humedad a 40°C bebiendo agua, lo más probable es que también sufriera un golpe de calor con un 50% de humedad.

## LA MIGRACIÓN DE LAS AVES. PREGUNTA 1

PISA 2015

⏻

▶

**La migración de las aves**  
Pregunta 1 / 3


*Consulta la información «La migración de las aves» de la derecha. Haz clic en una opción para responder a la pregunta.*

La mayoría de las aves migratorias se reúnen en una zona para después migrar en grandes grupos en lugar de individualmente. Este comportamiento es el resultado de la evolución. ¿Cuál de las siguientes explicaciones científicas describe mejor la evolución de este comportamiento en la mayoría de las aves migratorias?

- Las aves que migraban individualmente o en pequeños grupos tenían menos probabilidad de sobrevivir y de tener crías.
- Las aves que migraban individualmente o en pequeños grupos tenían más probabilidad de encontrar alimento suficiente.
- Volar en grandes grupos permitía a otras especies de aves unirse a la migración.
- Volar en grandes grupos permitía que todos los pájaros tuviesen más oportunidades de encontrar un lugar donde anidar.

**LA MIGRACIÓN DE LAS AVES**

La migración de las aves es un movimiento estacional y masivo de aves hacia y desde sus lugares de cría. Cada año algunos voluntarios cuentan los ejemplares de aves migratorias en lugares concretos. Los científicos capturan algunas aves y marcan las patas con anillos y banderines de diferentes colores. Gracias a los avistamientos de aves marcadas y al recuento de los voluntarios, los científicos pueden determinar las rutas migratorias de las aves.



<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple simple
<i>Competencia</i>	Explicar fenómenos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – Vida
<i>Contexto</i>	Global – calidad medioambiental
<i>Dificultad</i>	501. Nivel 3

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona:

*Las aves que migraban individualmente o en pequeños grupos tenían menos probabilidad de sobrevivir y de tener crías.*

## **Comentario**

En la pregunta 1 se pide a los estudiantes que seleccionen una explicación al hecho, ya indicado, de que las aves migren en grupos grandes. Esta pregunta, situada en el extremo inferior del nivel 3, requiere que los estudiantes identifiquen la conclusión correcta sobre los beneficios evolutivos de este comportamiento.

## LA MIGRACIÓN DE LAS AVES. PREGUNTA 2

PISA 2015

?
◀ ▶


**La migración de las aves**  
Pregunta 2 / 3

*Consulta la información «La migración de las aves» de la derecha. Escribe tu respuesta a la pregunta.*

Identifica un factor que puede hacer que el recuento de aves migratorias que realizan los voluntarios sea impreciso, y explica de qué manera ese factor afecta al recuento.

**LA MIGRACIÓN DE LAS AVES**

La migración de las aves es un movimiento estacional y masivo de aves hacia y desde sus lugares de cría. Cada año algunos voluntarios cuentan los ejemplares de aves migratorias en lugares concretos. Los científicos capturan algunas aves y marcan las patas con anillos y banderines de diferentes colores. Gracias a los avistamientos de aves marcadas y al recuento de los voluntarios, los científicos pueden determinar las rutas migratorias de las aves.



<i>Tipo de pregunta</i>	Codificación manual
<i>Competencia</i>	Evaluar y diseñar un estudio científico
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Procedimental – Vida
<i>Contexto</i>	Global – calidad medioambiental
<i>Dificultad</i>	630. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante identifica como mínimo un factor concreto que pueda afectar a la precisión de los observadores en el recuento.

- Los observadores pueden no contar algunas aves porque vuelan demasiado alto.
- Si las mismas aves se cuentan más de una vez, los números pueden resultar demasiado altos.



- En las bandadas, los observadores solo pueden hacer una estimación de la cantidad de aves que hay.
- Los observadores pueden equivocarse sobre la clase de ave, por lo que las cifras de esa clase pueden ser erróneas.
- Las aves migran por la noche.
- No hay voluntarios en todos los lugares a los que emigran las aves.
- Los observadores pueden cometer un error en el recuento.
- Las nubes o la lluvia esconden a algunas aves.

### **Comentario**

Para contestar a esta pregunta correctamente, los estudiantes deben emplear conocimientos procedimentales con los que identificar un factor que pudiera provocar imprecisiones en el recuento de las aves migratorias y explicar el efecto que eso podría tener sobre los datos recopilados. Ser capaz de identificar y explicar los posibles límites de los conjuntos de datos es una habilidad científica importante que sitúa a esta pregunta en el extremo superior del nivel 4.

## LA MIGRACIÓN DE LAS AVES. PREGUNTA 3

PISA 2015

?
◀ ▶

**La migración de las aves**  
Pregunta 3 / 3

*Consulta la información «Chorlitos dorados» de la derecha. Haz clic en una o varias casillas para responder a la pregunta.*

¿Qué enunciados acerca de la migración de los chorlitos dorados corroboran los mapas?

✓ Recuerda seleccionar **una o varias** casillas.


- Los mapas muestran un descenso en el número de chorlitos dorados que migraron hacia el sur en los últimos diez años.
- Los mapas muestran que las rutas migratorias hacia el norte de algunos chorlitos dorados son diferentes de las rutas migratorias hacia el sur.
- Los mapas muestran que los chorlitos dorados migratorios pasan el invierno en zonas que están al sur y al suroeste de su lugar de cría o anidación.
- Los mapas muestran que en los últimos diez años las rutas migratorias del chorlito dorado se han alejado de las zonas costeras.


**LA MIGRACIÓN DE LAS AVES**  
Chorlitos dorados

Los chorlitos dorados son aves migratorias que crían en el norte de Europa. En otoño, viajan a lugares más cálidos y donde haya más alimento. En primavera, vuelven a sus lugares de cría.


Los siguientes mapas están basados en más de diez años de investigación sobre la migración del chorlito dorado. El mapa 1 muestra las rutas migratorias hacia el sur del chorlito dorado durante el otoño, y el mapa 2 muestra las rutas migratorias durante la primavera. Las zonas de color gris representan tierra, y las de color blanco representan agua. El grosor de las flechas indica el tamaño de los grupos de aves migratorias.

**Rutas migratorias del chorlito dorado**





Mapa 1: Rutas migratorias hacia el sur durante el otoño



Mapa 2: Rutas migratorias hacia el norte durante la primavera

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple compleja
<i>Competencia</i>	Interpretar información y datos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Procedimental – Vida
<i>Contexto</i>	Global – calidad medioambiental
<i>Dificultad</i>	574. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona las DOS respuestas siguientes:

*Los mapas muestran que las rutas migratorias hacia el norte de algunos chorlitos dorados son diferentes de las rutas migratorias hacia el sur.*

*Los mapas muestran que los chorlitos dorados migratorios pasan el invierno en zonas que están al sur y al suroeste de su lugar de cría o anidación.*

### Comentario

La pregunta 3 exige de los estudiantes que entiendan la representación de los datos en dos mapas y que usen esa información para comparar y contrastar las rutas migratorias del chorlito dorado en otoño y primavera. En esta tarea de interpretación de nivel 4 se pide a los estudiantes que analicen los datos e identifiquen cuáles de las conclusiones ofrecidas son correctas.

## METEOROIDES Y CRÁTERES. PREGUNTA 1

PISA 2015

?
◀ ▶

**Meteoroides y cráteres**  
Pregunta 1 / 3


*Consulta la información «Meteoroides y cráteres» de la derecha. Haz clic en una opción para responder a la pregunta.*

A medida que un meteoroide se aproxima a la Tierra y a su atmósfera, su velocidad aumenta. ¿Por qué ocurre esto?

- La rotación de la Tierra tira del meteoroide.
- La luz del Sol empuja al meteoroide.
- La masa de la Tierra atrae al meteoroide.
- El vacío del espacio repele al meteoroide.

**METEOROIDES Y CRÁTERES**

Las rocas del espacio que entran en la atmósfera de la Tierra se llaman meteoroides. Los meteoroides se calientan y brillan mientras atraviesan la atmósfera de la Tierra. La mayoría de los meteoroides se consumen antes de llegar a la superficie de la Tierra. Cuando un meteoroide alcanza la Tierra, puede hacer un agujero llamado cráter.



<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple simple
<i>Competencia</i>	Explicar fenómenos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – Vida
<i>Contexto</i>	Global – Fronteras
<i>Dificultad</i>	483. Nivel 2

### Puntuación

#### **Máxima puntuación**

El estudiante selecciona:

*La masa de la Tierra atrae al meteoroide.*

## Comentario

La pregunta 1 exige a los estudiantes que apliquen conocimientos científicos simples para escoger el motivo correcto por el que los objetos se aceleran al aproximarse a la Tierra. Esta pregunta de contenidos, en la que los estudiantes deben explicar un fenómeno científicamente, se ubica en el extremo superior del nivel 2.

## METEOROIDES Y CRÁTERES. PREGUNTA 2

PISA 2015

?
◀ ▶

**Meteoroides y cráteres**  
Pregunta 2 / 3

Consulta la información «Meteoroides y cráteres» de la derecha. Selecciona una opción de los menús desplegables para responder a la pregunta.

¿Qué efecto tiene la atmósfera de un planeta en el número de cráteres de la superficie de ese planeta?

Un planeta con una atmósfera más espesa tiene

cráteres en su superficie porque

se consumen

meteoroides en la atmósfera.

METEOROIDES Y CRÁTERES

Las rocas del espacio que entran en la atmósfera de la Tierra se llaman meteoroides. Los meteoroides se calientan y brillan mientras atraviesan la atmósfera de la Tierra. La mayoría de los meteoroides se consumen antes de llegar a la superficie de la Tierra. Cuando un meteoroides alcanza la Tierra, puede hacer un agujero llamado cráter.



<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple compleja
<i>Competencia</i>	Explicar fenómenos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – La Tierra y el Espacio
<i>Contexto</i>	Global – Fronteras
<i>Dificultad</i>	450. Nivel 2

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona:

Cuanto más espesa es la atmósfera de un planeta, más/menos cráteres habrá en su superficie porque se quemarán más/menos meteoroides en la atmósfera.

## **Comentario**

En esta pregunta de nivel 2 se pide a los estudiantes que seleccionen dos respuestas que expliquen la relación entre el espesor de la atmósfera de un planeta, la probabilidad de que los meteoroides se quemen en la atmósfera y, por lo tanto, el número de cráteres en la superficie del planeta.

## METEOROIDES Y CRÁTERES. PREGUNTAS 3A Y 3B<sup>5</sup>

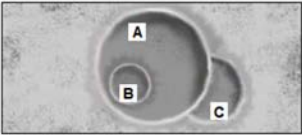
PISA 2015

?
◀ ▶

**Meteoroides y cráteres**  
Pregunta 3 / 3

Consulta la información «Meteoroides y cráteres» de la derecha. Utiliza la función de arrastrar y soltar para responder a la pregunta.

Fíjate en los tres cráteres siguientes.



Ordena los cráteres por el tamaño de los meteoroides que los causaron, de mayor a menor.

Mayor

→

Menor

Ordena los cráteres por el momento en el que se formaron, del más antiguo al más reciente.

Más antiguo

→

Más reciente

### METEOROIDES Y CRÁTERES

Las rocas del espacio que entran en la atmósfera de la Tierra se llaman meteoroides. Los meteoroides se calientan y brillan mientras atraviesan la atmósfera de la Tierra. La mayoría de los meteoroides se consumen antes de llegar a la superficie de la Tierra. Cuando un meteoroides alcanza la Tierra, puede hacer un agujero llamado cráter.



<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple compleja (arrastrar)
<i>Competencia</i>	Interpretar información y datos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – La Tierra y el Espacio
<i>Contexto</i>	Global – Fronteras
<i>Dificultad</i>	3A: 299. Nivel 1b 3B: 438. Nivel 2

### Puntuación

**3A**

### Máxima puntuación

El estudiante ordena los cráteres del siguiente modo: A, C, B.

<sup>5</sup> Téngase en cuenta que estas dos preguntas aparecen identificadas como Q03 y Q04 en los códigos de los ítems.



### 3B

#### ***Máxima puntuación***

El estudiante ordena los cráteres del siguiente modo: C, A, B.

#### **Comentario**

La pregunta 3A, una pregunta básica de interpretación de datos, fue la pregunta más fácil de la prueba de ciencias de 2015. Para saber que un objeto más grande provocaría un cráter más grande, mientras que uno más pequeño provocaría un cráter más pequeño, se requieren conocimientos simples del día a día.

La pregunta 3B es algo más difícil porque los estudiantes deben comparar los tres cráteres mostrados en la imagen para determinar cuándo se formaron, de más antiguo a más reciente, basándose en la manera en que se superponen en la imagen (es decir, el cráter C debe de haberse formado en primer lugar, porque el cráter A se solapa un poco con C, y el cráter B debe de ser el más reciente, por estar dentro de A).

## INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS. INTRODUCCIÓN

PISA 2015

Investigación sobre laderas  
Introducción

Lee la introducción. A continuación haz clic en la flecha SIGUIENTE.

**INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS**

Un grupo de alumnos nota una gran diferencia en la vegetación de las dos laderas de un valle: la vegetación es mucho más verde y abundante en la ladera A que en la ladera B. Esta diferencia se muestra en la ilustración de la derecha.

Los alumnos investigan por qué hay tanta diferencia entre la vegetación de las dos laderas. Como parte de esta investigación, los alumnos miden tres factores ambientales durante un período de tiempo determinado:

- **Radiación solar:** cantidad de luz solar que recibe un lugar determinado
- **Humedad del suelo:** la proporción de agua que contiene el suelo en un lugar determinado
- **Precipitaciones:** cantidad de lluvia que cae en un lugar determinado



The illustration shows a valley with two slopes. The left slope, labeled 'Ladera A', is green and covered with many trees and bushes. The right slope, labeled 'Ladera B', is yellowish-brown and has very little vegetation. A bright sun is in the blue sky above the valley.

## INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS. PREGUNTA 1

PISA 2015
?
◀ ▶

**Investigación sobre laderas**  
Pregunta 1 / 2

Consulta la información «Recopilación de datos» de la derecha. Escribe tu respuesta a la pregunta.

Al investigar la diferencia de vegetación entre una ladera y otra, ¿por qué los alumnos colocaron dos instrumentos de cada tipo en cada ladera?

**INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS**  
Recopilación de datos

Los alumnos colocan en cada ladera dos de cada uno de los tres instrumentos siguientes, tal como se muestra a continuación.


**Sensor de radiación solar:** mide la cantidad de luz solar, en megajulios por metro cuadrado (MJ/m<sup>2</sup>)


**Sensor de humedad del suelo:** mide la cantidad de agua como porcentaje de un volumen de suelo


**Pluviómetro:** mide la cantidad de precipitaciones, en milímetros (mm)



El diagrama muestra dos laderas, Ladera A (izquierda) y Ladera B (derecha), con un sol brillante en el cielo. En cada ladera se han colocado dos sensores de radiación solar (negros), dos sensores de humedad del suelo (rojos) y dos pluviómetros (azules).

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta abierta. Codificación manual
<i>Competencia</i>	Evaluar y diseñar un estudio científico
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Epistemológico – La Tierra y el Espacio
<i>Contexto</i>	Local / Nacional; Recursos naturales
<i>Dificultad</i>	517. Nivel 3

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante da una explicación donde identifica alguna ventaja científica del uso de más de un instrumento de medición en cada ladera: p. ej., corregir la variación de condiciones dentro de una de las laderas, aumentar la precisión de medición de cada ladera.

- Porque así podían determinar si alguna de las diferencias entre las laderas es importante.
- Porque es probable que haya alguna variación dentro de una de las propias laderas.

- Para aumentar la precisión de la medición en cada ladera.
- Los datos serán más precisos.
- En caso de que alguno de los dos falle.
- Para comparar diferentes cantidades de sol en la ladera [La comparación da a entender que puede haber variación]

### **Comentario**

La pregunta 1 pide a los estudiantes que apliquen conocimientos epistemológicos para explicar el diseño de la investigación presentada en esta unidad. Esta pregunta de nivel 3 permite a los estudiantes demostrar su comprensión de la lógica subyacente al procedimiento de tomar dos medidas independientes del fenómeno investigado. La comprensión de esta lógica es el aspecto de la pregunta que evalúa los conocimientos epistemológicos.

## INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS. PREGUNTA 4

PISA 2015

?
◀ ▶

**Investigación sobre laderas**  
Pregunta 2 / 2

*Consulta la información «Análisis de datos» de la derecha. Haz clic en una opción y escribe una explicación para responder a la pregunta.*

Dos alumnos no están de acuerdo acerca de por qué existe una diferencia en la humedad del suelo de las dos laderas.

- El Alumno 1 cree que la diferencia en la humedad del suelo se debe a la cantidad de radiación solar que recibe cada ladera.
- El Alumno 2 cree que la diferencia en la humedad del suelo se debe a la cantidad de precipitaciones que recibe cada ladera.

Según los datos, ¿qué alumno está en lo correcto?

Alumno 1  
 Alumno 2

Explica tu respuesta.

**INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS**  
Análisis de datos

Los alumnos hallan la media de las mediciones recogidas con cada par de instrumentos en cada ladera durante un periodo de tiempo determinado y calculan la incertidumbre de estas medias. Sus resultados se registran en la siguiente tabla. La incertidumbre se indica con el signo «±».

	Media de radiación solar	Media de humedad del suelo	Media de precipitaciones
Ladera A	3800 ± 300 MJ/m <sup>2</sup>	28 ± 2%	450 ± 40 mm
Ladera B	7200 ± 400 MJ/m <sup>2</sup>	18 ± 3%	440 ± 50 mm



<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta abierta. Codificación manual
<i>Competencia</i>	Interpretar información y datos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Epistemológico – La Tierra y el Espacio
<i>Contexto</i>	Local / Nacional; Recursos naturales
<i>Dificultad</i>	589. Nivel 4

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona **Estudiante 1**.

Y

Proporciona una explicación donde indica que hay una diferencia en la radiación solar que reciben las dos laderas y/o que no se aprecia ninguna diferencia respecto a la cantidad de precipitaciones que reciben.

- La ladera B recibe mucha más radiación solar que la ladera A, pero la misma cantidad de precipitaciones.
- No hay ninguna diferencia entre la cantidad de precipitaciones que recibe cada ladera.
- Hay una gran diferencia entre la cantidad de radiación solar que recibe la ladera A en comparación con la ladera B.

### **Comentario**

En esta pregunta, los estudiantes deben evaluar dos conclusiones interpretando los datos facilitados, que incluyen intervalos de confianza relativos a la media de las mediciones de radiación solar, de la humedad del suelo y de las precipitaciones. Se pide a los estudiantes que demuestren su comprensión sobre cómo un error de medición afecta al nivel de confianza asociado a mediciones científicas específicas, un aspecto principal de los conocimientos epistemológicos.

## PISCICULTURA SOSTENIBLE. INTRODUCCIÓN

PISA 2015

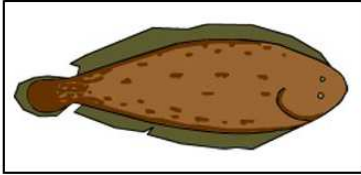
**Piscicultura sostenible**  
Introducción

Lee la introducción. A continuación haz clic en la flecha SIGUIENTE.

**PISCICULTURA SOSTENIBLE**

El aumento de la demanda de productos pesqueros supone una carga cada vez mayor para las poblaciones de peces salvajes. Para reducir esta carga, se está investigando cómo criar peces en piscifactorías de manera sostenible.

Dos de los retos que supone la creación de una piscifactoría sostenible son: (1) alimentar a los peces y (2) mantener la calidad del agua. Los peces de piscifactoría requieren grandes cantidades de alimento. Una piscifactoría sostenible produce el alimento necesario para alimentar a sus peces. En la piscifactoría, los desechos que generan los peces pueden acumularse hasta niveles peligrosos para ellos. En una piscifactoría sostenible, hay un flujo constante de agua del mar que la atraviesa. Los desechos y el exceso de nutrientes (el alimento que las algas y las plantas necesitan para crecer) se eliminan del agua antes de devolverla al mar.



## PISCICULTURA SOSTENIBLE. PREGUNTA 1

PISA 2015

**Piscicultura sostenible**  
Pregunta 1 / 3

Consulta la información abajo. Utiliza la función de arrastrar y soltar para responder a la pregunta.

El diagrama muestra el diseño de una piscifactoría experimental con tres grandes tanques. El agua salada filtrada se bombea desde el mar para luego pasar de un tanque a otro hasta que se devuelve al mar. El objetivo principal de la piscifactoría es criar lenguado común de manera sostenible.

- **Lenguado común:** el pez que se cría. Su alimento preferido son las lombrices.

En la piscifactoría también se utilizan los siguientes organismos:

- **Microalgas:** organismos microscópicos que solo necesitan luz y nutrientes para crecer.
- **Lombrices:** invertebrados que crecen muy rápidamente alimentándose de microalgas.
- **Moluscos:** organismos que se alimentan de microalgas y otros organismos pequeños del agua.
- **Pastos marinos:** pastos que absorben nutrientes y desechos del agua.

El agua vuelve al mar.

El agua entra en la piscifactoría desde el mar.

Los nutrientes se añaden a este tanque.

Filtro

Filtro

Microalgas

Filtro

Filtro

El agua se limpia en este tanque.

Los peces se extraen de este tanque.

Filtros que permiten que solo las microalgas se muevan por la piscifactoría con el flujo de agua.

Los investigadores tienen que decidir en qué tanque se debe colocar cada organismo. Arrastra y suelta cada organismo de abajo en su correspondiente tanque para asegurar que se alimenta al lenguado común y que el agua salada se devuelve intacta al mar. Las microalgas ya están colocadas en el tanque correcto.

Lenguado común

Lombrices

Moluscos

Pasto marino

Tipo de pregunta	Respuesta múltiple compleja
Competencia	Explicar fenómenos científicamente
Conocimiento – Sistema	Contenidos – Vida
Contexto	Local / Nacional; Recursos naturales
Dificultad	740. Nivel 6

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante arrastra «lombrices» y «lenguado común» hacia el tanque 2 (abajo a la derecha) y arrastra «pastos marinos» y «moluscos» hacia el tanque 3 (izquierda).

#### Comentario

En esta pregunta se espera que los estudiantes comprendan un sistema y el papel de diversos organismos dentro de ese sistema. Para contestar correctamente, los estudiantes deben entender el objetivo de la piscifactoría, el propósito de sus tres tanques y qué organismo



desempeñará mejor cada función. Los estudiantes deben usar la información facilitada en el texto y el diagrama, incluyendo la nota al pie del diagrama. Un elemento que añade dificultad a la tarea es la naturaleza abierta de su respuesta. Los cuatro organismos podrían ubicarse en cualquiera de los tres tanques, y tampoco se restringe el número de organismos por tanque. Como resultado, hay muchas maneras de dar una respuesta incorrecta.

## PISCICULTURA SOSTENIBLE. PREGUNTA 2

PISA 2015

**Piscicultura sostenible**  
Pregunta 2 / 3

Consulta la información abajo. Haz clic en una opción para responder a la pregunta.

El diagrama muestra el diseño de una piscifactoría experimental con tres grandes tanques. El agua salada filtrada se bombea desde el mar para luego pasar de un tanque a otro hasta que se devuelve al mar. El objetivo principal de la piscifactoría es criar lenguado común de manera sostenible.

- **Lenguado común**: el pez que se cría. Su alimento preferido son las lombrices.

En la piscifactoría también se utilizan los siguientes organismos:

- **Microalgas**: organismos microscópicos que solo necesitan luz y nutrientes para crecer.
- **Lombrices**: invertebrados que crecen muy rápidamente alimentándose de microalgas.
- **Moluscos**: organismos que se alimentan de microalgas y otros organismos pequeños del agua.
- **Pastos marinos**: pastos que absorben nutrientes y desechos del agua.

El agua vuelve al mar.

El agua entra en la piscifactoría desde el mar.

Los nutrientes se añaden a este tanque.

Filtro

Filtro

Filtro

Filtro

El agua se limpia en este tanque.

Los peces se extraen de este tanque.

Filtros que permiten que solo las microalgas se muevan por la piscifactoría con el flujo de agua.

Los investigadores se han dado cuenta de que el agua que se devuelve al mar contiene una gran cantidad de nutrientes. De las siguientes opciones, ¿qué hay que añadir a la piscifactoría para atenuar este problema?

- Más nutrientes
- Más lombrices
- Más moluscos
- Más pasto marino

Tipo de pregunta	Respuesta múltiple simple
Competencia	Interpretar información y datos científicamente
Conocimiento – Sistema	Contenidos – Vida
Contexto	Local / Nacional; Calidad medioambiental
Dificultad	456. Nivel 2

### Puntuación

#### Máxima puntuación

El estudiante selecciona:

Más pasto marino.

## **Comentario**

En la pregunta 2, de nivel 2, los estudiantes solo deben identificar al organismo que reduciría el gran número de nutrientes que la piscifactoría devuelve al mar, basándose en las descripciones de cada organismo. Al no requerir que se elabore una explicación, la pregunta se centra en la capacidad de interpretar información y datos científicamente.

## PISCICULTURA SOSTENIBLE. PREGUNTA 3

PISA 2015

**Piscicultura sostenible**  
Pregunta 3 / 3

Haz clic en una opción para responder a la pregunta.

¿Qué proceso mejoraría la sostenibilidad de la piscifactoría?

- Aumentar el flujo de agua que pasa por los tanques.
- Aumentar la cantidad de nutrientes que se añaden al primer tanque.
- Utilizar filtros que permitan a los organismos más grandes pasar de un tanque a otro.
- Utilizar los desechos producidos por los organismos para fabricar combustible que abastezca el bombeo de agua.

<i>Tipo de pregunta</i>	Respuesta múltiple simple
<i>Competencia</i>	Explicar fenómenos científicamente
<i>Conocimiento – Sistema</i>	Contenidos – Vida
<i>Contexto</i>	Local / Nacional; Calidad medioambiental
<i>Dificultad</i>	585. Nivel 4

### Puntuación

#### **Máxima puntuación**

El estudiante selecciona:

*Utilizar los desechos producidos por los organismos para fabricar combustible que abastezca el bombeo de agua.*

## **Comentario**

En la pregunta 4 se pide a los estudiantes que señalen cómo podría hacerse el sistema más sostenible, basándose en su comprensión del sistema presentado en la unidad y en la explicación del significado de «sostenible» en este contexto.



## Capítulo 2

# LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS EN PISA: CIENCIAS, LECTURA Y MATEMÁTICAS

### Cómo se describen y explican los resultados en PISA

En este capítulo se recogen los resultados del análisis del rendimiento del alumnado en ciencias, principal área de conocimiento evaluada en el estudio PISA 2015, así como en lectura y matemáticas. La combinación de estos resultados ofrece una información muy valiosa sobre el funcionamiento de los sistemas educativos de los diferentes países y comunidades autónomas participantes en el estudio. Los grupos de resultados que se presentan en este capítulo son los siguientes:

- Resultados promedio de los países de la OCDE y de las comunidades autónomas españolas participantes en PISA 2015; en el área principal (ciencias), en lectura y en matemáticas.
- Resultados por niveles de rendimiento representados mediante el porcentaje de los estudiantes que alcanzan diferentes niveles de la competencia evaluada.
- Resultados relativos en las distintas subáreas de ciencias: categorías de contenido y subcompetencias científicas.

Los resultados de los países y organismos se presentan en función de la puntuación media conseguida en cada área de evaluación y de la distribución del alumnado de 15-16 años (la mayoría, escolarizados en 4º ESO) en los niveles de rendimiento correspondientes a las escalas de ciencias, lectura y matemáticas. Para la OCDE se han calculado sus valores promedio. Para obtener el promedio de la OCDE, los resultados de los países se han ponderado por igual como si aportaran todos ellos el mismo número de alumnos. Este promedio, por tanto, es la media aritmética de las puntuaciones medias de los países miembros de la OCDE.

Otro valor que se calcula para la comparación internacional es el total, aplicado a las entidades supranacionales, como la Unión Europea (UE). El total de la Unión Europea (28 países miembros) se calcula teniendo en cuenta la suma de los pesos de los alumnos como estimación del tamaño de la población objetivo. Cuando se analizan los pesos a nivel internacional, los países con mayor población contribuyen a los resultados en una proporción mayor que los países con menor población. Es decir, el total UE tiene en cuenta la población de alumnos PISA en cada país, y no el promedio de la puntuación de cada país.

Los resultados globales de España y de las comunidades autónomas que han ampliado muestra en la edición actual del estudio se analizan en este capítulo comparándolos con los resultados de los países miembros de la OCDE, con el promedio del conjunto de países de este organismo con el total de los 28 países miembros de la Unión Europea participantes en esta edición y algunos países más seleccionados al efecto.

Para facilitar su interpretación, los resultados globales se presentan gráficamente mediante las puntuaciones medias estimadas de los alumnos de los países de la OCDE y de las comunidades autónomas españolas, junto con el intervalo de confianza al 95% como estimador de la media poblacional. También se incluyen el promedio de los países de la OCDE y la media del total de alumnos de la UE. Los datos se recogen en las Tablas correspondientes, con la misma numeración que las Figuras. En el caso de las ciencias, los resultados se presentan en una escala continua en la que se hace equivaler a 500 puntos el promedio de los países de la OCDE en PISA 2006, y en la que la desviación típica está estandarizada a 100 puntos. En 2006 las ciencias fueron por vez primera el área principal de evaluación, por lo que se ha tomado este año como referencia de los resultados posteriores, para valorar su evolución en el tiempo.

## **Diseño, análisis y escalamiento de la prueba de PISA 2015**

La totalidad de las pruebas PISA, tanto las pruebas cognitivas como los cuestionarios de contexto, se ha realizado en formato digital. Las pruebas cognitivas se organizan en unidades de evaluación, y estas, en estímulos (es decir, la información que se ofrece como contexto, ya sea textual, gráfica, o ambas), preguntas (en relación con esa información o con conocimientos previos, o ambos) y, en caso de las preguntas abiertas, guías de codificación (las rúbricas o criterios de evaluación y calificación).

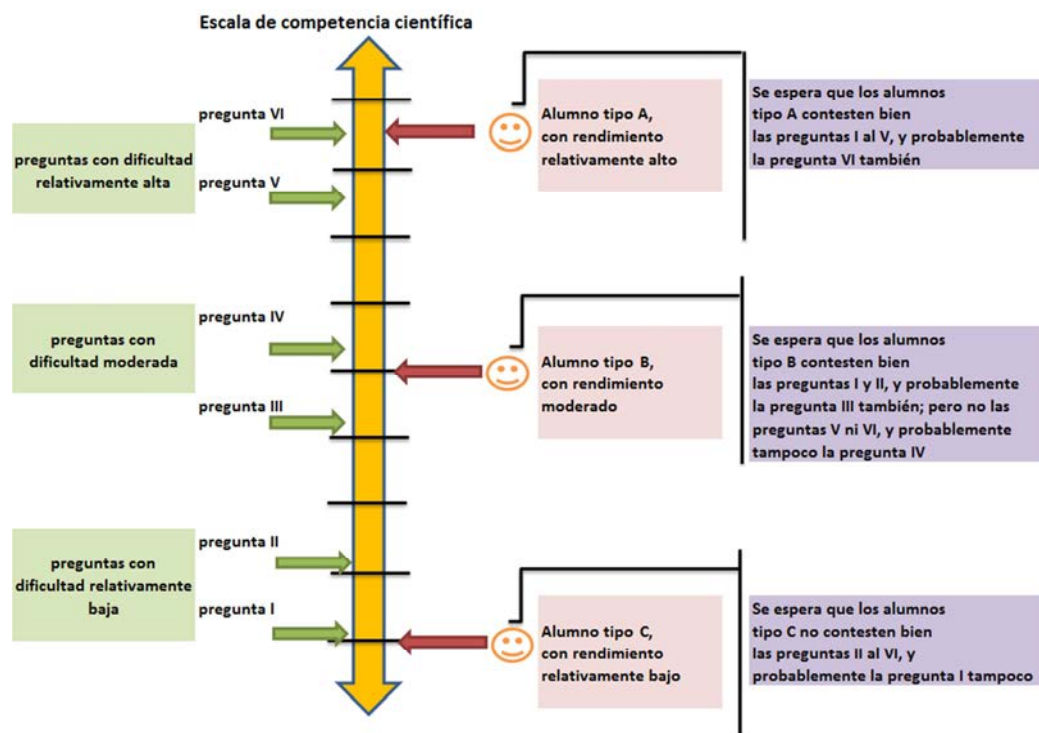
Para asegurar la comparabilidad longitudinal, se reserva un 50% de preguntas de anclaje, es decir, ya utilizadas en anteriores ediciones de PISA. Estas son las que se utilizan para valorar los cambios en el rendimiento de la población estudiantil a lo largo del tiempo. Las preguntas en papel se trasladaron al medio electrónico y se compararon sus resultados en el estudio piloto, que incluía un estudio de comparabilidad del formato impreso y digital. Dicho estudio determinó qué preguntas eran equivalentes en ambos formatos y estas fueron las que se utilizaron en el estudio principal como preguntas de anclaje.

En total, en ciencias se seleccionaron 184 preguntas, organizadas dentro de unidades de evaluación, que representan unas seis horas de examen. De ellas, 85 son preguntas de anclaje y 99 son nuevas. Las nuevas se concibieron originalmente para ordenador, tanto en modo estático como dinámico, empleando simulaciones digitales en las que el alumno pudiera demostrar la aplicación de su conocimiento y el desarrollo de sus competencias. Cada alumno contestó una fracción de ese número de preguntas, que se distribuyeron en pruebas diferentes de dos horas de duración, incluyendo ciencias, lectura y matemáticas. No todos los alumnos, pues, realizaron la misma prueba, pero todos dedicaron al menos una hora a las ciencias en su prueba, es decir, el equivalente a unas 30 preguntas.



En el Cuadro 2.1 se recoge la relación entre la dificultad de las preguntas y los niveles de rendimiento en una escala de competencia, en este caso la científica, aunque también es aplicable para la lectora y la matemática.

Cuadro 2.1. Relación entre las preguntas y el rendimiento en una escala de competencia



## Cómo se definen los niveles de rendimiento en PISA Ciencias 2015

Para poder interpretar mejor lo que significan las puntuaciones medias asignadas a los países o grupos, PISA establece una escala de niveles de rendimiento para cada competencia evaluada. En la competencia científica, se describen siete niveles, del más avanzado (nivel 6) al más elemental (nivel 1b).

Cuadro 2.2. Descriptores de los niveles de rendimiento en ciencias

Nivel	Puntuación límite inferior	Descriptores
6	708	En el <b>nivel 6</b> , el alumno es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para ofrecer explicaciones, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos en una variedad de situaciones complejas de la vida. Saca conclusiones adecuadas en diferentes contextos y explica las relaciones causales de múltiples pasos. Es capaz de discriminar entre información relevante e irrelevante y derrelacionarla con conocimientos no incluidos en el currículo normal. Puede distinguir entre argumentos basados en pruebas y teorías científicas y otros basados en otras consideraciones. El alumno del nivel 6 puede desarrollar argumentos para criticar y evaluar explicaciones, modelos, datos e interpretaciones de diseños experimentales propuestos en una variedad de contextos personales, locales y globales.

<b>5</b>	<b>633</b>	En el <b>nivel 5</b> , el alumno es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para explicar fenómenos no familiares y complejos, así como sucesos y procesos con cadenas causales jerarquizadas y múltiples. También es capaz de aplicar un conocimiento epistémico bastante sofisticado para evaluar diseños experimentales alternativos, justificar su elección y usar su conocimiento teórico para interpretar información y hacer predicciones. En este nivel, el alumno puede evaluar formas de explorar científicamente una pregunta dada e identificar las limitaciones en interpretaciones de conjuntos de datos, incluyendo fuentes y los efectos de la incertidumbre de los datos científicos.
<b>4</b>	<b>559</b>	En el <b>nivel 4</b> , el alumno es capaz de utilizar conocimiento de contenido sustantivo, procedimental y epistémico para proporcionar explicaciones, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos en una variedad de situaciones de la vida que requieren sobre todo un nivel medio de demanda cognitiva. Puede realizar experimentos con dos o más variables independientes en un contexto limitado. Es capaz de justificar un diseño experimental e interpretar datos de un conjunto moderadamente complejo en un contexto poco familiar, sacar conclusiones que vayan más allá de los datos y justificar sus afirmaciones.
<b>3</b>	<b>484</b>	En el <b>nivel 3</b> , el alumno es capaz de trabajar con contenido sustantivo moderadamente complejo para identificar o elaborar explicaciones sobre fenómenos conocidos. Es capaz de sacar algunas conclusiones a partir de diferentes fuentes de datos, en una variedad de contextos, y puede describir y explicar en parte las relaciones causales simples. Puede transformar e interpretar datos simples y es capaz de hacer comentarios sobre la fiabilidad de las demandas científicas. Distingue entre lo que es científico y lo que no, e identifica algunas pruebas que apoyen un enunciado científico.
<b>2</b>	<b>410</b>	En el <b>nivel 2</b> , el alumno es capaz de usar el conocimiento sustantivo de la vida diaria y el conocimiento procedimental básico para identificar una explicación científica, interpretar datos e identificar la pregunta a la que responde un diseño experimental sencillo. Puede describir relaciones causales simples. Demuestra un conocimiento epistémico elemental al ser capaz de identificar preguntas que se pueden investigar científicamente.
<b>1a</b>	<b>335</b>	En el <b>nivel 1a</b> , el alumno es capaz de utilizar un conocimiento sustantivo y procedimental básico que reconozca o identifique explicaciones de un fenómeno científico simple. Con ayuda, puede realizar pequeñas investigaciones guiadas con no más de dos variables. Puede identificar relaciones causales o correlaciones simples e interpretar datos gráficos y visuales de baja exigencia cognitiva. Puede seleccionar la mejor explicación científica en algunos contextos personales, locales y globales muy familiares.
<b>1b</b>	<b>261</b>	En el <b>nivel 1b</b> , el alumno puede utilizar un conocimiento sustantivo básico o cotidiano para reconocer algunos aspectos de un fenómeno simple y familiar. Identifica modelos simples de los datos, reconoce términos científicos básicos y sigue instrucciones explícitas para realizar un procedimiento científico.

Los descriptores de nivel propuestos (Cuadro 2.2), que facilitan una visión cualitativa de las diferencias entre los niveles de rendimiento, se basan en el Marco de 2015 de Ciencias<sup>1</sup> y en los resultados del estudio principal de PISA 2015. Los factores utilizados para determinar la exigencia cognitiva o grado de dificultad de las preguntas que evalúan el rendimiento en ciencias incluyen:

<sup>1</sup><http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2015webok.pdf?documentId=0901e72b82253e08>

- el número y el grado de complejidad del conocimiento en que se centra la pregunta;
- el nivel de familiaridad y conocimiento previo que los estudiantes puedan tener de los contenidos, procedimientos y actitudes en relación con la pregunta;
- el funcionamiento cognitivo requerido por la pregunta, por ejemplo, memoria, análisis, valoración;
- el grado en que la formación de una respuesta depende de modelos o ideas científicas abstractas.

El Cuadro 2.3 ilustra la ubicación de algunas de las preguntas empleadas en el estudio en la escala de ciencias. Son un ejemplo de todas las que se contestaron en las pruebas.

*Cuadro 2.3. Ejemplos de preguntas según el nivel de rendimiento*

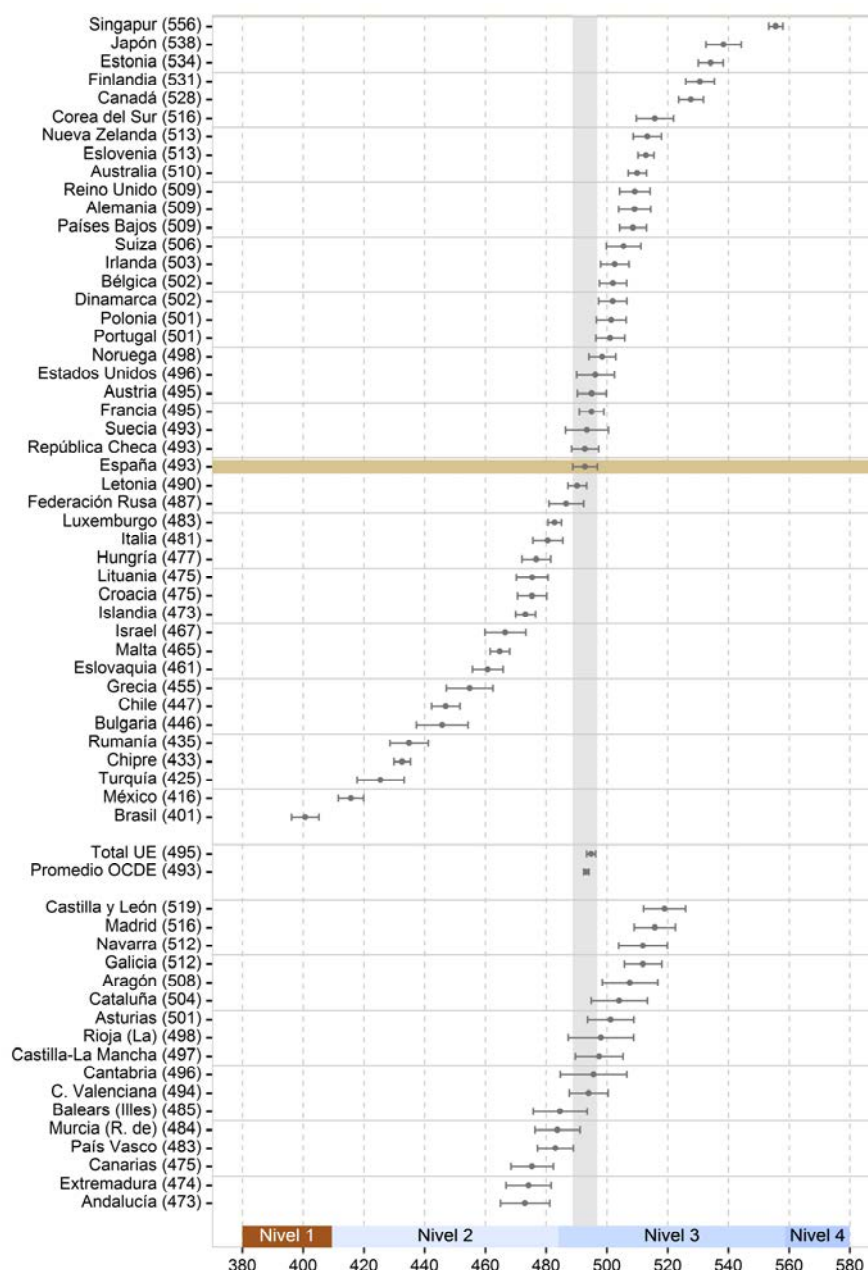
Nivel	Límite inferior de puntuación	Pregunta	Dificultad de la pregunta (puntuación PISA) <sup>2</sup>
6	708	PISCICULTURA SOSTENIBLE - Pregunta 1 (CS601Q01)	740
5	633		
4	559	MIGRACIÓN DE LAS AVES - Pregunta 2 (CS656Q02)	630
		INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS - Pregunta 3 (CS637Q05)	589
		PISCICULTURA SOSTENIBLE - Pregunta 3 (CS601Q04)	585
		MIGRACIÓN DE LAS AVES - Pregunta 3 (CS656Q04)	574
3	484	INVESTIGACIÓN SOBRE LADERAS - Pregunta 1 (CS637Q01)	517
		MIGRACIÓN DE LAS AVES - Pregunta 1 (CS656Q01)	501
2	410	METEOROIDES AND CRATERS - Pregunta 1 (CS641Q01)	483
		PISCICULTURA SOSTENIBLE - Pregunta 2 (CS601Q02)	456
		METEOROIDES Y CRÁTERES - Pregunta 2 (CS641Q02)	450
		METEOROIDES Y CRÁTERES - Pregunta 4 (CS641Q04)	438
1a	335		
1b	261	METEOROIDES Y CRÁTERES - Pregunta 3 (CS641Q03)	299

<sup>2</sup> Estas puntuaciones son preliminares.

## La comparación internacional de PISA Ciencias

PISA mide el rendimiento medio de los estudiantes de 15-16 años en ciencias en una escala dividida en 7 niveles, como se ha descrito en el Cuadro 2.2. En la presentación gráfica de los resultados se ha incluido la puntuación media de cada país, por un lado, y los correspondientes niveles de rendimiento, por otro. La puntuación media de la mayoría de los países de la OCDE se encuentra en el intervalo que corresponde al nivel 3 de la escala de ciencias, que incluye las puntuaciones entre 484 y 559 puntos.

Figura 2.1. Puntuaciones medias en ciencias junto con intervalo de confianza al 95% para la media poblacional



La puntuación media de cada país y cada comunidad autónoma española se representa en la Figura 2.1 junto con el correspondiente intervalo de confianza, estimado a partir de su error típico que, con una confianza del 95%, incluye su media poblacional.

En la comparación internacional, los países con puntuaciones más altas en ciencias han sido Singapur (556), Japón (538), Estonia (534) y Finlandia (531). Singapur obtiene una puntuación media significativamente más alta que la de cualquier otro país.

España consigue una puntuación media en ciencias de 493, la misma que el promedio de la OCDE (493) y solo 2 puntos por debajo del total de la UE (495)<sup>3</sup>, una diferencia no significativa.

En consecuencia, el rendimiento de los alumnos españoles se sitúa, con un 95% de confianza, en el intervalo de 490 a 496 puntos. De este modo, los resultados de España no se diferencian significativamente de los de Estados Unidos (496), Francia (495), Austria (495), Suecia (493), República Checa (493) y Letonia (490), ya que los intervalos de confianza de estos países coinciden, al menos en parte, con el de España. Así queda recogido en el Cuadro 2.4 y Cuadro 2.5.

En cuanto a las comunidades autónomas españolas, cuyas muestras se han ampliado en todas ellas, las puntuaciones medias estimadas más elevadas en ciencias corresponden a Castilla y León (519), Comunidad de Madrid (516), Comunidad Foral de Navarra (512), Galicia (512) y Aragón (508), lo que indica que son significativamente superiores al promedio de España y al conjunto de los países de la OCDE (493).

