



Universidad  
de Alcalá

**ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PRUEBA INTERNACIONAL  
PISA 2015 EN LA COMPETENCIA DE CIENCIAS.  
PROPUESTA DE ASPECTOS DE MEJORA EN EL  
PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

**Trabajo Fin de Máster**

**Máster Universitario en Formación de Profesorado**

**Presentado por:**

**Fernando Lázaro-Carrasco Rodríguez**

**Tutor:**

**Mercedes Torre Roldán**

**Alcalá de Henares, a 3 de julio de 2021.**



## ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Estado de la cuestión y fundamentación teórica .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Proyecto de evaluación PISA. Aspectos generales .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 El contexto de la prueba PISA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.3 El conocimiento científico competencia científica (CC) y alfabetización científica (AC) .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.4 Análisis de la información en la Prueba PISA 2015 .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Interés y objetivos del trabajo .....</b>	<b>14</b>
<b>2 EL ESTUDIO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Contexto, recogida de datos y análisis de la información.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Resultados.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.1 Análisis general de resultados de la prueba PISA 2015 .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2 Influencia de las actitudes y disposiciones de los estudiantes en el rendimiento en ciencias en la prueba PISA 2015.....</b>	<b>20</b>
<b>3 CONCLUSIONES Y ASPECTOS DE MEJORA .....</b>	<b>33</b>
<b>4 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 1 Preguntas liberadas de Ciencias en PISA 2015.....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) de Formación del Profesorado, que se enmarca en los trabajos de investigación de la especialidad de Física y Química, consistirá en el análisis crítico de determinados aspectos de la prueba internacional PISA (*Programme for International Student Assessment*, por sus siglas en inglés) y, en particular, sus resultados en ciencias.

La educación ha evolucionado a lo largo del tiempo y de una forma mucho más vertiginosa en los últimos años. Por este motivo, lo más adecuado sería analizar el último Informe PISA realizado en 2018 para ver el estado de la educación en los países participantes. Sin embargo, dado el marco en el que se encuadra este TFM, se estudiará, fundamentalmente, el estado de la enseñanza en ciencias, evaluada, de manera específica, en la Prueba PISA del año 2015, cuyos resultados se han reflejado en el Informe que lleva por título: «PISA 2015. *Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*» (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2016).

### 1.1 Estado de la cuestión y fundamentación teórica

Desde el comienzo de aplicación del Programa PISA (año 2000) y hasta la actualidad, con la última edición realizada en 2018, la difusión a la sociedad de los resultados obtenidos se basa, fundamentalmente en «rankings de excelencia y fracaso», como si se tratase de clasificaciones deportivas, y avivando el debate sobre la validez de nuestro sistema educativo (Gil, D. y Vilches, A., 2006). Además, estas noticias se publican en la prensa bajo titulares alarmistas como, por citar algunos, los siguientes: “Sólo niñas, un tutor por cada alumna y religión: el método del mejor colegio de España según PISA” (Casal, L., 2021); “Informe PISA 2015 España supera por primera vez la media de la OCDE en Comprensión Lectora. En Ciencias iguala el promedio, pero sigue por debajo en Matemáticas. Mientras España mejora resultados, baja la media de los países desarrollados. La repetición en España es "alarmante", 20 puntos mayor que la media europea” (RTVE.es / EFE, 2016); “Informe PISA: España, uno de los países donde menos se fomentan las tecnologías en la enseñanza” (20Minutos); “Informe PISA 2018. Los alumnos españoles de 15 años sacan la nota más baja en Ciencias desde que existe el informe PISA” (Stegmann J. G., ABC); etc.

Tanto la OCDE como el propio, actualmente, Ministerio de Educación y Formación Profesional, aportan los resultados de este informe como una clasificación de países por puntuación global obtenida (y en la competencia principal), así como en forma de porcentaje de alumnos que alcanzan cada uno de los seis niveles de competencias establecidos por el Programa PISA.