*Cuadro 2.4. Países cuya puntuación media NO es significativamente diferente de la del país de referencia en CIENCIAS ordenados por puntuación*

Puntuación	País	Países cuya media no es significativamente distinta a la puntuación del país
556	Singapur	
538	Japón	Estonia
534	Estonia	Japón, Finlandia
531	Finlandia	Estonia, Canadá
528	Canadá	Finlandia
516	Corea del Sur	Nueva Zelanda, Eslovenia, Australia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos
513	Nueva Zelanda	Corea del Sur, Eslovenia, Australia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos
513	Eslovenia	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Australia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos
510	Australia	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Eslovenia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Suiza
509	Reino Unido	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Eslovenia, Australia, Alemania, Países Bajos, Suiza, Irlanda

<sup>3</sup> Para recordar la diferencia entre cálculo *promedio* y cálculo *total*, ver pág. 61

509	Alemania	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Eslovenia, Australia, Reino Unido, Países Bajos, Suiza, Irlanda
509	Países Bajos	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Eslovenia, Australia, Reino Unido, Alemania, Suiza, Irlanda
506	Suiza	Australia, Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Polonia, Portugal, Noruega
503	Irlanda	Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Suiza, Bélgica, Dinamarca, Polonia, Portugal, Noruega, Estados Unidos
502	Bélgica	Suiza, Irlanda, Dinamarca, Polonia, Portugal, Noruega, Estados Unidos
502	Dinamarca	Suiza, Irlanda, Bélgica, Polonia, Portugal, Noruega, Estados Unidos
501	Polonia	Suiza, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Portugal, Noruega, Estados Unidos, Austria, Suecia
501	Portugal	Suiza, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Polonia, Noruega, Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia
498	Noruega	Suiza, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Polonia, Portugal, Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia, República Checa, España
496	Estados Unidos	Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Polonia, Portugal, Noruega, Austria, Francia, Suecia, República Checa, España, Letonia
495	Austria	Polonia, Portugal, Noruega, Estados Unidos, Francia, Suecia, República Checa, España, Letonia
495	Francia	Portugal, Noruega, Estados Unidos, Austria, Suecia, República Checa, España, Letonia
493	Suecia	Polonia, Portugal, Noruega, Estados Unidos, Austria, Francia, República Checa, España, Letonia, Federación Rusa
493	República Checa	Noruega, Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia, España, Letonia, Federación Rusa
493	España	Noruega, Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia, República Checa, Letonia, Federación Rusa
490	Letonia	Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia, República Checa, España, Federación Rusa
487	Federación Rusa	Suecia, República Checa, España, Letonia, Luxemburgo, Italia
483	Luxemburgo	Federación Rusa, Italia
481	Italia	Federación Rusa, Luxemburgo, Hungría, Lituania, Croacia
477	Hungría	Italia, Lituania, Croacia, Islandia
475	Lituania	Italia, Hungría, Croacia, Islandia
475	Croacia	Italia, Hungría, Lituania, Islandia
473	Islandia	Hungría, Lituania, Croacia, Israel
467	Israel	Islandia, Malta, Eslovaquia
465	Malta	Israel, Eslovaquia
461	Eslovaquia	Israel, Malta, Grecia
455	Grecia	Eslovaquia, Chile, Bulgaria
447	Chile	Grecia, Bulgaria
446	Bulgaria	Grecia, Chile
435	Rumanía	Chipre, Turquía
433	Chipre	Rumanía, Turquía
425	Turquía	Rumanía, Chipre
416	México	
401	Brasil	

Cuadro 2.5. Países y comunidades cuya puntuación media NO es significativamente diferente de la del país de referencia en CIENCIAS ordenados alfabéticamente

	Media no significativamente diferente de la del país de referencia en Ciencias
Promedio OCDE 493	Suecia, Estados Unidos, República Checa, España, Austria, Francia, Letonia, La Rioja, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears y Castilla-La Mancha
Alemania 509	Australia, Corea del Sur, Irlanda, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Reino Unido, Eslovenia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Australia 495	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Austria 495	OCDE, Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, República Checa, Portugal, España, Francia, Letonia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria y Castilla-La Mancha
Bélgica 502	Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, Portugal, Irlanda, Suiza, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Brasil 401	
Bulgaria 446	Chile, Grecia
Canadá 528	Finlandia
Chile 447	Grecia y Bulgaria
Corea del Sur 516	Australia, Nueva Zelanda, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Castilla y León, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Croacia 475	Hungría, Italia, Islandia, Lituania, Extremadura, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Dinamarca 502	Polonia, Estados Unidos, Noruega, Portugal, Bélgica, Irlanda, Suiza, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Cantabria, Castilla-La Mancha, Aragón
Eslovaquia 461	Israel, Grecia y Malta
Eslovenia 513	Australia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
España 493	OCDE, Suecia, Estados Unidos, Noruega, República Checa, Austria, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, La Rioja, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears y Castilla-La Mancha
Estados Unidos 496	OCDE, Suecia, Polonia, Noruega, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Austria, Francia, Letonia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Castilla Mancha,
Estonia 534	Japón y Finlandia
Federación Rusa 487	Suecia, Luxemburgo, Italia, República Checa, España, Letonia, La Rioja, País Vasco, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears y Región de Murcia

Finlandia 531	Estonia y Canadá
Francia 495	OCDE, Suecia, Estados Unidos, Noruega, República Checa, Portugal, España, Austria, Letonia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Castilla-La Mancha
Grecia 455	Chile, Eslovaquia y Bulgaria
Hungría 477	Italia, Islandia, Croacia, Lituania, País Vasco, Extremadura, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Irlanda 503	Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, Portugal, Bélgica, Suiza, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Islandia 473	Hungría, Israel, Croacia, Lituania, Extremadura, Andalucía y Canarias
Israel 467	Islandia, Eslovaquia, Malta, Extremadura, Andalucía y Canarias
Italia 481	Luxemburgo, Hungría, Federación Rusa, Croacia, Lituania, País Vascos, Extremadura, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Japón 538	Estonia
Letonia 490	OCDE, Suecia, Estados Unidos, República Checa, España, Austria, Francia, Federación Rusa, La Rioja, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears, Castilla-La Mancha y Región de Murcia
Lituania 475	Hungría, Italia, Islandia, Croacia, País Vasco, Extremadura, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Luxemburgo 483	Italia, Federación Rusa, País Vasco, Illes Balears y Región de Murcia
Malta 465	Israel, Eslovaquia y Andalucía
México 416	
Noruega 498	Suecia, Polonia, Estados Unidos, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Suiza, Austria, Francia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Nueva Zelanda 513	Australia, Corea del Sur, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Países Bajos 509	Australia, Corea del Sur, Irlanda, Nueva Zelanda, Suiza, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Polonia 501	Suecia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, Portugal, Bélgica, Irlanda, Suiza, Austria, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Portugal 501	Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, Bélgica, Irlanda, Suiza, Austria, Francia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Reino Unido 509	Australia, Corea del Sur, Irlanda, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Eslovenia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid



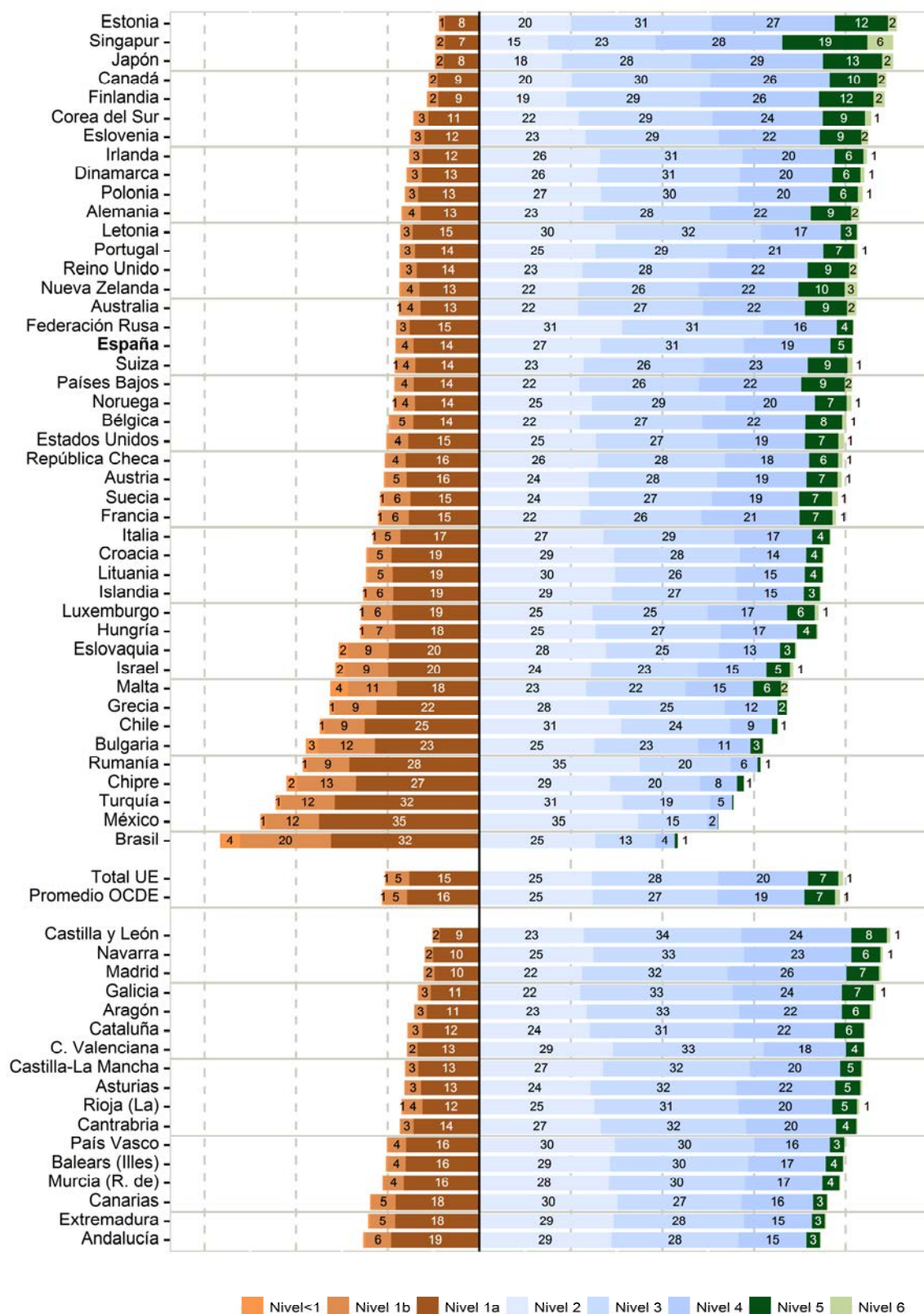
República Checa 493	OCDE, Suecia, Estados Unidos, Noruega, España, Austria, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, La Rioja, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears y Castilla-La Mancha
Rumanía 435	Turquía
Singapur 556	
Suecia 493	OCDE, Polonia, Estados Unidos, Noruega, República Checa, Portugal, España, Austria, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears, Castilla-La Mancha y Región de Murcia
Suiza 506	Polonia, Noruega, Dinamarca, Australia, Portugal, Bélgica, Irlanda, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Cantabria, Castilla-La Mancha, Galicia y Aragón
Turquía 425	Rumanía
Andalucía 473	Hungría, Italia, Islandia, Israel, Croacia, Lituania, Malta, País Vasco, Extremadura, Illes Balears, Canarias y Región de Murcia
Aragón 508	Polonia, Noruega, Dinamarca, Australia, Portugal, Corea del Sur, Bélgica, Irlanda, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Principado de Asturias, La Rioja, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Cantabria, Castilla-La Mancha, Galicia y Comunidad de Madrid
Asturias, Principado de 501	Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Suiza, Países Bajos, Alemania, Austria, Reino Unido, Francia, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Comunidad Foral de Navarra, Cantabria, Castilla-La Mancha y Aragón
Balears, Illes 485	OCDE, Suecia, Luxemburgo, Hungría, Italia, República Checa, España, Letonia, Federación Rusa, Croacia, Lituania, La Rioja, País Vasco, Comunitat Valenciana, Cantabria, Extremadura, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Canarias 475	Hungría, Italia, Islandia, Israel, Croacia, Lituania, País Vasco, Extremadura, Illes Balears, Andalucía y Región de Murcia
Cantabria 496	OCDE, Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Suiza, Austria, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Illes Balears, Castilla-La Mancha, Aragón y Región de Murcia
Castilla y León 519	Corea del Sur, Nueva Zelanda, Eslovenia, Comunidad Foral de Navarra, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
Castilla-La Mancha 497	OCDE, Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Suiza, Austria, Francia, Letonia, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria y Aragón
Cataluña 504	Suecia, Polonia Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, Australia, Portugal, Bélgica, Irlanda, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Austria, Reino Unido, Eslovenia, Francia, Principado de Asturias, La Rioja, Comunitat Valenciana, Comunidad Foral de Navarra, Cantabria, Castilla-La Mancha, Galicia y Aragón
Comunitat Valenciana 494	OCDE, Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, República Checa, Portugal, España, Austria, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, La Rioja, Cataluña, Cantabria, Illes Balears y Castilla-La Mancha

Extremadura 474	Hungría, Italia, Islandia, Israel, Croacia, Lituania, País Vasco, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Galicia 512	Australia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Foral de Navarra, Aragón y Comunidad de Madrid
Madrid, Comunidad de 516	Australia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Castilla y León, Comunidad Foral de Navarra, Galicia y Aragón
Murcia, Región de 484	Suecia, Luxemburgo, Hungría, Italia, Letonia, Federación Rusa, Croacia, Lituania, País Vasco, Cantabria, Extremadura, Illes Balears, Andalucía y Canarias
Navarra, Comunidad Foral de 512	Australia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Suiza, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Eslovenia, Principado de Asturias, Castilla y León, Cataluña, Galicia, Aragón y Comunidad de Madrid
País Vasco 483	Luxemburgo, Hungría, Italia, Federación Rusa, Lituania, Extremadura, Illes Balears, Andalucía, Canarias y Región de Murcia
Rioja, La 498	Media OCDE, Suecia, Polonia, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca, República Checa, Portugal, Bélgica, Irlanda, España, Suiza, Países Bajos, Alemania, Austria, Reino Unido, Francia, Letonia, Federación Rusa, Principado de Asturias, Cataluña, Comunitat Valenciana, Cantabria, Illes Balears, Castilla-La Mancha y Aragón

Como se explica más arriba, la definición de los niveles de rendimiento de las áreas evaluadas en el estudio PISA desempeña un papel clave para interpretar y valorar los resultados de los alumnos, puesto que en ella se establecen los conocimientos que estos deben tener para alcanzar cada uno de los niveles descritos, así como las destrezas necesarias y las tareas que deben realizar para resolver los problemas planteados.

La descripción de los niveles de rendimiento se corresponde con la dificultad de las preguntas o ítems adaptados a cada uno de los niveles. En ciencias se han establecido seis niveles de rendimiento, más un séptimo que agrupa al alumnado que no alcanza el nivel 1a (ver Cuadro 2.2).

Figura 2.2. Distribución de los alumnos por niveles de rendimiento en ciencias



En la Figura 2.2 se observa la distribución por niveles en los países seleccionados, junto con el promedio de la OCDE, el total UE y las comunidades autónomas españolas. En el conjunto de

países de la OCDE, el 21,2% de los alumnos de 15 años se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento en ciencias (niveles <1, 1a y 1b). En España el resultado es menos desfavorable, ya que un 18,3% de los alumnos no alcanza el nivel 2. El total de la UE, a su vez, se sitúa en el 20,5%. Los alumnos que se encuentran en el nivel 1a y 1b de competencia científica en el marco de PISA pueden reconocer algunos aspectos científicos de un fenómeno simple y familiar, identificar modelos simples de los datos dados, reconocer términos básicos y seguir instrucciones explícitas para realizar un procedimiento científico. Los alumnos que no pueden realizar estas tareas se sitúan en el nivel de rendimiento inferior a 1.

En Estonia, el porcentaje de alumnos que se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento es del 8,8%. En Singapur, Japón, Canadá y Finlandia este porcentaje se sitúa entre el 9,6% y el 11,5%. Entre las comunidades autónomas españolas, los menores porcentajes en los niveles inferiores de rendimiento corresponden a Castilla y León (10,2%), a la Comunidad Foral de Navarra (11,9%) y a la Comunidad de Madrid (12,2%).

Mientras que la proporción de alumnos españoles al final de la ESO que se encuentran en los niveles inferiores de la competencia es menor que el promedio de la OCDE, la de los alumnos que se sitúan en los niveles más altos (5 y 6) es de 5%, por tanto, inferior en aproximadamente tres puntos porcentuales al promedio OCDE y al total de la UE, que es un 7,7% en ambos casos.

En la Figura 2.3 se observa la diferencia existente entre subcompetencias científicas en países de la OCDE y países asociados, así como en las comunidades autónomas españolas. Se distribuye en tres subcompetencias: a) *la evaluación y diseño de investigaciones científicas*, b) *la explicación de fenómenos científicos*, y c) *la interpretación de datos y evidencias científicas*. En el conjunto de los países de la OCDE, la puntuación media, tanto en evaluar y diseñar investigaciones científicas como en explicar fenómenos científicamente y en interpretar datos y evidencias de forma científica es de 493. Se puede observar, en términos generales, que la diferencia en cada país con respecto a la media global guarda unas puntuaciones muy similares entre cada una de estas tres subcompetencias.

En España, las puntuaciones medias en cada una de las subcompetencias científicas son muy parecidas a las de la OCDE (493) y, si bien, se puede contemplar una puntuación algo más baja en evaluar y diseñar investigaciones científicas, la diferencia no es significativa, por lo que no es destacable. Sí podemos reseñar, sin embargo, el caso de Singapur, donde esta subcompetencia goza de gran peso y alcanza la puntuación media más elevada del gráfico: 560 puntos, 67,5 por encima del promedio OCDE. En contraposición, Brasil, México y Turquía, con unas puntuaciones medias globales por debajo de los 430 puntos, se encuentran en el otro extremo del gráfico.

Por comunidades autónomas españolas, en general se alcanzan puntuaciones bajas menores en *diseñar investigaciones científicas* que en las otras dos sub-competencias. Destacan, como comunidades punteras en diseño científico, Castilla y León (515) y Comunidad de Madrid (513).

Figura 2.3. Diferencia entre las puntuaciones medias de las sub-competencias científicas y el promedio OCDE

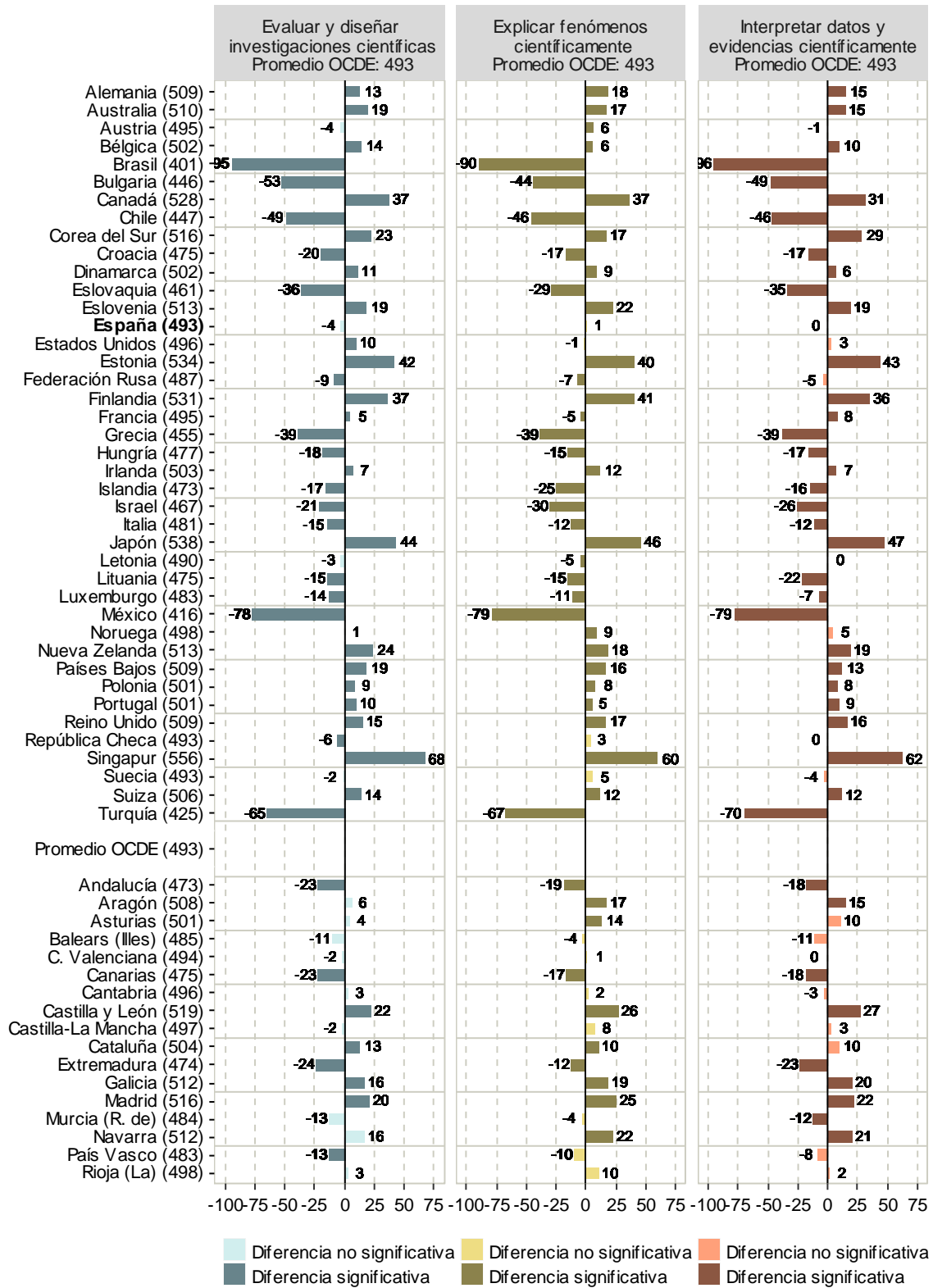
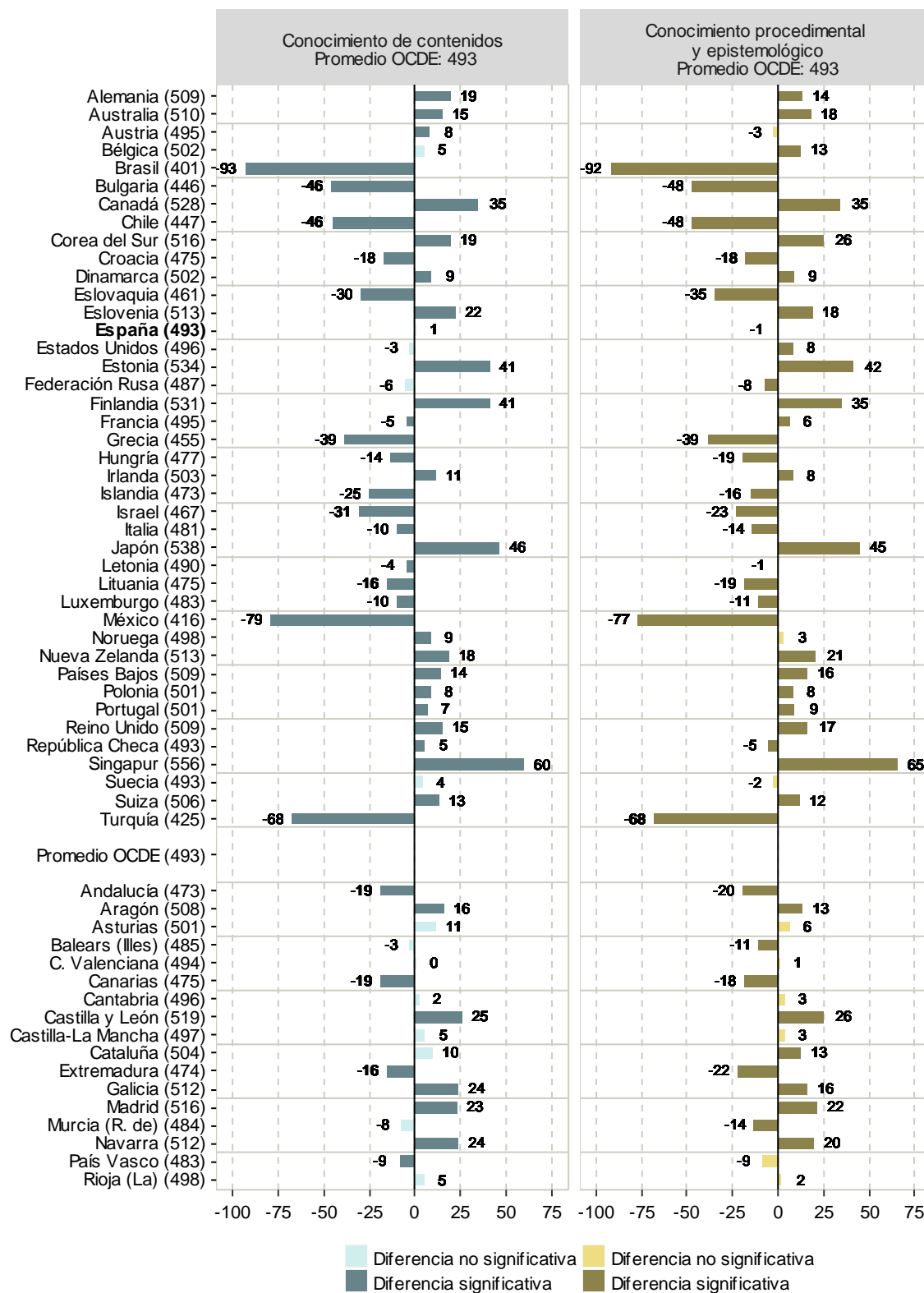


Figura 2.4. Diferencia entre las puntuaciones medias de los tipos de conocimiento científico y el promedio OCDE



En cuanto a los tipos de conocimiento científico, se distinguen dos, tal y como se puede observar en la Figura 2.4: el *conocimiento de contenidos* y el *conocimiento procedimental y*

*epistemológico*. La media global de la OCDE, separada en estos dos tipos de conocimiento, refleja unos resultados de 493 puntos en cada uno. En España, con una puntuación global media igual a la de la OCDE, no se contemplan diferencias significativas. Por comunidades, en cambio, tanto Castilla y León como Galicia, Comunidad Foral de Navarra o Comunidad de Madrid destacan por encima del resto, especialmente en el conocimiento de contenidos.

En cuanto al resto de países, se ven grandes diferencias entre territorios, con puntuaciones que varían desde 400 en Brasil a 558 en Singapur.

En la Figura 2.5, se analizan las áreas temáticas en el campo científico. Podemos distinguir tres áreas diferentes: Física (Sistemas físicos), Biología (Sistemas vivos) y Geología-Astronomía (La Tierra y el espacio). Como promedio OCDE, se observa que las puntuaciones más altas se obtienen en Geología-Astronomía (494), seguidas muy de cerca por Física (493) y sin existir gran diferencia con Biología (492). En España, se puede ver que existe una diferencia más amplia en Física con respecto a la media, que a pesar de no ser tampoco muy pronunciada, sí que permite reflejar una situación peor con respecto a las otras categorías temáticas. Por comunidades, de nuevo Castilla y León, Galicia y Comunidad de Madrid destacan por encima del resto, especialmente en sistemas vivos y la Tierra y el espacio.

En cuanto al resto de países, se mantiene lo observado hasta el momento, es decir, grandes diferencias entre territorios, con puntuaciones que varían desde los 395 puntos para la Tierra y el espacio de Brasil, a los 558 puntos en Sistemas vivos de Singapur.

Figura 2.5. Diferencias entre las puntuaciones medias de las áreas temáticas de ciencias y el promedio OCDE

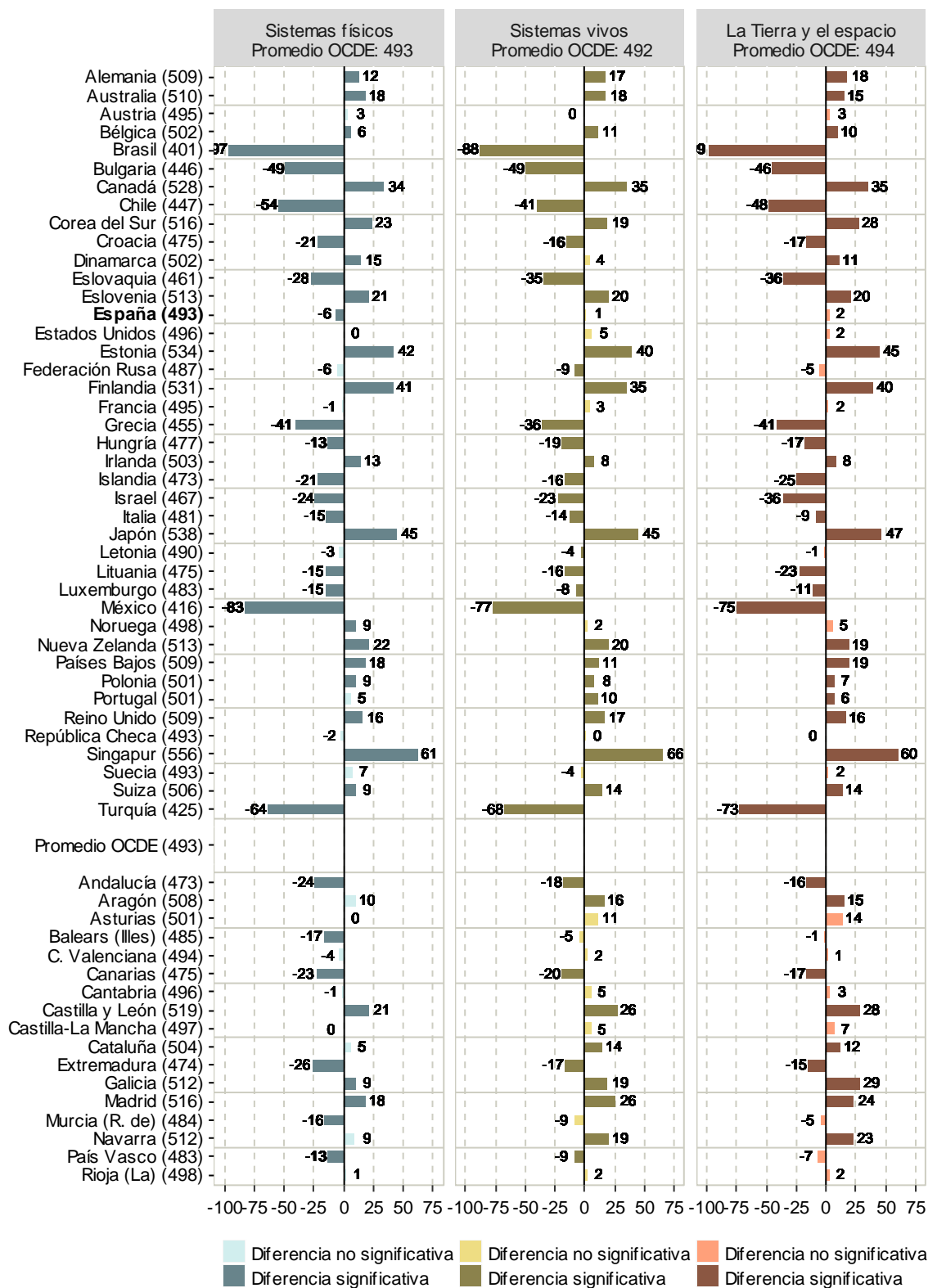




Figura 2.6. Distribución de los países seleccionados y de la OCDE y comunidades autónomas españolas según la puntuación media obtenida en ciencias y el nivel de dispersión de los resultados



La Figura 2.6 muestra la relación entre las puntuaciones medias estimadas y la variabilidad (diferencia entre las puntuaciones medias en los percentiles 95 y 5). La variabilidad más alta se presenta en Malta (384 puntos), seguida de Israel (346), ambas con puntuaciones medias inferiores a la del promedio OCDE. Las puntuaciones más bajas se pueden observar en Brasil y México, que a su vez registran una dispersión baja o muy baja, 293 y 234, respectivamente. Es decir, se observan puntuaciones altas con baja variabilidad y puntuaciones bajas con alta variabilidad.

España (289 puntos) presenta una variabilidad relativamente baja, como puede observarse en el gráfico y, por tanto, tiene un nivel de homogeneidad superior al promedio de la OCDE, con resultados similares. En cuanto a las comunidades autónomas, tampoco se aprecia una relación clara entre los resultados obtenidos y la dispersión observada, aunque todas presentan una variabilidad en sus resultados inferior a la del promedio de la OCDE. Las que combinan mejores puntuaciones con baja variabilidad son Castilla y León (277 puntos) y

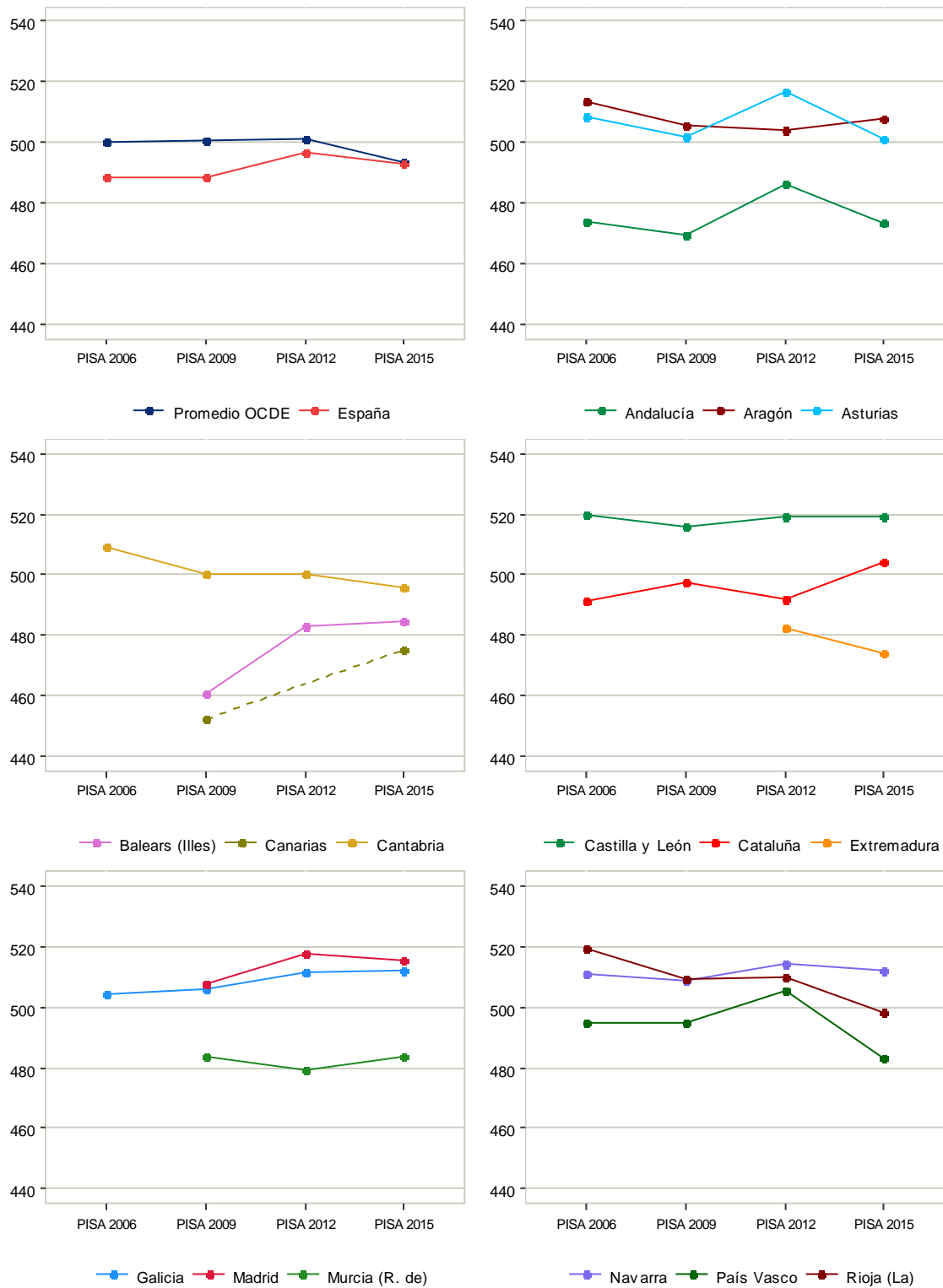
Comunidad de Madrid (282). En general, por tanto, más calidad en competencia científica, no implica necesariamente menor equidad.

## Las tendencias en los resultados de los alumnos en PISA Ciencias

Una de las características de PISA es la de ser un estudio comparativo longitudinal. Aunque el estudio comenzó en 2000, la primera edición cuya competencia principal fue la científica data de 2006. Por eso consideramos ese año de 2006 como el de referencia de origen para estudiar la evolución del rendimiento de los alumnos en ciencias.

Para caracterizar la evolución del rendimiento de 2006 a 2015, en la mayoría de los casos observados en la Figura 2.7 se puede notar una inclinación descendente relativa a las puntuaciones medias en ciencias, salvo en Aragón, Canarias, Illes Balears, Región de Murcia, Cataluña y Castilla y León, donde la tendencia no es decreciente. Especialmente destacable ha sido el ascenso de Canarias, de más de 20 puntos, de 2009 a 2015. Esta tendencia a la baja en las comunidades provoca que la media española también se vea afectada y experimente un descenso de aproximadamente 5 puntos, que la sitúa en el mismo nivel que el promedio OCDE, que de la misma forma se ha visto afectado a la baja.

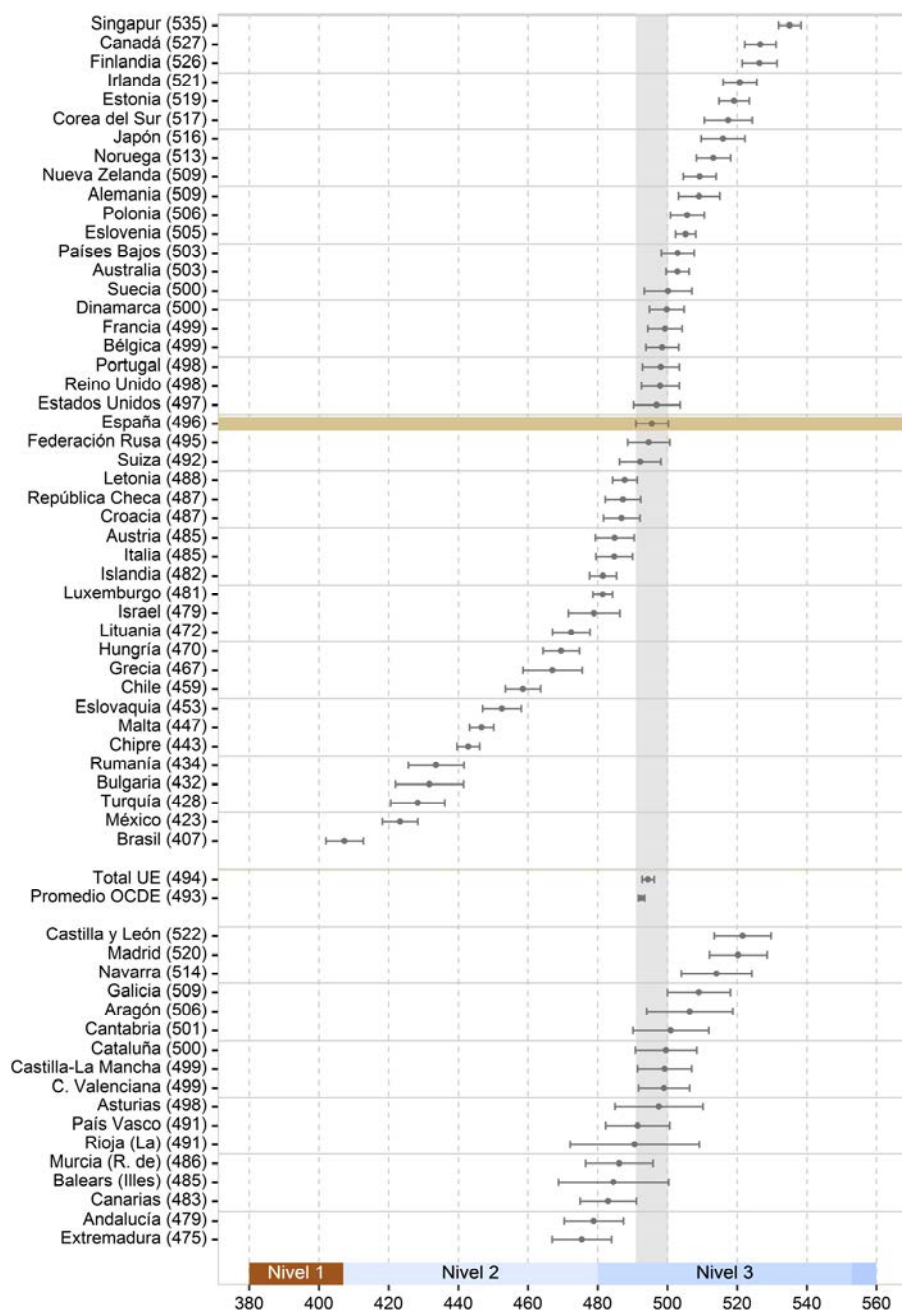
Figura 2.7. Tendencia de los resultados en ciencias por comunidades autónomas y media OCDE



## La comparación internacional de PISA en lectura

La puntuación media de cada país y cada comunidad autónoma española en la competencia lectora se representa en la Figura 2.8 junto con el correspondiente intervalo de confianza, estimado a partir de su error típico que, con una confianza del 95%, incluye su media poblacional.

Figura 2.8 Puntuaciones medias en lectura junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional



En la comparación internacional, los países con puntuaciones más altas en lectura han sido Singapur (535), Canadá (527) y Finlandia (526).

España consigue una puntuación media en lectura de 496 puntos, tres por encima del promedio de la OCDE (493) y dos por encima del total de la UE (494). El rendimiento de los alumnos españoles está, con un 95% de confianza, en el intervalo (491, 496), lo que supone que los resultados de España no se diferencian significativamente de los de algunos países. Como consecuencia, se puede decir que está en el grupo constituido por: Suecia (500), Dinamarca (500), Francia (499), Bélgica (499), Portugal (498), Reino Unido (498), Estados Unidos (497), Federación Rusa (495) y Suiza (492), ya que los intervalos de confianza de estos países coinciden, al menos en parte, con el de España.

En cuanto a las comunidades autónomas españolas, las mejores puntuaciones en lectura corresponden a Castilla y León (522), Comunidad de Madrid (520), Comunidad Foral de Navarra (514) y Galicia (509), con resultados significativamente superiores al promedio del conjunto de los países de la OCDE (493). Las puntuaciones en lectura son superiores a las ciencias en la mayoría de las comunidades, aunque sin diferencias considerables.

Como se explica arriba, la definición de los niveles de rendimiento de las áreas evaluadas en el estudio PISA desempeña un papel clave para interpretar y valorar los resultados de los alumnos, puesto que en ella se establecen los conocimientos que deben tener para alcanzar cada uno de los niveles descritos, así como las destrezas necesarias y las tareas que deben realizar para resolver los problemas planteados.

En lectura se han establecido seis niveles de rendimiento, más un séptimo que agrupa al alumnado que no alcanza el nivel 1a (véase Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Descriptores de los niveles de rendimiento en lectura

Nivel	Límite inferior de puntuación	Descripción del nivel de rendimiento
6	698	En este nivel, Las tareas generalmente requieren que el lector realice varias inferencias, comparaciones y contrastes que son, a la vez, detallados y precisos. Requieren que demuestre una comprensión completa y detallada de uno o más textos y pueden implicar la integración de la información de más de un texto. Las tareas pueden requerir que el lector se encuentre con ideas desconocidas, en presencia de información contradictoria a primera vista, y que genere categorías abstractas de interpretaciones. Las tareas de <i>reflexionar</i> y <i>evaluar</i> pueden requerir que el lector formule hipótesis sobre o evalúe críticamente un texto complejo sobre un tema desconocido, teniendo en cuenta varios criterios o puntos de vista, y que aplique comprensiones sofisticadas desde más allá del texto. Una condición relevante para las tareas de <i>acceder</i> y <i>recuperar</i> en este nivel es la precisión del análisis y la atención al detalle que es poco visible en los textos.
5	626	En este nivel, las tareas que implican la recuperación de información requieren que el lector localice y organice varios fragmentos de información implícita, que infiera qué información del texto es relevante. Las tareas reflexivas requieren una evaluación crítica o hipótesis, sobre la base de un conocimiento especializado. Las tareas de interpretación y las de reflexión requieren una comprensión completa y detallada de un texto cuyo

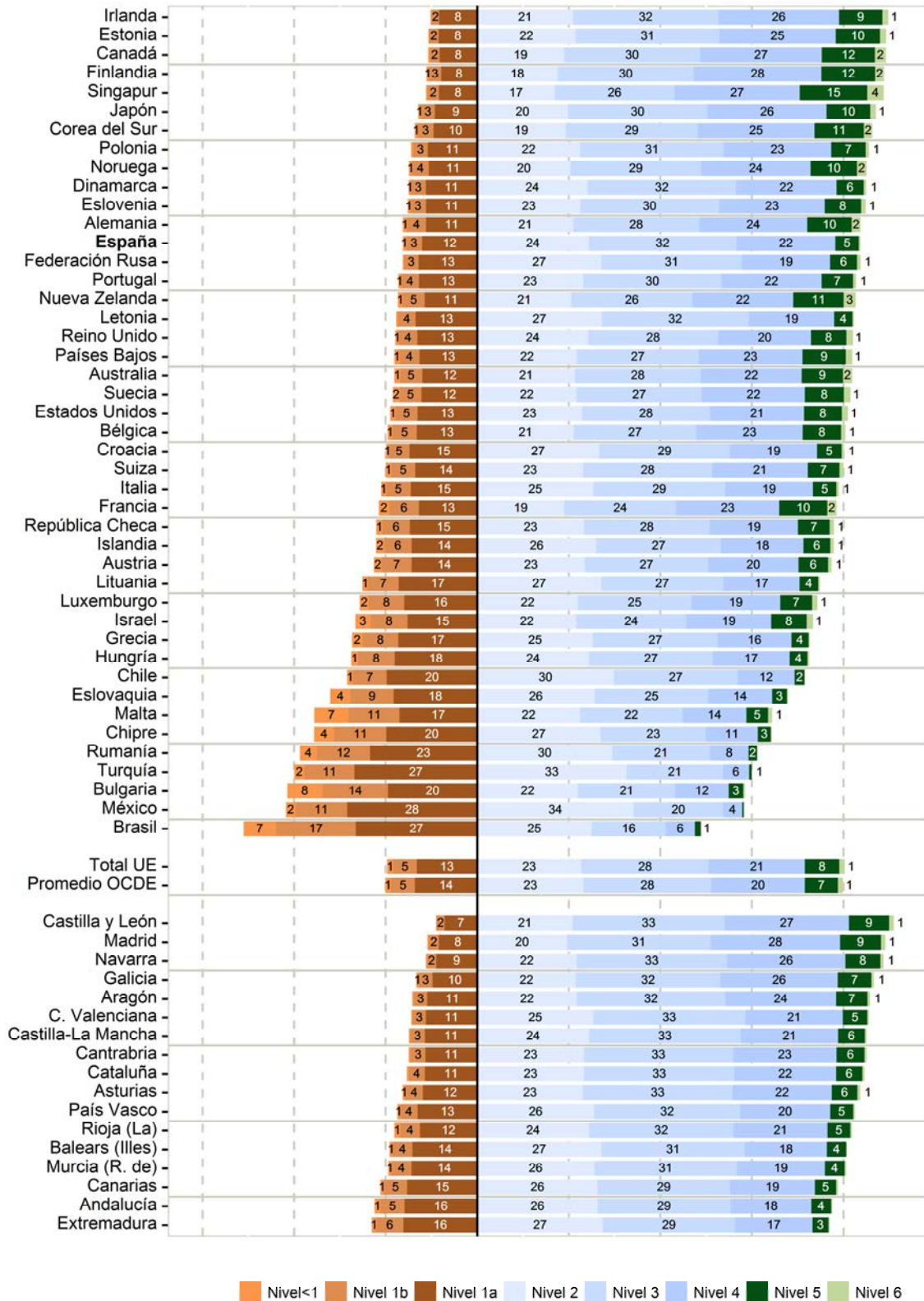
		contenido o forma es desconocido. Para todos los aspectos de la lectura, las tareas en este nivel típicamente implican tratar con conceptos que son contrarios a las expectativas.
<b>4</b>	<b>553</b>	En este nivel, las tareas que implican recuperar información requieren que el lector localice y organice varios fragmentos de información implícita. Algunas tareas en este nivel requieren interpretar el significado de matices del lenguaje en una sección de texto, teniendo en cuenta el texto en su conjunto. Otras tareas interpretativas requieren comprender y aplicar categorías en un contexto desconocido. Las tareas reflexivas en este nivel requieren que los lectores utilicen el conocimiento formal o público para emitir hipótesis sobre o evaluar críticamente un texto. Los lectores deben demostrar una comprensión exacta de los textos largos o complejos cuyo contenido o forma puede ser desconocido.
<b>3</b>	<b>480</b>	Las tareas en este nivel requieren que el lector localice y, en algunos casos, reconozca la relación entre varios fragmentos de información que deben cumplir varias condiciones. Las tareas de interpretación de este nivel requieren que el lector integre varias partes de un texto con el fin de identificar una idea principal, comprender una relación o interpretar el significado de una palabra o frase. Tienen que tener en cuenta muchas características al comparar, contrastar o categorizar. A menudo, la información requerida no es prominente o hay mucha información que compite. También puede haber otros obstáculos en el texto, como ideas que son contrarias a lo esperado o redactadas en sentido negativo. Las tareas reflexivas en este nivel pueden requerir conexiones, comparaciones y explicaciones o pueden requerir que el lector evalúe una característica del texto. Algunas tareas reflexivas requieren que los lectores demuestren una buena comprensión del texto en relación con el conocimiento del mundo, cotidiano. Otras tareas no requieren la comprensión de textos detallados, pero requieren que el lector recurra al conocimiento menos común.
<b>2</b>	<b>407</b>	Algunas tareas en este nivel requieren que el lector localice uno o más fragmentos de información, en ocasiones, mediante inferencias, y puede ser necesario cumplir una serie de condiciones. Otros requieren el reconocimiento de la idea principal de un texto, la comprensión de las relaciones, o la interpretación de su significado dentro de una parte limitada del texto cuando la información no está destacada y el lector debe realizar inferencias de bajo nivel. Las tareas en este nivel pueden incluir comparaciones o contrastes basadas en una sola característica en el texto. Las tareas reflexivas típicas en este nivel requieren que los lectores realicen una comparación o varias conexiones entre el texto y el conocimiento exterior y hagan uso de la experiencia y las actitudes personales.
<b>1a</b>	<b>335</b>	Las tareas en este nivel requieren que el lector localice uno o más fragmentos independientes de información explícita para reconocer el tema principal o el propósito del autor en un texto sobre un tema conocido, o para hacer una conexión simple entre la información del texto y el conocimiento cotidiano, del mundo. Normalmente, la información requerida en el texto está destacada y hay poca, o ninguna, información de la competencia. Se dirige al lector de forma explícita para que identifique los aspectos relevantes en la tarea y en el texto.
<b>1b</b>	<b>262</b>	Las tareas en este nivel requieren que el lector busque un único fragmento de información explícita en una posición destacada en un texto breve y sintácticamente simple con un contexto y tipo de texto familiar para el lector, como una narración o una lista. El texto normalmente proporciona apoyo al lector, como la repetición de la información o la inclusión de imágenes o símbolos conocidos. Hay poca información que compita en el mismo nivel de relevancia. En las tareas que requieren interpretación, el lector puede tener que realizar conexiones simples entre fragmentos adyacentes de información.

En la Figura 2.9 se muestra la distribución de los estudiantes por niveles en países de la OCDE y países asociados y de las comunidades autónomas españolas, junto con el promedio OCDE y el total UE. En el conjunto de los países de la OCDE, el 20,1% de los alumnos de 15 años se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento en lectura, por debajo del nivel 2. En España el resultado es menos desfavorable, ya que un 16,2% de los alumnos no alcanza el nivel 2. El total de la UE, a su vez, se sitúa en el 19,7%. Los alumnos que se encuentran en los niveles 1a y 1b de competencia lectora en el marco de PISA pueden localizar cierta información explícita en un texto breve y sencillo sintácticamente; pueden reconocer el tema principal o el propósito del autor de un texto sobre un tema que conocen, o pueden realizar una conexión simple entre la información del texto y su conocimiento cotidiano.

Irlanda (10,2%) es el país con el porcentaje menor de alumnos en los niveles más bajos de rendimiento. Con porcentajes muy similares se encuentran Estonia (10,6%), Canadá (10,7%), Singapur (11,1%) y Finlandia (11,1%). Entre las comunidades autónomas españolas, los menores porcentajes en los niveles inferiores de rendimiento corresponden a Castilla y León (9%), a Comunidad de Madrid (10,8%) y a Comunidad Foral de Navarra (11,2%).

Como se acaba de ver, la proporción de alumnos españoles de 15-16 años, al final de la ESO, que se encuentra en los niveles inferiores de la competencia es menor que el promedio de la OCDE. Sin embargo, el porcentaje de los alumnos que se sitúa en los niveles más altos (5 y 6) en España es de 5,5%, por tanto, inferior en 2,8 puntos porcentuales al promedio OCDE (8,3%) y en 3,2 puntos porcentuales al total de la UE (8,7%). En proporción semejante a España se encuentran Letonia (4,3%), Lituania (4,4%), Croacia (5,9%) e Italia (5,7%).

Figura 2.9. Distribución de los alumnos por niveles de rendimiento en lectura



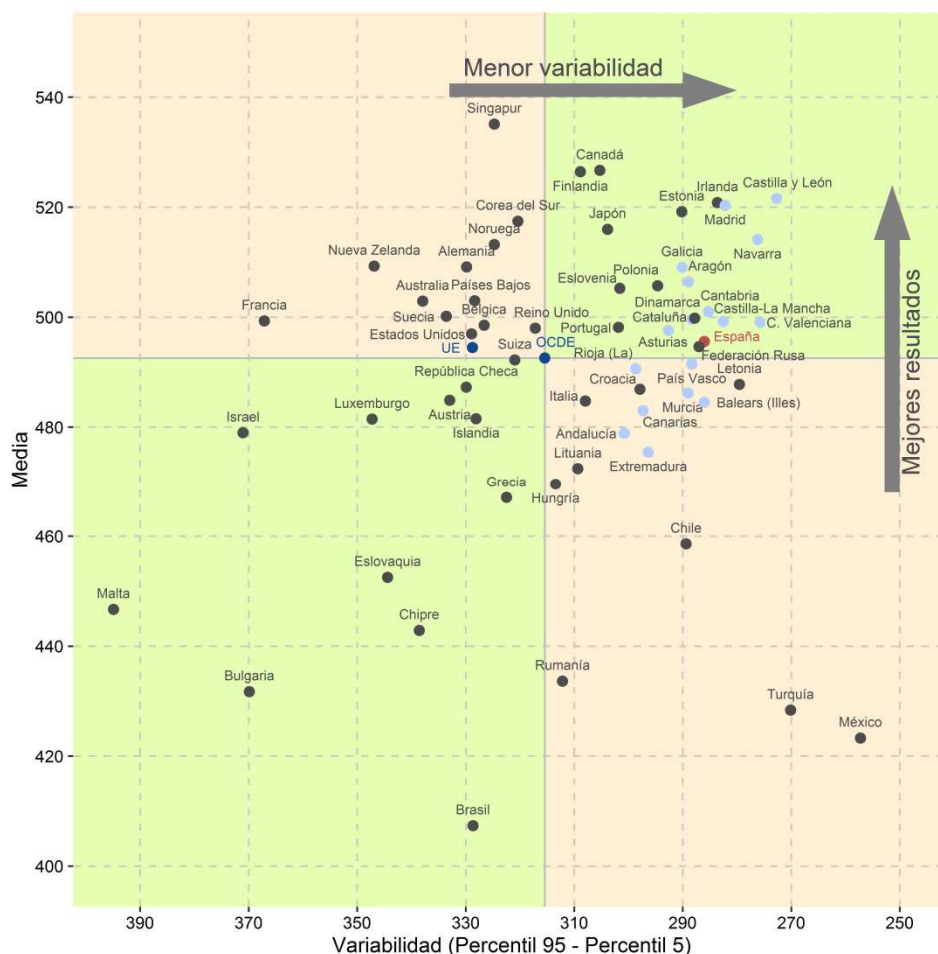
La Figura 2.10 muestra la relación entre las puntuaciones medias estimadas en lectura y la variabilidad en dichas puntuaciones dentro de cada país, comunidad autónoma o entidad



analizados. La variabilidad se ha calculado por el rango de las puntuaciones de cada país en los percentiles 95 y 5 de la escala de lectura.

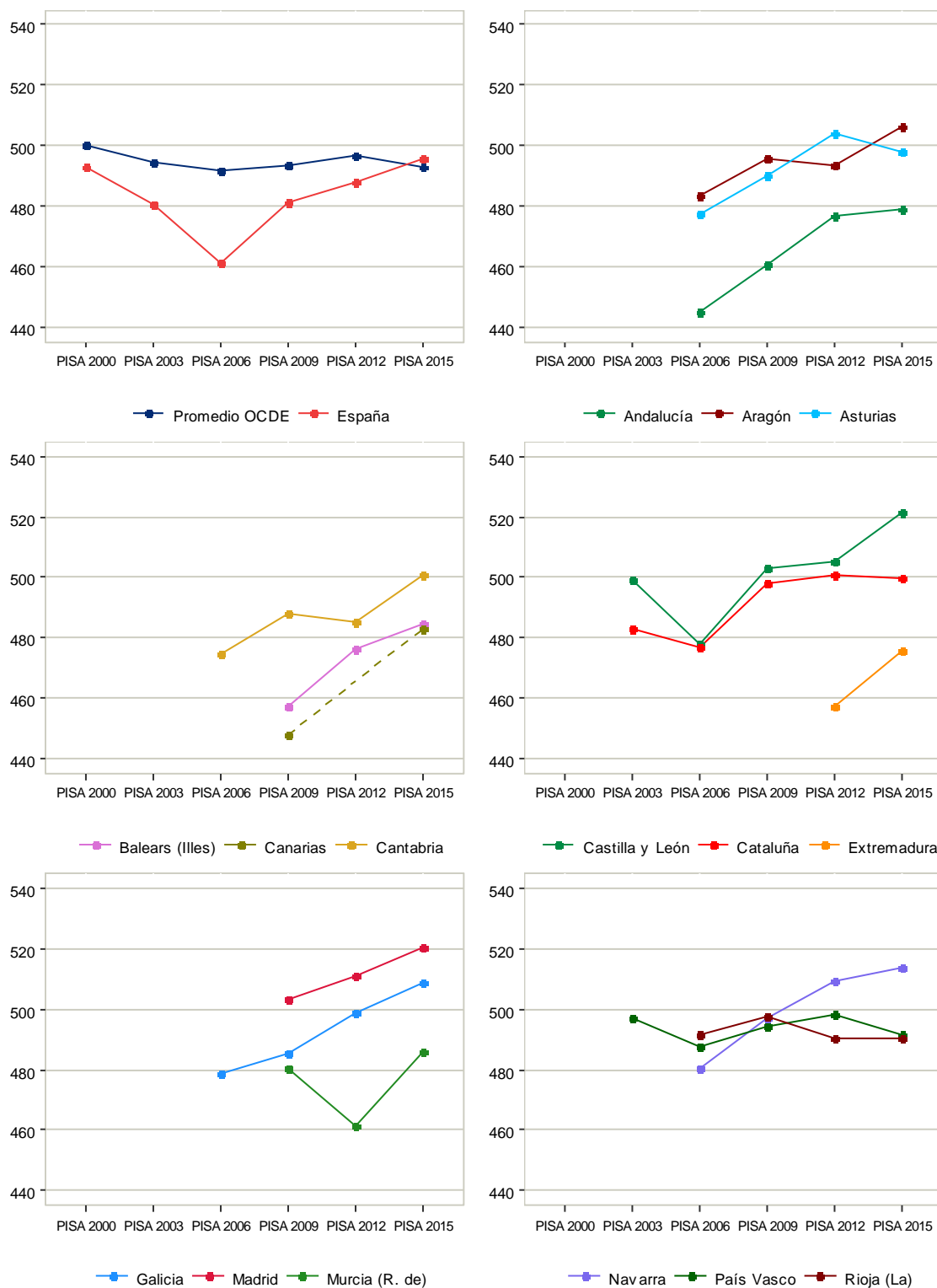
Al igual que en ciencias, en lectura la mayor variabilidad se presenta en Malta, seguida de Israel y Bulgaria, con puntuaciones medias inferiores a la del promedio OCDE. Las puntuaciones más bajas se pueden observar en Brasil y México; no obstante, mientras que Brasil tiene una dispersión próxima a la media, la de México es muy baja.

Figura 2.10. Distribución de los países de la OCDE y comunidades autónomas españolas según la puntuación obtenida en lectura y el nivel de dispersión de los resultados



España presenta una variabilidad relativamente baja, lo que se traduce en un nivel de homogeneidad superior al promedio de la OCDE, ya que obtiene unos resultados similares. En cuanto a las comunidades autónomas, tampoco se observa relación entre los resultados y la dispersión, aunque todas presentan una variabilidad inferior a la del promedio de la OCDE. Castilla y León, Comunidad de Madrid y la Comunidad Foral de Navarra son las que combinan mejores puntuaciones con menor variabilidad.

Figura 2.11. Tendencia de los resultados en lectura por comunidades autónomas y media OCDE



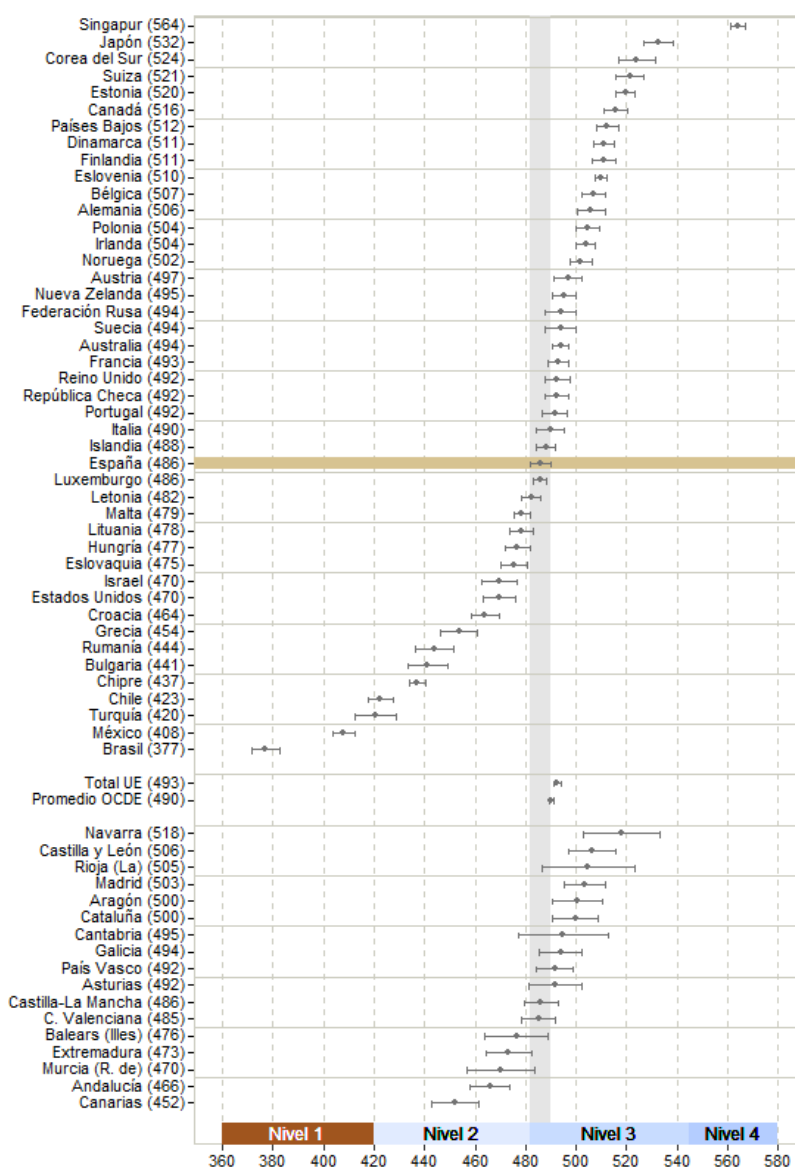
En cuanto a la tendencia, como se hace patente en la Figura 2.11, en la mayoría de los casos observados es positiva en las puntuaciones medias en la escala de lectura. Esta tendencia al alza en las comunidades provoca que la media española también se vea afectada en ese sentido, con un ascenso de aproximadamente 8 puntos, y en el mismo nivel que el promedio de los países OCDE.

## La comparación internacional de PISA en matemáticas

Con el mismo formato que en los apartados anteriores, en la presentación gráfica de los resultados se ha incluido la puntuación media de cada país, por un lado, y los correspondientes niveles de rendimiento, por otro. La puntuación media de la mayoría de los países de la OCDE se encuentra en el intervalo que corresponde al nivel 3 de la escala de matemáticas.

La puntuación media de cada país y cada comunidad autónoma española en la escala de matemáticas se representa en la Figura 2.12 junto con el correspondiente intervalo de confianza al 95%.

Figura 2.12. Puntuaciones medias en matemáticas junto con el intervalo de confianza al 95% para la media poblacional



En la comparación internacional, los países con puntuaciones más altas en matemáticas son Singapur (564), Japón (532), Corea del Sur (524) y Suiza (521).

España consigue una puntuación media en matemáticas de 486, 4 puntos menos que el promedio de la OCDE (490) y 7 puntos por debajo del total de la UE (493).

El rendimiento de los alumnos españoles se sitúa, con un 95% de confianza, en el intervalo de 481,6 a 490,1 puntos. De este modo, los resultados de España no se diferencian significativamente de los de Portugal (492), Italia(490), Islandia (488), Luxemburgo(486) y Letonia (482), ya que los intervalos de confianza de estos países coinciden, al menos en parte, con el de España.

En cuanto a las comunidades autónomas españolas, con ampliación de muestra en todas ellas, las puntuaciones más elevadas en matemáticas corresponden a la Comunidad Foral de Navarra (518), Castilla y León (506), La Rioja (505) y la Comunidad de Madrid (503), cuyas puntuaciones son significativamente superiores al promedio del conjunto de los países de la OCDE (490).

Como se ha explicado anteriormente, la definición de los niveles de rendimiento de las áreas evaluadas en el estudio PISA desempeña un papel clave para interpretar y valorar los resultados de los alumnos, puesto que en ella se establecen los conocimientos que deben tener para alcanzar cada uno de los niveles descritos, así como las destrezas necesarias y las tareas que deben realizar para resolver los problemas planteados.

La descripción de los niveles de rendimiento se corresponde con la dificultad de las preguntas o ítems adaptados a cada uno de los niveles. En matemáticas se han establecido seis niveles de rendimiento (véase Cuadro 2.7).

*Cuadro 2.7. Descriptores de los niveles de rendimiento en matemáticas*

Nivel	Límite inferior de puntuación	Descripción del nivel de rendimiento
6	669	En el nivel 6 los alumnos saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones de problemas complejos. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y representaciones y traducirlas entre ellas de manera flexible. Los estudiantes de este nivel poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzado. Estos alumnos pueden aplicar su entendimiento y comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales y desarrollar nuevos enfoques y estrategias para abordar situaciones nuevas. Los alumnos pertenecientes a este nivel pueden formular y comunicar con exactitud sus acciones y reflexiones relativas a sus descubrimientos, interpretaciones, argumentos y su adecuación a las situaciones originales.
5	607	En el nivel 5, los alumnos saben desarrollar modelos y trabajar con ellos en situaciones complejas, identificando los condicionantes y especificando los supuestos. Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas para abordar problemas complejos relativos a estos modelos. Los alumnos pertenecientes a este nivel pueden trabajar estratégicamente utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento bien desarrolladas, así como representaciones adecuadamente relacionadas, caracterizaciones simbólicas y formales, e intuiciones relativas a estas situaciones. Pueden reflexionar sobre sus acciones y formular y comunicar sus interpretaciones y razonamientos.

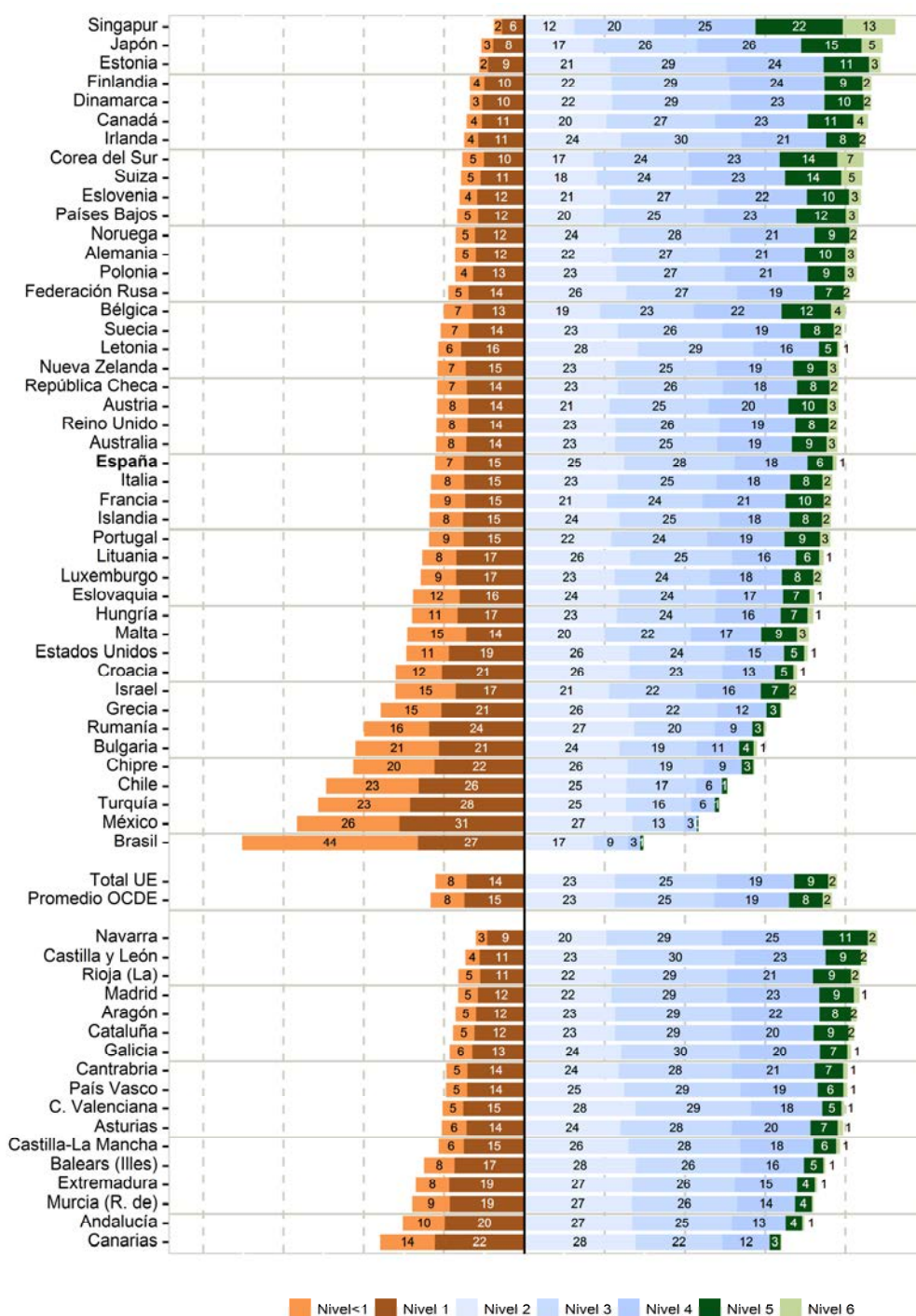
<b>4</b>	<b>545</b>	En el nivel 4, los alumnos pueden trabajar con eficacia con modelos explícitos en situaciones complejas y concretas que pueden conllevar condicionantes o exigir la formulación de supuestos. Pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluidas las simbólicas, asociándolas directamente a situaciones del mundo real. Los alumnos de este nivel saben utilizar habilidades bien desarrolladas y razonar con flexibilidad y con cierta perspicacia en estos contextos. Pueden elaborar y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones.
<b>3</b>	<b>482</b>	En el nivel 3, los alumnos saben ejecutar procedimientos descritos con claridad, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. También pueden seleccionar y aplicar estrategias de solución de problemas sencillos. Los alumnos de este nivel saben interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información y razonar directamente a partir de ellas. Son también capaces de elaborar breves escritos exponiendo sus interpretaciones, resultados y razonamientos.
<b>2</b>	<b>420</b>	En el nivel 2, los alumnos saben interpretar y reconocer situaciones en contextos que solo requieren una inferencia directa. Saben extraer información pertinente de una sola fuente y hacer uso de un único modelo representacional. Los alumnos de este nivel pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones elementales. Son capaces de efectuar razonamientos directos e interpretaciones literales de los resultados.
<b>1</b>	<b>358</b>	En el nivel 1, los alumnos saben responder a preguntas relacionadas con contextos que les son conocidos, en los que está presente toda la información pertinente y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo unas instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden realizar acciones obvias que se deducen inmediatamente de los estímulos presentados.

En la Figura 2.13 se observa la distribución por niveles en países de la OCDE y países seleccionados para este informe y de las comunidades autónomas españolas. En el conjunto de los países de la OCDE, el 23,4% de los alumnos de 15 años se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento en matemáticas (niveles <1 y 1). En España el resultado es prácticamente el mismo, ya que un 22,2% de los alumnos no alcanza el nivel 2, que es lo mismo que ocurre en el total de la UE, cuyo porcentaje se sitúa también en el 22,1%.

Los alumnos que se encuentran en el nivel 1 de competencia científica en el marco de PISA saben responder a preguntas relacionadas con contextos matemáticos que les son conocidos, en los que está presente toda la información pertinente y las preguntas están claramente definidas; son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo unas instrucciones directas en situaciones explícitas; pueden realizar acciones obvias que se deducen inmediatamente de los estímulos presentados.

En el nivel 2, los alumnos saben interpretar y reconocer situaciones en contextos que solo requieren una inferencia directa. Saben extraer información pertinente de una sola fuente y hacer uso de un único modelo representacional. Los alumnos de este nivel pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones elementales. Son capaces de efectuar razonamientos directos e interpretaciones literales de los resultados.

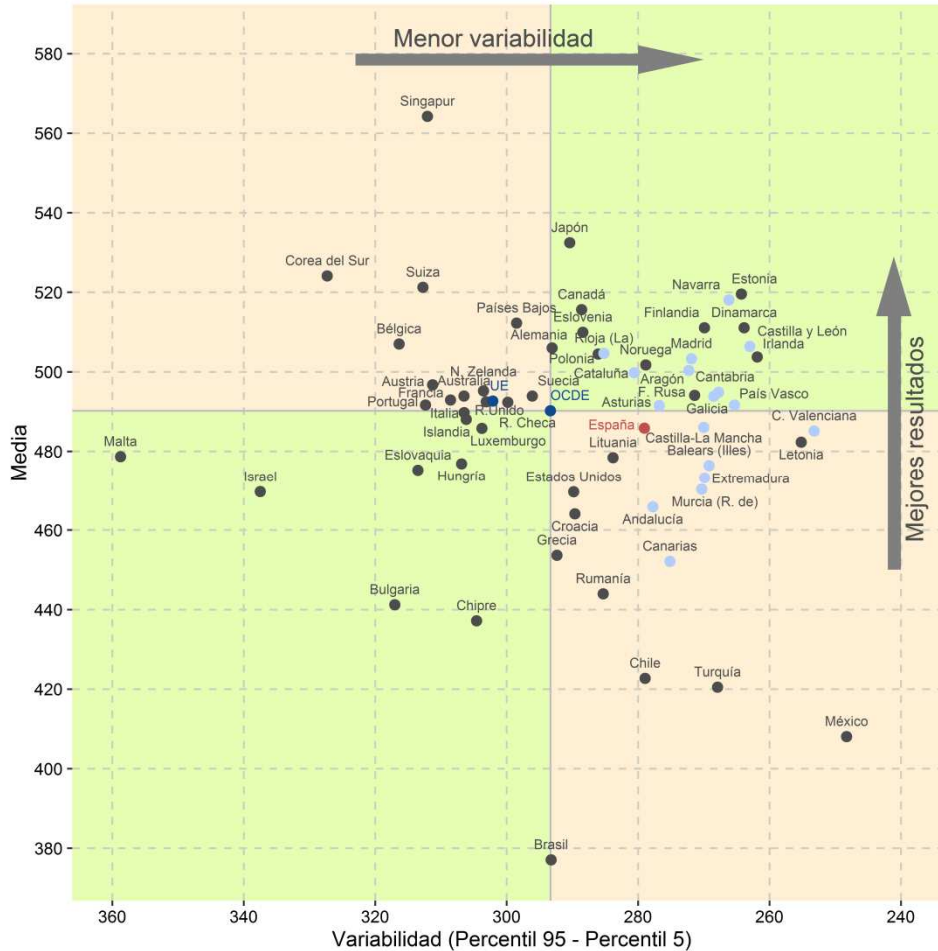
Figura 2.13. Distribución de los alumnos por niveles de rendimiento en matemáticas



En Singapur, el porcentaje de alumnos que se encuentra en los niveles más bajos de rendimiento es tan solo del 7,6%. Japón, Estonia, Finlandia, Dinamarca, Canadá, Irlanda y Corea del Sur se mueven en porcentajes entre el 10,7% y el 15,5%. Entre las comunidades autónomas españolas, los menores porcentajes en los niveles inferiores de rendimiento corresponden a la Comunidad Foral de Navarra (12,1%), a Castilla y León (14,6%), y a La Rioja (16,4%).

Mientras que la proporción de los alumnos españoles en el área de matemáticas que se encuentran en los niveles inferiores está ligeramente por debajo del promedio de la OCDE, la de los alumnos que se sitúan en los niveles más altos (5 y 6) es únicamente el 7,2%, por tanto, inferior en 3,5 puntos porcentuales al promedio OCDE (10,7%) y al total de la UE (10,7%).

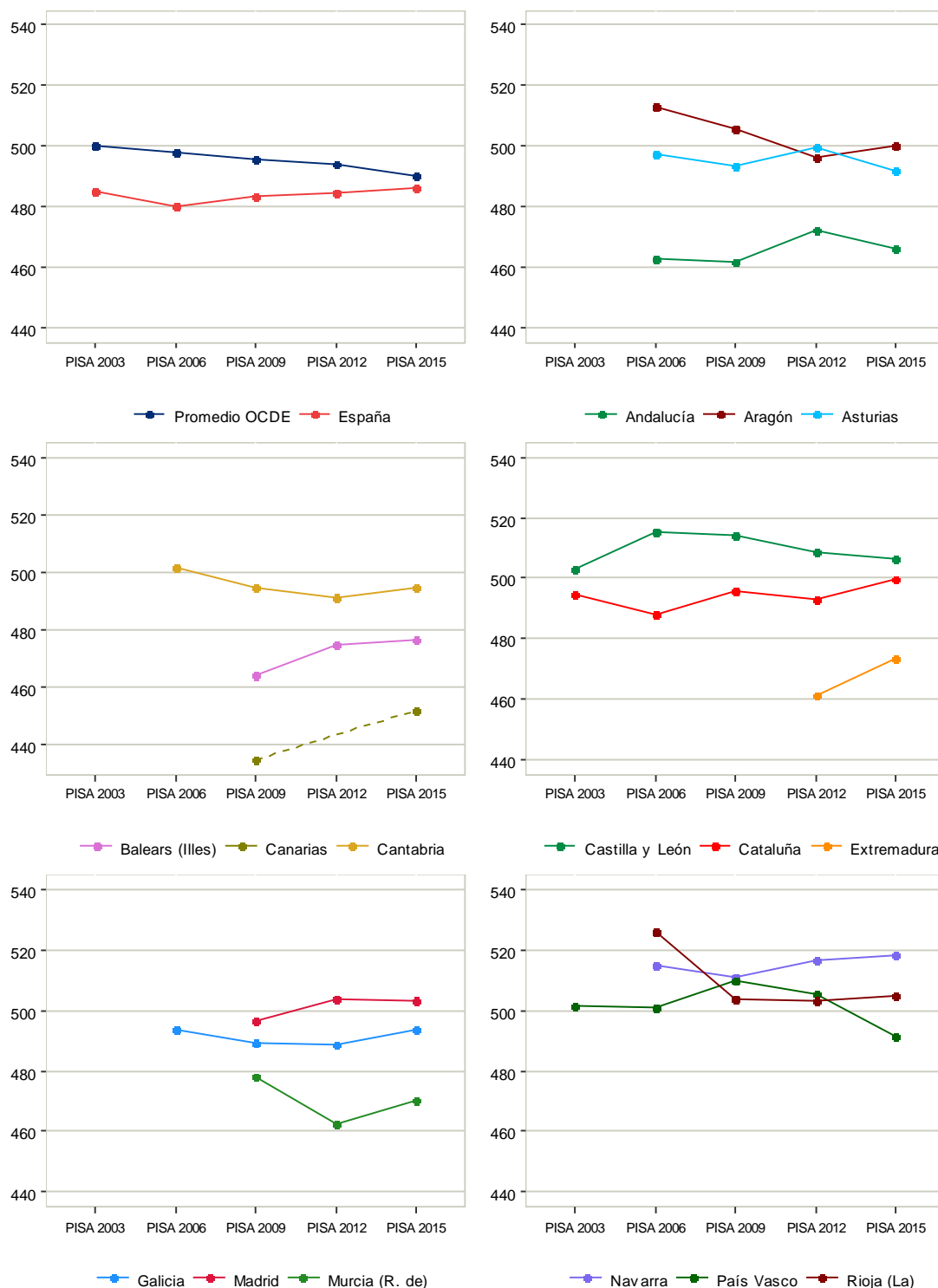
Figura 2.14. Distribución de los países de la OCDE y comunidades autónomas españolas según la puntuación obtenida en matemáticas y el nivel de dispersión de los resultados



Como en las otras competencias, en matemáticas la mayor variabilidad se presenta en Malta, seguida de Israel, ambas con puntuaciones medias inferiores a la del promedio OCDE. Las puntuaciones más bajas se pueden observar en Brasil y México. No obstante, mientras que Brasil tiene una dispersión similar al promedio OCDE, la de México es muy baja.

España presenta una variabilidad relativamente baja, como puede observarse en el gráfico (Figura 2.14) y, por tanto, tiene un nivel de homogeneidad superior al promedio de la OCDE, con resultados similares. En cuanto a las comunidades autónomas, tampoco se aprecia relación entre los resultados obtenidos y la dispersión observada, aunque todas presentan una variabilidad en sus resultados inferior a la del promedio de la OCDE y casi todas inferior a la de España. Las que combinan mejores puntuaciones con baja variabilidad son la Comunidad Foral de Navarra y Castilla y León.

Figura 2.15. Tendencia de los resultados en Matemáticas por comunidades autónomas y media OCDE



En cuanto a la tendencia (Figura 2.15), en la mayoría de los casos observados se puede notar cierta estabilidad en la evolución de las puntuaciones en matemáticas. Igual que en las competencias de ciencias y de lectura, hay que destacar el ascenso de Canarias y también el de Extremadura, aunque este en menor medida. Esta tendencia poco variable en las comunidades contribuye a que la media española también se mantenga estable.



## Capítulo 3

# FACTORES ASOCIADOS AL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS EN PISA

Los resultados generales en ciencias en el estudio PISA 2015 de los países de la OCDE y de las comunidades autónomas españolas permiten valorar el éxito relativo de los sistemas educativos en relación con el promedio de la OCDE y con el total de la Unión Europea. Pero el rendimiento de un sistema educativo no se puede medir sólo por los resultados de sus alumnos, ni por esos resultados tomados aisladamente. Es imprescindible que queden referidos a unos contextos determinados, para conseguir una visión global más adecuada que valore, además, el grado de equidad del que se benefician los alumnos, los profesores, las familias y toda la sociedad en su conjunto.

En este capítulo se analizan algunos de los factores que PISA ha detectado como más importantes en relación con los resultados en las competencias evaluadas. Son múltiples las variables que inciden en el rendimiento de los estudiantes: por un lado, los factores económicos, sociales y culturales, tanto de los países como de sus sistemas educativos; por otro, los asociados a las características de los centros educativos y a las propias de los estudiantes y de su entorno social, económico y cultural.

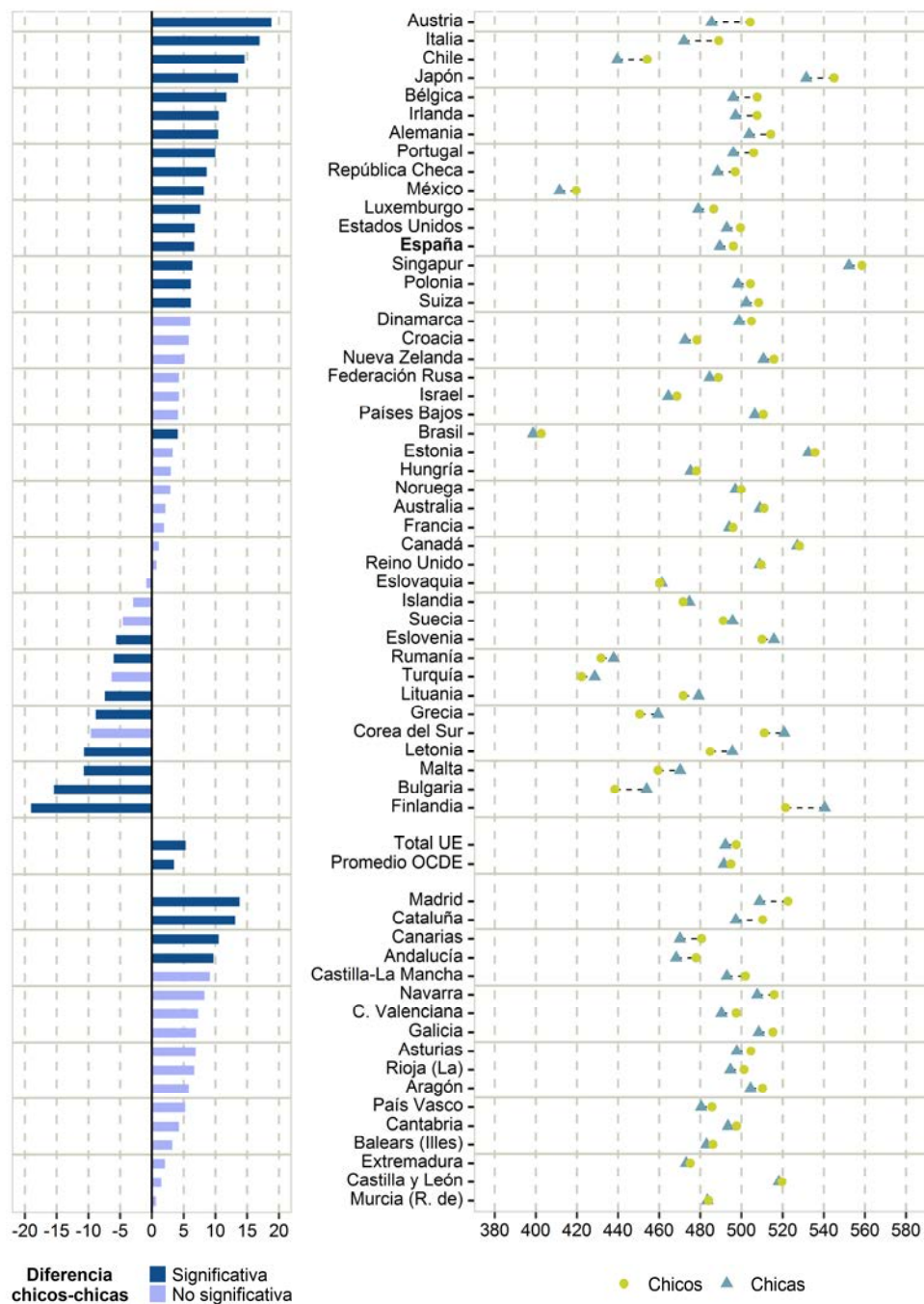
### Las diferencias de rendimiento por género en ciencias

Es un resultado recurrente en las evaluaciones comparativas internacionales la diferencia de género existente en matemáticas, a favor de los chicos, y en lectura, a favor de las chicas, estas últimas por un margen aún mayor. En ciencias las diferencias por género no aparecen tan acentuadas. La diferencia entre las puntuaciones de alumnos y alumnas alcanza 3,5 puntos en el promedio de los países de la OCDE y 5,3 en el valor total de la UE, a favor de los chicos, ambas estadísticamente significativas. Como se puede ver en la Figura 3. 1, en PISA 2015, los chicos alcanzan mejores resultados en ciencias que las chicas en países como Austria (18,8 puntos de diferencia a favor de los chicos), Italia (17), Chile (14,6), Japón (13,6) y Bélgica (11,7). La diferencia a favor de las chicas se observa en países como Finlandia (19), Bulgaria (15,4), Malta (10,7) y Letonia (10,7).

En España, la diferencia en ciencias a favor de los chicos es de 6,6 puntos, mayor que la del promedio de los países de la OCDE y que el total de la Unión Europea. En ninguna de las comunidades autónomas existen diferencias significativas a favor de las chicas. Significativamente, consiguen mejores resultados los chicos en Comunidad de Madrid (13,8),

Cataluña (13,1), Canarias (10,5) y Andalucía (9,7). En las demás comunidades no existen diferencias significativas.

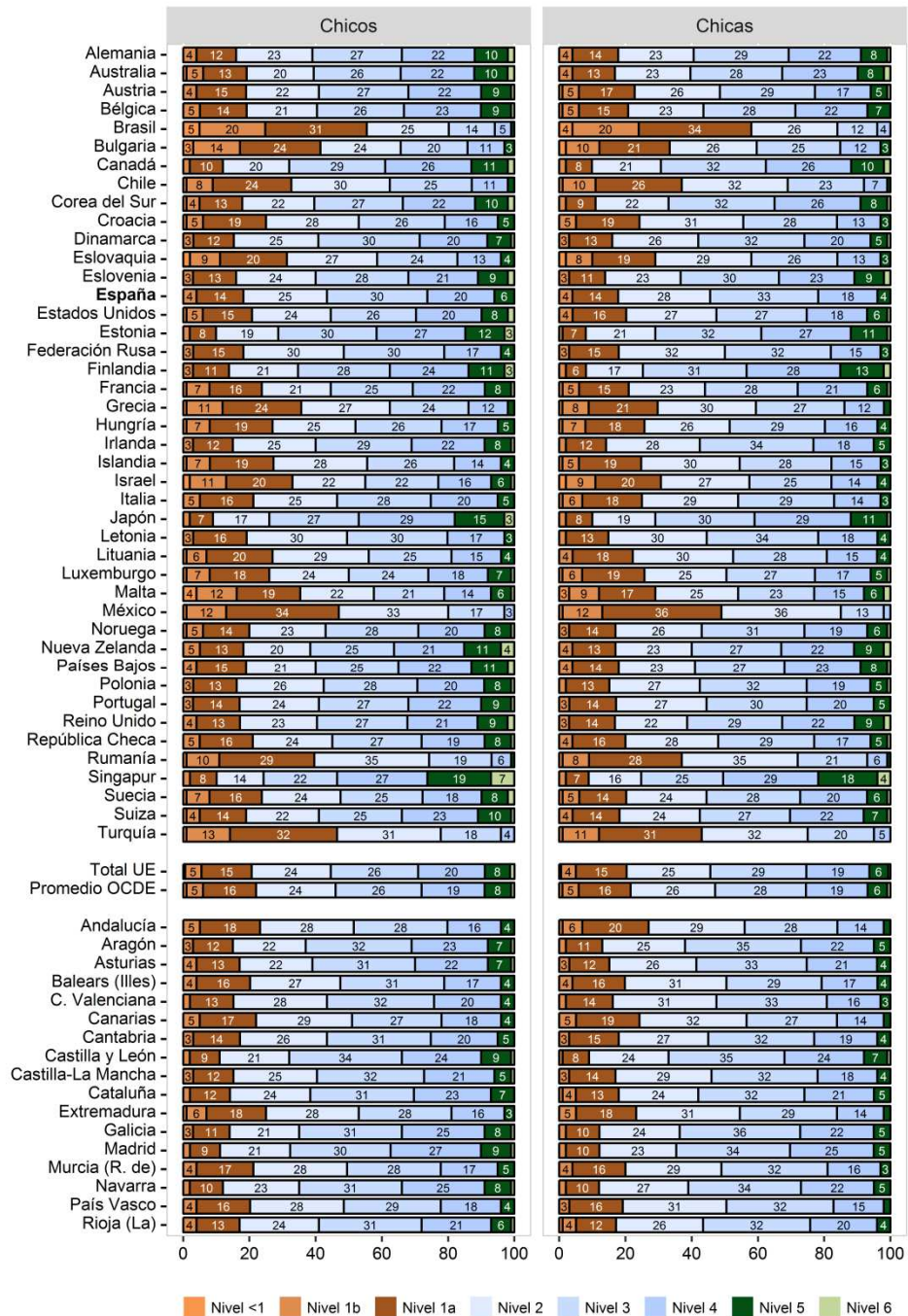
Figura 3.1. Diferencias de puntuaciones medias en ciencias según el género



Si atendemos a los niveles de rendimiento, representados en la Figura 3.2, se observa que en la mayoría de los países la distribución por niveles de rendimiento es similar entre las chicas y entre los chicos. En los niveles más altos de rendimiento, niveles 5 y 6, el porcentaje medio de la OCDE llega un 9% de los chicos y al 7% de las chicas, y el porcentaje medio de los alumnos

de la UE, incluye el 9% los chicos y el 6% las chicas. El país con mejores resultados, Singapur, presenta en los niveles 5 y 6 un 26% de sus alumnos y un 22% de sus alumnas, porcentajes mucho más altos que los del promedio OCDE y que del resto de países participantes en el estudio. En Finlandia, los niveles más altos de rendimiento en ciencias incluyen al 14 % de sus alumnos y al 15% de sus alumnas. En España, esas cifras son más bajas: el 6% de los chicos y el 4% de las chicas, lo que sigue implicando una dificultad de nuestro país para impulsar a que nuestros alumnos ofrezcan lo mejor que puedan dar de sí mismos en unas pruebas externas.

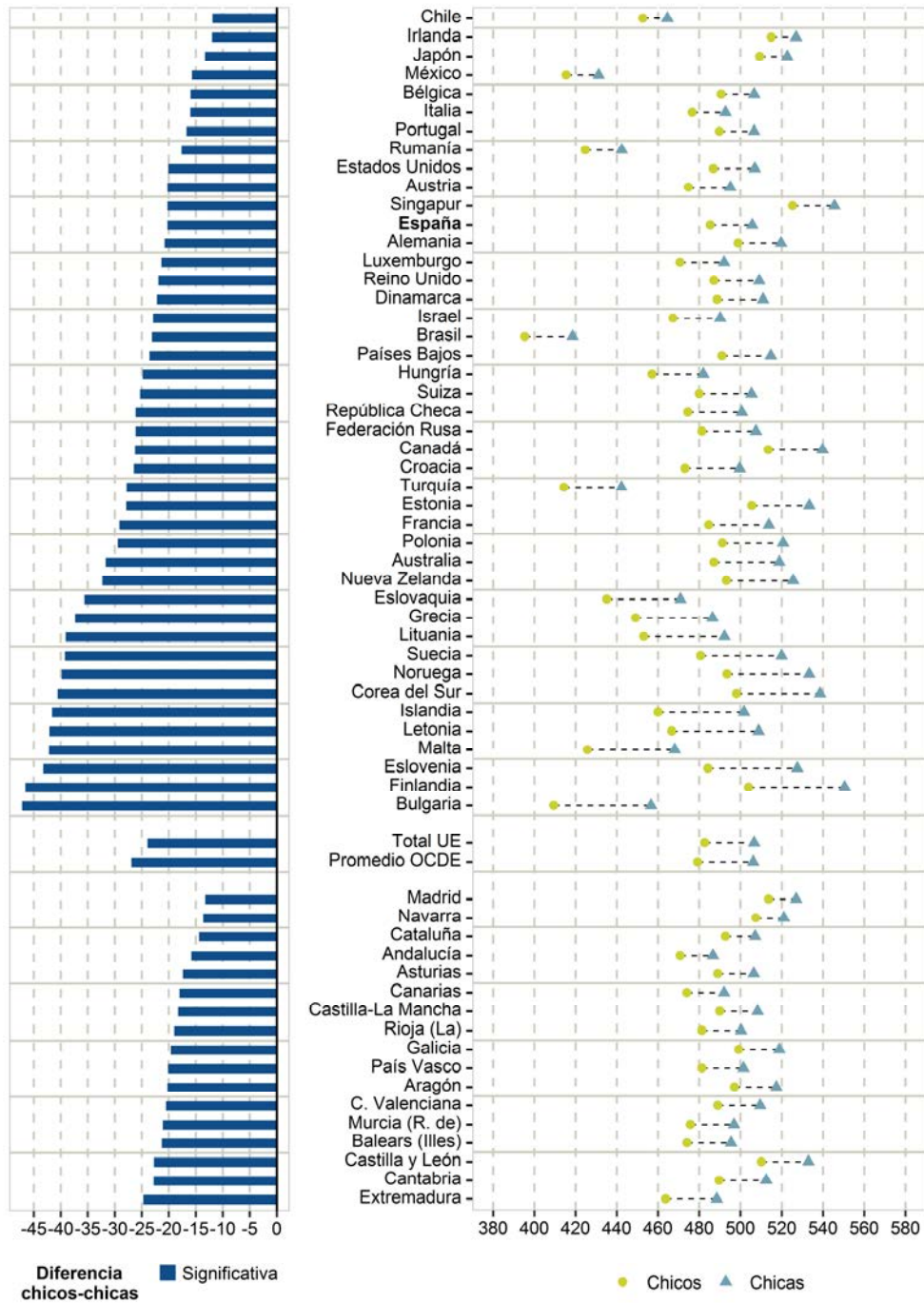
Figura 3.2. Diferencias por niveles de rendimiento en ciencias según el género



## Las diferencias de rendimiento por género en lectura

En esta área (Figura 3.3) sigue dominando la tendencia universal de los mejores resultados de las lectoras sobre los lectores en *todos* los países del mundo. En todos ellos, además, el rendimiento de las chicas lectoras es significativamente más alto que el de los chicos. No hay ninguna excepción.