Los resultados así presentados no son totalmente veraces, ya que no se analizan en su contexto; no se realiza un estudio multivariante de los distintos factores que afectan a la obtención de una determinada puntuación; no se proporciona información sobre lo que realmente interesa: la medida en la que los estudiantes alcanzan los logros que se espera, los obstáculos que se encuentran para ello y cómo se podrían subsanar ni se evidencia la evolución que ha tenido la elaboración de la prueba, etc. Por otra parte, se presta atención al rendimiento cognitivo en ciencias (en el caso de PISA 2015) y se elude la influencia de las actitudes no cognitivas en este. Además, no se aprovecha la potencialidad que presentan estos resultados para estudiar qué estrategias se podrían aplicar en el modelo enseñanza-aprendizaje de los alumnos de secundaria, en el currículo, y en la motivación e implicación de los centros de enseñanza y del profesorado (Gil, D. y Vilches, A., 2006; Gallardo-Gil, M. *et al.*, 2010; Bidegain, G. y Lukas Mujika, J., 2020)

Para entender mejor estos aspectos, en los siguientes apartados de la Memoria se resume qué es la Prueba PISA, cómo se materializa y algunos conceptos importantes que se consideran en la realización de la prueba.

### ***1.1.1. Proyecto de evaluación PISA. Aspectos generales***

El Informe PISA se basa en una prueba internacional, creada, en 1997, por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)<sup>1</sup>, que se realiza cada tres años (desde el año 2000) a los estudiantes que han llegado a la etapa final de la enseñanza obligatoria. Tiene por objeto “evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber” (OCDE, 2015). Se evalúan tres tipos de competencias: lectura, matemáticas y ciencias. Como estos

---

<sup>1</sup> La OCDE es un organismo de cooperación internacional formado por 38 países. Estos países financian la organización para conseguir coordinar y mejorar sus políticas económicas y sociales mediante el intercambio de información. Fruto de esta coordinación se pretende contribuir a la expansión económica de los países, tanto los países pertenecientes como los no pertenecientes a la organización, al aumento del comercio mundial, la economía y el empleo y al aumento del nivel de vida de los estados. Entre los trabajos que elabora la OCDE para alcanzar los objetivos mencionados está el informe PISA.

tres campos son muy extensos, la evaluación trienal se centra en una de las tres materias, aportando un análisis resumido de las otras dos. En este trabajo nos centraremos en la evaluación en ciencias, por ser el objeto de nuestro interés.

La prueba PISA cuenta con la colaboración de expertos en la materia, facultativos y legisladores de los países que participan para acordar qué resultados de la prueba resultan significativos para lograr una visión del sistema educativo de los países y, por consiguiente, ser medidos, así como evaluar qué forma de medirlos es la más adecuada. Además, se establecen procedimientos de comparación de los resultados entre sí de manera significativa y confiable.

Los resultados obtenidos, a partir de estos Informes hacen posible:

1. Valorar las habilidades propias de los alumnos y los conocimientos que han adquirido gracias al sistema educativo al que pertenecen.
2. Evaluar los sistemas educativos de forma realista y coherente con la sociedad en la que se desarrolla la prueba.
3. Comparar las habilidades y conocimientos de los estudiantes de distintos países.
4. Detectar los puntos mejorables de las políticas educativas de todos los países analizados, de manera que repercutan en la mejor formación de los adolescentes.
5. Compartir objetivos educativos entre los legisladores y, de esta forma, aprender distintas medidas y prácticas aplicadas en distintos lugares del planeta.

### ***1.1.2. El contexto de la prueba PISA***

El Informe PISA recoge información de las cuatro partes activas en la formación de los estudiantes: profesores, alumnos, padres y directores de centros educativos. No obstante, tan solo se incluyen preguntas obligatorias para los adolescentes.

#### **a. El alumno**

La evaluación de los estudiantes se realizó a través de la valoración de dos grandes aspectos propios de cada alumno: el contexto y el conocimiento científico.

El primero se refiere a la capacidad que tiene el alumno para localizar los problemas en el mundo a través de la identificación de cuatro niveles contextuales: personal, educativo, social y científico. La evaluación de esta capacidad se realiza a través de un cuestionario, de una duración aproximada de entre 35 y 45 minutos, cuyas preguntas permiten recopilar información referida al entorno familiar, el nivel

socioeconómico y cultural, la actitud hacia el aprendizaje, los hábitos escolares y no escolares y el apoyo familiar que reciben los estudiantes y el centro escolar (estructura, número de alumnos por clase, ambiente escolar, actividades científicas que se desarrollan en clase, dotaciones científicas con las que cuenta el centro, etc.). Para caracterizar el contexto de los estudiantes se tiene en cuenta el factor histórico, la situación local y global del conocimiento científico y tecnológico, en el momento en el que se realiza la prueba, de cada país.