Figura 3.3. Diferencias de puntuaciones medias en lectura según el género



En el conjunto de países de la OCDE, la diferencia llega a los 27 puntos a favor de las chicas y a 24 puntos en el valor total de la UE. Bulgaria presenta la brecha de género más amplia, 47 puntos a favor de las chicas. Finlandia continúa manifestando la misma tendencia en PISA, ya tradicional y llamativa - por ser uno de los países con menor influencia de su índice socioeconómico y cultural en el rendimiento de sus alumnos-, en lo que se refiere al mejor rendimiento en lectura de las chicas, 46,5 puntos más en media que el de los chicos. Chile e Irlanda son los países que presentan menores diferencias entre las puntuaciones medias de ambos sexos en relación con el resto de los países de la OCDE (12 puntos a favor de las alumnas en los dos países); aun así, son altas y estadísticamente significativas.

En España, la diferencia por género de los resultados en lectura es inferior al promedio de la OCDE. Las chicas consiguen una media de 505,7 puntos y los chicos, de 485,4, por lo que la diferencia es de 20 puntos a favor de las alumnas, 7 puntos menor que el promedio de la OCDE.

El mismo patrón se sigue en la comparación entre las comunidades autónomas. Las diferencias más altas, siempre a favor de las chicas, se dan en Extremadura (25) y en Cantabria y Castilla y León (23) y las más bajas, en la Comunidad de Madrid (13) y la Comunidad Foral de Navarra (14 puntos), regiones que están entre las que obtienen los mejores resultados en el área de lectura.

### Las diferencias de rendimiento por género en matemáticas

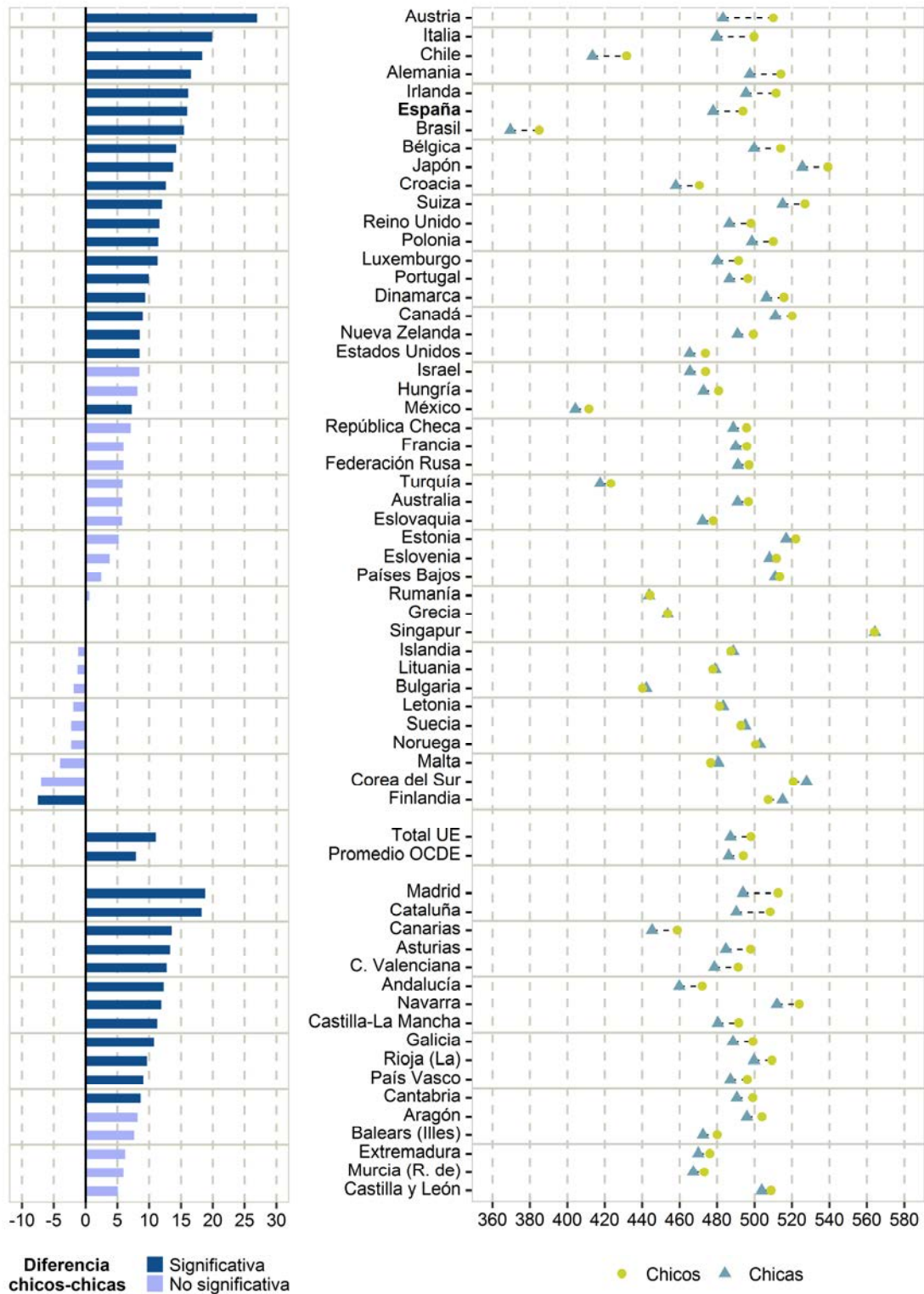
En el área de matemáticas, en oposición a la de lectura, aunque habitualmente por diferencias menores en aquella, los chicos consiguen mejores resultados que las chicas. Esto no es un resultado universal, como ocurría en lectura, pero sí generalizado a una mayoría de países. Como en las anteriores, en la Figura 3.4 aparece representada la puntuación media, esta vez en matemáticas, de los países de la OCDE y de las comunidades autónomas junto con el valor promedio OCDE y el valor total UE. Únicamente en Finlandia, las chicas consiguen resultados significativamente mejores que los chicos en matemáticas.

La diferencia entre los resultados de alumnos y alumnas alcanza 8 puntos en el promedio de los países de la OCDE y 11 puntos en el total UE, a favor de los chicos. Las mayores diferencias se observan en Austria, Italia y Chile, con 27, 20 y 18 puntos respectivamente.

En España, la diferencia es de 16 puntos a favor de los chicos en matemáticas, mayor que la del promedio de los países de la OCDE. En Singapur, donde se establecen los mejores resultados, no se observan diferencias entre chicos y chicas: ambos grupos consiguen el primer puesto en sus respectivas categorías con 564 puntos.

En lo que se refiere a las comunidades autónomas, las mayores diferencias en el rendimiento en matemáticas entre chicos y chicas se dan en la Comunidad de Madrid y Cataluña, más de 18 puntos en ambos casos y las más bajas en Castilla y León con apenas diferencia, de 5 puntos, a favor de los chicos. Tampoco son significativas las diferencias en el rendimiento en matemáticas de los alumnos y alumnas de la Región de Murcia, Extremadura, Illes Balears y Aragón.

Figura 3.4. Diferencias de puntuaciones medias en matemáticas según el género



## Diferencias de rendimiento e inmigración

En sociedades globalizadas, la condición de inmigrante se hace cada vez más compleja. Por ello, PISA define como alumnos inmigrantes aquellos que no han nacido en el país donde se aplica la prueba y que además tienen un padre o madre no nacidos en dicho país. Esta condición se tiene en cuenta desde el momento de establecer la muestra representativa de cada país, ya que se requiere un mínimo conocimiento del idioma y una inserción escolar equivalente (que no exista un marcado desfase curricular, por ejemplo) para poder realizar estas pruebas internacionales; por ello, el estudio PISA distingue entre alumnos ‘inmigrantes’ y alumnos ‘nativos’, aunque estas categorías no siempre aparecen tan bien definidas en la realidad escolar.

El porcentaje de alumnos inmigrantes (de 15-16 años de edad) en el conjunto de países de la OCDE es del 12%; mientras que en la UE es del 10%. En España los estudiantes de origen inmigrante evaluados por PISA representan el 11% del total, un porcentaje próximo al promedio de la UE. Sin embargo, este porcentaje no es homogéneo entre los países de la Unión Europea ni de la OCDE. En algunos, la proporción del alumnado inmigrante supera el 23%, como es el caso de Suiza (aunque en este país la condición de ciudadano es muy restrictiva), Canadá, Nueva Zelanda, Australia o Estados Unidos, mientras que en otros la población de jóvenes inmigrantes sólo supone el 1% o menos respecto a la población total, por ejemplo en Brasil, México, Turquía, Japón o Corea del Sur.

La Figura 3.5 recoge la proporción de alumnado nativo e inmigrante y sus puntuaciones medias en **ciencias** en cada uno de los países de la OCDE y comunidades autónomas españolas, junto con los promedios de la OCDE y el total de la UE.

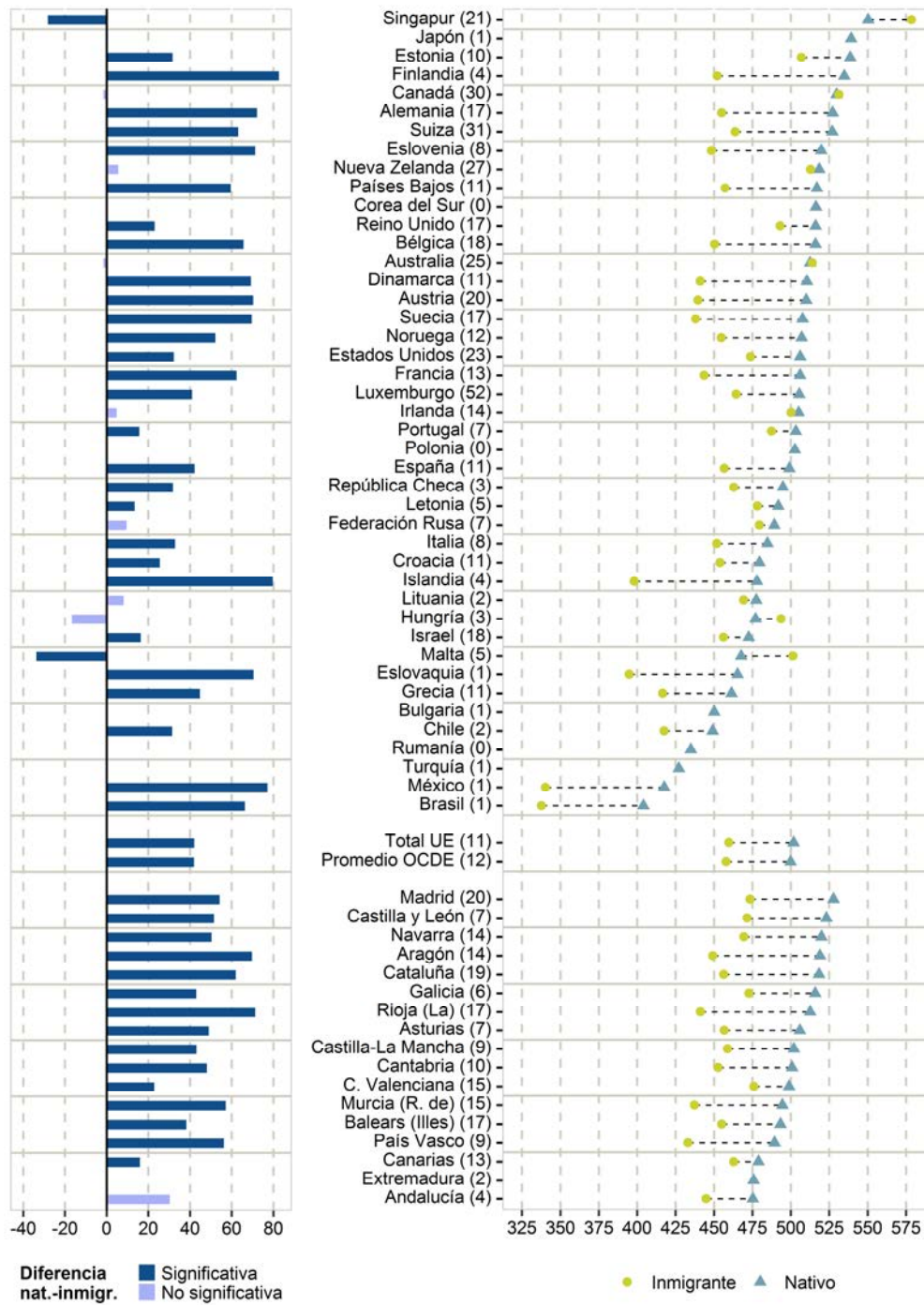
En promedio en la OCDE, el alumnado inmigrante (12% inmigrantes, 458 puntos) obtiene en ciencias 42 puntos menos que el alumnado nativo (500 puntos); en la UE (11% inmigrantes) esa diferencia también es de 42 puntos: los nativos obtienen una puntuación media de 502 puntos y los inmigrantes, de 460 puntos. En España (11% inmigrantes) esa diferencia también es de 42 puntos: los nativos alcanzan los 499 puntos en matemáticas mientras que los de origen inmigrante obtienen 457 puntos. Estos resultados indican una relativa buena integración de los alumnos inmigrantes en el sistema educativo español. En otros países europeos con tasas de inmigración similares y PIB más elevado, las diferencias son mayores, como en Francia (62 puntos; 13% de inmigrantes), Suecia (casi 70 puntos; 17% de inmigrantes) o Dinamarca (69 puntos; 11% de inmigrantes).

En las comunidades autónomas, la proporción del alumnado inmigrante también varía de unas regiones a otras. Las de mayor proporción de inmigrantes de “edad PISA” son: la Comunidad de Madrid (20%), Cataluña (19%) e Illes Balears y La Rioja, ambas con un 17%. En cambio, Andalucía (4%) y Extremadura (2%) son las que presentan una menor proporción de estudiantes con antecedentes de inmigración.

En todas las comunidades autónomas españolas los alumnos nativos rinden más que los de origen inmigrante. La distancia entre las puntuaciones medias de alumnos nativos e inmigrantes varía de unas regiones a otras. En La Rioja la diferencia es de 71 puntos, en Aragón de casi 70 y en Cataluña, de 62. La menor de las diferencias, aunque significativa, se da en

Canarias, con 16 puntos y rendimiento bajo en ambos grupos de población. En Andalucía, la proporción de inmigrantes es baja (4%) y la diferencia observada entre las puntuaciones medias de los alumnos nativos y de los alumnos con antecedentes de inmigración es de 15 puntos y no es estadísticamente significativa.

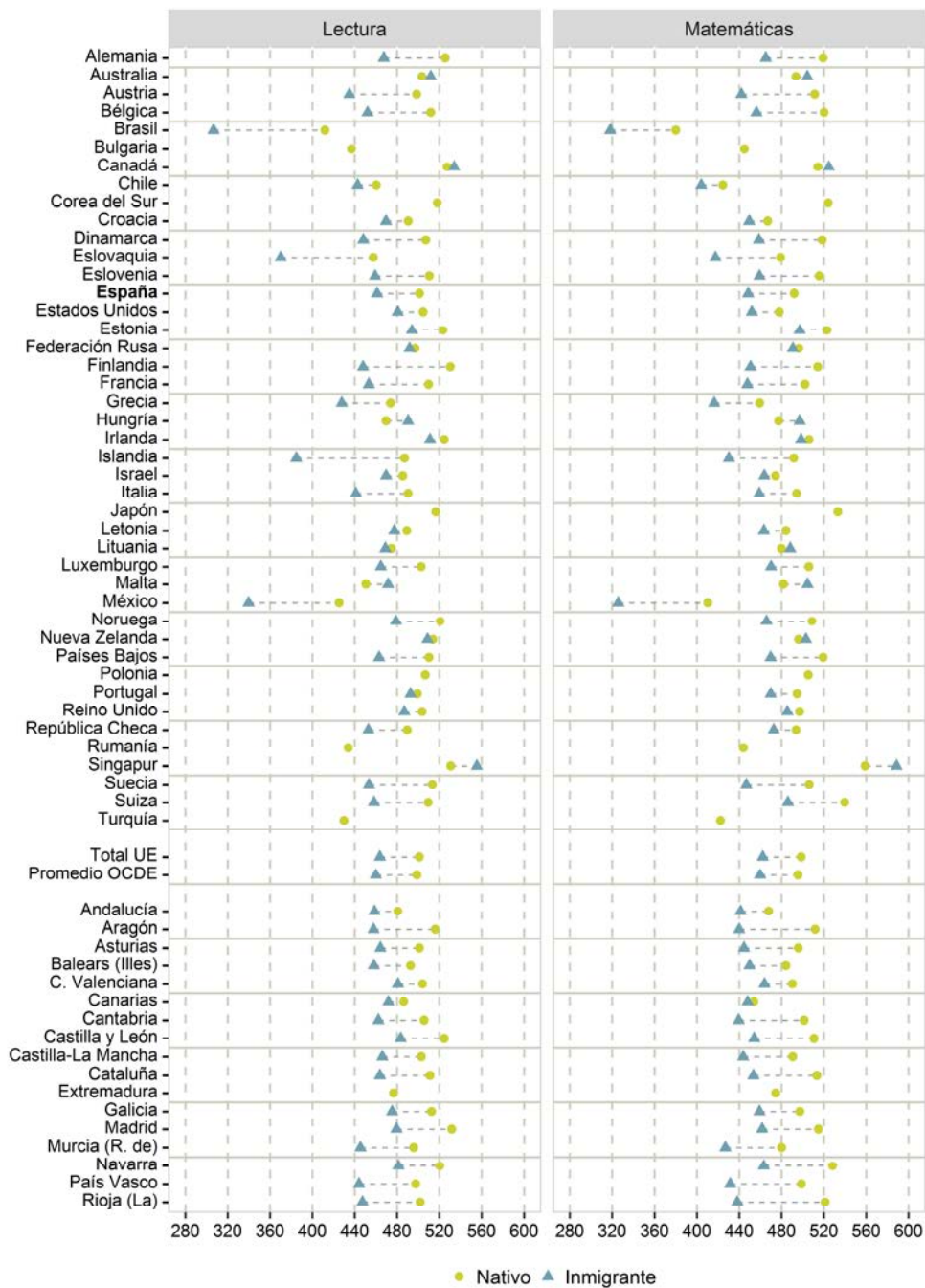
Figura 3.5. Alumnos inmigrantes y nativos, porcentaje de alumnado inmigrante (entre paréntesis) y puntuaciones medias en ciencias





Hay países en los que se ha conseguido una integración de los inmigrantes en el aula realmente envidiable. Los estudiantes inmigrantes de Nueva Zelanda, que representan el 27% del total del alumnado de 15 años, no presentan diferencias significativas en su rendimiento en comparación con el alumnado nativo. Las diferencias son también muy pequeñas en Irlanda (5 puntos; 14% de inmigrantes) e inexistentes en Canadá (30% de inmigrantes) o en Australia (25% de inmigrantes). Por último, habría que señalar casos atípicos como los de Singapur o Malta, en los que la población no nativa obtiene mejores resultados que la que se clasifica como nativa. Tal vez estas diferencias entre países puedan deberse a las diferentes políticas de inmigración.

Figura 3.6. Puntuaciones medias Alumnos inmigrantes y nativos en lectura y en matemáticas



En cuanto a los resultados en lectura y matemáticas, la tendencia es la misma, los alumnos nativos demuestran niveles de conocimiento y destrezas significativamente superiores a los de los alumnos inmigrantes.

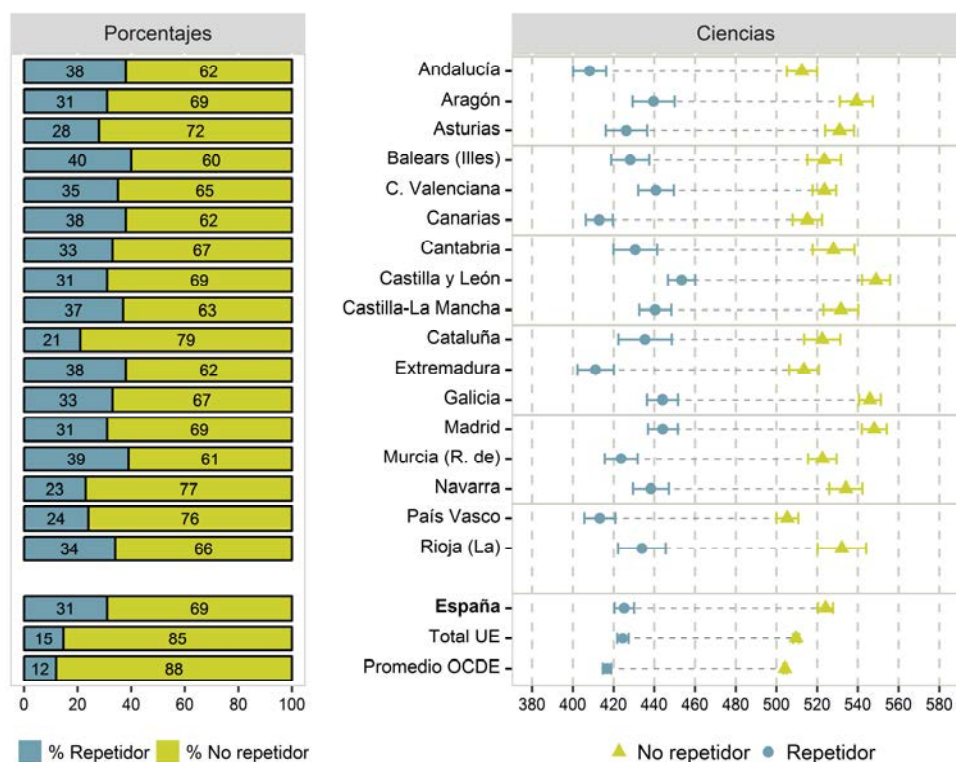
En **lectura**, los alumnos españoles de 15 años obtienen una puntuación media de 501,5 puntos, 40 más que los alumnos inmigrantes. Los valores promedio de las diferencias en las puntuaciones medias en lectura son casi iguales en la OCDE (39 puntos) y en la UE (37 puntos), como puede verse en la Figura 3.6.

En **matemáticas**, los españoles nativos consiguen una puntuación media de 492 puntos, 43 puntos más que los inmigrantes, con una media de 448,5 puntos. Son similares las diferencias en las puntuaciones del promedio de países de la OCDE (496 para nativos y 460 para inmigrantes) y del conjunto de alumnos de la Unión Europea (499 para nativos y 462 para inmigrantes).

### Diferencias de rendimiento en función de la repetición del curso

En el sistema educativo español ha sido y sigue siendo un reto esencial reducir las tasas de repetición y abandono escolar. Este reto se viene potenciando en los últimos años, ya que los altos porcentajes de repetición suponen un problema importante y los resultados que obtienen en años posteriores los alumnos repetidores suelen ser negativos y suponen una brecha en los resultados.

Figura 3.7. Porcentaje de alumnos repetidores y no repetidores y puntuación en ciencias en 2015

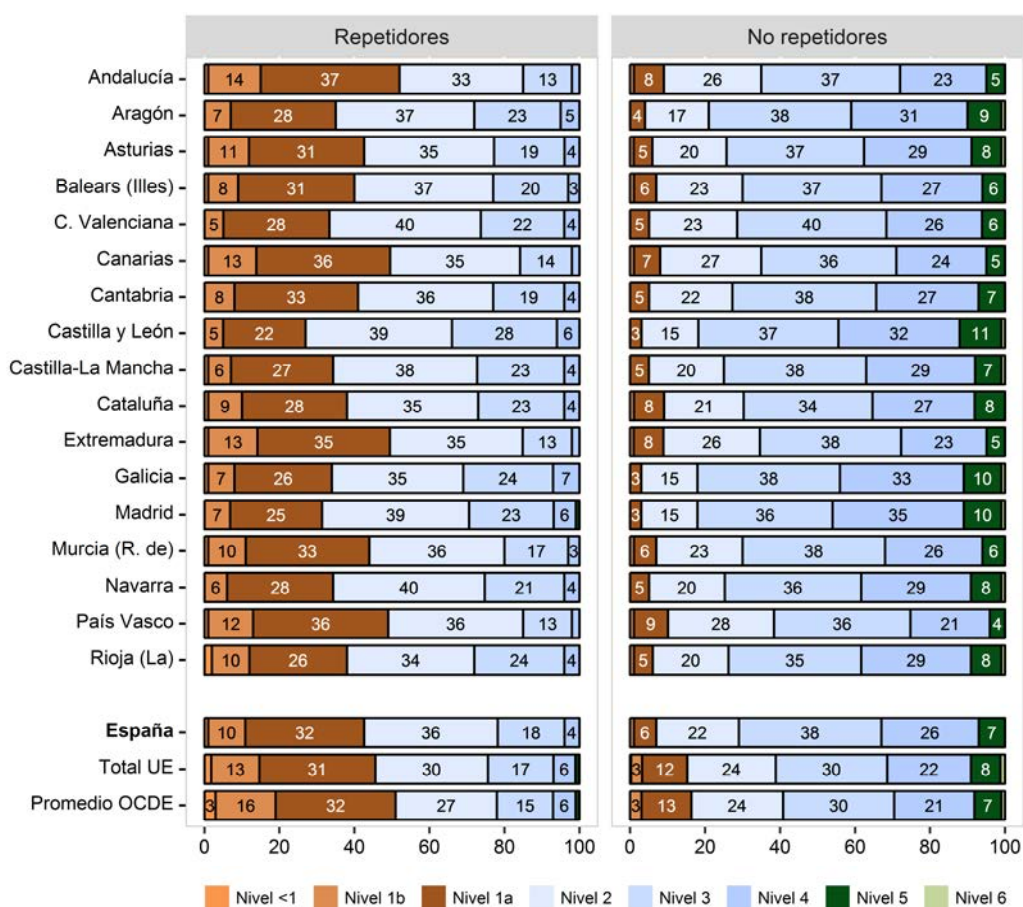


Como puede verse en la Figura 3.7, en 2015 la distribución del alumnado repetidor muestra datos negativos en España, donde prácticamente uno de cada tres alumnos de 15 años está repitiendo curso, porcentaje que supera hasta en 16 puntos la media europea. Esta proporción de alumnos repetidores se ha reducido en solo 3 puntos porcentuales desde el año 2012: se ha pasado del 34% de alumnos repetidores en 2012 al 31% en 2015, cifras realmente alarmantes por lo que suponen en cuanto a coste social y económico para el país.

Las comunidades autónomas con las proporciones más bajas de alumnos repetidores son Cataluña (21%), Comunidad Foral de Navarra (23%) y País Vasco (24%); mientras que las que presentan las proporciones más elevadas de repetidores son Illes Balears (40%), Región de Murcia (39%), Extremadura, Canarias y Andalucía (38%).

Como puede verse en el gráfico de la Figura 3.7, las puntuaciones medias de los alumnos repetidores en España, y en bastantes de las comunidades autónomas, es significativamente más alta que la del promedio OCDE. Además la puntuación media de los alumnos españoles de 15 años que están repitiendo curso es de 425 puntos, incluida en el nivel 2 de la competencia en ciencias y significativamente mejor que la del promedio OCDE (417). De este modo, la evidencia permite señalar que una buena parte de los alumnos repetidores en España tiene adquiridas las competencias básicas en ciencias.

Figura 3.8a. Distribución por niveles de rendimiento en ciencias de alumnos repetidores y no repetidores en España, total UE, promedio OCDE y comunidades autónomas

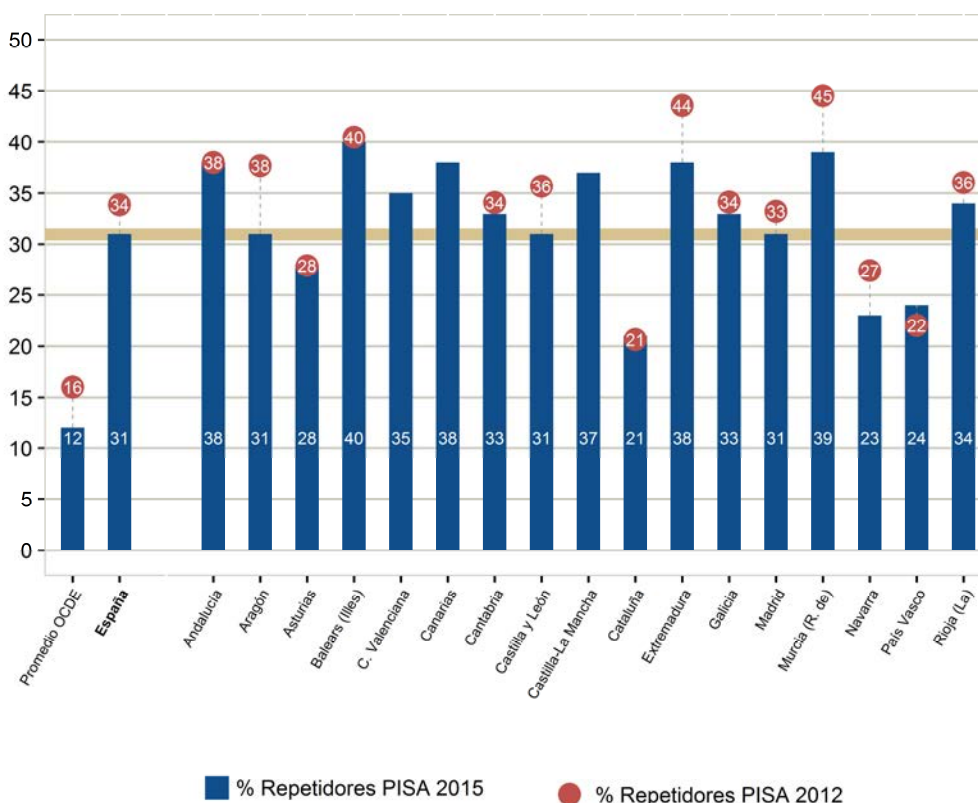


En la Figura 3.8a, se observa cómo en España el 58% de los alumnos repetidores se ubica en el nivel dos o superior. Esto es, tienen adquiridas, al menos, las competencias básicas en el área de ciencias. Esta situación se repite en las comunidades autónomas con distintas cifras, pero siguiendo mismo patrón. Cabe destacar que en Castilla y León el 73% de los alumnos repetidores supera los niveles básicos de la competencia en ciencias.

De esta manera, se puede concluir que un porcentaje significativo de alumnos repetidores en España obtiene buenos resultados en PISA. La evidencia, por tanto, invita a recomendar la revisión de las políticas de repetición de curso en la enseñanza obligatoria.

En la Figura 3.8b se puede ver la evolución de los porcentajes de alumnos de 15 años que han repetido al menos un curso entre las ediciones PISA de 2012 y 2015 en España y sus comunidades autónomas, junto con el promedio OCDE. Los descensos más altos en la proporción de alumnos repetidores de curso se ven en las comunidades de Aragón (7 puntos porcentuales, Extremadura y Región de Murcia (6 puntos porcentuales) y Castilla y León (5 puntos porcentuales). Solo en el País Vasco ha aumentado la proporción de repetidores con respecto a 2012 en 2 puntos porcentuales. En Andalucía, Principado de Asturias, Illes Balears y Cataluña la proporción de repetidores entre los estudiantes de 15 años no ha variado.

Figura 3.8b. Porcentaje de alumnos repetidores y no repetidores en PISA 2012 y en PISA 2015 en España, las comunidades autónomas y en el promedio OCDE.

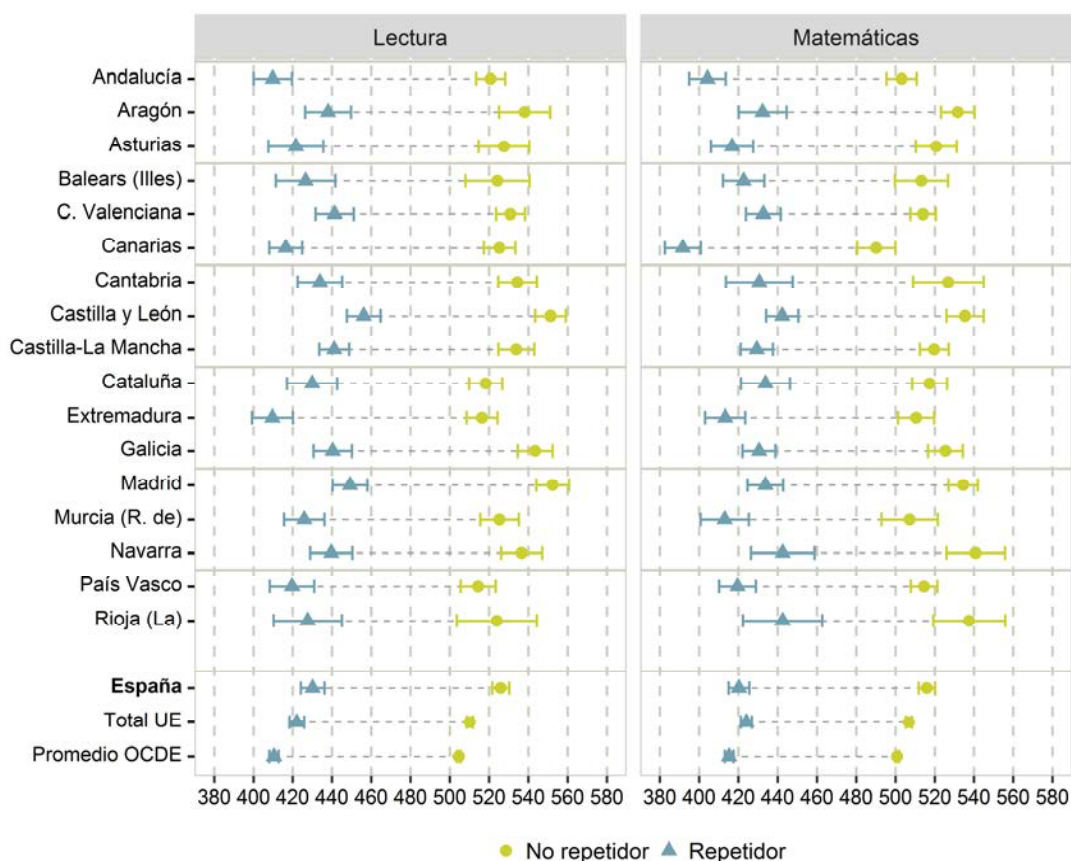


Con respecto a las competencias en lectura y matemáticas, vemos que también existe esa brecha en la puntuación entre alumnado repetidor y no repetidor. El alumnado no repetidor obtiene una puntuación mayor en lectura y en matemáticas que el promedio de la OCDE y el

total de la UE, aunque en el caso de las matemáticas es menor la diferencia. Por comunidades se observa que, tanto en lectura como en matemáticas, La Rioja muestra una dispersión de los datos bastante notable, lo que indica una alta variabilidad en el rendimiento de su alumnado. Precisamente La Rioja y la Comunidad Foral de Navarra muestran mayor puntuación media en matemáticas entre su alumnado no repetidor, aunque la dispersión de datos en esta última es menor.

En la Figura 3.9, se puede ver que en lectura en todas las comunidades españolas los alumnos que van con su curso obtienen una puntuación media superior al del resto de la UE y de la OCDE. No ocurre lo mismo con matemáticas, ya que Canarias tiene una puntuación menor que la UE y la OCDE y Andalucía no supera el total de la UE, pero, aun así, el resto de comunidades sí. Algo parecido ocurre con los alumnos repetidores, cuya puntuación se equipara o supera en la mayoría de las comunidades a la de la UE y de la OCDE, como ya se ha comentado antes.

Figura 3.9. Puntuación en lectura y matemáticas del alumnado repetidor y no repetidor



### Rendimiento de los alumnos y titularidad de los centros educativos

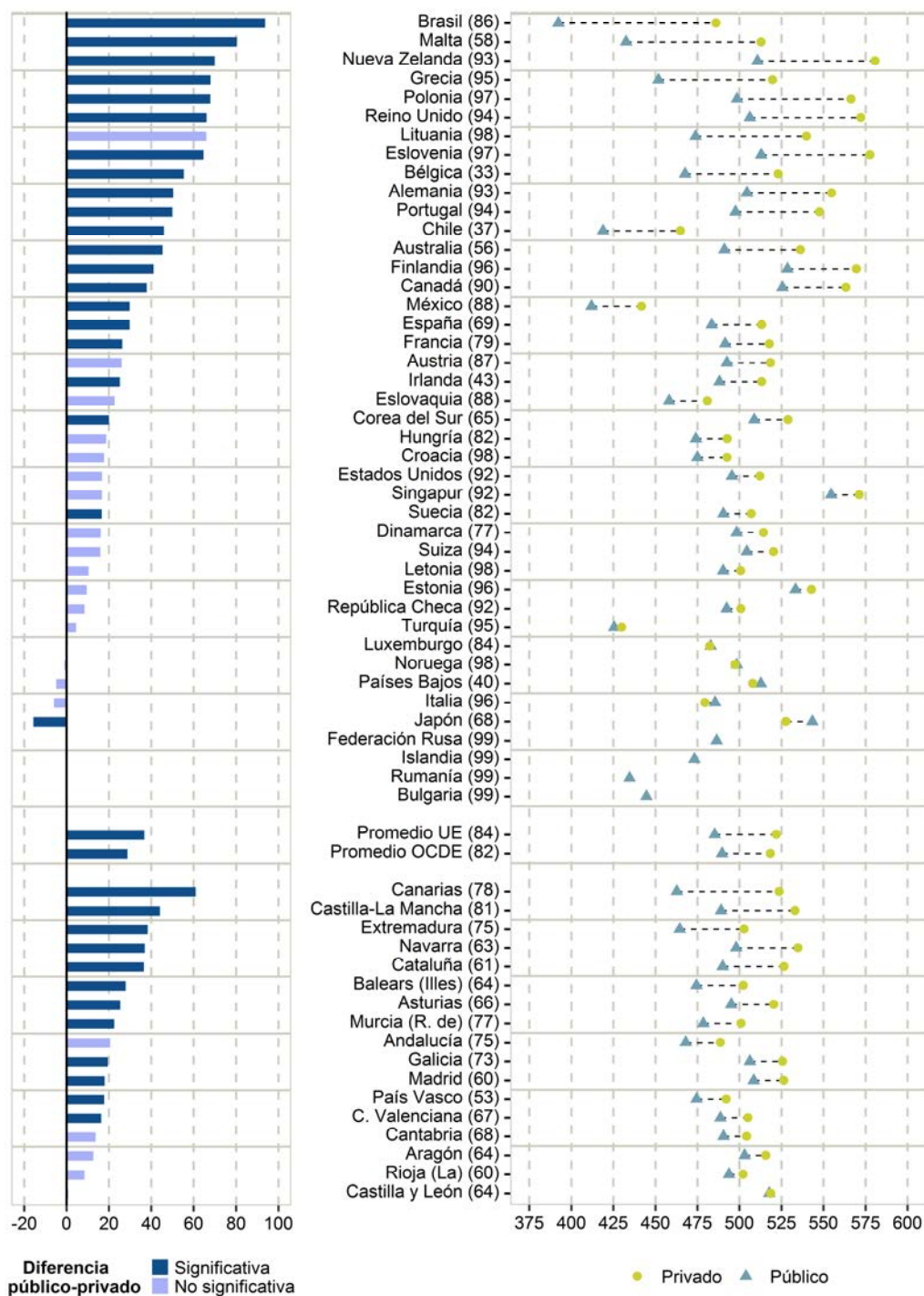
Se puede llevar a cabo un análisis de factores básicos que se asocian con las características de los centros educativos y definir su relación con el grado de adquisición de conocimientos y destrezas de los alumnos de 15 años. Esta información se extrae a partir del cuestionario cumplimentado por los directores de los centros, por lo que la subjetividad y el tamaño de la muestra son una de las principales limitaciones de este análisis.

La primera categoría de diferenciación de centros escolares se establece en función de su titularidad, lo que nos permite determinar tres categorías: centros públicos, centros concertados y privados en su totalidad. Como muestra la Figura 3.10, la distribución del tipo de centro educativo puede variar considerablemente de unos países a otros. En promedio en los países de la OCDE un 82% de los centros educativos son de titularidad pública, y cerca del 84% en el promedio de la UE. Singapur, país con la puntuación media más alta en las competencias PISA, cuenta con un 92% de centros públicos. En España, el 69% de los centros son públicos, porcentaje similar al de Japón, con un 68%. La comunidad autónoma con mayor porcentaje de centros públicos es Castilla-La Mancha, con un 81%, frente al 53% de centros públicos en el País Vasco.

En cuanto a la puntuación obtenida, la Figura 3.10 muestra la diferencia entre centros públicos y privados referente a la puntuación media obtenida en ciencias. En la mayoría de los países, son los centros privados los que obtienen la puntuación media más alta. En el promedio de países de la OCDE, la diferencia a favor de los centros privados es de 29 puntos y en la media de la UE, de 36 puntos. Brasil (94 puntos) y Malta (80) son los países, entre los seleccionados, donde se observa la mayor diferencia de puntuación entre centros públicos y privados. En España esta diferencia es de 30 puntos, lo que la sitúa dentro del promedio de la OCDE. En Japón, que cuenta con un porcentaje de centros públicos y privados similar al de España, los alumnos de centros públicos obtienen mayor puntuación media que la de centros privados, si bien la diferencia no es significativa.

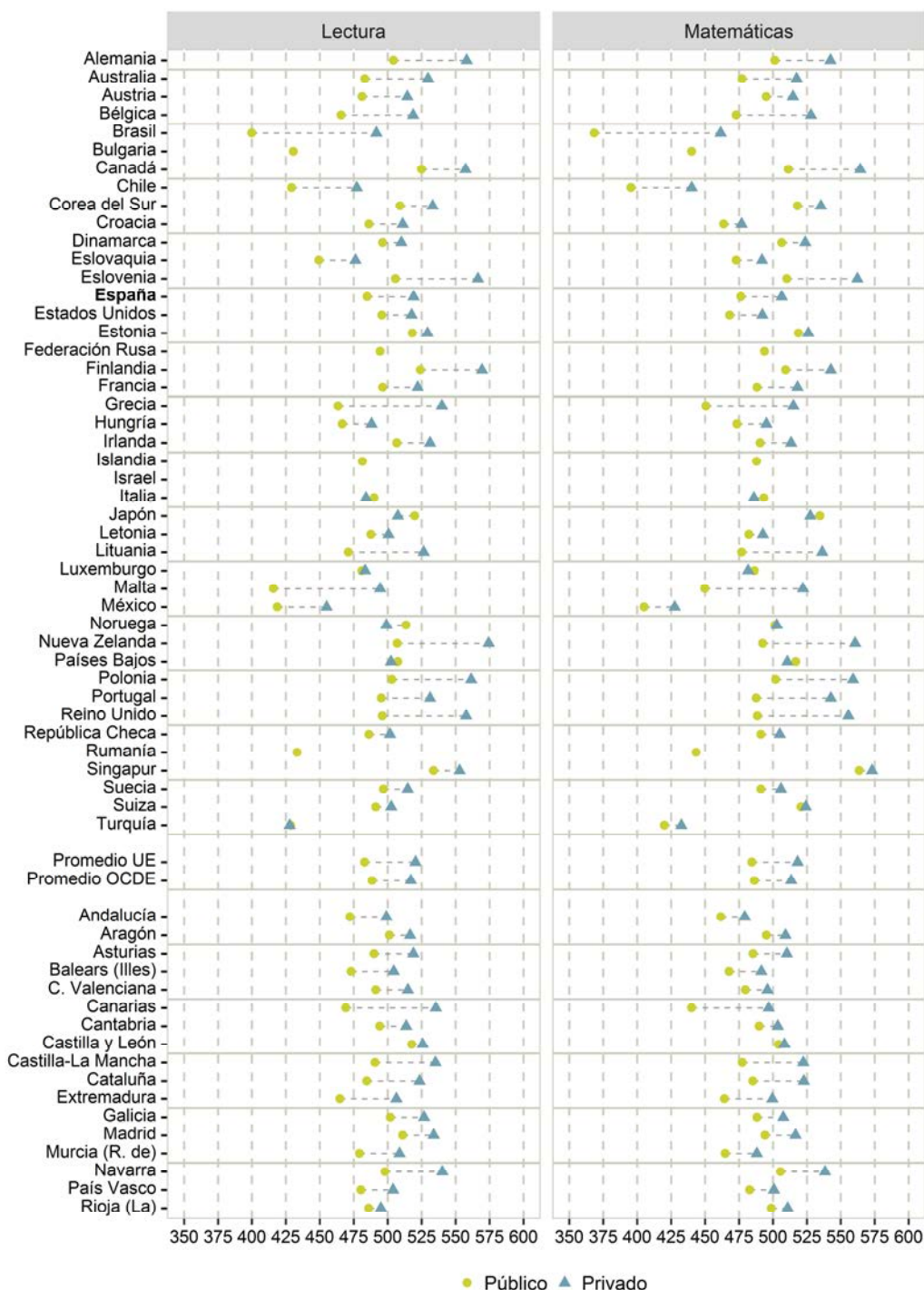
En el caso de España, la puntuación media en ciencias de los alumnos de centros privados es de 513 puntos y de 483 en la pública. Por comunidades autónomas, son Castilla-La Mancha y la Comunidad Foral de Navarra aquellas donde los centros privados obtienen mayor puntuación, con 533 y 534 respectivamente. Sin embargo, la diferencia no es tan notable como lo es en Canarias, con 60 puntos de diferencia entre ambos tipos de centros. Por el contrario, en Castilla y León esta diferencia es inapreciable, menor de 1 punto (518 la privada y 517 la pública). En esta región, la puntuación de los colegios públicos es la más alta con respecto al resto de comunidades, y se equipara a la de Canadá (525), Eslovenia (512), Países Bajos (512) y Nueva Zelanda (510). A Castilla y León le siguen la Comunidad de Madrid (508), Galicia (506) y Aragón (503).

Figura 3.10. Diferencia de puntuación entre centros públicos y privados y puntuación media estimada obtenida en ciencias en función de la titularidad de los centros educativos



Con respecto a las competencias en lectura y matemáticas, podemos ver una diferencia parecida en los distintos países que participan en PISA 2015. En la (Figura 3.11) se pueden observar las distintas puntuaciones obtenidas en España, la OCDE y la UE, así como en las distintas comunidades autónomas españolas.

Figura 3.11. Diferencia de puntuación entre centros públicos y privados y puntuación media en lectura y matemáticas en función de la titularidad de los centros educativos



Por un lado, en **lectura**, en el promedio de los países de la OCDE se obtiene una puntuación de 488,5 puntos en centros públicos y 517 en centros privados, con una diferencia de 28 puntos. Los márgenes son un poco mayores de media en la UE, con 520,5 en privados y 483 en públicos, y una diferencia de 37 puntos. España se encuentra con unos niveles parecidos a la UE, con una media de 519 en centros privados y 485 en centros públicos, y una diferencia entre ambos de 34 puntos. Entre comunidades autónomas, es la Comunidad Foral de Navarra



la que obtiene la puntuación más alta en centros privados con 540 puntos, y Castilla y León en centros públicos con 518. Son también en lectura Canarias y Castilla-La Mancha las comunidades que obtienen mayor y menor diferencia entre puntuaciones público-privado respectivamente.

Por otro lado, en **matemáticas**, la media de puntuación en la OCDE es de 486,5 para centros públicos y 513,5 para centros privados. En la UE ocurre algo parecido a lo mencionado en lectura: la media en centros públicos se sitúa en 485,5 y en centros privados, en 518. Por tanto, la diferencia es mayor que en la OCDE. En el caso de España, la diferencia público-privado es menor en matemáticas, con una diferencia de 30 puntos en favor de los centros privados. Los países donde mayor diferencia se produce entre centros públicos y privados son en Brasil con 93 puntos de diferencia, seguido de Malta y Nueva Zelanda con 72 y 68 puntos respectivamente. En cuanto a las comunidades autónomas, la diferencia más alta se produce en Canarias (57 puntos), muy por encima del resto de comunidades, y lejos de la observada en el promedio OCDE (27 puntos).

En la Figura 3.11, se puede ver también que los países en los que las puntuaciones medias de los centros públicos son mayores que en los privados son: Japón, Italia y Países Bajos tanto en lectura como en matemáticas, y en Noruega y Turquía, donde la diferencia es mayor en lectura, mientras que en Luxemburgo la diferencia es mayor en matemáticas.

### El índice de estatus socio-económico y cultural en PISA (ISEC)

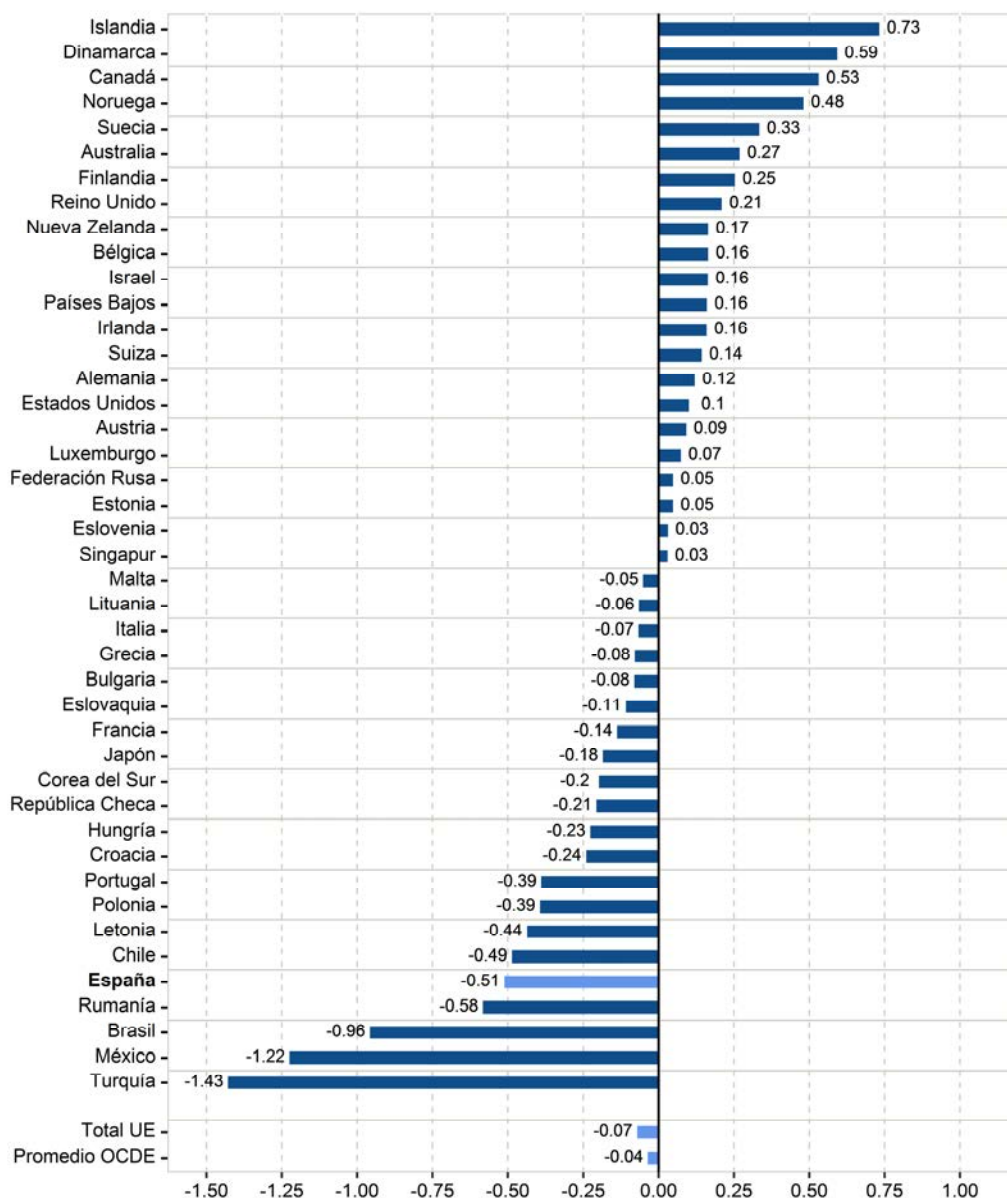
La relación entre el nivel socioeconómico y cultural de las familias y el rendimiento de los estudiantes se suele interpretar como una medida de equidad de los sistemas educativos, ya que una menor relación entre ellos puede implicar que los sistemas educativos reproduzcan en menor medida las diferencias existentes en el entorno social y familiar de los alumnos en el rendimiento educativo.

Para medir diversos aspectos del origen social y familiar de los alumnos se construye un Índice Social, Económico y Cultural (ESCS, en sus siglas en inglés, o ISEC, en sus siglas en español), que refleja la ocupación profesional y el nivel educativo de los padres, así como los recursos disponibles en el hogar, por ejemplo, el número de libros, que sigue siendo un indicador fiable para este propósito, o qué dispositivos digitales existen en casa, (ordenadores, portátiles o tabletas, ya que el caso de la posesión de teléfonos móviles está llegando a ser casi universal en la mayoría de los países participantes en PISA). Un sistema educativo se considera tanto más equitativo cuanto menor sea el impacto de la variación del ISEC del alumnado en su rendimiento educativo. Se consideran alumnos desfavorecidos socio-económicamente aquellos que se encuentran en el cuartil inferior del índice ISEC y se consideran socio-económicamente favorecidos los alumnos situados en el cuartil superior del índice ISEC de su país.

En la Figura 3.12 se representan los valores medios del ISEC de los países de la OCDE. El ISEC del conjunto de los países de la UE (-0,07) es muy próximo al del promedio de la OCDE (-0,04). Islandia es el país con el mayor nivel socioeconómico y cultural de las familias, con 0,73 puntos, bastante por encima del segundo mayor valor que corresponde a Dinamarca (0,59),

seguido de cerca por Canadá (0,53) y Noruega (0,48). En 19 países, el nivel socioeconómico y cultural es inferior al promedio OCDE. México y Turquía son los únicos países dentro del conjunto de países analizados en este informe cuyo ISEC se encuentra por debajo de -1, de modo que los alumnos de estos países aparecen como pertenecientes a los contextos socioeconómicos y culturales más desfavorecidos, dentro de nuestra selección PISA.

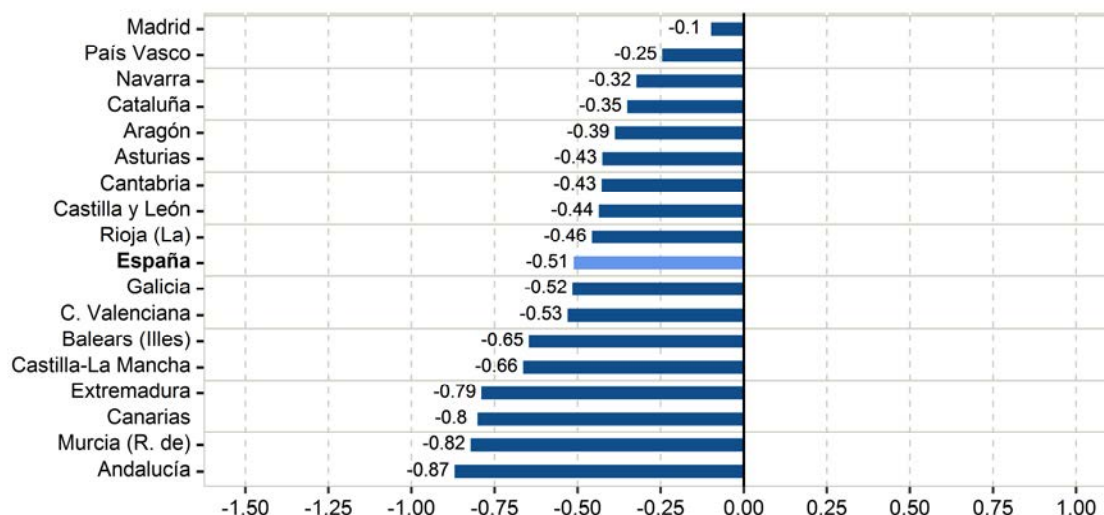
Figura 3.12. Valor promedio del ISEC de los países seleccionados en PISA 2015



En España, el ISEC de las familias de los alumnos equivale a -0,51, superior en 7 centésimas al de Rumanía y próximo al de Chile (-0,49). El ISEC de España resulta claramente inferior al promedio de países de la OCDE, así como al de los países vecinos: Francia (-0,14), Italia (-0,07), Grecia (-0,08) y Portugal (-0,39).

En la Figura 3.13 se muestra el ISEC de España, junto con el de las comunidades autónomas españolas. Como se puede ver, el valor del índice social, económico y cultural de cada una de ellas es inferior a 0 y va desde el -0,10 en la Comunidad de Madrid al -0,87 en Andalucía.

Figura 3.13. Valor promedio del ISEC de España y sus comunidades autónomas

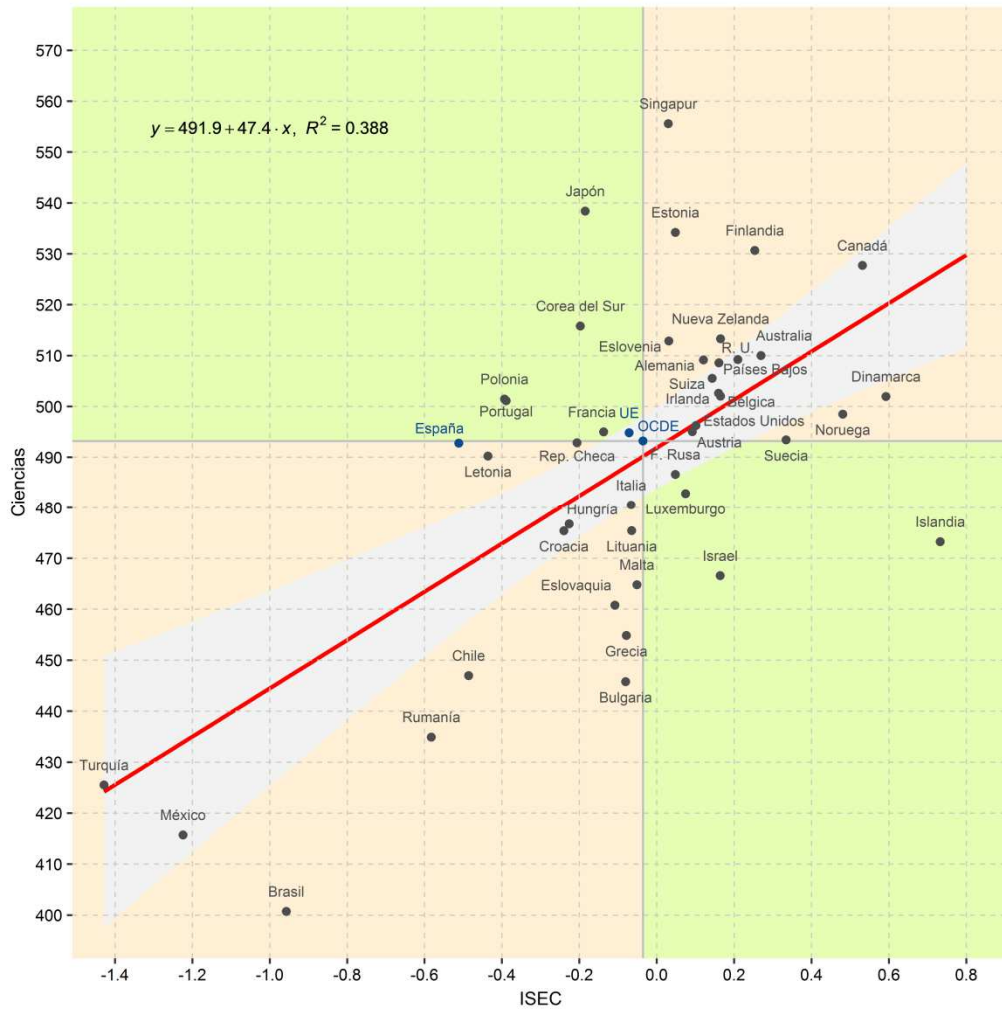


La influencia del ISEC en los resultados de los alumnos en el área de ciencias se muestra en las Figuras 3.14a y 3.14b. Como en todas las ediciones PISA hasta la actual, la correlación entre este índice y las puntuaciones medias en ciencias es positiva, es decir, a mayor valor del ISEC, mejores resultados. Más concretamente, la relación observada entre las puntuaciones medias en ciencias obtenidas por los países seleccionados y el valor medio de su índice social, económico y cultural muestra que este índice explica el 38,8% de la variabilidad en las puntuaciones medias obtenidas.

Existen casos en los que países con un ISEC relativamente bajo obtienen resultados muy próximos a los promedios de la Unión Europea y de la OCDE. Por ejemplo, España, Portugal, Polonia y Letonia. Asimismo, también existen casos extremos en los cuales no se cumple la correlación entre resultados e ISEC, como son Singapur, Japón e Islandia. En Singapur y Japón obtienen buenos resultados teniendo en cuenta el ISEC que se les supone, mientras Islandia, que aparece en el gráfico como uno de los países con mejor ISEC, consigue resultados por debajo de lo esperado.

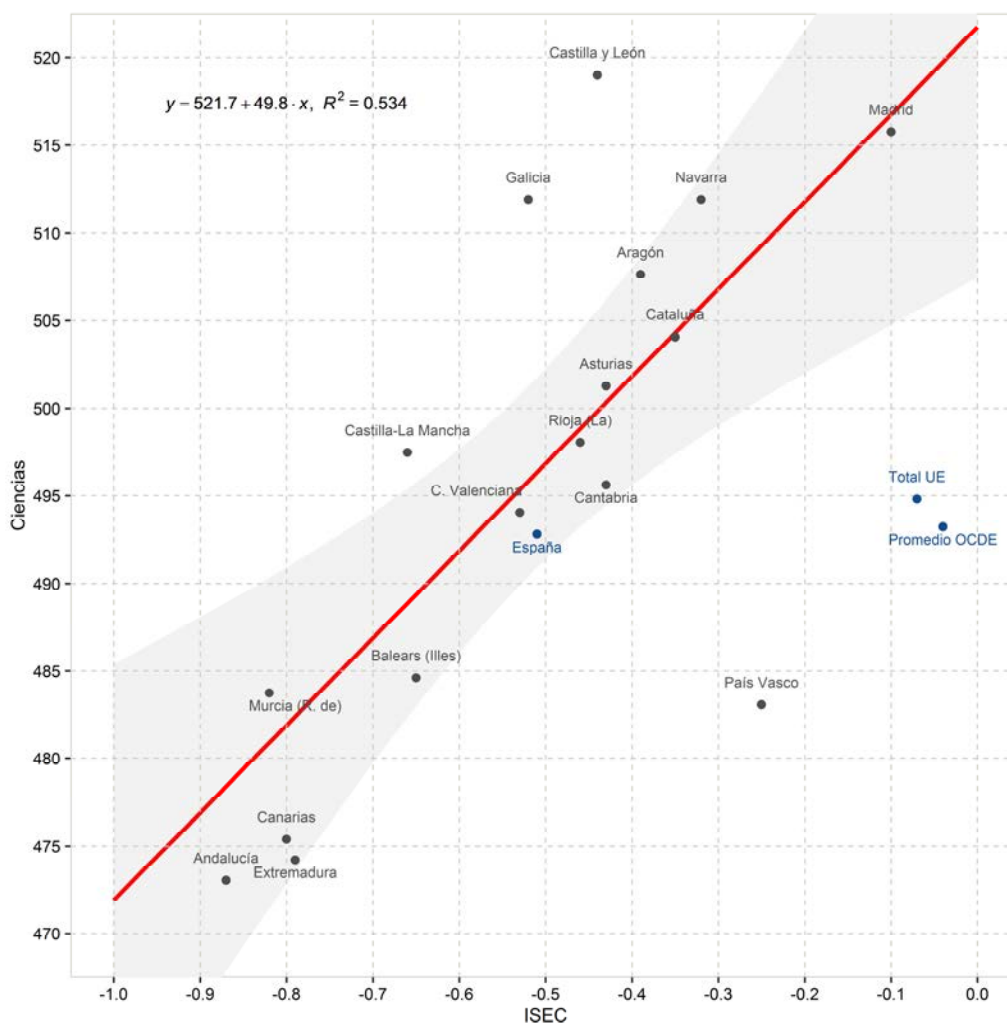
Los países incluidos en la banda del gris del gráfico obtienen puntuaciones dentro de lo esperado para su nivel de ISEC. En este sentido, y en el conjunto de países seleccionados, España obtiene una puntuación media en ciencias significativamente más alta que la esperada para su nivel de ISEC. Lo mismo ocurre con países como Singapur, Japón, Estonia o Finlandia, entre otros. Sin embargo, países como Suecia, Noruega, Dinamarca o Islandia obtienen puntuaciones medias en ciencias inferiores a las esperadas para su nivel de ISEC.

Figura 3.14a. Relación entre la puntuación media en ciencias de los países seleccionados y su ISEC



En el caso de las comunidades autónomas, se aprecia que más del 50% de la variabilidad observada en las puntuaciones medias en ciencias, obtenidas por las distintas comunidades, se explica a partir del índice social, económico y cultural de las mismas. En comunidades con un alto ISEC, como la Comunidad de Madrid, se obtienen mejores resultados que en comunidades menos favorecidas con respecto a este índice, como Andalucía. Por otro lado, en esta edición del estudio las comunidades de Castilla y León, Galicia y Castilla-La Mancha obtienen puntuaciones medias en ciencias significativamente más altas que las esperadas para su valor medio del ISEC, mientras que el País Vasco alcanza una puntuación media en ciencias significativamente más baja que la esperada para su nivel de ISEC. Los resultados del resto de comunidades están dentro de lo esperado para su nivel de ISEC.

Figura 3.14b. Relación entre la puntuación media en ciencias de las comunidades autónomas de España y su ISEC

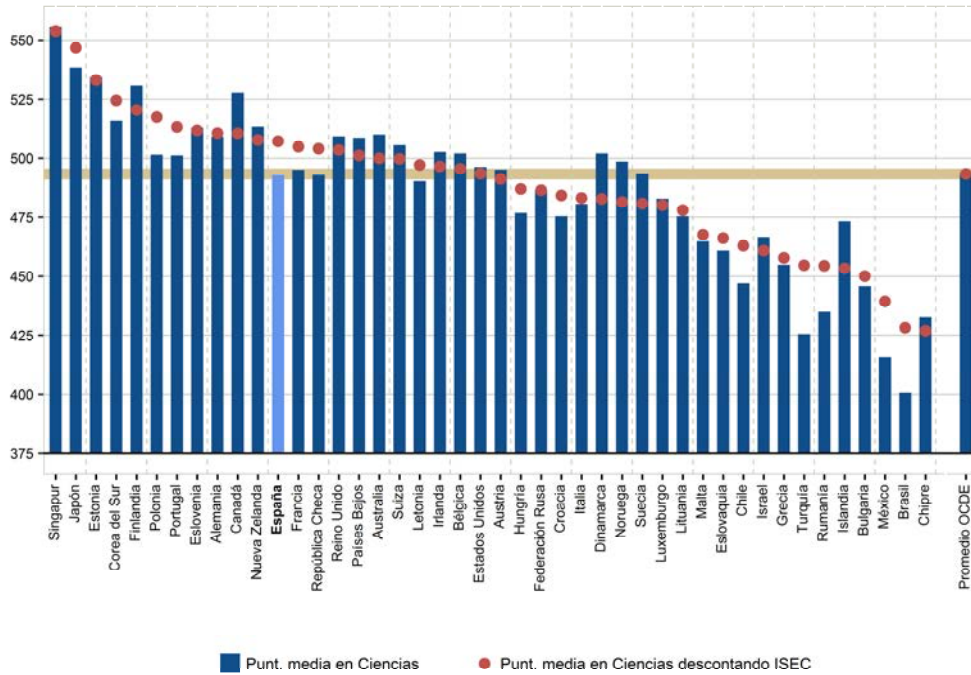


Resulta interesante observar los resultados en la prueba PISA descontando la influencia del índice social, económico y cultural, ya que de esa forma se igualarían, en cierto sentido, las condiciones de los estudiantes.

Si analizamos los resultados de ciencias descontando el impacto del ISEC, se debería obtener una visión más equitativa de los estudiantes en una situación ideal. Las Figuras 3.15 y 3.16, muestran dos gráficos en los que se comparan los resultados de los países por un lado y de las comunidades autónomas por otro.

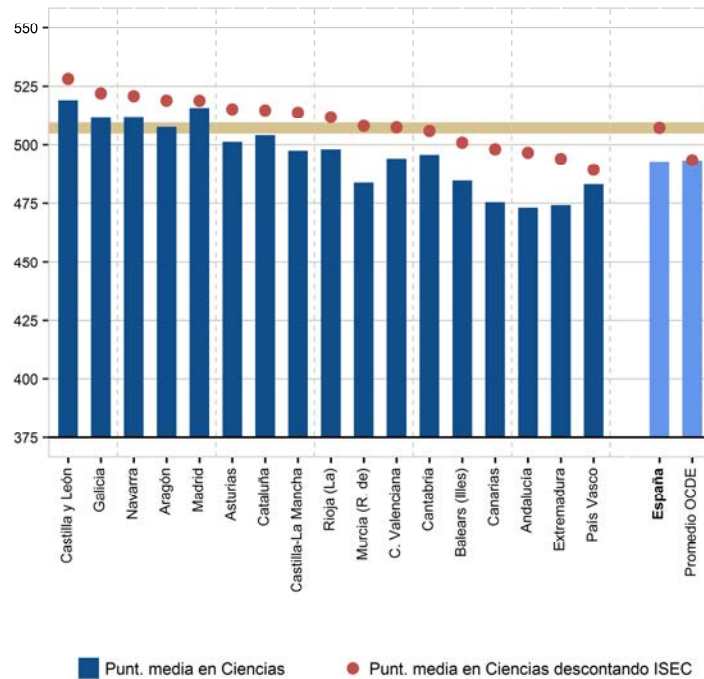
Estos gráficos confirman que el índice ISEC influye en gran medida en los resultados. Pese a que las diferencias entre los países se reducen, continúa habiendo distancias considerables entre las puntuaciones medias. En la Figura 3.15 se puede observar que la puntuación media de España alcanzaría los 507 puntos en ciencias, una vez descontado el efecto del ISEC; es decir, 14 puntos más que los resultados realmente obtenidos. Así, se situaría en los niveles de Francia (505), Nueva Zelanda (508), Canadá (511), Alemania (511), República Checa (504) o Reino Unido (503).

Figura 3.15. Puntuaciones medias en ciencias descontando el ISEC, por países



El ISEC influye también de manera importante en las puntuaciones medias en ciencias de las comunidades autónomas.

Figura 3.16. Puntuaciones medias en ciencias descontando el ISEC, por comunidades autónomas



Si se descuenta el efecto del ISEC, todas las comunidades autónomas ven incrementada su puntuación media. Los mayores aumentos se observan en Andalucía (24 puntos) que pasaría a tener 497 puntos, Región de Murcia (24 puntos), que pasaría a los 508 puntos y Canarias (23 puntos), que alcanzaría los 498 puntos. De esta manera, las tres comunidades se situarían en torno al promedio OCDE.

Por otro lado, los menores incrementos en la puntuación media en ciencias se dan en la Comunidad de Madrid (3 puntos), que llegaría a los 519 puntos; País Vasco (6 puntos), que alcanzaría los 489 puntos; Comunidad Foral de Navarra (9 puntos), que se situaría en los 521 puntos y Castilla y León (9 puntos), que pasaría a los 528 puntos de media en ciencias.

## Influencia del Índice Social Económico y Cultural en los resultados

Se puede medir el impacto que causa el índice social, económico y cultural en el rendimiento en ciencias de los estudiantes de 15 años de edad. Comparando los sistemas educativos de los distintos países, se considera más equitativo aquel en el que el incremento del ISEC cause menor variación en los resultados, puesto que un sistema se considera más equitativo si reproduce en menor medida el efecto del ISEC, garantizando así más igualdad de oportunidades para todos los alumnos.

La Figura 3.17 muestra el cambio que se produciría en el rendimiento de los alumnos de cada país y comunidad autónoma al incrementar una décima el ISEC. En el conjunto de países de la OCDE un incremento de 0,1 puntos ISEC, produciría un aumento de 3,9 puntos en la puntuación media de ciencias.

La influencia del ISEC y, por tanto, el nivel de equidad varía considerablemente entre los distintos países. Como puede verse en la Figura 3.17, México, con una puntuación media muy baja en ciencias, es el que presenta un mayor nivel de equidad de los países OCDE.

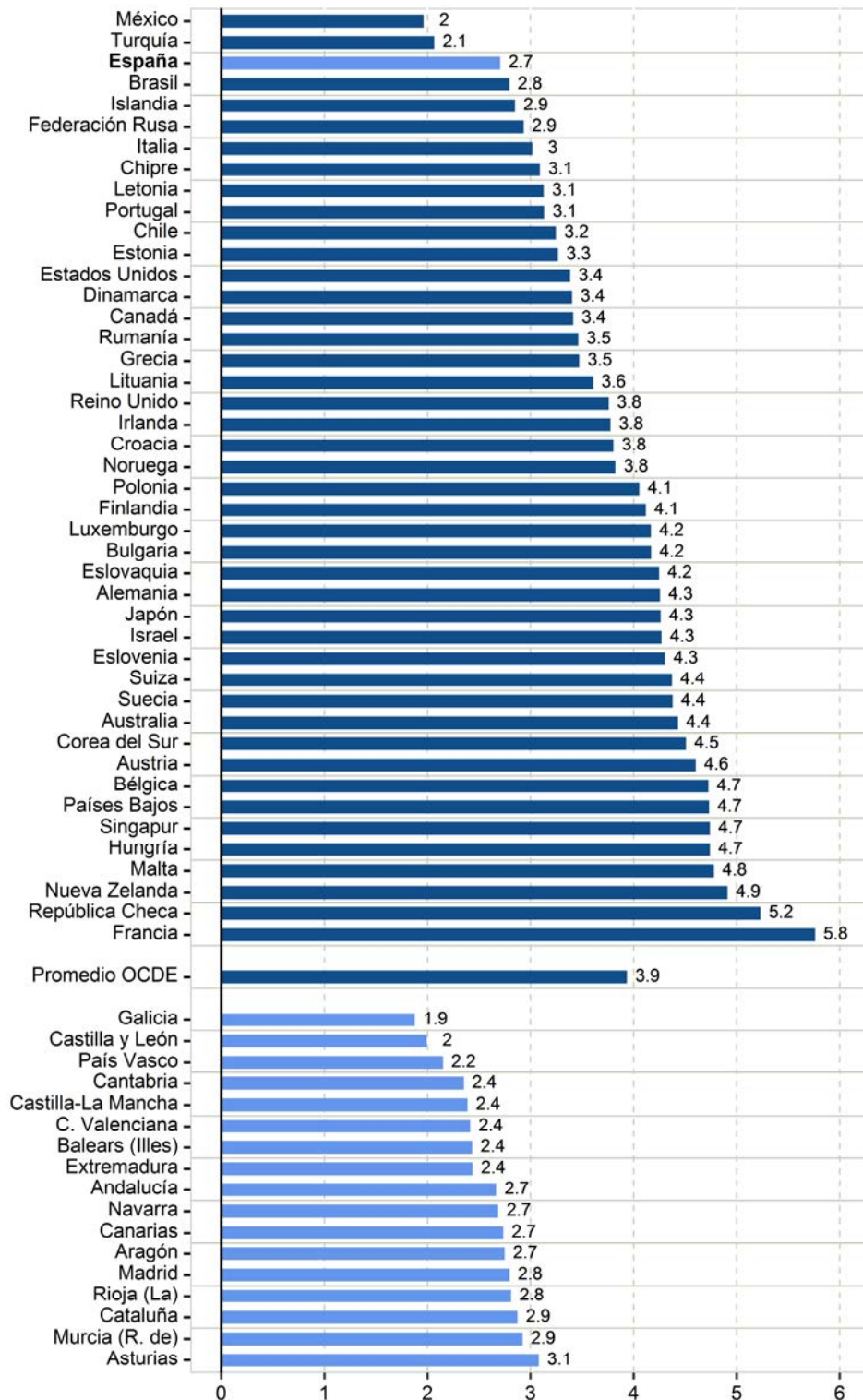
El impacto del ISEC en España (2,7 puntos/décima ISEC) la sitúa entre los países más equitativos de los seleccionados en este informe y el segundo más equitativo en el seno de la OCDE, cerca de países como Italia o Islandia. Entre los países en los que el ISEC tiene más influencia se pueden citar Francia (5,8 puntos/décima ISEC) y República Checa (5,2 puntos/décima ISEC), Nueva Zelanda (4,9 puntos/décima ISEC) y Malta (4,8 puntos/décima ISEC).

En todas las comunidades autónomas el impacto del ISEC es menor que el promedio OCDE. Galicia, Castilla y León y País Vasco son las comunidades en las que el ISEC tiene menor influencia en el rendimiento de los alumnos en ciencias. Los mayores impactos se observan en Principado de Asturias, Región de Murcia y Cataluña.

Combinando las informaciones de la influencia del ISEC y la proporcionada por el rendimiento en ciencias, no se observa una relación sistemática. Así, países con puntuaciones medias altas presentan niveles de equidad superiores al promedio OCDE, mientras que otros con puntuaciones también altas tienen niveles de equidad inferiores al promedio OCDE.

Es razonable pensar que un alto nivel de equidad combinado con puntuaciones medias altas es un reflejo de sistemas educativos de alta calidad.

Figura 3.17. Impacto del ISEC en las puntuaciones medias en ciencias de los países seleccionados y de las comunidades autónomas (puntos por décima de incremento en el ISEC)





## Relación de los resultados de los alumnos con el nivel de estudios de los padres

En este epígrafe se analiza la variación del rendimiento de los alumnos en las tres áreas evaluadas en PISA en función del estatus socioeconómico y cultural de los estudiantes, y más concretamente en función de los componentes del ISEC: el nivel de estudios de los padres, el número de libros en casa y posesiones en el hogar familiar (conexión a Internet, ordenador, libro electrónico).

Para analizar la relación entre los resultados de los alumnos en ciencias, lectura y matemáticas y el nivel educativo de sus padres, se han considerado cuatro categorías o niveles:

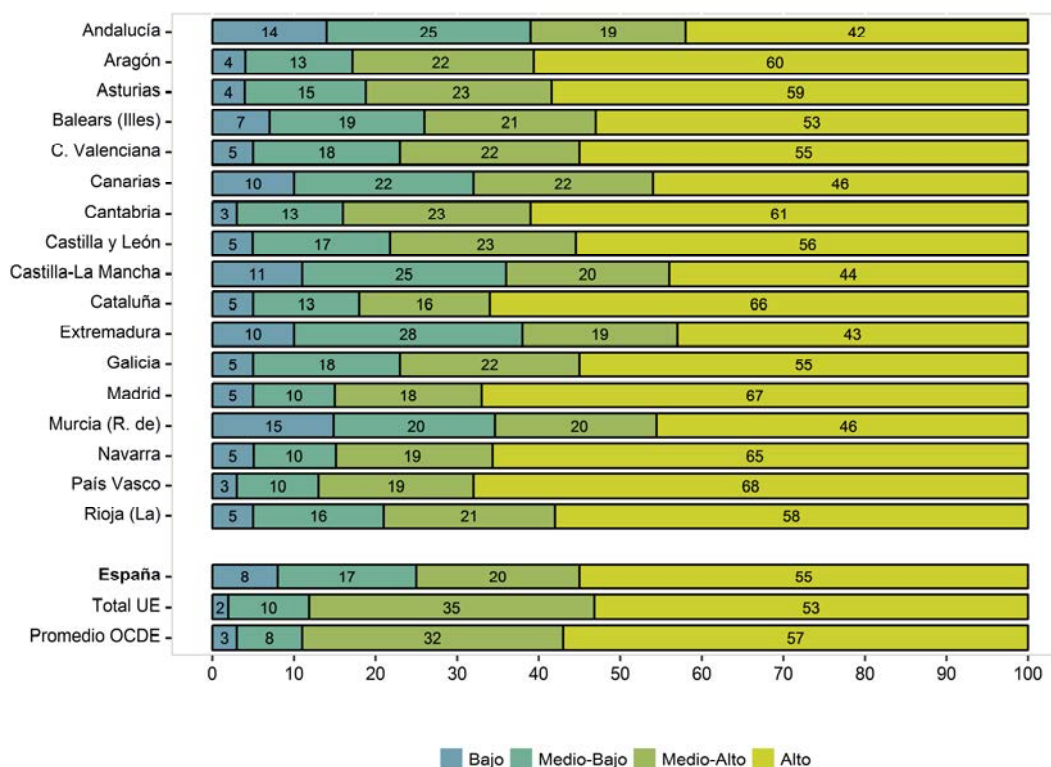
**Bajo:** el máximo nivel de estudios de los padres es el de Educación Primaria.

**Medio-bajo:** al menos uno de los padres ha culminado la Educación Secundaria Obligatoria.

**Medio-alto:** al menos uno de los padres ha culminado la Educación Secundaria Superior (Bachillerato o Formación Profesional de Grado Medio).

**Alto:** al menos uno de los padres ha culminado la Educación Terciaria (titulaciones universitarias o de Formación Profesional de Grado Superior).

Figura 3.18a. Proporciones de alumnos según el nivel educativo de los padres, por comunidades autónomas



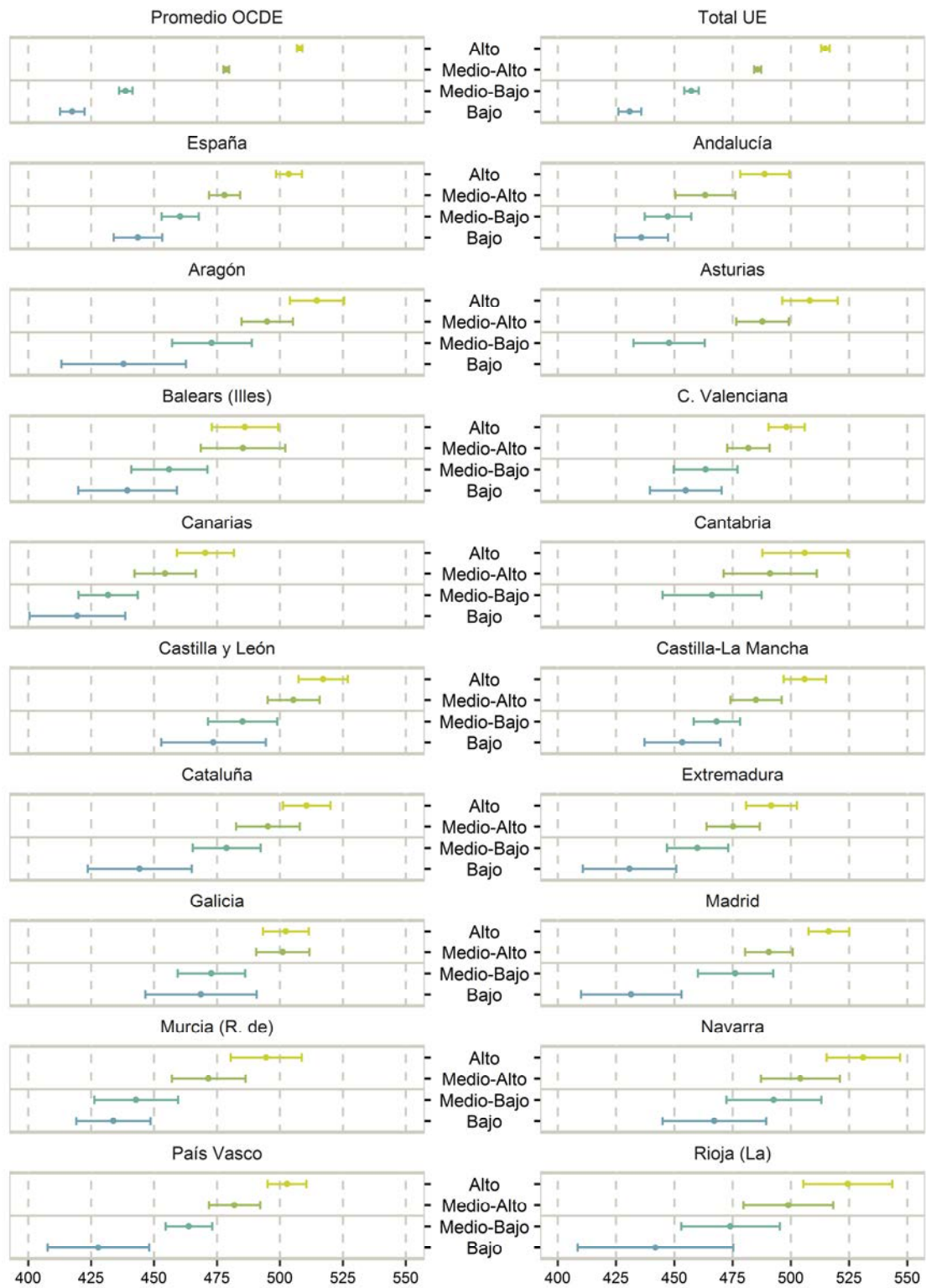
El nivel de estudios de los padres es el factor asociado que más se correlaciona con los resultados de los alumnos en PISA y eso sucede en las tres principales competencias evaluadas, así como en todas las ediciones del estudio, tanto en España como en el conjunto de los países de la OCDE y de la Unión Europea. En la Figura 3.18a se muestra el porcentaje de alumnos en cada una de las cuatro categorías de nivel educativo de los padres y en la Figura 3.18b, las puntuaciones medias obtenidas en ciencias.

Dentro de los países de la Unión Europea, España triplica el porcentaje de alumnos de 15 años cuyos padres tienen nivel educativo **bajo y medio-bajo** (25% frente a 12%). En cuanto al nivel educativo **alto**, la proporción de alumnos de España (55%) queda próxima a la de la OCDE (57%) y de la UE (53%).

En España el rendimiento medio de los alumnos cuyos padres tienen nivel educativo **bajo** es de 443 puntos en ciencias, 67 menos que los de nivel educativo **alto** (Figura 3.18b). En el promedio de países de la OCDE, la diferencia de las puntuaciones medias entre los niveles educativos alto y bajo de los padres alcanza los 96 puntos, y 84 puntos en el total de la UE. Esto quiere decir que los alumnos españoles cuyos padres tienen un nivel educativo alto obtienen resultados inferiores a los esperados si la variabilidad asociada a este factor fuera la misma en España que en la OCDE o en la UE.

La Figura 3.18b muestra también la puntuación media en cada una de las cuatro categorías para todas las comunidades autónomas, junto con el intervalo de confianza al 95%. Con este gráfico se pueden analizar las diferencias en el rendimiento medio de los alumnos de cada una de las cuatro categorías contempladas en esta variable. Además es posible efectuar comparaciones entre comunidades y de estas con el conjunto de España, el total UE y el promedio OCDE.

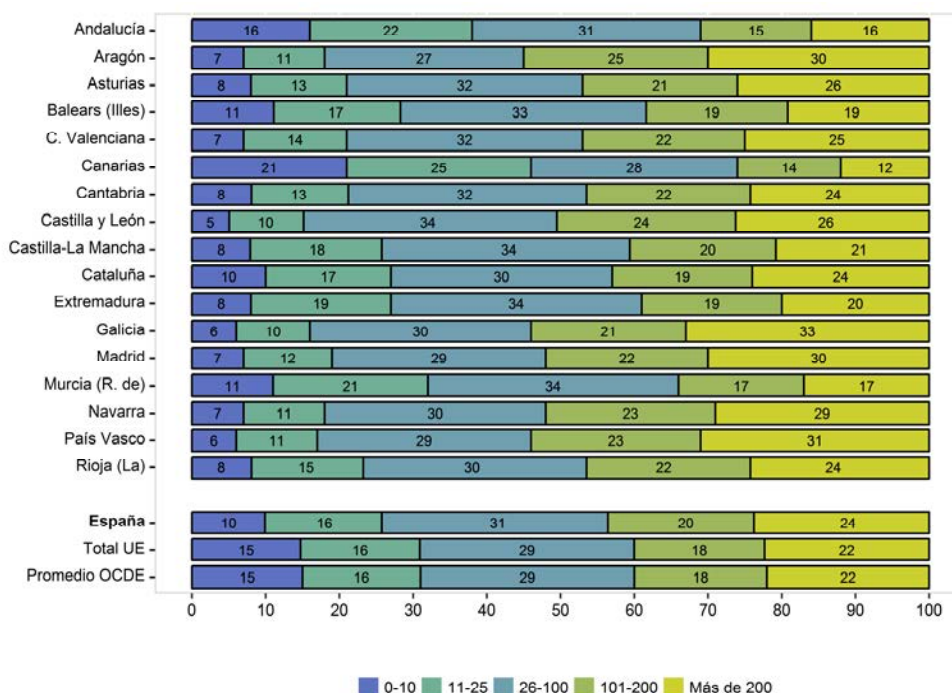
Figura 3.18b. Nivel educativo de los padres y rendimiento de los alumnos en ciencias en España y sus comunidades autónomas junto con el promedio OCDE y el total de la UE



## Libros en casa

La variable *número de libros en casa* se divide en 5 categorías, según la respuesta dada por el alumno acerca de la cantidad de libros disponibles en el hogar: [0, 10], [11, 25], [26, 100], [101, 200], [más de 200]. En la Figura 3.19 se muestra, por comunidades autónomas y medias nacionales y supranacionales, la distribución de los alumnos dependiendo del número de libros que declaran tener en el hogar familiar.

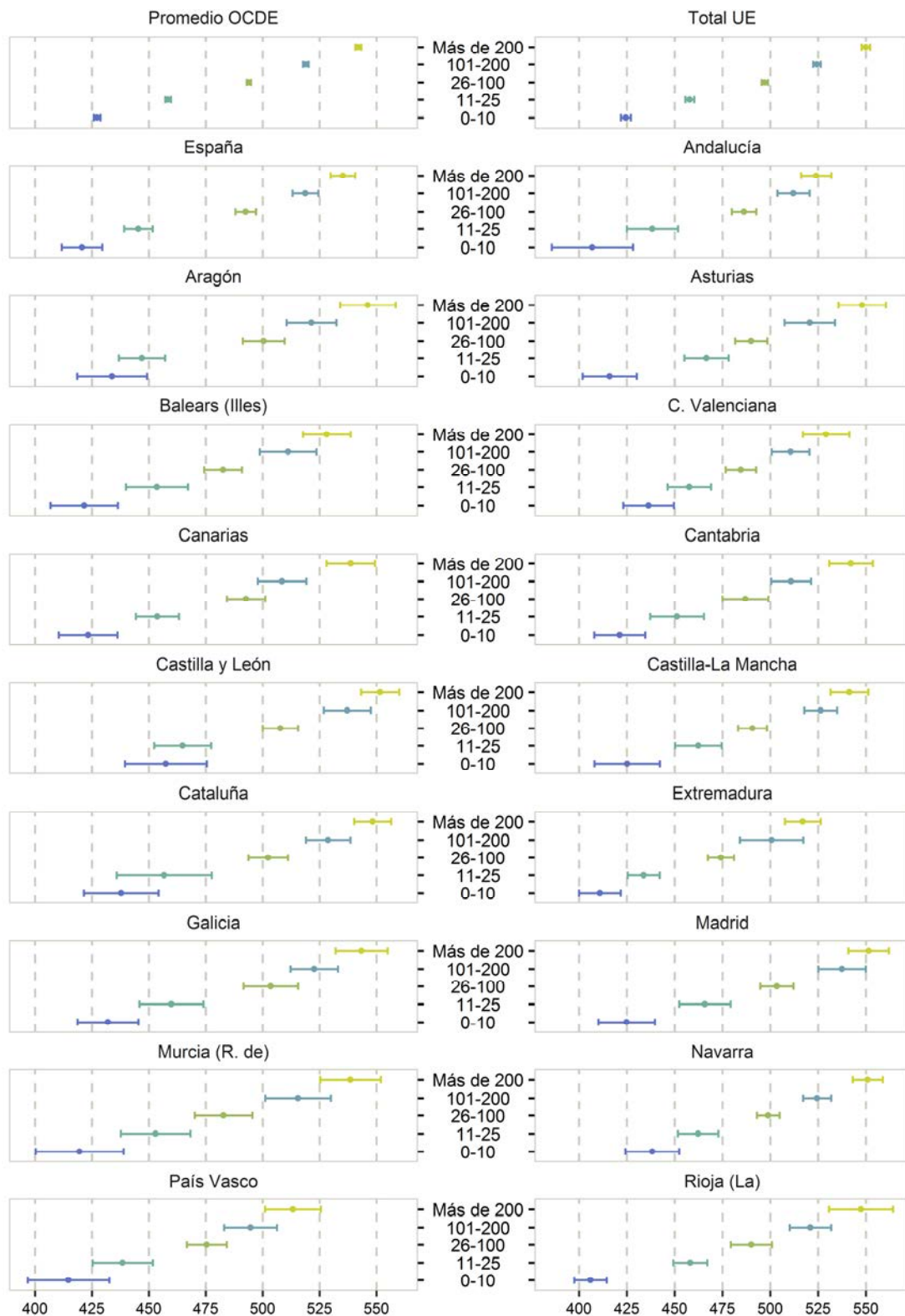
Figura 3.19. Porcentaje de alumnos según el número de libros en casa en España y las comunidades autónomas, junto con el promedio OCDE y el total UE



En todas las ediciones de PISA, desde 2000 a 2012, la variable sobre el número de libros en casa ha mostrado tener una relación positiva y significativa con los resultados de los alumnos. En 2015, PISA corrobora de nuevo que el número de libros en el hogar es un buen predictor del rendimiento en las tres áreas evaluadas, como se puede ver en las Figuras 3.20 y 3.21, aunque no se pueda establecer una relación causal directa. En estas dos figuras se muestra la distribución de los alumnos dependiendo del número de libros que declara tener en el hogar familiar, junto con las puntuaciones medias de los alumnos en cada una de las categorías, en cada comunidad autónoma. Se incluyen también las medias nacionales, europeas y de la OCDE.

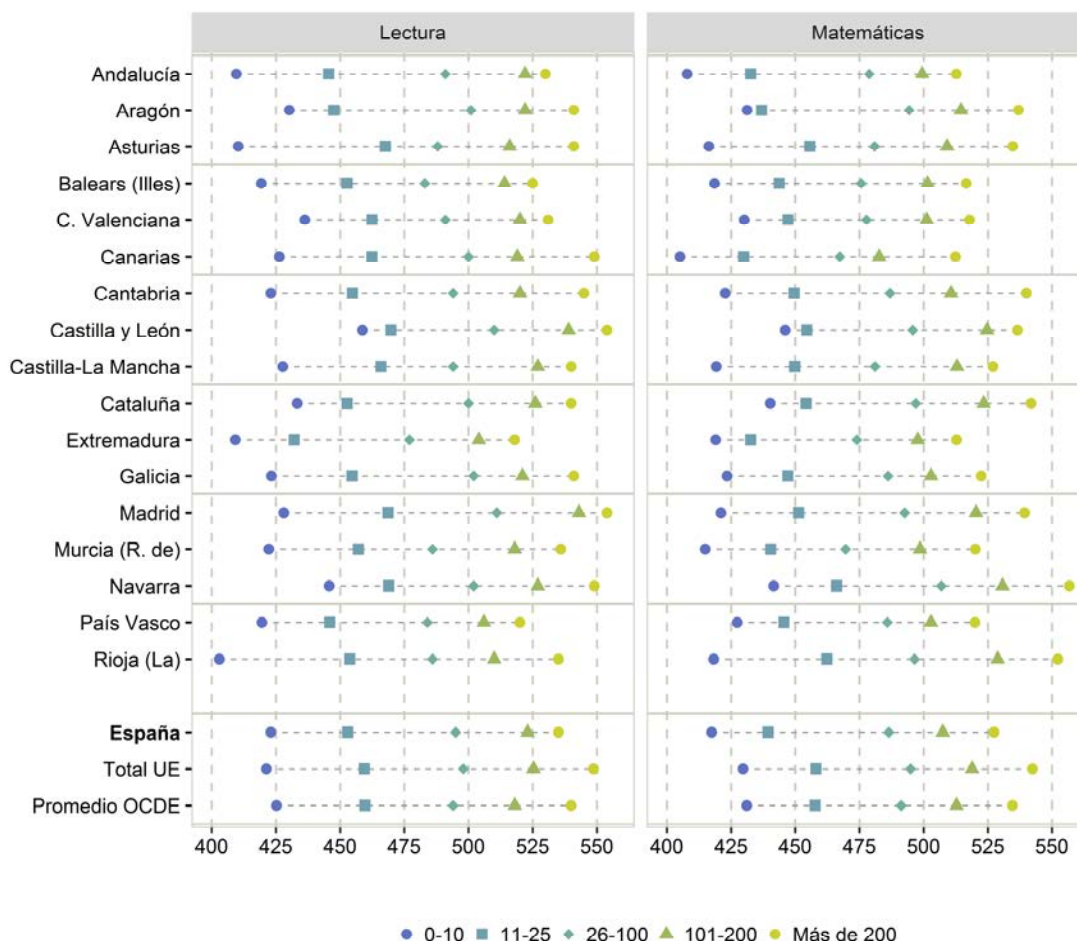
En España, los resultados muestran que los alumnos con un número de libros en casa igual o inferior a 10 obtienen en ciencias una puntuación media de 420,5 puntos, lo que los sitúa en el extremo inferior del nivel 2 de rendimiento. En cambio, si el número de libros de los que dispone el alumno supera los 200, su puntuación media aumenta hasta los 535 puntos, que se encuentra en el extremo superior del nivel 3 de rendimiento, con una diferencia de 115 puntos coincidiendo con la diferencia en la OCDE y próxima a la de la UE (113 puntos).

Figura 3.20. Número de libros en casa y rendimiento de los alumnos en ciencias en España y sus comunidades autónomas junto con el promedio OCDE y el total de la UE



La Figura 3.21 muestra las puntuaciones para lectura y matemáticas en relación con esta variable socio-cultural, y presenta una situación similar a la de ciencias, aunque con diferencias algo menores: 112 puntos en lectura y 110 puntos en matemáticas entre los alumnos con menor número de libros en el hogar y los que declaran tener más de 200 libros.

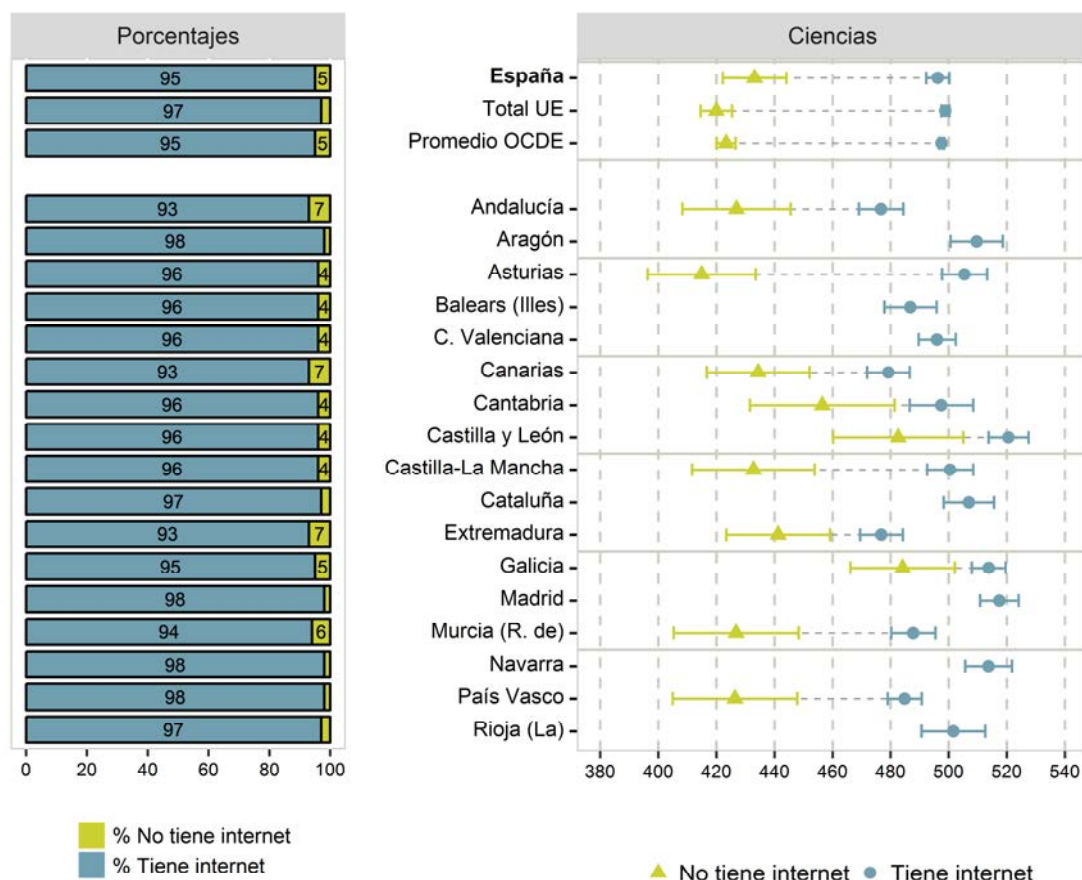
Figura 3.21. Relación del número de libros en casa, por comunidades y rendimiento de los alumnos en lectura y matemáticas



### Conexión a Internet en casa

Para la composición del ISEC, en un estudio longitudinal de poblaciones como es PISA, se ha hecho necesario incorporar variables que en un principio no tenían validez ‘universal’. Una de las más interesantes es la conexión a Internet en casa, por las consecuencias que puede tener para el estudio y el aprendizaje de los alumnos al final de su etapa de Educación Secundaria Obligatoria. En el total de la Unión Europea, el 97% de alumnos afirma tener conexión a Internet en casa. En España, el porcentaje es exactamente el mismo que para el conjunto de la OCDE, un 95%. Si lo contrastamos con los resultados del rendimiento en ciencias, según se refleja en la Figura 3.22, la tendencia es clara: la minoría de jóvenes españoles que dicen no tener conexión a Internet se corresponde con las menores puntuaciones medias en ciencias y esto ocurre en todas las comunidades autónomas.

Figura 3.22. Relación del rendimiento en ciencias con la conexión a Internet en casa

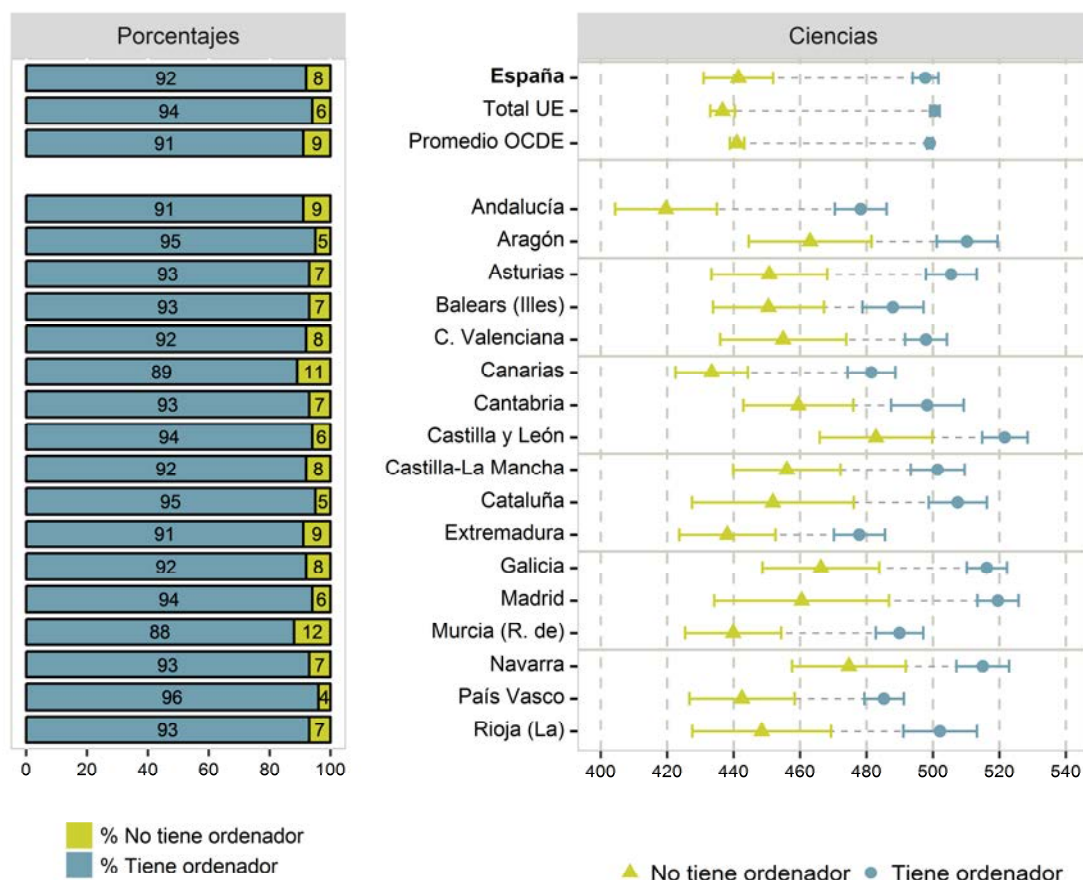


### Posesión de ordenador en casa

Junto a la conexión a Internet, el acceso y uso de ordenadores en casa se ha contado, ya desde varias ediciones anteriores, como una variable muy interesante para entender el contexto socio-económico y cultural de los alumnos. En la Figura 3.23 podemos apreciar que España ostenta un porcentaje muy parecido (92%) a los de la Unión Europea (94%) y la OCDE (91%), es decir, un acceso casi universal, pero no total. En España nos debería preocupar ese 8% de alumnos de 15 años que, al final de su educación obligatoria, dicen no disponer de un ordenador en casa.

En cuanto al rendimiento en ciencias, es fácil advertir que existe una relación entre la falta de ordenador en casa y los resultados, tanto en los parámetros internacionales como en el nacional y en los regionales: los alumnos que afirman no tener ordenador consiguen resultados inferiores a los de aquellos que dicen tenerlo.

Figura 3.23. Relación del rendimiento en ciencias con la posesión de ordenador en casa

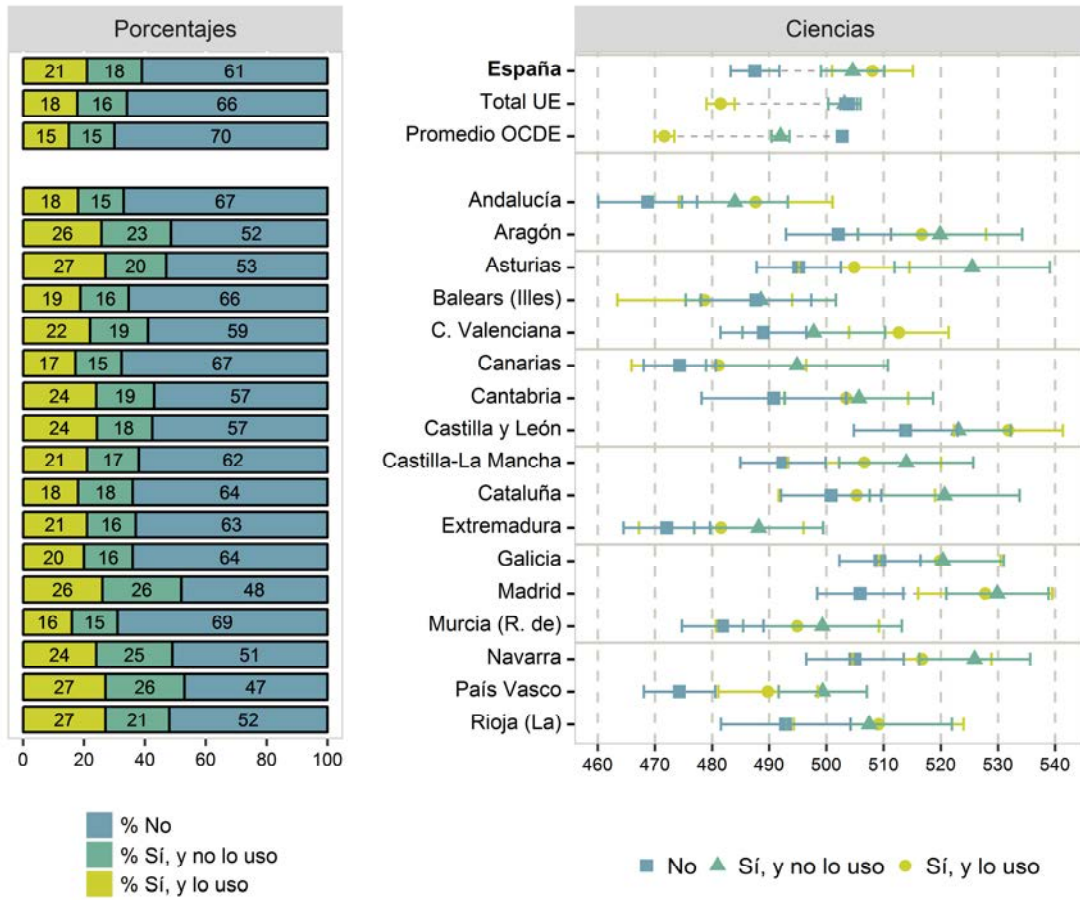


### Posesión y uso de libro electrónico en casa

En el caso de los alumnos que dicen tener un libro electrónico en casa, PISA pregunta para distinguir entre quienes dicen que lo tienen y lo usan, los que lo tienen, pero no lo usan, y los que no lo tienen (Figura 3.24). Según las respuestas de los alumnos, España muestra un grado mayor de posesión y uso de un libro electrónico (21%) que el total de la UE (18%) y el promedio OCDE (15%). Además, si vemos este resultado en relación con el rendimiento de los alumnos en ciencias, se observa una correlación positiva: a mayor posesión y uso del libro electrónico, mejores resultados en ciencias. Sin embargo, en la comparación internacional no aparece esa relación positiva, ni en la Unión Europea ni tampoco respecto a la OCDE, al contrario de lo que se podía ver en relación con tener o no ordenador.



Figura 3.24. Relación del rendimiento en ciencias con la posesión y uso del libro electrónico en casa





## Capítulo 4

# ACTITUDES Y DISPOSICIONES DE LOS ALUMNOS Y SU RENDIMIENTO EN CIENCIAS

En este capítulo se analizan determinadas actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, así como su nivel de compromiso con la misma, mediante las respuestas que estos han dado a las correspondientes preguntas de su cuestionario de contexto. Ni las actitudes ni el nivel de compromiso dependen exclusivamente de la personalidad de los estudiantes, sino que también se ven influidas por circunstancias personales, por las oportunidades que se faciliten a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias y, en definitiva, por el contexto social y personal que le rodea.

Este capítulo se centra en el interés, el gusto por las ciencias y otras actitudes y disposiciones que muestran los estudiantes en sus respuestas al cuestionario de contexto. Se examinan las diferencias en sus expectativas de carreras profesionales científicas, su motivación intrínseca y extrínseca para aprender sobre las ciencias, y la percepción que tienen los alumnos de sus propias capacidades en ciencias. Se analiza cómo ese conjunto de actitudes aparece asociado con sus expectativas de futuro académico y profesional en campos relativos a la ciencia y a la tecnología.

### Por qué son importantes las actitudes

Siguiendo la definición de competencia científica según PISA vista en el Capítulo 1, es necesario reconocer y analizar elementos afectivos, o no cognitivos, como las actitudes y disposiciones hacia la ciencia. Dependiendo de estas, el alumno tendrá y demostrará más o menos interés por el contenido, mantendrá su compromiso hacia cuestiones científicas, tanto teóricas como prácticas, y esto lo podrá motivar para actuar. Existe una larga discusión en PISA en torno al papel de las actitudes y cómo medirlas: mientras que en 2006 las actitudes se incluyeron en las preguntas cognitivas, en 2015 se han medido a través del cuestionario de contexto. El ser competente no es “un todo o nada”, sino una adquisición gradual en la que intervienen el conocimiento de y sobre la ciencia, y de las actitudes hacia la misma.

En los últimos años se advierte una preocupación creciente en todo el mundo sobre la insuficiente proporción de alumnos –especialmente de *alumnas*– que tienen intención de dedicarse a las ciencias en su futura profesión. Alimentar la motivación, el gusto y el interés por las ciencias, en esta edad al final de su educación secundaria obligatoria, cuando deben decidir qué rumbo tomar, puede reducir esa insuficiencia.

## Actitudes específicas ante las ciencias

En 2015, PISA investigó sobre una serie de actitudes y disposiciones de los estudiantes de educación secundaria respecto a la ciencia, que serán analizadas a continuación, y que se recogen en el Cuadro 4.1.

*Cuadro 4.1. Actitudes específicas hacia las ciencias en el cuestionario del alumno*

Interés por las ciencias	Motivación hacia las ciencias	Percepciones respecto a las ciencias
<b>Expectativas de carrera profesional:</b> variable categórica basada en las respuestas a la pregunta: ¿Qué clase de trabajo esperas ejercer cuando tengas 30 años?	<b>Motivación intrínseca: gusto por las ciencias,</b> índice construido a partir de las respuestas a preguntas sobre el gusto de hacer y aprender ciencia	<b>Autoeficacia:</b> índice basado en las respuestas a preguntas sobre la percepción de su capacidad para aplicar el conocimiento de las ciencias a situaciones reales de la vida, como interpretar noticias sobre ciencia o participar en discusiones sobre temas científicos
<b>Actividades escolares relativas a las ciencias:</b> índice construido a partir de las respuestas a preguntas sobre participación en distintas actividades	<b>Motivación intrínseca: interés sobre temas científicos,</b> como biosfera, el universo, la prevención de enfermedades, etc.	
	<b>Motivación extrínseca o instrumental:</b> índice construido a partir de las respuestas a preguntas sobre la utilidad de la ciencia escolar para sus carreras futuras	

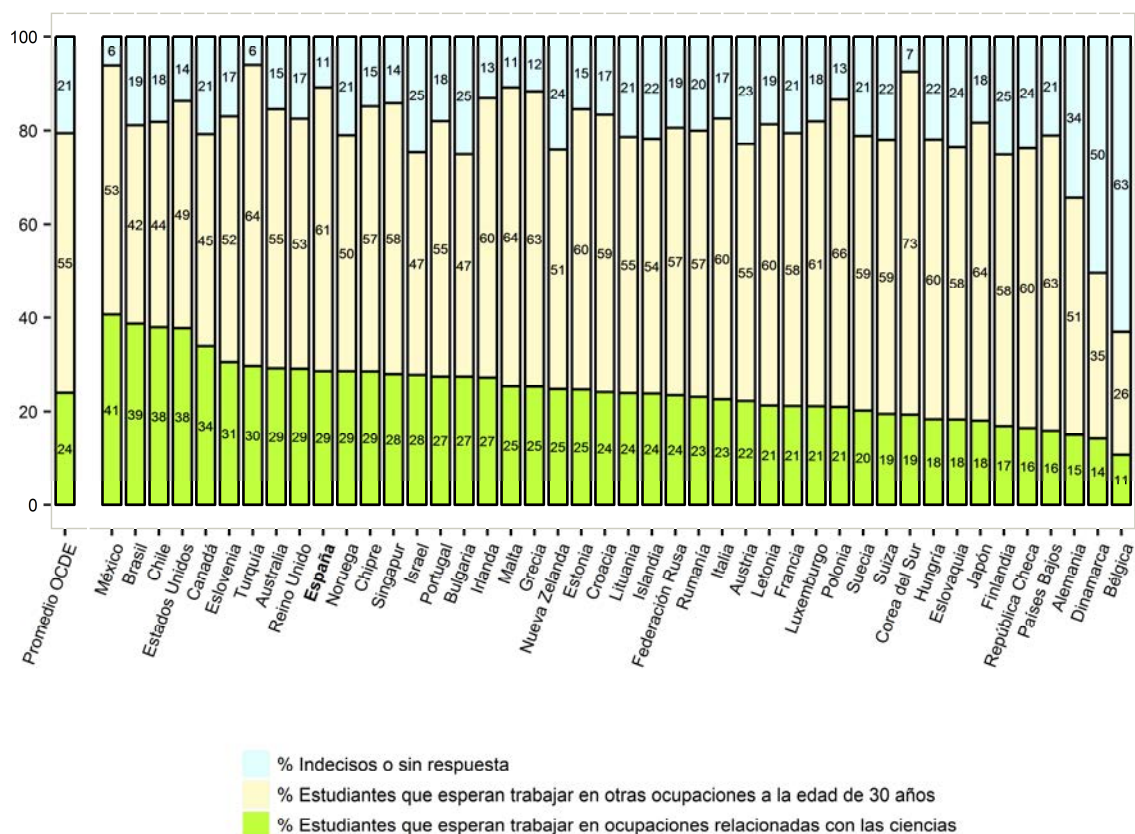
## Expectativas de trabajo en ocupaciones relacionadas con las ciencias

Al clasificar las respuestas de los estudiantes a la pregunta “¿Qué clase de trabajo esperas ejercer cuando tengas 30 años?”, se agruparon entre dos categorías: carreras relacionadas con las ciencias y carreras no relacionadas con las ciencias. Las primeras fueron codificadas según la clasificación ISCO-2008. Las carreras relacionadas con las ciencias a que hace alusión este informe incluyen las ciencias de la salud, la biología, la química, la física, las ciencias de la tierra y del espacio, la arquitectura, y todas las ingenierías, todas estas ramas tanto a nivel académico como técnico.

Como muestra la Figura 4.1<sup>a</sup>, una alta proporción de estudiantes de 15 años, aún no tiene decidido cuál será su futuro profesional, de modo que muchas de las respuestas fueron inclasificables, porque ofrecían información muy imprecisa, como “Un buen empleo”, “En un hospital”, o “No sé”. El análisis, pues, se ha centrado en las respuestas de los estudiantes con expectativas claras de trabajar en una ocupación relacionada con las ciencias. Para el resto de los alumnos, se ha distinguido entre los que esperan tener otra ocupación bien definida y los que respondieron de una manera imprecisa o, simplemente, no contestaron a la pregunta.

En la Figura 4.1a se puede ver que, de media en los países de la OCDE, casi un cuarto de los alumnos, 24%, indicó que esperaba trabajar en empleos relacionados con las ciencias. Más de la mitad, un 55,5%, afirmó que esperaba hacerlo en otro tipo de empleos, y un 20,5% proporcionó respuestas imprecisas o dejó la pregunta en blanco. En España, una cifra mayor aspiraba a carreras científicas y tecnológicas, un 28,6%, mientras que el 60,6% esperaba trabajar en ocupaciones no relacionadas con las ciencias.

Figura 4.1a. Expectativas de ocupaciones profesionales de los estudiantes

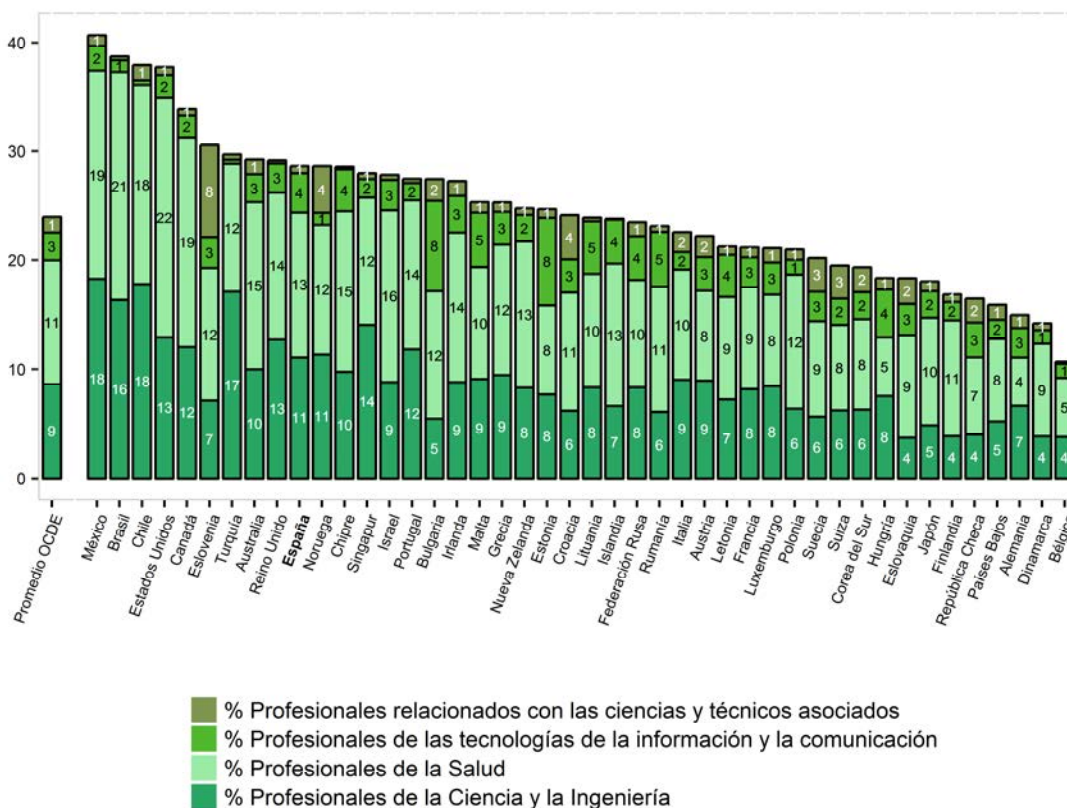


La proporción de estudiantes que espera desempeñar puestos de trabajo relacionados con las ciencias varía notablemente de unos países a otros. Los mayores porcentajes de aspirantes a trabajar en puestos relacionados con las ciencias se dan en México (40,7%), Brasil (38,8%), Chile (37,9%) y Estados Unidos (37,7%); mientras que los estudiantes que se deciden menos por las ocupaciones relacionadas con las ciencias son los de Bélgica (10,7%), Dinamarca (14,2%) y Alemania (15%).

Más específicamente, la distribución de estudiantes que esperan tener una ocupación relacionada con las ciencias puede verse en la Figura 4.1b. El 8,6 % de los estudiantes de los países de la OCDE (11,1% en España) espera trabajar como profesionales de la ciencia y la ingeniería (por ejemplo, ingenieros, arquitectos, físicos o astrónomos), el 11,4% (13,3% en España) espera trabajar como profesionales de la salud (médicos, enfermeros, veterinarios, fisioterapeutas, etc.), tan solo el 2,6% (3,6% en España) responde que se dedicará a las tecnologías de la información y de la comunicación (desarrollo y/o aplicaciones de programas)

y por último, un 1,4% (0,6% en España) esperan ser técnicos de las ciencias y tecnologías o profesionales asociados a las mismas (técnicos de telecomunicaciones o de electricidad-electrónica).

Figura 4.1b. Expectativas de ocupaciones profesionales específicas de las ciencias



Las expectativas de los estudiantes acerca de su futuro trabajo son reflejo, al menos en parte, de sus destrezas y de su devenir académico, así como de las oportunidades y el apoyo del que dispongan en su país o en su entorno más próximo. Por ello, la interpretación de las diferencias observadas en las expectativas de los estudiantes, tanto entre los países como dentro de cada uno de ellos, deben realizarse teniendo en cuenta sus características y particularidades, así como el apoyo que reciben los estudiantes por parte de las administraciones y de su entorno social, familiar y escolar.

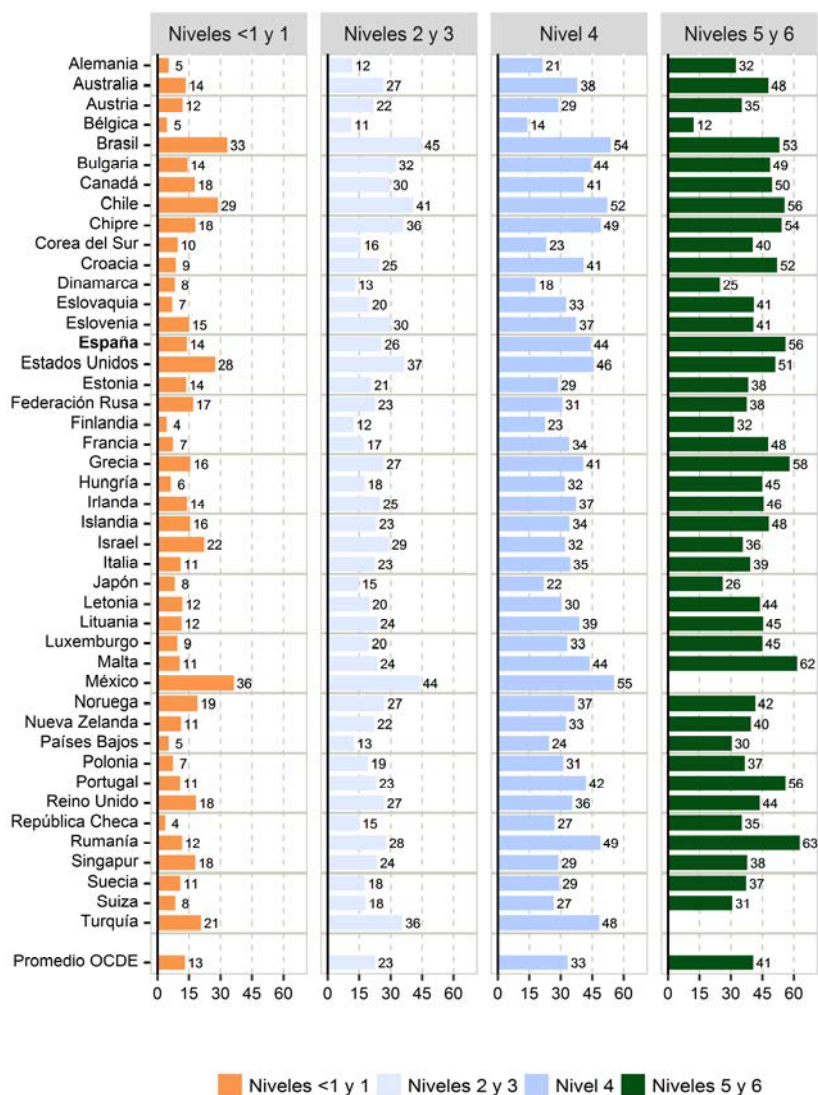
### Niveles de rendimiento y expectativas de los estudiantes

En casi todos los países, las expectativas de tener una ocupación en el ámbito de las ciencias están fuertemente relacionadas con los resultados obtenidos en ciencias. La Figura 4.1c muestra la proporción de estudiantes que aspira a tener una ocupación relacionada con las ciencias dependiendo del nivel o niveles de rendimiento que han obtenido en la escala de ciencias. Claramente, la proporción de estudiantes que espera trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias es más elevada entre los estudiantes de los niveles de rendimiento más alto.

En la media de países de la OCDE, solo el 13,1% de los estudiantes incluidos en niveles inferiores al 2 en la escala de ciencias esperan trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias. Entre los estudiantes de los niveles 2 o 3, ese porcentaje asciende ya al 22,7%, se incrementa hasta el 33,4% entre los que pertenecen al nivel 4 y llega al 40,7% entre los que se ubican en los niveles 5 o 6.

En España, esas proporciones muestran mayor diferencia que en el promedio OCDE. En efecto, el 56% de los estudiantes en los niveles más altos de la escala de ciencias espera tener una profesión relacionada con las ciencias, mientras que ese porcentaje es solo del 14% entre los estudiantes en los niveles más bajos de rendimiento (niveles 1 y menor que 1). En este sentido, en nuestro país se observan , diferencias importantes (y significativas) entre los que se encuentran en el nivel 4 y elegirán una profesión de ciencias (44,4%) y quienes se sitúan en los niveles 2 o 3 y esperan trabajar en ciencias (25,7%).

Figura 4.1c. Proporción de estudiantes que espera trabajar en profesiones relacionadas con las ciencias, en función de los niveles de rendimiento en ciencias

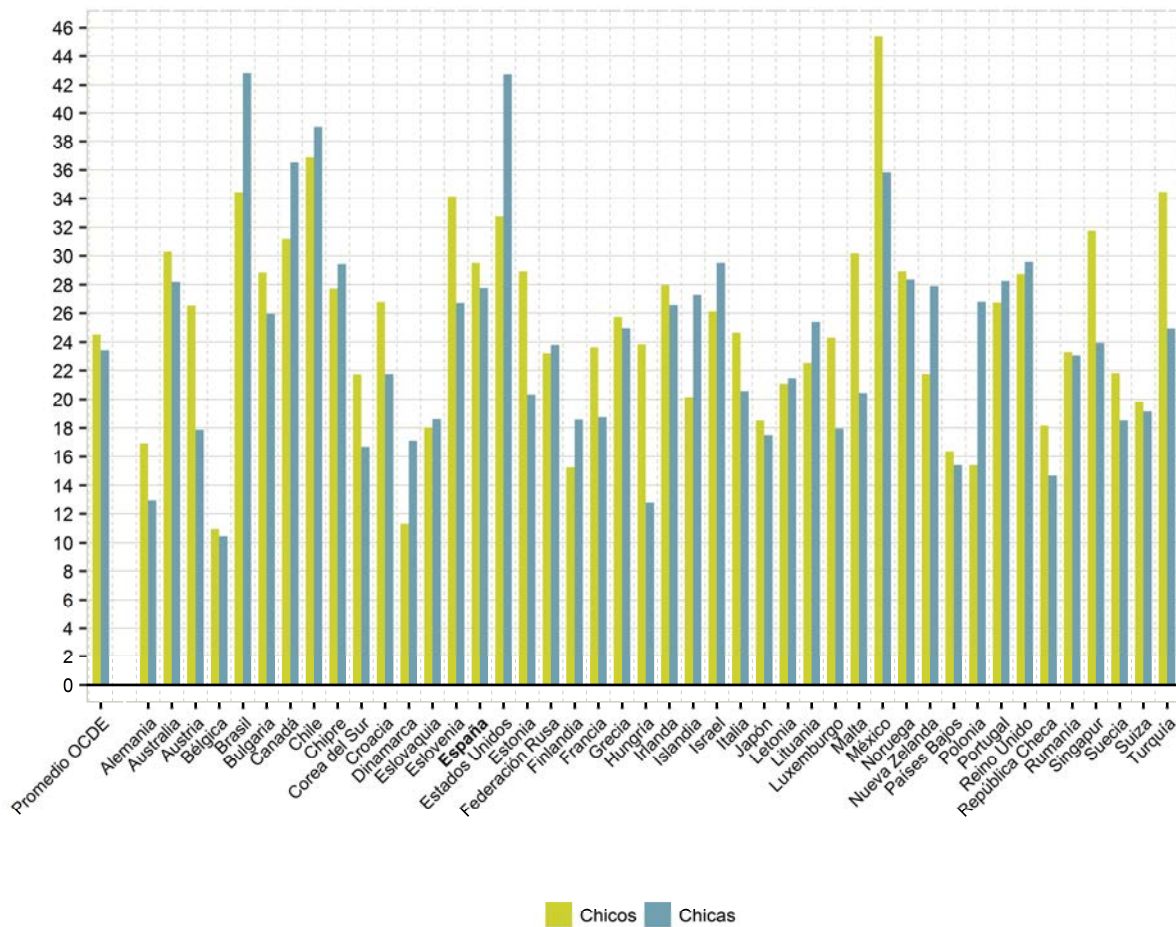


## Expectativas de trabajo de chicos y chicas en ocupaciones relacionadas con las ciencias

En el promedio del conjunto de países de la OCDE, los chicos (24,5%) y las chicas (23,4%) tienen aproximadamente las mismas expectativas de trabajar en ocupaciones relacionadas en general con las ciencias cuando tengan 30 años, una diferencia pequeña aunque estadísticamente significativa. En el caso de España la diferencia también es pequeña entre los chicos (29,5%) y las chicas (27,8%) y en este caso la diferencia no es significativa desde el punto de vista estadístico, debido al tamaño de la población en cada caso. No obstante, en algunos países esas diferencias sí que son notables. Por ejemplo, en Hungría, Malta, México y Turquía se observan las mayores diferencias a favor de los chicos, por encima de los 9,5 puntos porcentuales; mientras que Polonia (-11,4) y Estados Unidos (-10,0) presentan las diferencias más elevadas favorables a las chicas.

En la Figura 4.1d se puede observar la distribución, en cada país, de la proporción de chicos y chicas que esperan trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias.

Figura 4.1d. Proporción de chicas y chicos que espera trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias en general



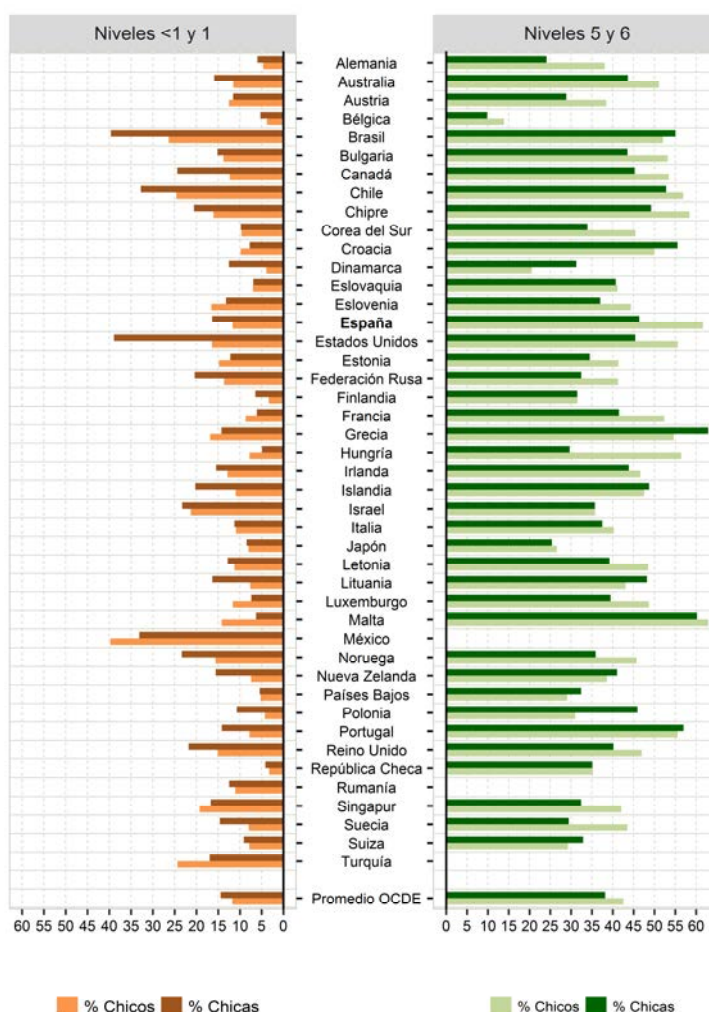


## Expectativas de trabajo de chicos y chicas en profesiones relacionadas con las ciencias según niveles de rendimiento en ciencias

Las expectativas de trabajar en profesiones relacionadas con las ciencias varían notablemente, dependiendo del nivel de rendimiento en la escala de ciencias (PISA 2015). La Figura 4.1e muestra que en España no solo hay menos proporción de chicas que chicos en los niveles 5 o 6 de ciencias, sino que, entre estos estudiantes, la proporción de chicas (46,3%) que espera trabajar en ciencias es bastante menor que la de los chicos (61,6%). En el promedio de países de la OCDE, entre los estudiantes de rendimiento más alto en ciencias (niveles 5, 6), también los chicos (42,6%) superan a las chicas (38,1%) en expectativas de trabajo relacionado con las ciencias.

Asimismo, en el promedio de los países de la OCDE, entre los estudiantes con rendimiento en los niveles inferiores de ciencias, las proporciones de chicas (14,4%) y chicos (11,8%) que esperan trabajar en ciencias no presentan diferencias significativas. En estos niveles, se observa una situación similar en España entre las chicas (16,4%) y los chicos (11,6%) en expectativas de trabajo relacionado con las ciencias.

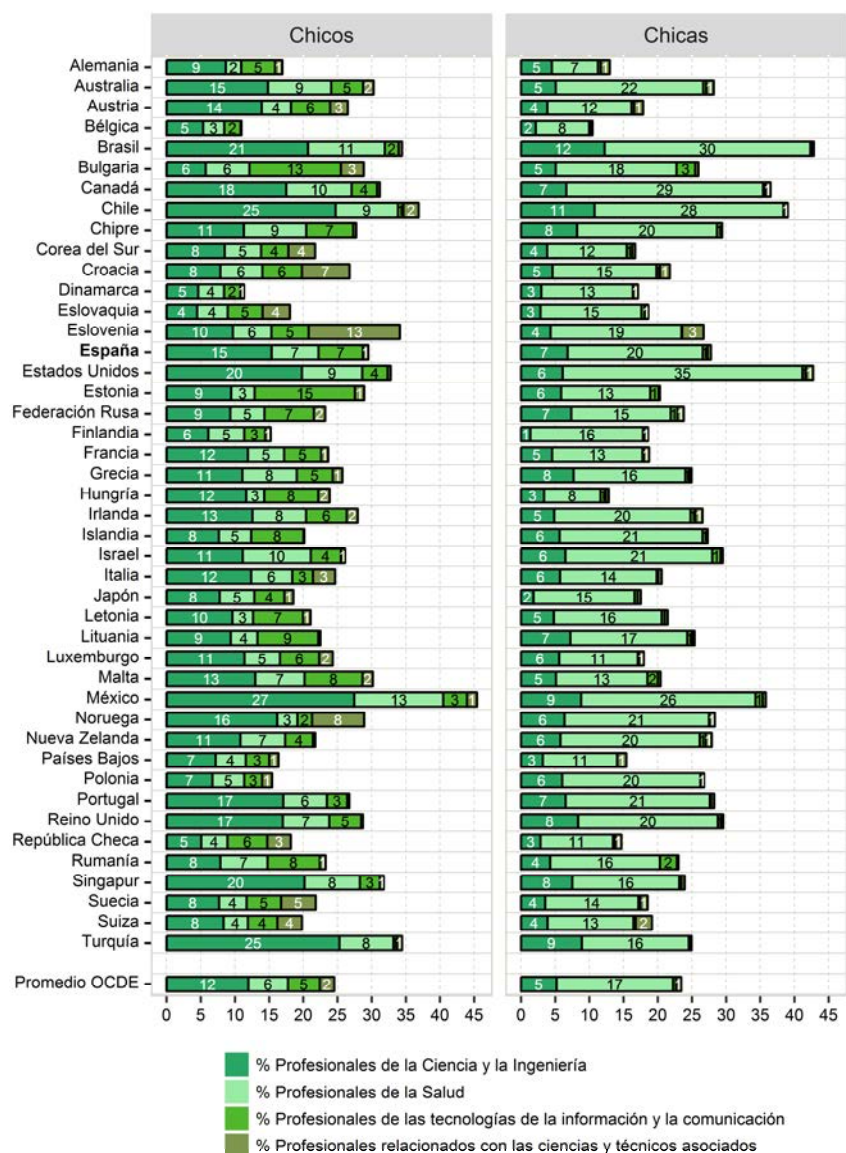
Figura 4.1e. Proporción de chicas y chicos que espera trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias, en función de los niveles de rendimiento (bajo rendimiento frente a alto rendimiento)



Además, las expectativas de ocupación en las distintas áreas de trabajo específicas de ciencias presentan diferencias apreciables entre los chicos y las chicas. En la Figura 4.1f se puede ver que en el promedio de países de la OCDE el 12% de los chicos espera trabajar en ocupaciones relacionadas con la *ciencia y la ingeniería*, mientras que en las chicas ese porcentaje es solo del 5,2%. En España, el 15,3% de los chicos espera poder trabajar en ciencia e ingeniería, proporción que se reduce a menos de la mitad en las chicas, (6,8%).

Sin embargo, las expectativas de trabajo en el área de *ciencias de la salud* son mucho más elevadas en las chicas (17%) que en los chicos (5,8%) en el promedio del conjunto de países de la OCDE. Esta diferencia es más acusada en España, donde el 19,8% de las chicas espera trabajar en ciencias de la salud, mientras que esa proporción es solo del 6,9% en los chicos.

Figura 4.1f. Proporción de chicas y chicos que espera trabajar en ocupaciones específicas relacionadas con las ciencias



También se observan claras diferencias entre chicos y chicas en las expectativas de trabajar en ocupaciones relacionadas con las *tecnologías de la información y la comunicación*. En este campo científico, esperan trabajar, en promedio de los países OCDE, el 4,7% de los chicos, porcentaje que no llega al 0,4% en el caso de las chicas. En España, se observa una situación parecida, ya que mientras que alrededor del 7% de los chicos espera trabajar en el campo de las tecnologías de la información y de la comunicación, no llega al 1% la proporción de chicas que las elegirían como carrera profesional.

En lo que se refiere a ocupaciones *relacionadas con las ciencias y técnicos asociados*, apenas el 2% de los chicos en el promedio OCDE espera trabajar en este campo, mientras que la proporción de chicas no llega al 1%. En España esas proporciones no llegan al 1% en ninguno de los dos grupos.

### Participación de los estudiantes en actividades científicas

En PISA 2015, se preguntó a los estudiantes por su participación en actividades relacionadas con las ciencias tanto dentro como fuera del centro educativo. Los estudiantes informaron de la frecuencia (a menudo, regularmente, algunas veces, nunca o casi nunca) con la que llevan a cabo determinadas actividades de tipo científico. En general, solo una pequeña proporción de estudiantes respondió que “a menudo” o “regularmente” participa en cualquiera de las 9 actividades propuestas (p. ej., ver programas sobre ciencia, leer libros sobre temas científicos, visitar sitios web sobre ciencia, etc.).

Con las respuestas obtenidas, se ha construido el *índice de participación en actividades científicas*. Valores altos del índice señalan que los estudiantes informaron de una participación frecuente o un mayor número de actividades desarrolladas.

La Figura 4.2a recoge los valores del índice de actividades científicas, ordenados de mayor a menor, en cada uno de los países seleccionados y las comunidades autónomas españolas, junto con los promedios de la OCDE y el total de la UE. La puntuación media *cero* corresponde al conjunto de los países participantes en PISA 2015. Los promedios en este índice para la OCDE (-0,02) y la UE (-0,02) reflejan que la participación en actividades científicas de los estudiantes de los países integrantes de estos organismos es ligerísimamente inferior a la del conjunto de países participantes en PISA 2015.

El país con un índice mayor de participación de los estudiantes en actividades científicas es Bulgaria (0,82), mientras que Japón (-0,57) es el que presenta un menor valor del índice entre los países seleccionados para el presente informe. En cuanto España (-0,2), sus estudiantes de 15 años, participan en menos actividades científicas que el promedio tanto de los países de la OCDE como del conjunto de alumnos de la UE. Todas las comunidades autónomas españolas presentan valores negativos de este indicador, siendo la Comunidad Foral de Navarra (-0,37) la que presenta un menor valor y Canarias (-0,11), la que obtiene el valor mayor para este índice.

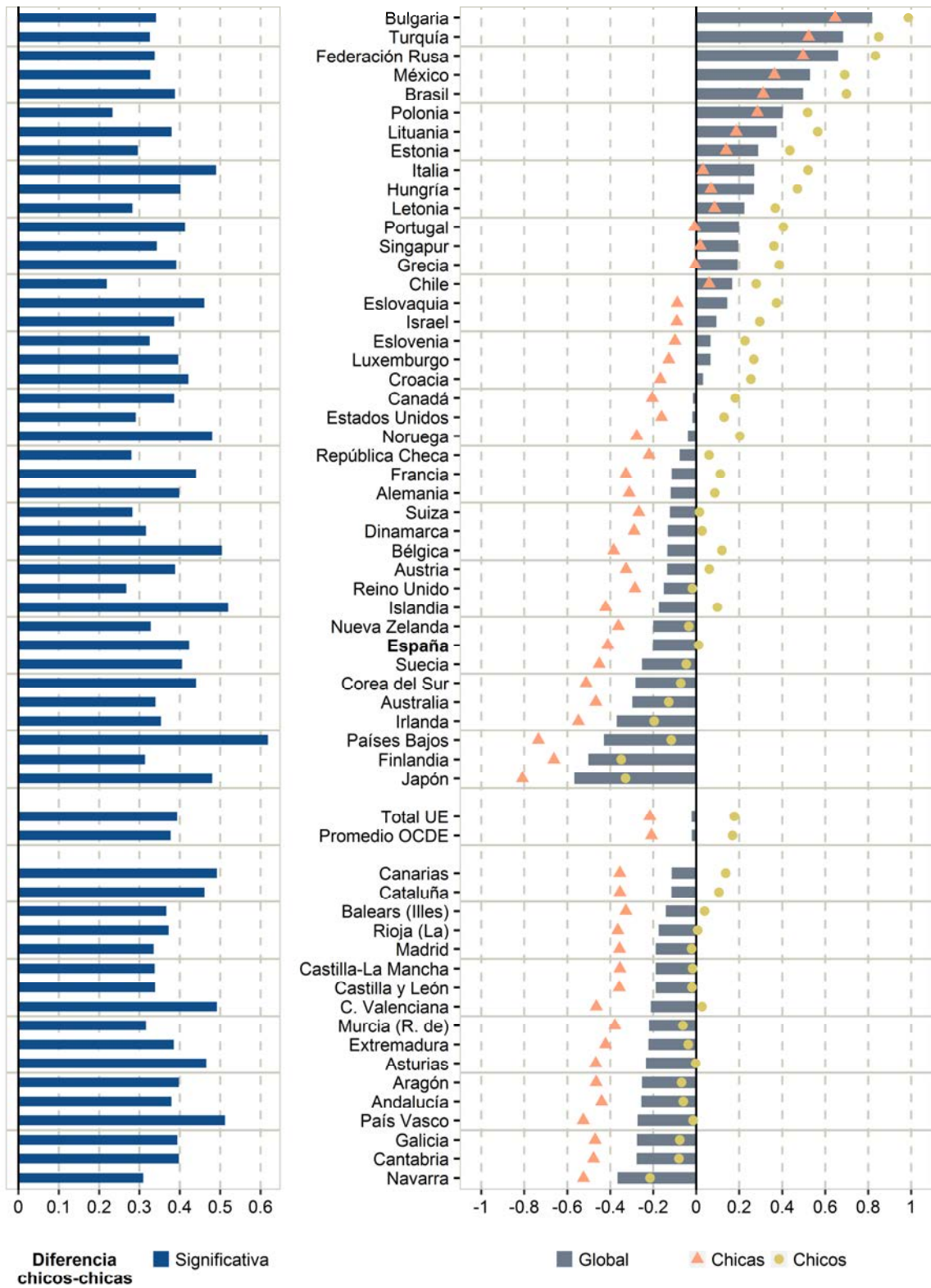
En la Figura 4.2a, se muestran también los valores del índice de participación en actividades científicas para chicos y chicas, los promedios OCDE y UE, en cada uno de los países seleccionados y en cada una de las comunidades autónomas. Además, se ha representado en

la Figura la diferencia entre chicos y chicas en el valor de este indicador. Como se puede apreciar, en todos los países los chicos participan con más frecuencia y en más actividades científicas que las chicas. En todos los países incluidos en este informe y en todas las comunidades autónomas españolas, las diferencias en el índice de participación en actividades científicas son estadísticamente significativas a favor de los chicos.

La diferencia chicos-chicas en la media de los estudiantes de la UE (0,39) es similar al promedio de países de la OCDE (0,38). En el conjunto de países analizados, el que presenta la mayor diferencia de participación en actividades científicas entre chicos y chicas es Países Bajos (0,62), mientras que en Chile (0,22) es donde esa diferencia es menor.

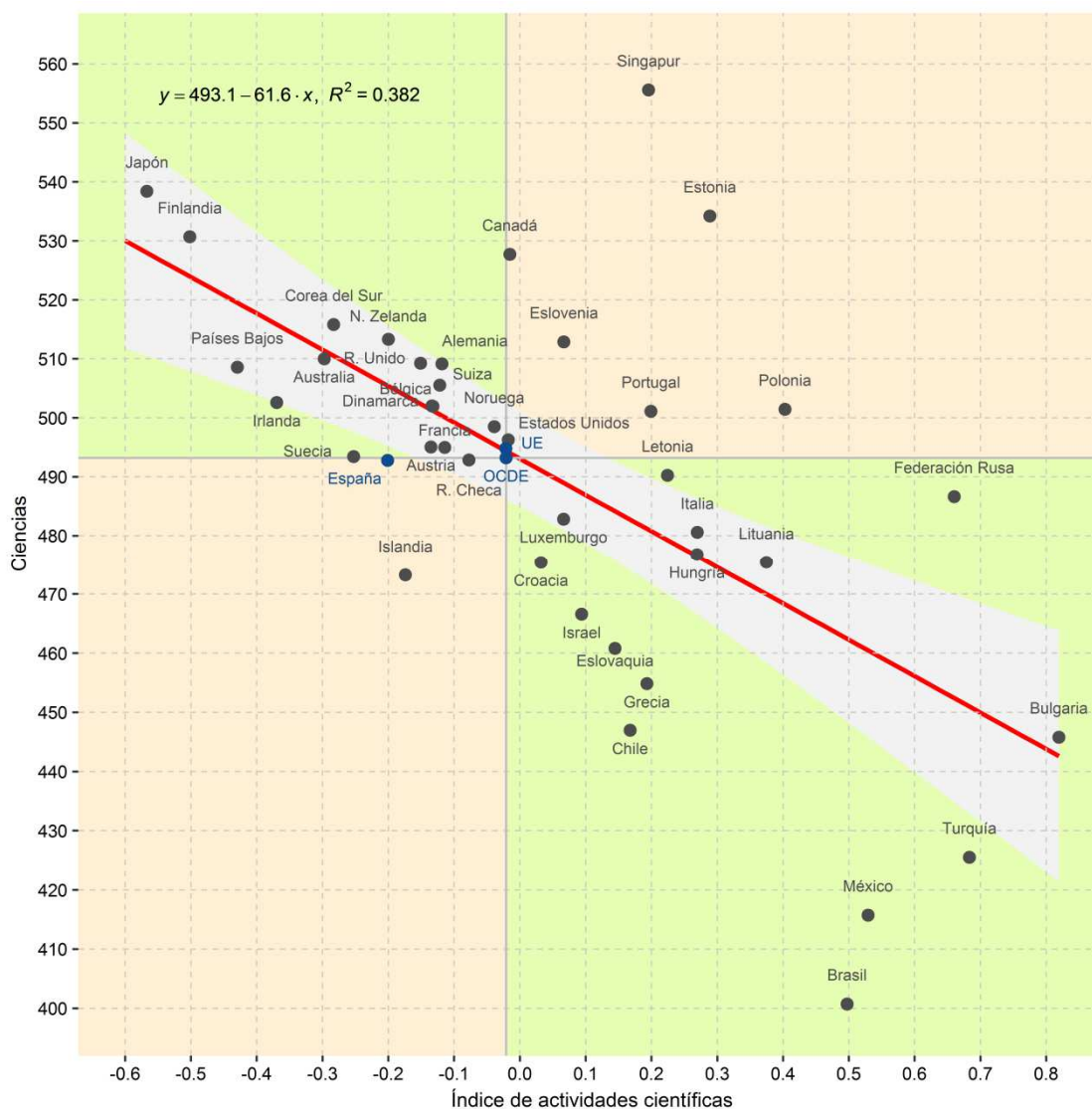
En España la diferencia entre chicos y chicas en el valor del índice de participación en actividades científicas es 0,42, significativamente a favor de los chicos. En cuanto a las comunidades autónomas, el País Vasco (0,51) presenta la mayor diferencia en este índice entre chicos y chicas, mientras que la menor diferencia se da en la Comunidad Foral de Navarra (0,31).

Figura 4.2a. Índice de participación en actividades científicas en cada uno de los países y comunidades autónomas españolas



La relación entre los valores del índice de participación en actividades científicas y las puntuaciones medias de los países puede verse en la Figura 4.2b para las puntuaciones medias de los países seleccionados en este informe junto con la banda de confianza al 95%. Los países dentro de la banda de confianza obtienen puntuaciones medias dentro de lo esperado por el valor medio de su índice de participación en actividades científicas.

Figura 4.2b. Relación entre el rendimiento medio y el índice de participación en actividades científicas escolares en los países seleccionados

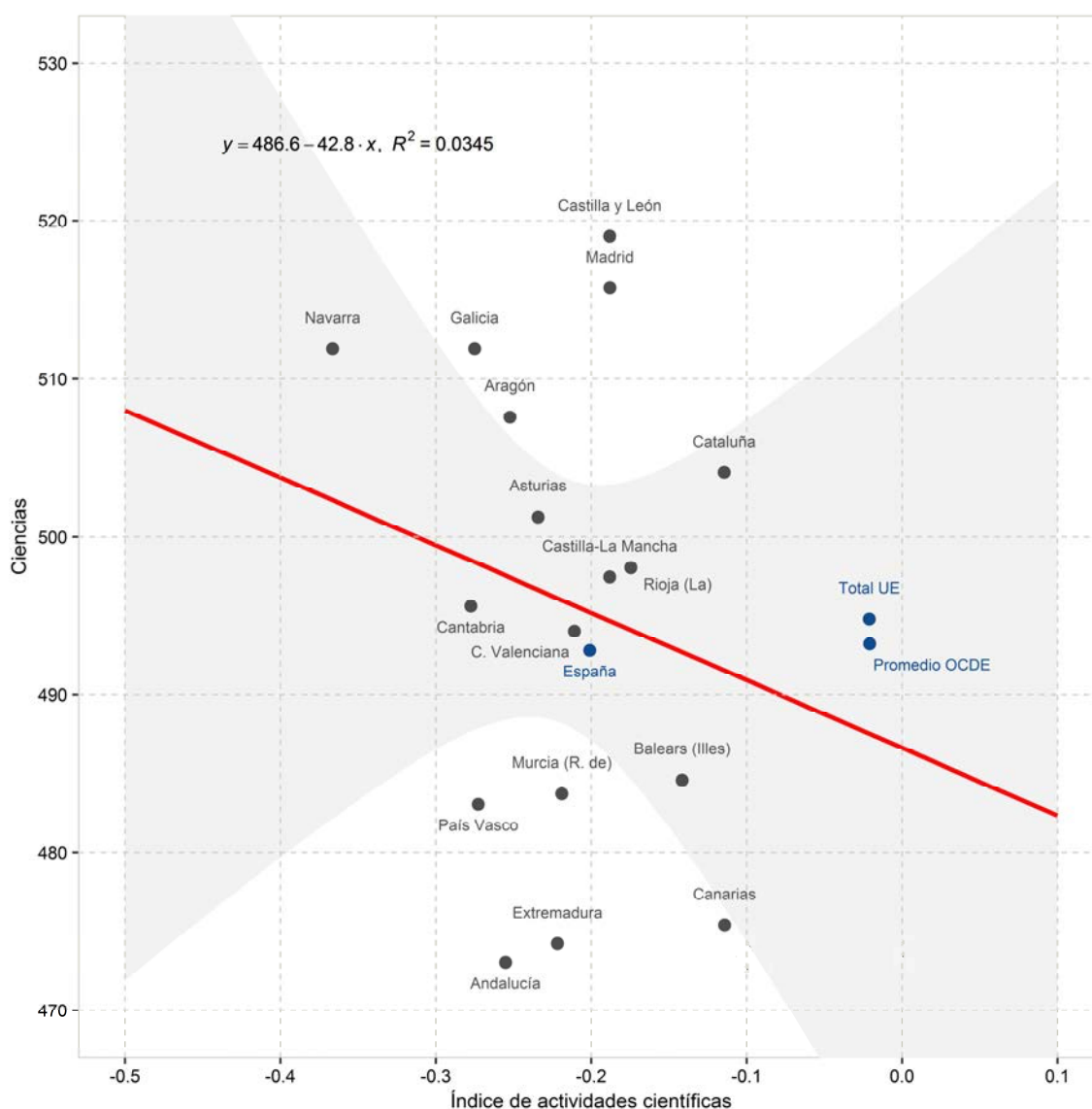


En el gráfico puede verse que la relación es negativa, es decir, a mayor valor medio del índice de participación en actividades científicas, menor es la puntuación media obtenida por estudiantes en los países seleccionados para este informe. En concreto, el 38,2% de la variabilidad en las puntuaciones medias de los países seleccionados viene explicada por el índice de participación en actividades científicas y por cada décima de aumento en el valor medio de este índice se reduce en aproximadamente 6,2 puntos la puntuación media.

España (-0,2), como ya se observó, tiene valor negativo en este índice y una puntuación media ligeramente por debajo de lo esperado para su nivel medio en el índice de participación en actividades científicas.

La Figura 4.2c muestra que, restringiendo el análisis a España y sus diecisiete comunidades autónomas, no existe relación entre el índice de participación en actividades científicas y las puntuaciones medias, ya que apenas un 3,5% de la variabilidad de las puntuaciones medias viene explicada por este indicador. No obstante, como sucede en el caso de los países seleccionados, la tendencia es negativa como se puede ver en la Figura 4.2c.

Figura 4.2c. Relación entre el rendimiento medio y el índice de participación en actividades científicas en España y las diecisiete comunidades autónomas



Así, el intervalo (-0,3; -0,2) del índice, se puede ver que incluye comunidades con puntuaciones medias altas (Galicia y Aragón), a la vez que comunidades con puntuaciones medias bajas (Andalucía, Extremadura).

## Gusto por las ciencias (motivación intrínseca)

La motivación intrínseca se refiere al hecho de llevar a cabo una actividad exclusivamente por la satisfacción o el gusto de participar en la misma. Los estudiantes están intrínsecamente motivados cuando quieren participar no por el hecho de que se les permita alcanzar nuevos conceptos científicos, sino simplemente porque encuentran que el aprendizaje de las ciencias y trabajar con problemas científicos les resulta agradable (Ryan and Deci, 2009).

PISA mide la motivación intrínseca o gusto por aprender ciencias mediante las respuestas de los estudiantes (muy de acuerdo, de acuerdo, desacuerdo, muy en desacuerdo) a frases que afirman que generalmente se divierten aprendiendo temas científicos, que les gusta leer sobre ciencia, que son felices trabajando en temas científicos, que les gusta adquirir nuevos conceptos científicos y que están interesados en aprender sobre ciencia. Con las respuestas a las cuestiones anteriores se ha construido un *índice de gusto por la ciencia*. La diferencia entre un estudiante en desacuerdo con todas las afirmaciones y un estudiante de acuerdo con todas las afirmaciones, excepto con la de “soy feliz trabajando en temas científicos” es de aproximadamente una unidad.

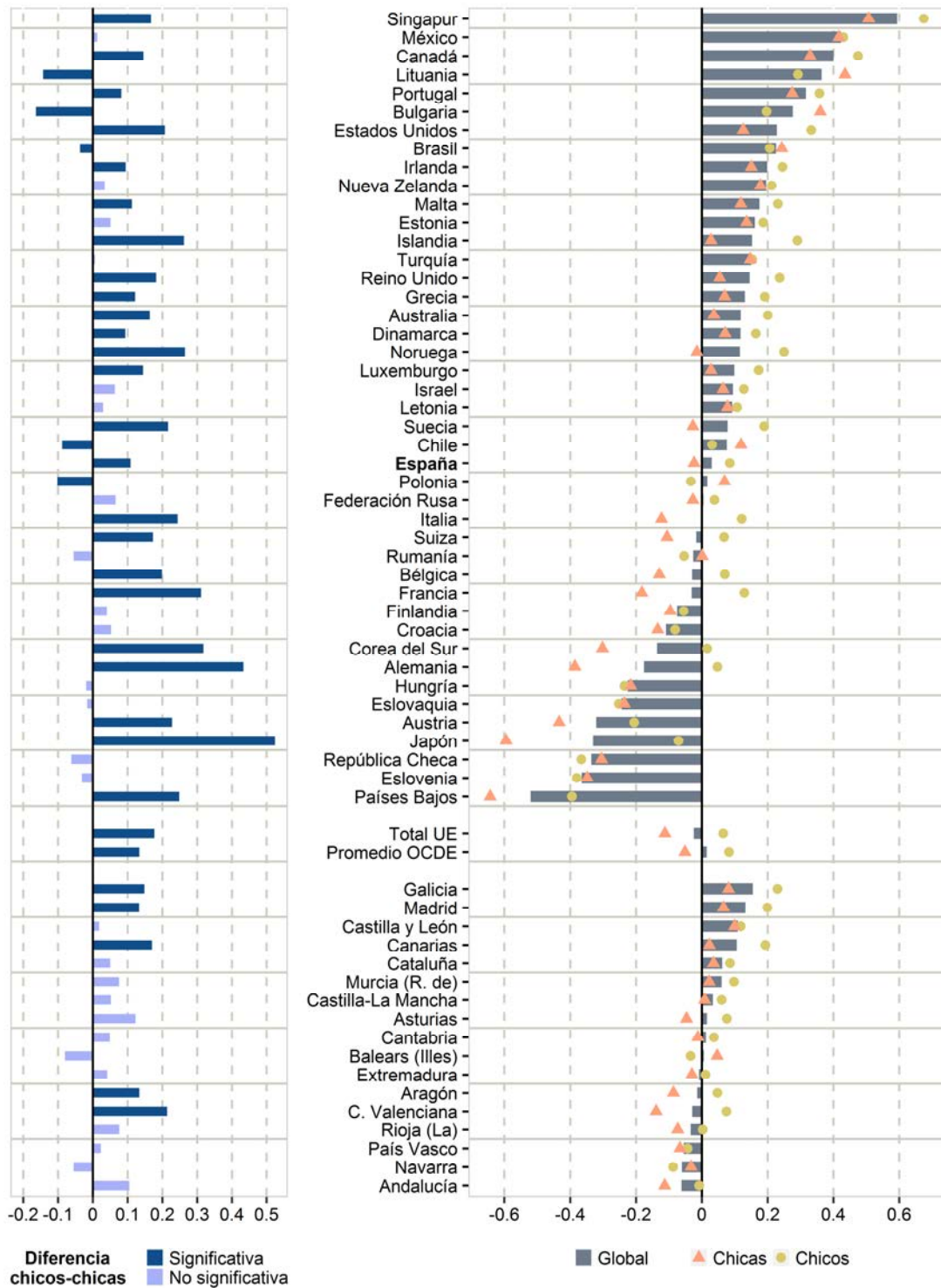
En la Figura 4.3a se representan los valores de este índice para los países seleccionados, el promedio OCDE, el total de la UE y las diecisiete comunidades autónomas de España. Se puede ver que el promedio OCDE (0,02) en el índice de gusto por la ciencia es positivo, mientras que la media del conjunto de alumnos de la UE (-0,02) toma un valor negativo. Esto refleja que los alumnos de 15 años de la UE tienen menos gusto por los temas científicos que el promedio de los alumnos de 15 años de los países de la OCDE.

Singapur (0,59) es el país, entre los seleccionados, en el que los estudiantes muestran un mayor gusto por las ciencias, y Países Bajos (-0,52), donde los estudiantes declaran tener un menor gusto por las ciencias. España (0,03) se encuentra entre los países que presentan un valor positivo de este índice, aunque muy próximo a cero, en la media del conjunto de países participantes en PISA 2015.

Galicia (0,16) y la Comunidad de Madrid (0,13) son las comunidades cuyos estudiantes presentan mayor índice de gusto por las ciencias, mientras que Andalucía (-0,06), la Comunidad Foral de Navarra (-0,06) y País Vasco (-0,05) son las que presentan menores valores del índice de gusto por las ciencias.



Figura 4.3a. Índice de gusto (motivación intrínseca) por la ciencia en cada uno de los países y comunidades autónomas



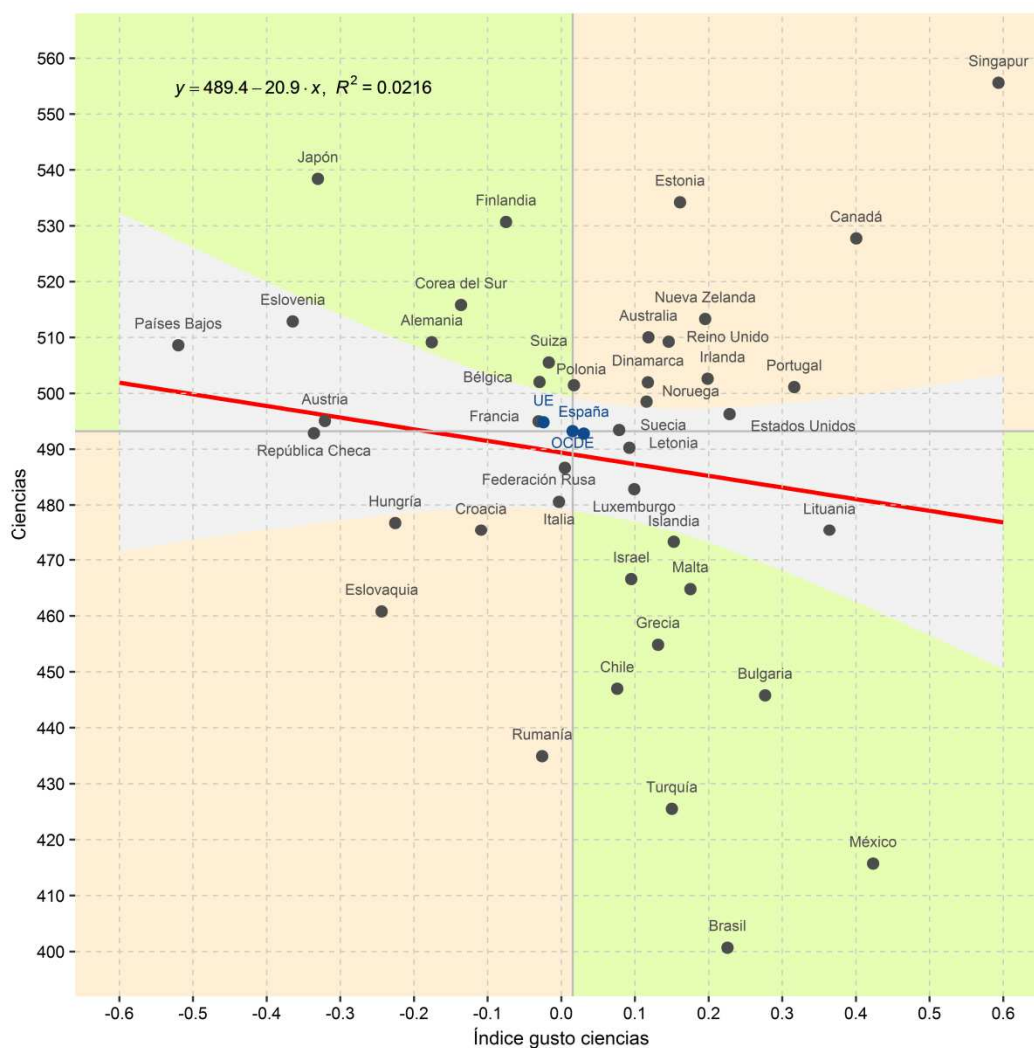
En la Figura 4.3a, se ha representado también el valor del índice de gusto por las ciencias para los chicos y para las chicas y se ha estudiado la significatividad de las diferencias entre chicos y chicas en el gusto por las ciencias. Como puede verse en la Figura, en el promedio de países de la OCDE los chicos presentan un valor del índice (0,08) significativamente más alto que las chicas (-0,05), de tal manera que la diferencia chicos-chicas (0,13) es estadísticamente

significativa a favor de los chicos. Entre los estudiantes de 15 años de la UE sucede algo similar, incluso la diferencia chicos-chicas (0,18) es mayor que en el promedio de la OCDE.

En España, el gusto por las ciencias en los chicos (0,09) es mayor que el de las chicas (-0,02), y también la diferencia chicos-chicas (0,11) es significativa desde el punto de vista estadístico. La diferencia chicos-chicas en el índice del gusto por las ciencias es significativa a favor de los chicos en la Comunidad de Valencia (0,21), Canarias (0,18), Galicia (0,15), Aragón (0,14) y Comunidad de Madrid (0,14). En las restantes sigue siendo a favor de chicos aunque ya no de forma significativa, con las excepciones de Baleares (-0,08) y Navarra (-0,05), en las que la diferencia en el índice de gusto por las ciencias se inclina a favor de las chicas, si bien estas diferencias no son significativas.

En la Figura 4.3b se puede ver que, en el conjunto de países seleccionados, no existe relación entre los valores del índice de gusto o motivación intrínseca por la ciencia y las puntuaciones medias en ciencias. Tan solo el 2,2% de la variabilidad de las puntuaciones medias en ciencias viene explicada por el índice de gusto por la ciencia. En todo caso, se observa cierta tendencia ligeramente negativa.

Figura 4.3b. Relación entre el rendimiento y el índice de gusto (motivación intrínseca) por la ciencia

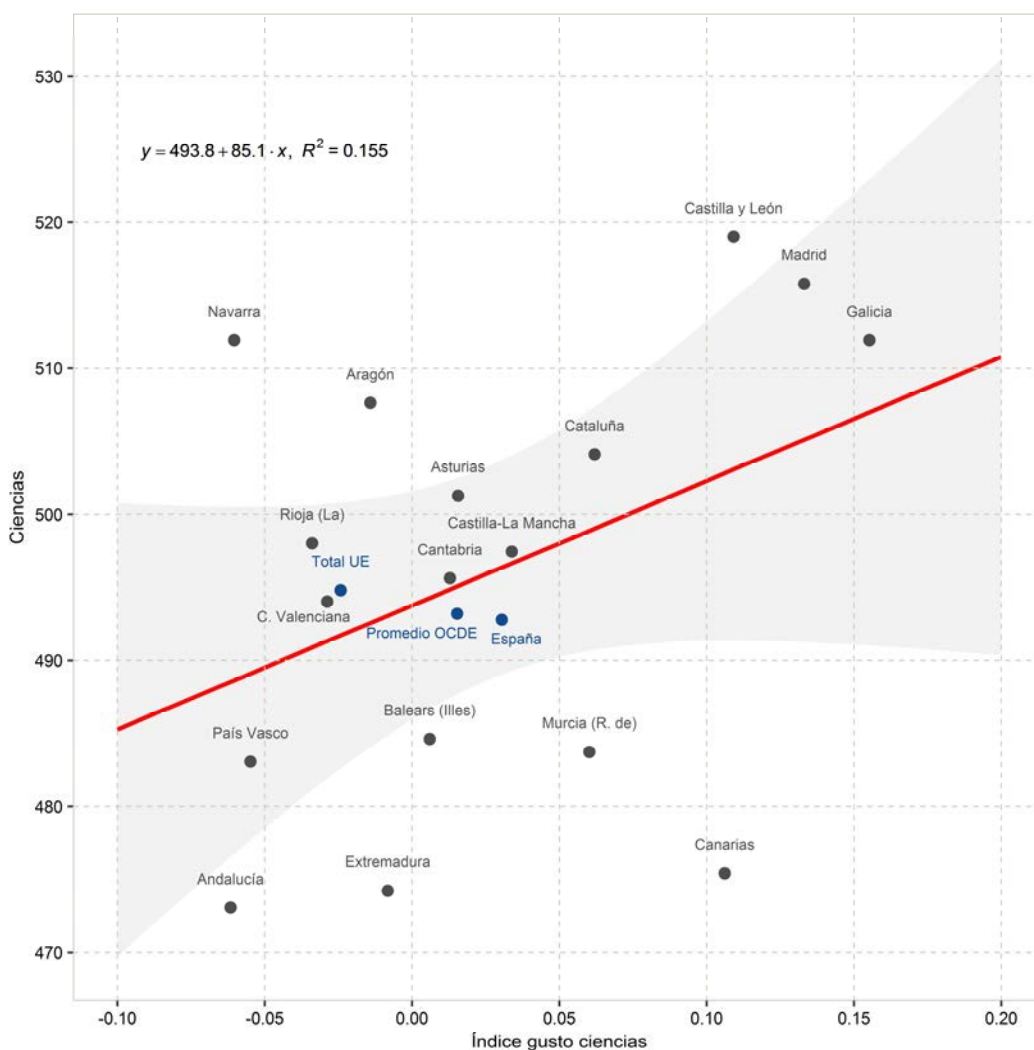


España se encuentra en el promedio de la OCDE, tanto en el índice de gusto por la ciencia como en la puntuación media en ciencias, pero puede verse que países con índice similar al de España, en el intervalo (0,0; 0,1) tienen puntuaciones significativamente más elevadas (Polonia) y significativamente inferiores a la de España (Chile, Israel). Lo mismo se puede observar en otros intervalos del valor del índice.

En cambio, la relación entre este índice y las puntuaciones medias de España y sus comunidades autónomas es ligeramente positiva, como se puede ver en la Figura 4.3c. En este caso, el índice de gusto por la ciencia explica aproximadamente el 16% de la variabilidad de las puntuaciones en ciencias. Un incremento en una décima en este índice proporcionaría, aproximadamente, un incremento en la puntuación media de 8,5 puntos.

En la Figura se ha representado la banda de confianza al 95%, de tal manera que las comunidades autónomas dentro de la banda obtienen la puntuación media esperada según el valor medio de su índice de gusto por la ciencia, las que están por encima de la banda obtienen puntuación media superior a la esperada y las que están por debajo obtiene una puntuación media inferior a la esperada, siempre según el valor medio de este indicador.

Figura 4.3c. Relación entre el rendimiento y el índice de gusto (motivación intrínseca) por la ciencia



## Interés por temas científicos (motivación intrínseca)

El interés es uno de los componentes de la motivación intrínseca y una de las razones por la que los estudiantes pueden disfrutar del aprendizaje. Un interés siempre está dirigido hacia un objeto, actividad, campo de conocimiento o meta. El interés por la ciencia puede definirse de manera general (interés hacia la ciencia) o más específicamente (interés hacia temas científicos, ya sea una disciplina más amplia o una asignatura escolar, como la biología, o un tema más específico o una pregunta de investigación, como infecciones bacterianas).

PISA mide hasta qué punto los estudiantes están interesados en cinco temas de ciencias generales, a través de las respuestas de los estudiantes ("no interesado", "poco interesado", "interesado" o "altamente interesado") a temas relacionados con la biosfera (por ejemplo, ecosistemas, sostenibilidad); al movimiento y las fuerzas (por ejemplo, velocidad, fricción, fuerzas magnéticas y gravitacionales); a la energía y a su transformación (por ejemplo, conservación, reacciones químicas); al universo y a su historia; y a cómo la ciencia puede ayudarnos a prevenir la enfermedad. Una quinta respuesta ofreció a los estudiantes la posibilidad de informar que "[ellos] no saben lo que es esto".

Los intereses de los niños y/o adolescentes no se desarrollan de forma aislada. Es posible que un primer contacto "interesante" o "curioso" con un objeto, con una actividad o campo de conocimiento pueda desencadenar un interés inicial, transitorio; sin embargo, para que este interés "situacional" se convierta en una disposición más estable, debe ser apoyado y sostenido (Krapp 2002; Hidi and Renninger 2006).

Las diferencias individuales en el interés por un determinado objeto o tema pueden derivarse, en primer lugar, de las diferencias en las oportunidades de acceso al objeto o la actividad: no se puede estar interesado en cosas que uno no conoce y sin interacción repetida con el objeto, es poco probable que se pueda desarrollar un interés duradero. Además, pueden proceder de las diferencias en el apoyo recibido para desarrollar una atracción o curiosidad inicial en un estado de motivación más estable. Por último, también pueden ser un subproducto del proceso mediante el cual los estudiantes, particularmente durante la adolescencia, revisan críticamente sus habilidades e intereses cuando tratan de definir y dar forma a su identidad. Todos los intereses que no parecen compatibles con el auto-concepto ideal son devaluados (Krapp and Prenzel, 2011).

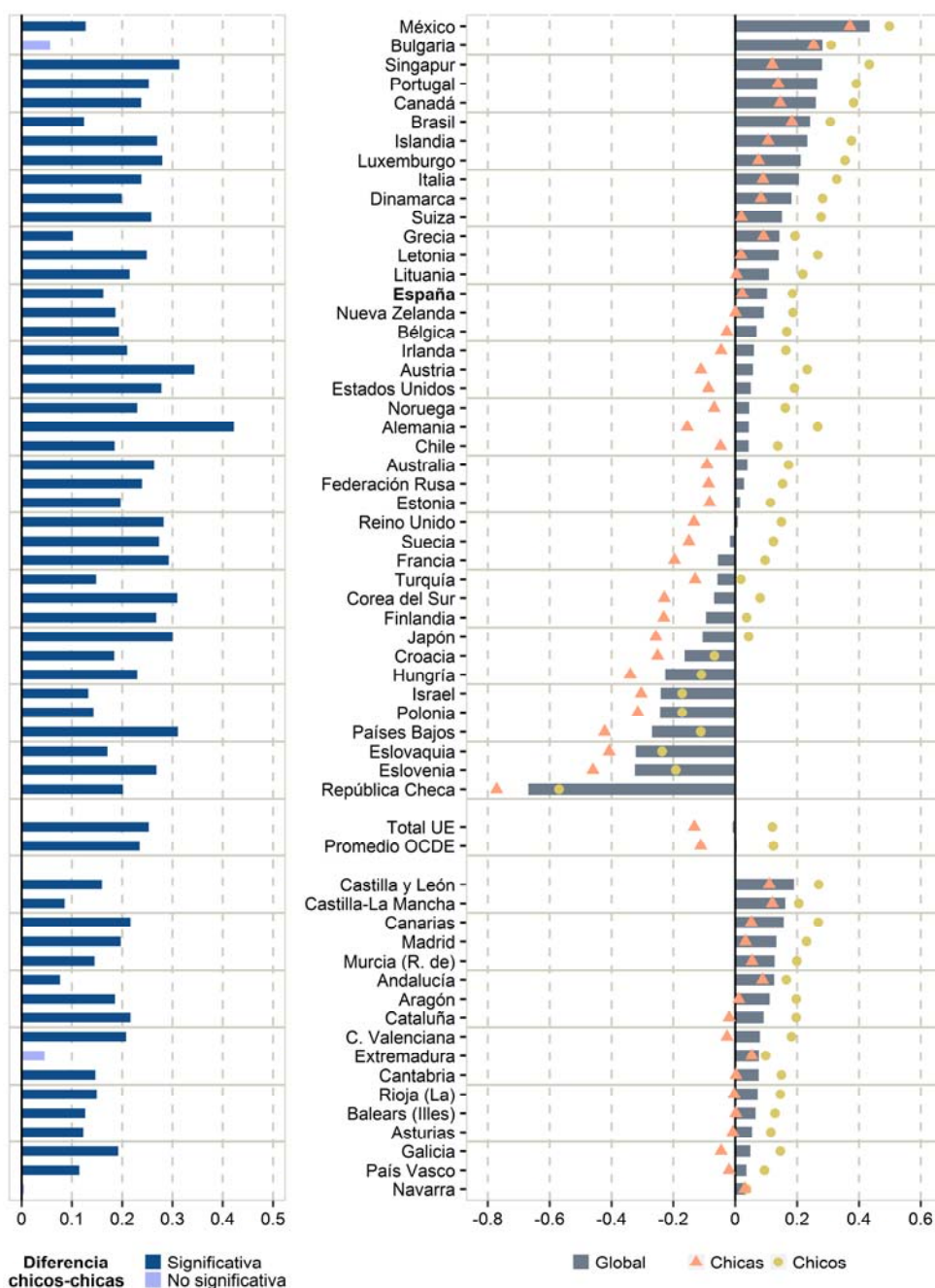
Con las respuestas de los estudiantes a las cuestiones planteadas se ha construido el *índice de interés por temas científicos*. Valores altos del índice revelan mayor interés en los temas relacionados con las ciencias. En la Figura 4.4a se ha representado el valor de este indicador para el promedio de países de la OCDE, para la media del total de los alumnos de la UE y para los países seleccionados en este informe y las comunidades autónomas españolas.

El valor de este índice es prácticamente el mismo en el promedio de los países de la OCDE (0,00) que en la media de los estudiantes de la UE (-0,01). De los países seleccionados, México (0,43) es el que arroja el valor más alto en el índice de interés por temas científicos, mientras que la República Checa (-0,67) es el que presenta el valor más pequeño de este índice.

En todos los países seleccionados, los chicos muestran más interés que las chicas por los temas científicos, como también se puede ver en la Figura 4.4a. Además, las diferencias entre chicos y chicas obtenidas para este índice son estadísticamente significativas en todos los países excepto en Bulgaria (0,06).

Las diferencias en el índice de interés por la ciencia entre chicos y chicas en el promedio de países de la OCDE (0,23) y del conjunto de estudiantes de la UE (0,25) pone de manifiesto que las chicas muestran menos interés por los temas científicos que los chicos. Los países en los que se observan las mayores diferencias entre chicos y chicas son Alemania (0,42) y Austria (0,34); mientras que en Grecia (0,10), Brasil (0,12) y la ya citada Bulgaria (0,06) es donde se recogen las menores diferencias.

Figura 4.4a. Índice de interés por temas científicos, valor medio para cada país o entidad y diferencias entre chicos y chicas

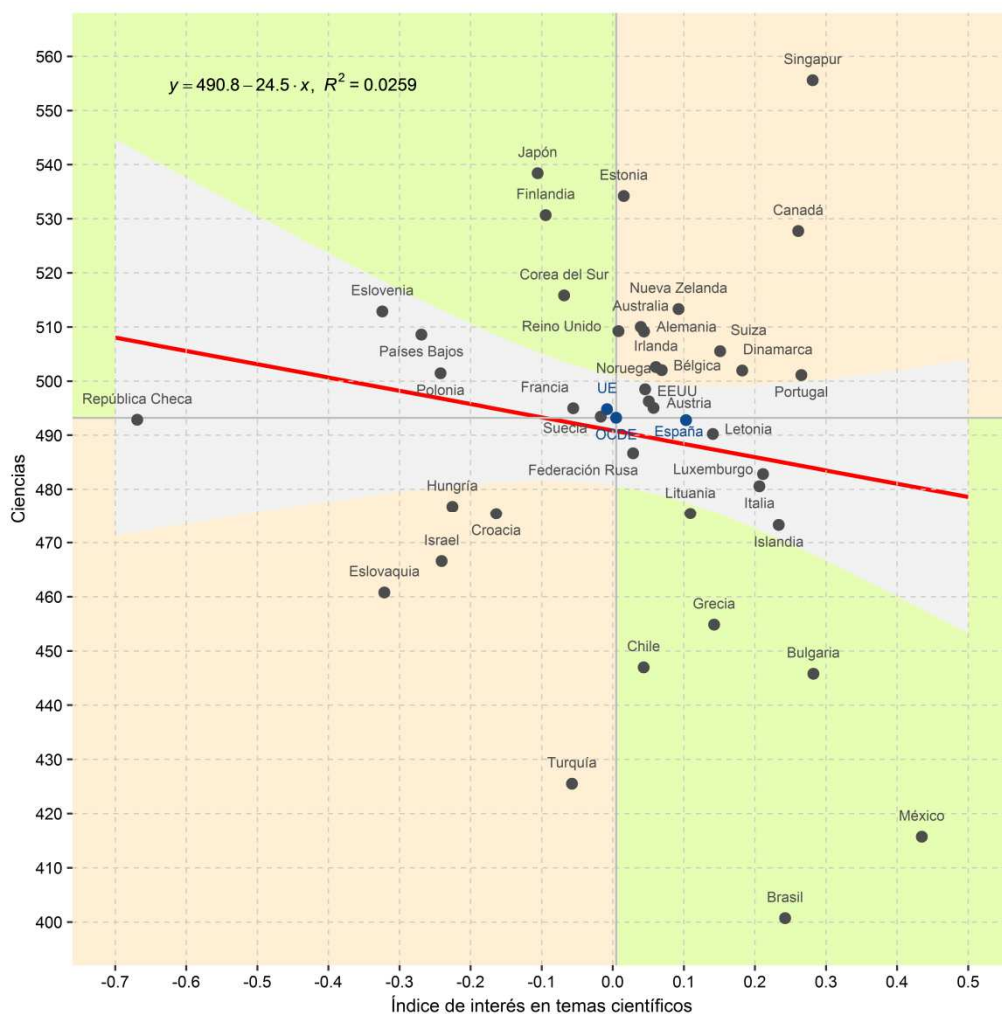


El índice de interés por temas científicos en los estudiantes de 15 años es positivo en España (0,10) y en todas las comunidades autónomas, como puede verse también la Figura 4.4a. Castilla y León (0,19) y Castilla La Mancha (0,16) son las comunidades que presentan valores más altos de este índice, y la Comunidad Foral de Navarra (0,03) y el País Vasco (0,04) las que presentan valores más bajos.

Las diferencias entre chicos y chicas en el interés por temas científicos es significativa en España (0,16) y en todas las comunidades autónomas excepto en la de Extremadura (0,05). Las mayores diferencia entre chicos y chicas se dan en las comunidades de Canarias (0,22), Cataluña (0,22) y Valencia (0,21); en tanto que las diferencias más bajas se localizan en las comunidades de Castilla la Mancha (0,09), Andalucía (0,08) y la ya citada de Extremadura (0,05)

La relación entre los valores del índice de interés por la ciencia y las puntuaciones medias de los países es muy débil. El índice de interés por temas científicos apenas explica un 2,6% de la variabilidad de las puntuaciones medias de los países seleccionados en este informe, como puede verse en la Figura 4.4b

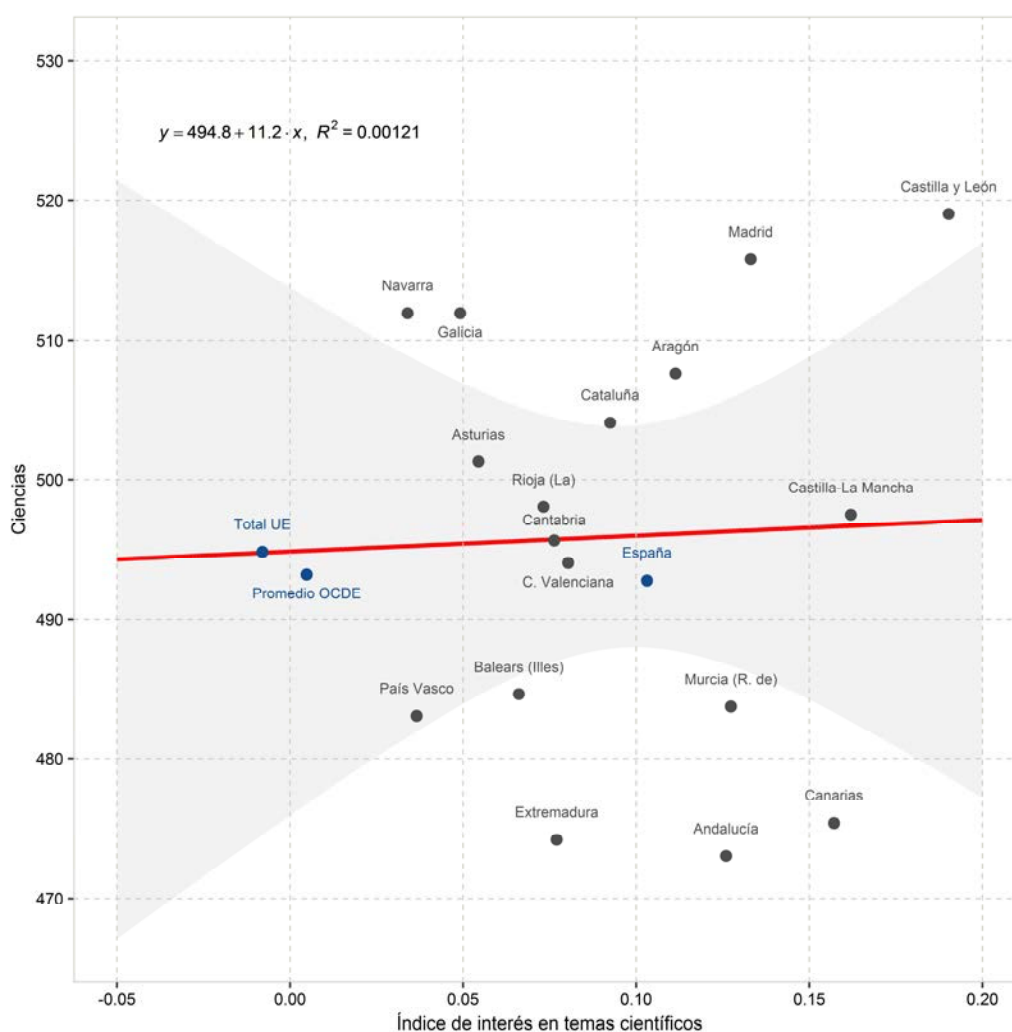
Figura 4.4b. Relación entre el rendimiento y el índice de interés por la ciencia



Por ejemplo, países con el índice de interés por temas científicos en el intervalo (0,2; 0,3) tienen puntuaciones medias bajas en ciencias (Brasil, Bulgaria) mientras que otros obtienen puntuaciones medias altas (Singapur, Canadá). Situación similar se puede observar en otros valores del índice.

La relación entre el índice de interés por temas científicos y las puntuaciones medias en ciencias es prácticamente inexistente en el caso de España y las comunidades autónomas, como muestra la Figura 4.4c. Así, se observa que las comunidades con valor cercano en el índice presentan puntuaciones medias en ciencias muy diferentes, por ejemplo, para valores del índice en el intervalo (0,10; 0,15) las comunidades de Madrid y Aragón presentan puntuaciones medias significativamente más altas que las de Murcia o Andalucía.

Figura 4.4c. Relación entre el rendimiento y el índice de interés por la ciencia



### Motivación instrumental (extrínseca) para aprender ciencia

La motivación instrumental para aprender ciencia se refiere a que los estudiantes se esfuerzan en su estudio porque perciben que les va a ser útil, ya sea para continuar sus estudios o para su futuro desarrollo profesional (Wigfield and Eccles, 2000). PISA mide el grado en que los estudiantes perciben que la ciencia es relevante para sus estudios o sus perspectivas de

carrera profesional, mediante sus respuestas ("muy de acuerdo", "de acuerdo", "en desacuerdo" o "totalmente en desacuerdo") a afirmaciones en las que hacer un esfuerzo en la materia de ciencias vale la pena porque les ayudará en el trabajo que quieren hacer más adelante; porque lo necesitan para lo que quieren hacer más adelante; porque lo que aprenden mejorará sus perspectivas de carrera; o porque muchas cosas que aprenden en su materia de ciencias les ayudará a conseguir un trabajo.

Con las respuestas a las cuestiones antes planteadas, se construye un *índice de motivación instrumental* para aprender ciencia. La escala de este índice permite valorar de forma comparada la motivación instrumental o extrínseca de los estudiantes para aprender ciencia. En esta escala, la diferencia entre un estudiante que está de acuerdo con las cuatro afirmaciones mencionadas y otro que no lo está, equivale a 1,15 puntos, o aproximadamente la desviación estándar media en los países de la OCDE (que es igual a 0,98 puntos).

En general, la mayoría reconoce el valor instrumental de aprender ciencia como vía para mejorar sus perspectivas de carrera profesional y trabajar en el campo deseado. En la Figura 4.5a se recoge el valor medio del índice de motivación instrumental para el promedio de los países de la OCDE, para la media de los alumnos de la UE, así como para los países seleccionados junto con las comunidades autónomas de España.

En el promedio de países de la OCDE (0,14) y en la media de los estudiantes de 15 años de la UE (0,11) el índice de motivación instrumental es claramente positivo respecto al conjunto de los países participantes en PISA 2015. Entre los países seleccionados en este informe, los estudiantes de México (0,53) y Singapur (0,51) son los que presentan la motivación instrumental más alta para estudiar ciencias, como se puede ver en la Figura 4.5a. En el lado opuesto, son los estudiantes de la Suiza (-0,25), Alemania (-0,24), Austria (-0,22) y Países Bajos (-0,21) los que tienen los valores más bajos en este índice.

Los estudiantes españoles presentan un valor medio (0,26) relativamente alto en la motivación instrumental para estudiar ciencias. Además, todas las comunidades autónomas muestran valores positivos en este índice. Los estudiantes de Extremadura (0,30) y de la Comunidad de Madrid (0,30) tienen los valores más altos de este índice, mientras que los de la Comunidad Foral de Navarra (0,11) presentan el valor más bajo de motivación instrumental entre todas las comunidades.

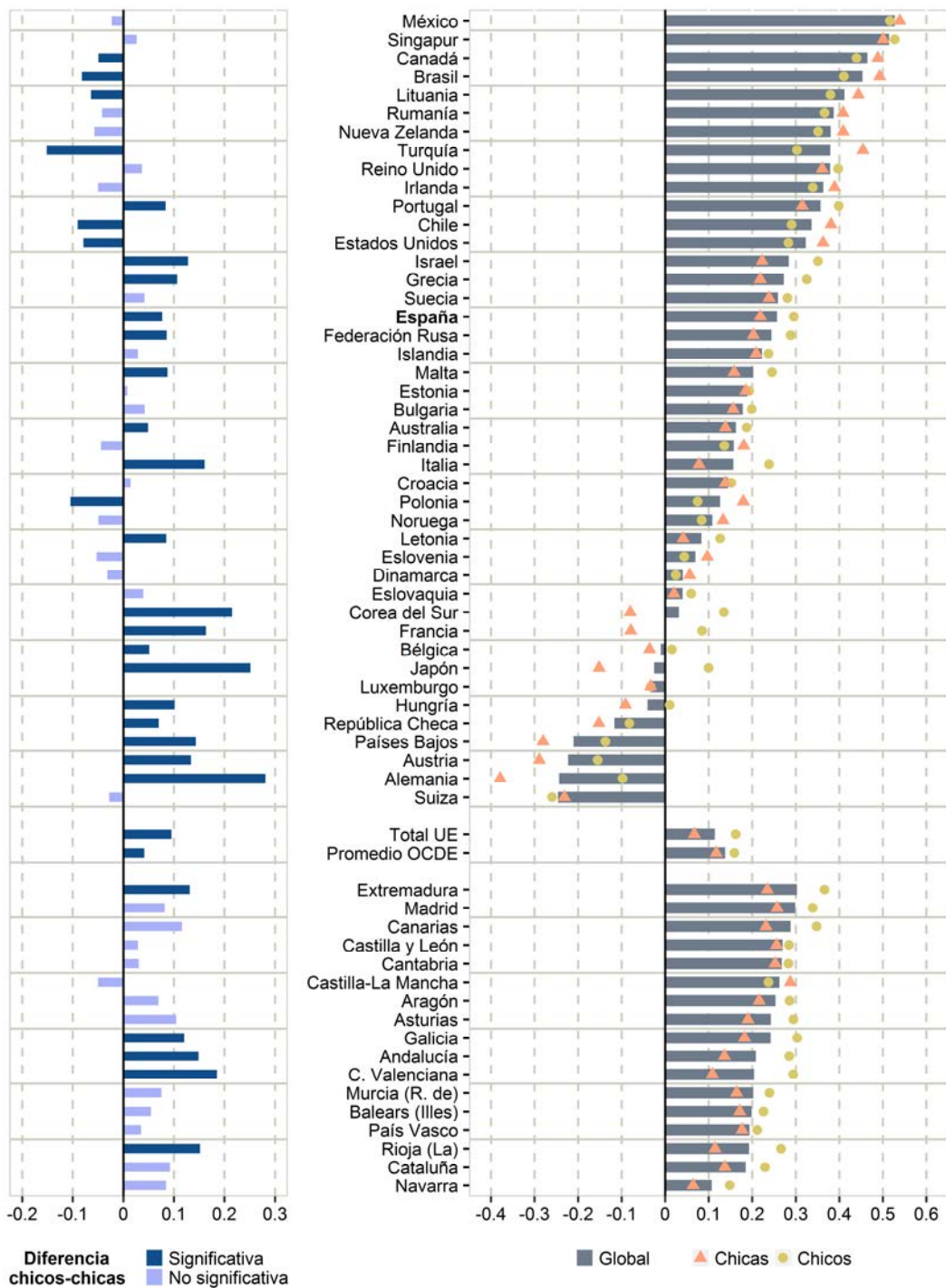
En la Figura 4.5a puede verse que existe una alta variabilidad en las diferencias de motivación instrumental entre chicos y chicas dependiendo de los países. La diferencia observada en el promedio de los países de la OCDE (0,14) es significativamente más alta que la media del conjunto de alumnos de la UE (0,10); en ambos casos, los chicos presentan mayor índice de motivación que las chicas. Como se refleja en la Figura 4.5a, en 18 de los países seleccionados, la diferencia en la motivación instrumental es significativamente más alta en los chicos que en las chicas. Las más altas se observan en Alemania (0,28), Japón (0,25) y Corea del Sur (0,22).

En 17 de los países seleccionados, las diferencias encontradas, en unos casos a favor de los chicos y en otros de las chicas, no son significativas. Por último, en 7 países las diferencias en el índice de motivación instrumental son significativas a favor de las chicas. En este sentido, las mayores se encuentran en Turquía (-0,15) y Polonia (-0,10).



En España, los chicos informan de motivación instrumental mayor que la de las chicas, siendo la diferencia (0,08) estadísticamente significativa. Con la excepción de Castilla la Mancha (-0,05) donde la diferencia se inclina a favor de las chicas, en el resto de comunidades autónomas la motivación instrumental es más alta en los chicos que en las chicas, aunque solo en cinco de ellas la diferencia es significativa: Valencia (0,19), Andalucía (0,15), La Rioja (0,15); Extremadura (0,13) y Asturias (0,10).

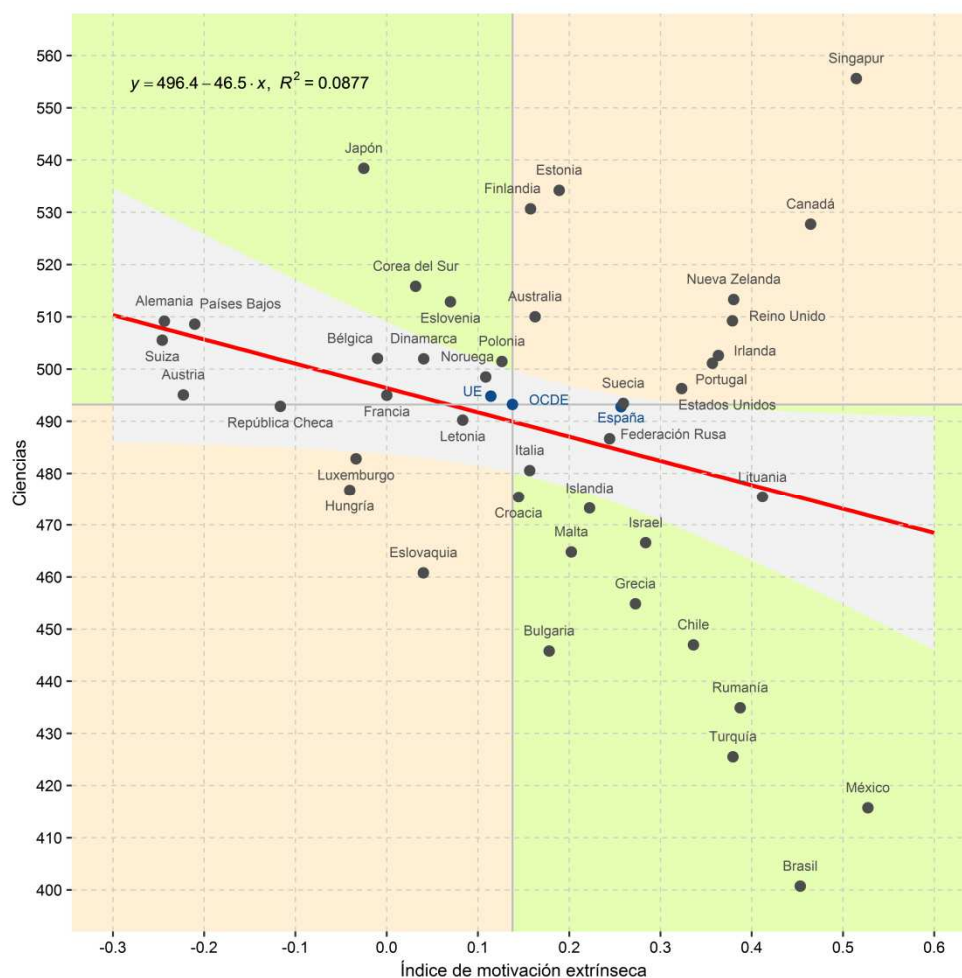
Figura 4.5a. Índice de motivación instrumental, valor medio para cada país o entidad y diferencias entre chicos y chicas



La relación entre los valores del índice de motivación instrumental para aprender ciencias y las puntuaciones medias de los países en ciencias es débil, como puede verse en la Figura 4.5b, si bien con tendencia inversa: a mayor valor del índice, puntuación menor. Por otro lado, los países con el índice de motivación instrumental alto (Brasil, México, etc.) obtienen puntuaciones medias bajas, mientras aquellos con valores bajos del índice (Japón, Corea del Sur, etc.) presentan puntuaciones medias altas.

Únicamente el 8,8% de la variabilidad en las puntuaciones medias de los países seleccionados puede explicarse por el índice de motivación instrumental, de manera que a medida que el índice aumenta, la dispersión en las puntuaciones medias es mayor. Así, con un valor del índice en el intervalo (0,4; 0,5) se puede comprobar que hay más de 225 puntos de diferencia en la escala de ciencias entre Canadá y Brasil.

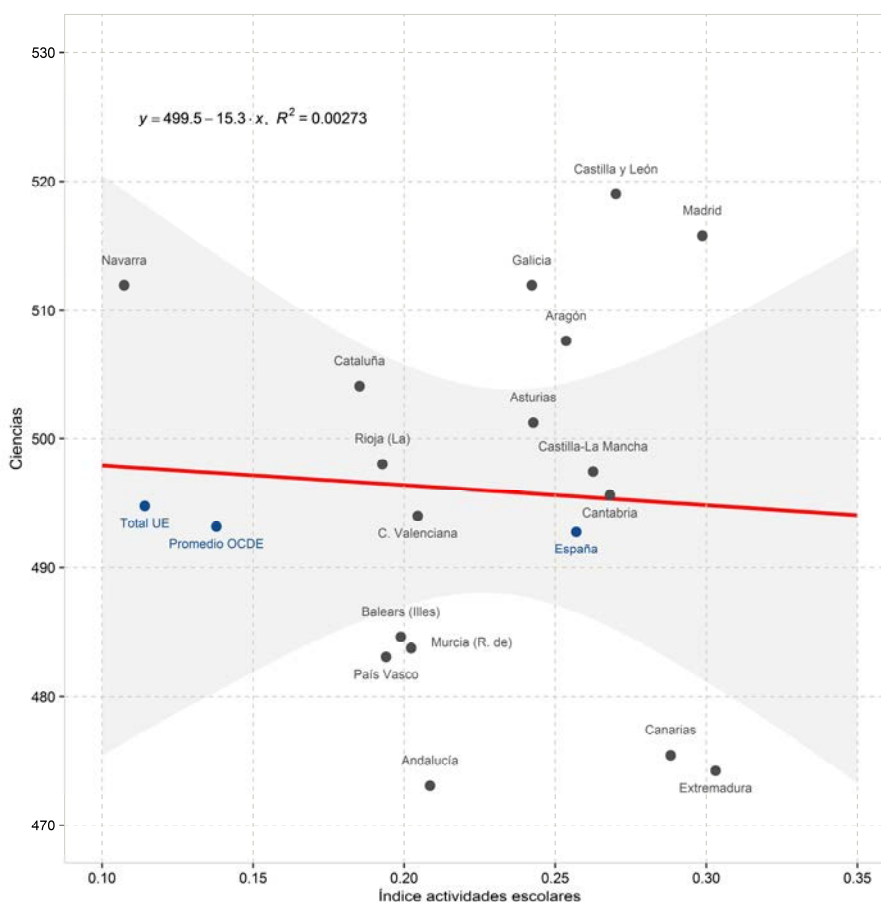
Figura 4.5b. Relación entre el rendimiento y el índice de motivación instrumental



En la Figura 4.5c, se recoge esta misma relación en España y las 17 comunidades autónomas participantes. En este caso, la relación es aún más débil, prácticamente inexistente, entre los valores del índice de motivación instrumental y las puntuaciones medias en ciencias de las comunidades autónomas. De este modo, para valores similares del índice, por ejemplo en el intervalo (0,15; 0,20), Castilla y León y la Comunidad de Madrid obtienen puntuaciones

medias altas en la escala de ciencias, mientras que Canarias, presenta una puntuación media baja.

Figura 4.5c. Relación entre el rendimiento y el índice de motivación instrumental



## Autoeficacia en Ciencias

El término "autoeficacia" se usa para describir la convicción de los estudiantes de que, mediante sus acciones, pueden conseguir los objetivos deseados, ya sea para resolver un problema difícil o lograr una meta personal. La autoeficacia, a su vez, resulta ser un poderoso incentivo para actuar o perseverar frente a las dificultades (Bandura, 1977).

La autoeficacia en ciencias se refiere a la confianza en la propia competencia para lograr objetivos determinados que requieran habilidades científicas, como, por ejemplo, explicar los fenómenos científicamente, evaluar y diseñar la investigación científica o interpretar científicamente datos y pruebas (Mason et al., 2012). Obtener buenos resultados en ciencias conduce a niveles más altos de autoeficacia, mediante la retroalimentación positiva recibida de profesores, compañeros y padres, junto con las emociones, también positivas, asociadas con ella. Los estudiantes con bajo nivel de autoeficacia corren el riesgo de obtener peores resultados en ciencias, a pesar de sus habilidades (Bandura, 1997). Asimismo, quienes que no creen en su capacidad para realizar tareas concretas, a menudo no realizan el esfuerzo necesario para completarlas. La autoeficacia en la ciencias se ha relacionado no solo con el rendimiento de los estudiantes, sino también con su orientación profesional y su elección de cursos (Nugent et al., 2015).

En el cuestionario de PISA 2015 se pidió a los estudiantes que informaran acerca de lo fácil que sería para ellos: reconocer una cuestión científica subyacente en un artículo de prensa sobre un problema de salud; explicar por qué los terremotos ocurren más frecuentemente en algunos lugares que en otros; describir el papel de los antibióticos en el tratamiento de una enfermedad; identificar el problema científico asociado con la eliminación de desechos; predecir cómo los cambios en un entorno afectarán a la supervivencia de ciertas especies; interpretar la información científica proporcionada en el etiquetado de los productos alimenticios; discutir cómo nuevas evidencias pueden llevarlos a cambiar su comprensión sobre la posibilidad de vida en Marte e identificar, entre dos explicaciones, cuál es la mejor para la formación de lluvia ácida. En cada uno de esos casos, los estudiantes eligieron entre "podrían hacerlo fácilmente", "podrían hacer esto con un poco de esfuerzo", "tendrían dificultades para hacerlo" o "no podían hacer esto".

Las respuestas proporcionadas se utilizaron para crear el *índice de autoeficacia en ciencias*. Un aumento de una unidad en el índice corresponde a la diferencia entre un estudiante que informó que tendría dificultades para realizar por su cuenta cualquiera de las ocho tareas propuestas relacionadas con la ciencia (índice medio de autoeficacia en ciencias: -1,05), y otro que informó que podría realizar, con un poco de esfuerzo, por lo menos seis de las tareas y se esforzaría con las dos restantes (índice medio: -0.05).

Los valores medios del índice de autoeficacia en ciencias se pueden ver en la Figura 4.6a para el promedio de países de la OCDE, la media de los estudiantes de la UE y los países seleccionados en este informe, junto con las comunidades autónomas de España.

Tanto en el promedio de países de la OCDE (0,04) como el conjunto de alumnos de la UE (0,03) el valor del índice autoeficacia es significativamente positivo y, por tanto, superior a la media del conjunto de países participantes en PISA 2015. Los estudiantes de Bulgaria (0,39), Canadá (0,35) y Turquía (0,35) son los que presentan, entre los países seleccionados, los valores más altos en el índice de autoeficacia; mientras que el valor más bajo de este indicador, con gran diferencia sobre el anterior, se da en Japón (-0,46).

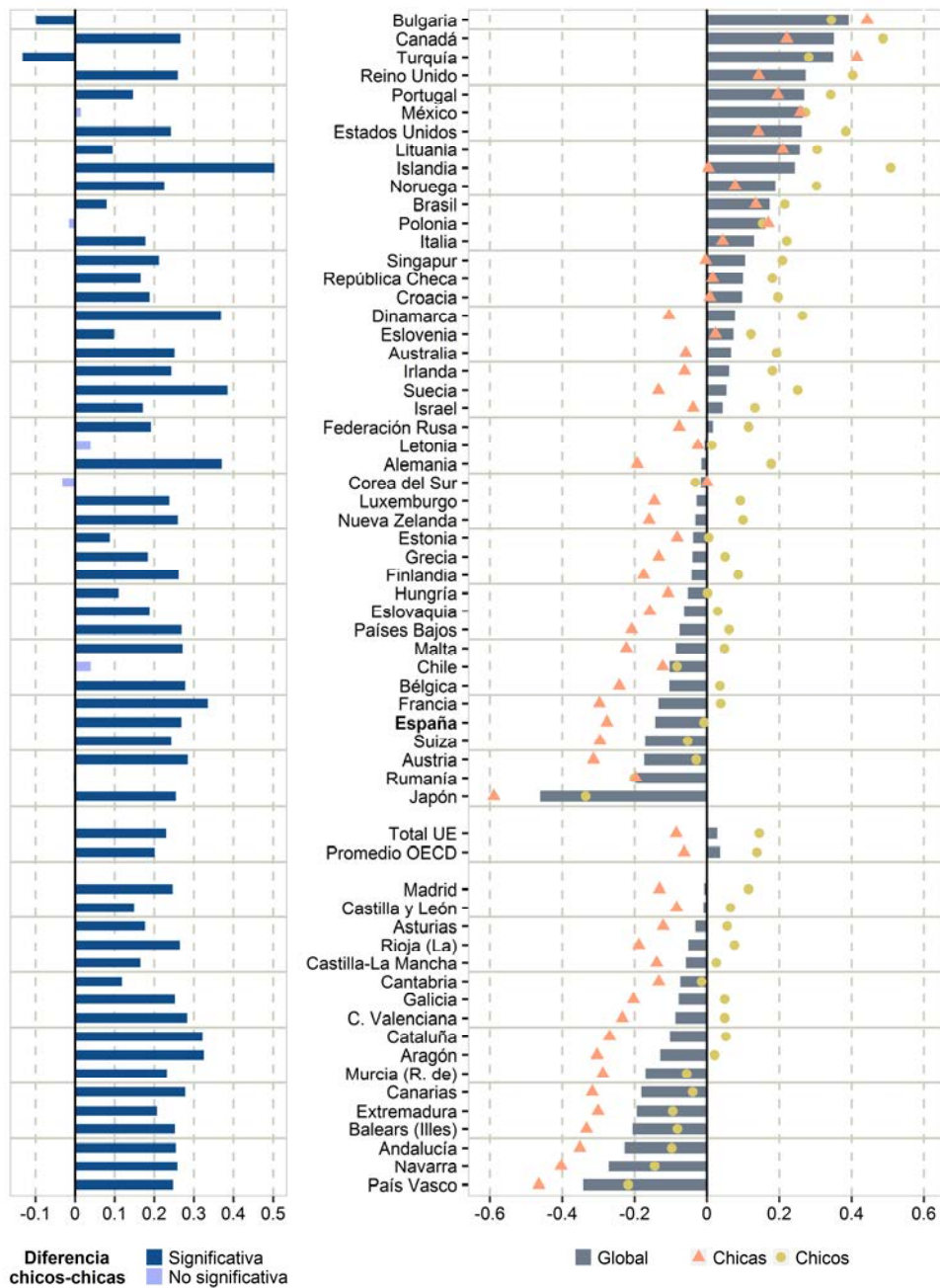
En España (-0,14), la confianza en la propia competencia para alcanzar objetivos que requieran habilidades científicas es una de las más bajas entre los países seleccionados y significativamente inferior a la de sus compañeros de la OCDE y de la UE. También presentan valores negativos en el índice de autoconfianza todas las comunidades autónomas, si bien las de Madrid (-0,01), Castilla y León (-0,01) y Asturias (-0,03) muestran valores medios próximos al cero, mientras que los valores medios más bajos del índice de autoeficacia en ciencias se dan en País Vasco (-0,34), Navarra (-0,27) y Andalucía (-0,23).

En casi todos los países el valor medio índice de autoeficacia en ciencias es más alto en los chicos que en las chicas. Las excepciones son: Bulgaria, Turquía, Corea del Sur y Polonia. En los dos primeros, la diferencia es significativa a favor de las chicas: Bulgaria (-0,10) y Turquía (-0,13); mientras que en Corea del Sur (-0,03) y Polonia (-0,02) esas diferencias a favor de las chicas no son significativas. En el resto de países, las diferencias en la autoeficacia en ciencias son significativas a favor de los chicos, excepto en Letonia (0,04) y Chile (0,04). La mayor diferencia entre chicos y chicas en este índice se presenta en Islandia (0,50) y diferencias algo

menores, aunque también significativas, se dan en Suecia (0,39), Dinamarca (0,37) y Alemania (0,37).

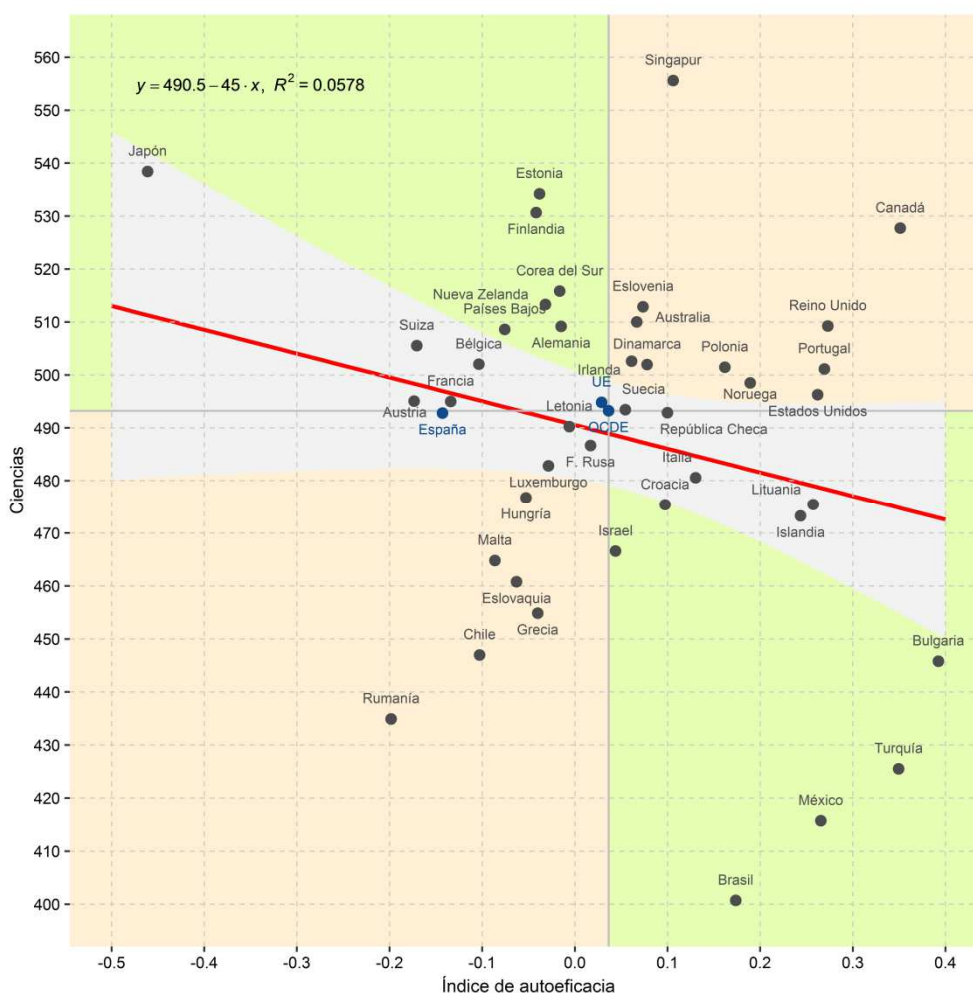
La autoeficacia en ciencias también es significativamente más alta en los chicos que en las chicas en España (chicos (-0,01); chicas (-0,28)). Lo mismo sucede en todas las comunidades autónomas, donde se observa que las mayores diferencias entre chicos y chicas se producen en Cataluña (0,32) y Valencia (0,28); mientras que las diferencias más bajas, aunque siguen siendo estadísticamente significativas, se observan en las comunidades de Cantabria (0,12), Castilla y León (0,15) y Castilla la Mancha (0,17).

Figura 4.6a. Índice de autoeficacia en ciencias, valor medio para cada país o entidad y diferencias entre chicos y chicas



La relación entre los valores del índice de autoeficacia y las puntuaciones medias en ciencias para los países seleccionados en este informe puede verse en la Figura 4.6b. En esta Figura se muestra que no llega al 6% la proporción de la variabilidad de las puntuaciones medias en ciencias que viene explicada por el índice de autoeficacia en el conjunto de países seleccionados, más el promedio OECD y la media del total de alumnos de la UE. Esta baja relación puede deberse, en parte, a los pobres resultados en ciencias de países como Bulgaria, Turquía, México y Brasil, todos ellos con altos valores medios en el índice de autoeficacia en ciencias. En todo caso, para valores bajos del índice de autoeficacia se aprecia que hay países con altas y bajas puntuaciones medias en ciencias, por ejemplo, para valores del índice en el intervalo (-0,1; 0,0) Malta, Grecia y Eslovaquia presentan puntuaciones medias inferiores a 470 puntos, mientras que Finlandia y Estonia obtiene puntuaciones medias superiores a 530 puntos.

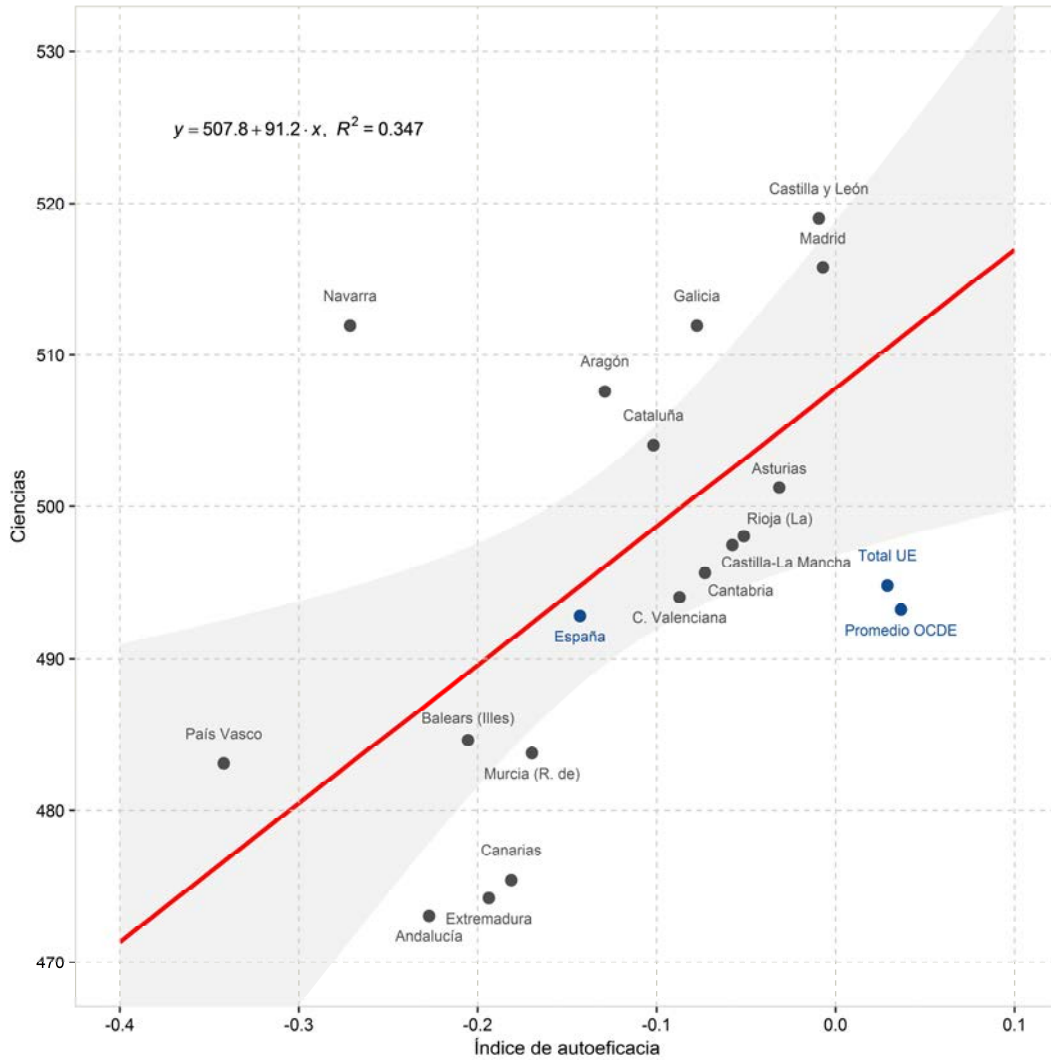
Figura 4.6b. Relación entre el rendimiento y el índice de autoeficacia en ciencias



La Figura 4.6c muestra la relación entre las puntuaciones medias y los valores medios del índice de autoconfianza en ciencias en España y las 17 comunidades autónomas. En este caso, la relación es más fuerte que en el caso de los países: el 34,7% de la variabilidad de las puntuaciones medias se explica a partir del índice de autoconfianza en ciencias, de forma que aproximadamente un aumento de una décima en el índice de autoconfianza produciría un

aumento de 9 puntos en los resultados medios en ciencias, en el conjunto de las comunidades autónomas españolas.

Figura 4.6c. Relación entre el rendimiento y el índice de autoeficacia en ciencias



En cualquier caso, También puede observarse que para valores del índice de autoconfianza en el intervalo (-0,3; -0,2), Navarra obtiene puntuación media en ciencias claramente más alta que Andalucía.





## CONCLUSIONES

Una base sólida de competencia científica es necesaria no solo para quienes tienen interés en llegar a ser científicos o ingenieros, sino también para todos los jóvenes, en su camino hacia convertirse en ciudadanos responsables y críticos. El marco de evaluación de ciencias de PISA recoge que todos los jóvenes deben tener conocimiento y comprensión de la ciencia y de la tecnología basada en la ciencia con el fin de convertirse en usuarios informados y críticos del conocimiento científico y participar en discusiones sobre temas científicos y tecnológicos. Pero el compromiso a lo largo de la vida, más allá de la escolaridad obligatoria, requiere algo más que conocimientos y destrezas. Los estudiantes sacarán el máximo provecho de sus conocimientos y participarán en actividades relacionadas con la ciencia solo si tienen una predisposición positiva hacia la misma. Por eso, además del conocimiento conceptual, procedimental y epistemológico, son importantes las actitudes y disposiciones en el aprendizaje de las ciencias y para las aspiraciones futuras, personales y profesionales, de los estudiantes.

En las pruebas cognitivas de ciencias, España obtiene una puntuación media de 493 puntos, la misma que el promedio de la OCDE (493) y solo 2 puntos por debajo del total de la Unión Europea (495). Los mejores resultados los obtienen Singapur (556), Japón (538), Estonia (534) y Finlandia (531). En las comunidades autónomas españolas, las puntuaciones más altas en Ciencias corresponden a Castilla y León (519), Comunidad de Madrid (516), la Comunidad Foral de Navarra (512) y Galicia (512), que son significativamente superiores al promedio del conjunto de los países de la OCDE (493).

Si se comparan los resultados en una escala de niveles de rendimiento en ciencias, España tiene una proporción de alumnos rezagados del 18%, inferior a la OCDE y a la Unión Europea, 21% en ambos casos, lo que podría interpretarse como un indicador de mayor equidad. En cuanto al porcentaje de alumnos excelentes –situados en los niveles 5 y 6 de la escala de rendimiento– en nuestro país es del 5%, en comparación con el 8%, tanto de la OCDE como de la Unión Europea.

En lectura, España consigue una puntuación media de 496, ligeramente superior a la de la OCDE (493) y a la de la Unión Europea (494). Los mejores resultados los alcanza también Singapur (535), además de Canadá (527), Finlandia (526) e Irlanda (521). En las comunidades autónomas, las mejores puntuaciones en lectura corresponden de nuevo a Castilla y León (522), Comunidad de Madrid (520), La Comunidad Foral de Navarra (514) y Galicia (509), que son significativamente superiores al promedio del conjunto de los países de la OCDE (493).

España muestra una proporción de alumnos rezagados en lectura inferior a la OCDE y a la Unión Europea (16% frente al 20%, de ambos), lo que podría interpretarse como un indicador de mayor equidad. El porcentaje de alumnos excelentes en nuestro país es del 6%, en comparación con el 8% de la OCDE y el 9% de la Unión Europea.

En matemáticas, España consigue una puntuación media de 486 puntos, ligeramente por debajo del promedio de la OCDE (490) y de la Unión Europea (493). Los mejores resultados están en Singapur (564), Japón (532), Corea del Sur (524) y Suiza (521). En las comunidades autónomas, las puntuaciones más altas corresponden a la Comunidad Foral de Navarra (518), Castilla y León (506), La Rioja (505) y Comunidad de Madrid (503), que son significativamente superiores al promedio del conjunto de los países de la OCDE (490).

España tiene una proporción de alumnos rezagados en matemáticas igual a la de los estudiantes de la Unión Europea (22%) e inferior a la de la OCDE (23%). El porcentaje de alumnos excelentes en nuestro país es del 7%, en comparación con el 11% de la OCDE y la Unión Europea.

En PISA 2015, como en ediciones anteriores, se siguen observando diferencias de rendimiento por género. En lectura, las chicas muestran un rendimiento significativamente más alto que los chicos en todos los países analizados, sin excepciones. Por otro lado, en matemáticas los que obtienen los mejores resultados promedio son los chicos, si bien aquí las diferencias no son tan acusadas como en el caso de la competencia lectora, e incluso en algunos países la diferencia se inclina a favor de las chicas, como es el caso de Corea del Sur.

En el área de ciencias, en el promedio de la OCDE, en el total de la UE y también en España, los chicos consiguen significativamente mejores resultados que las chicas, si bien en este caso se debe observar que en algunos países como Finlandia o Bulgaria, entre otros, son las chicas las que también de modo significativo obtienen mejores resultados que los chicos. En las comunidades autónomas, se observa el mismo patrón que en el conjunto de España, si bien en ciencias las diferencias a favor de los chicos solo son significativas en la Comunidad de Madrid, Cataluña, Canarias y Andalucía. La distribución por niveles de rendimiento en ciencias es, sin embargo, muy parecida en los chicos y en las chicas, y solo se aprecian ligeras diferencias en las proporciones concretas de cada nivel.

Los alumnos de origen migrante obtienen peores resultados, en general, que los nativos en la gran mayoría de países y en todas las comunidades autónomas. Si bien en países como España se ha avanzado en el proceso de integración de todo el alumnado a lo largo de su trayectoria escolar, aún queda bastante camino por recorrer. Las excepciones se dan en Singapur, Malta y Hungría donde los alumnos migrantes –quizá por tener un origen socio-económico diferente del de la mayoría de los países comparados– consiguen mejores puntuaciones medias que los nativos.

Uno de los problemas más graves que se observan en el sistema educativo español es el extraordinario porcentaje de alumnos repetidores: casi uno de cada tres estudiantes de 15 años en España (31%) está repitiendo por primera o segunda vez alguno de los cursos de la educación secundaria obligatoria (ESO). Esto significa una diferencia de 19 puntos porcentuales más que en el promedio de países de la OCDE y 16 más que en el conjunto de

alumnos de la UE. La situación es preocupante en todas las comunidades, desde el 21% de Cataluña al 40% de Baleares, aunque se observa una ligera disminución de estos porcentajes desde la edición de 2012 a la actual de 2015. Los resultados de los alumnos repetidores son significativamente peores que los de los no repetidores. No obstante, el 58% de los alumnos repetidores en España se sitúan en el nivel 2 o superiores en el área de ciencias, y este porcentaje asciende en algunas comunidades a más del 70%, como en la Comunidad Valenciana y Castilla y León.

Los resultados de los alumnos de los centros de titularidad privada son mejores que los de los centros de titularidad pública en la gran mayoría de países analizados y en todas las comunidades autónomas, aunque no en todos los casos esa diferencia es significativa. En gran parte se debe al distinto origen socio-económico de los alumnos de centros escolares de cada categoría.

Por otra parte, se ha observado una relación relativamente fuerte entre los resultados medios de los países analizados y el índice social, económico y cultural y esa relación es aún más fuerte en el caso de las comunidades autónomas.

El efecto del índice social, económico y cultural es, por tanto un factor a tener en cuenta en la interpretación de los resultados, de manera que si se descuenta su efecto, los resultados de los países pueden llegar a variar de forma notable. En el caso de España, descontado el efecto del índice, la puntuación media en Ciencias ascendería a 507 puntos, en el mismo nivel de Francia, República Checa y Nueva Zelanda, entre otros. También entre las comunidades autónomas se producirían variaciones si se descuenta el efecto del índice social, económico y cultural. Así, Andalucía y Murcia verían incrementados en 24 puntos los resultados en ciencias de sus alumnos, mientras el menor incremento, de 3 puntos, se daría en Madrid.

Entre los componentes del índice socio-económico y cultural, el número de libros en casa sigue siendo un importante factor asociado positivamente a mejores resultados, en todas las áreas evaluadas. Además, se añaden otros factores cada vez más relevantes, como son la posesión de ordenador y la conexión a Internet en casa, que también se relacionan positivamente con el rendimiento de los estudiantes.

En lo que se refiere a la equidad, España se encuentra entre los países más equitativos, ya que el impacto del índice social, económico y cultural se cifra en tan solo 2,7 puntos por décima de incremento del índice, claramente por debajo del impacto en el conjunto de países OCDE (3,9 puntos). El impacto del índice en todas las comunidades autónomas es menor que el del promedio OCDE y entre ellas, los menores impactos se encuentran en Galicia, Castilla y León y País Vasco. Los mayores impactos se observan en Asturias, Región de Murcia y Cataluña.

Los datos de este informe permiten observar importantes diferencias en las actitudes y en las competencias de los estudiantes de 15 años, tanto entre los distintos países seleccionados como en las comunidades autónomas españolas. La evaluación llevada a cabo proporciona una visión limitada sobre el origen de dichas diferencias. En todo caso, la literatura de investigación señala que los profesores desempeñan un importante papel en la formación de las actitudes de los estudiantes respecto al aprendizaje de la ciencia y a la decisión de desarrollar una carrera profesional relacionada con la misma.

Las experiencias científicas prácticas, las visitas a museos o la participación en laboratorios informales pueden ampliar las oportunidades de aprender ciencia. Sin embargo, la calidad de los profesores y el papel mediador de padres, instructores o científicos con los cuales los estudiantes tienen contacto personal, resulta determinante para que dichas actividades científicas se conviertan en oportunidades para disfrutar y valorar la ciencia. Los intereses, el goce, la utilidad y los valores de la ciencia no se desarrollan de forma aislada, simplemente poniendo las actividades frente a los estudiantes.

Mientras que sigue acumulándose evidencia acerca del papel que desempeñan y las características de los profesores de alta calidad, los educadores de ciencias lamentan la desconexión que existe entre lo que se conoce acerca de la enseñanza de alta calidad y lo que comúnmente se practica. El científico francés del siglo XIX Claude Bernard escribió que la ciencia es un "salón magnífico y deslumbrante, pero al que sólo se puede llegar pasando por una larga y espantosa cocina". Osborne, Simon and Collins (2003) afirman, más de un siglo después, que "la ironía esencial de una disciplina que ofrece liberación intelectual de los grilletes del saber recibido es que la educación que ofrece es autoritaria, dogmática y no reflexiva".

Entre los estudiantes con los mismos niveles de competencia e interesados en la ciencia se encuentran diferencias tanto en el compromiso como en las expectativas para desarrollar una carrera profesional relacionada con las ciencias. En concreto, las diferencias de género son evidentes en la disposición hacia este tipo de profesiones, incluso entre estudiantes que manifiestan niveles similares de disfrute en las actividades científicas. Parece como si un alto porcentaje de estudiantes que afirman disfrutar con la ciencia no perciban la ciencia como algo propio de ellos (Archer et al., 2010).

Los datos de PISA señalan que, a veces, los estudiantes tienen una comprensión limitada de lo que significa una "carrera de Ciencias". Ampliar su conocimiento acerca de la utilidad de la ciencia más allá de las ocupaciones docentes y/o investigadoras debería ayudar a tener una visión más inclusiva de esta. Asimismo, es posible que los estereotipos creados acerca de los científicos y del trabajo en profesiones relacionadas con la ciencia disuadan a muchos estudiantes de dedicarse más a las ciencias. Por ejemplo, la ciencia de la computación se considera un campo de trabajo "masculino" y la biología, un área de trabajo "femenina". Por su parte, las familias y los medios de comunicación también contribuyen a menudo, transmitiendo la falsa creencia de que los científicos logran el éxito por ser brillantes y no por el trabajo duro que han tenido que realizar. Sin embargo, gracias al poder que tienen, los centros educativos pueden contrarrestar estos estereotipos y creencias y ayudar a los estudiantes a cultivar una perspectiva más amplia de la ciencia, mediante una mejor información de lo que supone una carrera relacionada con este ámbito. Además, los trabajadores y educadores en campos vistos inicialmente como "masculinos" o "femeninos" pueden contribuir también a eliminar estos estereotipos, advirtiendo, por ejemplo, que las ciencias de la computación ayudan a resolver problemas de salud.

Debido a que el conocimiento y la comprensión de la ciencia es útil mucho más allá del trabajo de los científicos y, además, resulta necesario para la plena participación en un mundo cada vez más colonizado por la tecnología basada en la ciencia, es preciso que la ciencia escolar se

presente desde una óptica positiva, tal vez como un trampolín hacia nuevas fuentes de interés y disfrute (Archer, Dewitt and Osborne, 2015).



## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Archer, L., Dewitt, J., y Osborne, J. (2015). Is Science for Us? Black Students' and Parents' Views of Science and Science Careers. *Science Education* 99(2), 199–237. doi:10.1002/sce.21146.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., y Wong, B. (2010). 'Doing' Science versus 'being' a Scientist: Examining 10/11-Year-Old Schoolchildren's Constructions of Science through the Lens of Identity. *Science Education* 94(4), 617–39. doi:10.1002/sce.20399.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: Worth Publishers.
- Dewitt, J., y Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A Comparison of Survey Responses from Primary and Secondary School Students. *International Journal of Science Education* 37(13), 2170–92. doi:10.1080/09500693.2015.1071899.
- Grupo Iberoamericano de PISA (2009). *Iberoamérica en PISA 2006. Informe regional*. Madrid: Santillana.
- Hidi, S., y Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist* 41(2), 111–27. doi:10.1207/s15326985ep4102\_4.
- INEE (2016). *Marcos teóricos PISA 2015*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <http://www.mecd.gob.es/inee/publicaciones/estudios-internacionales.html>
- INEE (2012). *Informe español. PISA 2012. Competencia financiera*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- INEE (2012). *PISA 2012. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español. Volumen I: Resultados y contexto*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- INEE (2012) PISA 2012. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español. Volumen II: Análisis secundario. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- INEE (2012). *Informe español. PISA 2012: Competencia Financiera*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- INEE (2012). *Resolución de problemas de la vida real. Resultados de Matemáticas y Lectura por ordenador*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Instituto de Evaluación (2010). *Ciencias en PISA Pruebas liberadas*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2009) *PISA 2009. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos OCDE. Informe Español*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2008). *PISA 2003 Matemáticas. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2007a). *PISA 2006. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2007b). *La lectura en PISA 2000, 2003 y 2006*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2005). *Resultados en España del estudio PISA 2000*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Krapp, A. (2002). Structural and Dynamic Aspects of Interest Development: Theoretical Considerations from an Ontogenetic Perspective. *Learning and Instruction, Interest in Learning, Learning to be Interested*, 12(4), 383–409. doi:10.1016/S0959-4752(01)00011-1.
- Krapp, A., y Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods, and Findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50. doi:10.1080/09500693.2010.518645.
- Mason, L., Boscolo, P., Tornatora, M.C., y Ronconi, L. (2012). Besides Knowledge: A Cross-Sectional Study on the Relations between Epistemic Beliefs, Achievement Goals, Self-Beliefs, and Achievement in Science. *Instructional Science*, 41(1), 49–79. doi:10.1007/s11251-012-9210-0.
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., y Nelson, C. (2015). A Model of Factors Contributing to STEM Learning and Career Orientation. *International Journal of Science Education* 37(7), 1067–88. doi:10.1080/09500693.2015.1017863.
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD (2016). *PISA 2015 database* en <http://www.oecd.org/pisa/data/>
- OECD (2016). *Pisa 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, PISA. Paris: OECD Publishing. <http://dox.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OCDE (2015). *PISA 2015. Explotación de los ficheros de microdatos anonimizados*. París: OECD Publishing.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do*. 4 vols. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do*. Vol. I: *Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. Paris: OECD Publishing.



- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Vol. II: Excellence through Equity: Giving Every Student the Chance to Succeed*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Vol. III: Ready to Learn: Student Engagement, Drive and Self-Beliefs*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Vol. IV: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and practices* Paris: OECD Publishing.
- OECD (2014). *PISA 2012 Technical Report*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and Its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–79. doi:10.1080/0950069032000032199.
- Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2009). Promoting Self-Determined School Engagement: Motivation, Learning and Well-Being. En K. Wentzel, A. Wigfield, y D. Miele (Ed.), *Handbook of Motivation at School*, (pp. 171–95). New York: Routledge.
- Wigfield, A., y Eccles, J. S. (2000). Expectancy–Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology* 25(1), 68–81. doi:10.1006/ceps.1999.1015.



## ANEXO

El presente informe ha sido posible gracias al trabajo en equipo de las personas que componen el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE):

- Vicente Alcañiz Miñano
- Francisco Javier García Crespo
- Carmen Tovar Sánchez
- Ruth Martín Escanilla
- Joaquín Martín Muñoz
- Isabel Couso Tapia
- Joaquín Vera Moros
- Guillermo Gil Escudero
- Lis Cercadillo Pérez
- Araceli Sánchez Tovar
- Luis Sanz San Miguel
- Jaime Vaquero Jiménez
- Mónica Martín Santiago
- Verónica Díez Girado
- José María Gallego Alonso-Colmenares
- María Jesús Cabañas Martínez
- Laura Apodaca Visaires
- Irene Gómez Molina
- Carolina López Gallardo
- Noelia Martínez García
- Emilio Rodríguez Antúnez
- Emilio Titos García
- Pepi Barroso Pérez
- José Luis Cobo Peinado
- Marta Colino Castro
- Paloma Hernández Gil
- Dolores Madrid González
- Consuelo Muños García
- José Antonio Rodríguez Valcárcel





El objetivo principal de cualquier sistema educativo es que los ciudadanos sean capaces de aunar su conocimiento básico y aplicado. El estudio PISA (Programme for International Student Assessment) contribuye de forma sistemática a evaluar lo que los jóvenes saben y son capaces de hacer al finalizar su educación secundaria obligatoria (ESO) en más de 70 países del mundo. España ha participado, desde su primera edición en 2000, en todos los ciclos trianuales: 2003, 2006, 2009, 2012 y 2015.

Este estudio muestral de evaluación educativa se centra en tres competencias consideradas troncales: ciencias, lectura y matemáticas. Además, en cada ciclo se explora una competencia innovadora, como la resolución colaborativa de problemas, en 2015, o la competencia global, en el próximo PISA 2018.

En 2015, la competencia principal ha sido Ciencias, y las pruebas se han realizado exclusivamente en formato digital. Además, todas las comunidades autónomas han ampliado su muestra regional para poder recabar datos que sean comparables a nivel internacional. Por tanto, la muestra de España es una de las más ricas del estudio a nivel internacional.