En PISA 2015 se realiza la prueba, por primera vez, con ordenador. En aquellos países en los que esto no se pudo hacer, se completó de forma tradicional, impresa en papel. Se evaluaron, aproximadamente, 540.000 estudiantes de quince años, pertenecientes a 72 países. Como resulta evidente, no son las mismas condiciones realizar una prueba por ordenador que por escrito, por lo que, para poder ponderar una prueba y otra, se estableció una corrección entre las puntuaciones obtenidas por ordenador y por escrito. Esta corrección se basa en un factor de equivalencia correspondiente a cuatro puntos de las calificaciones obtenidas.

Las pruebas tuvieron una duración total de dos horas, de las cuales, una hora se dedicó a la materia específica. Con respecto a las preguntas que se plantearon, unas fueron cuestiones de respuesta múltiple y otras implicaban elaborar las correspondientes respuestas. La prueba contó, además, con un cuestionario acerca del entorno del alumno, su situación personal, su casa, su familia, su escuela y sus experiencias en el entorno escolar.

b. El centro, los profesores y el entorno familiar/social

Los cuestionarios para los otros tres miembros activos de la educación del alumno son optativos. Inicialmente los estados deciden si los cuestionarios llegan a sus destinos, y si los estados acceden, de nuevo, los profesores, padres y directores de los centros tienen la posibilidad de realizarlos o no.

Los cuestionarios dirigidos a la parte académica involucrada en el proceso de enseñanza se centran en el historial educativo de los adolescentes (escolarización y apoyo que recibe el estudiante en el aprendizaje de las ciencias), así como en el currículo de los profesores de ciencias, el nivel formativo del centro de enseñanza y los métodos que se utilizan para el proceso enseñanza-aprendizaje.

Con respecto al entorno personal del alumno, el cuestionario que se realiza a los padres presta atención a la percepción e implicación de estos en la enseñanza de sus hijos; el apoyo que dan al aprendizaje en casa; la elección de centro; las expectativas de estudios superiores de sus hijos y sus antecedentes migratorios.

### 1.1.3. El conocimiento científico: competencia científica (CC) y alfabetización científica (AC)

Independientemente de la controversia que ha surgido a partir de la aplicación de este programa internacional, y que se manifiesta en múltiples críticas al sistema educativo, una de las conclusiones más importantes de este tipo de evaluación trienal es el interés que se concede a la formación científica en la etapa obligatoria de enseñanza, independientemente de la trayectoria en los estudios que siga el alumnado. Así, el Programa PISA 2015, define la «competencia científica» como (Rosales Sánchez, E.M. *et al.*, 2020): “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo”. Esta definición de competencia científica ha surgido fruto de una reestructuración y evolución temporal de este concepto, según se muestra en la Figura 1 (Muñoz Martínez J. y Charro E., 2017).

Procesos		Competencias	
PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006, 2009, 2012	PISA 2015
Reconocer preguntas científicamente investigables.	Comprensión de la investigación científica	Identificar cuestiones científicas	Evaluar y diseñar la investigación científica
Identificar la evidencia necesaria en una investigación científica			
Diseñar o evaluar conclusiones	Interpretación de la evidencia científica y conclusiones	Utilizar pruebas científicas	Interpretar datos y pruebas científicas
Comunicar conclusiones válidas			
Demostrar la comprensión de los conceptos científicos	Describiendo, explicando y prediciendo fenómenos científicos	Explicar fenómenos científicos	Explicar fenómenos científicamente

Figura 1. Evolución temporal del concepto competencia científica en los Programas PISA de los años 2000 a 2015 (Muñoz Martínez J. y Charro E., 2017).

En esta evolución se parte de la idea del “conocimiento general acerca de la ciencia” hasta dividir este conocimiento en tres componentes: el conocimiento del contenido, el procedimental (prácticas y conceptos en los que se basa la investigación) y



el epistémico (conocimiento de las ideas y razones) (Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa, 2016).

El **conocimiento del contenido científico** resulta fundamental para explicar los fenómenos científicos y tecnológicos, evaluar investigaciones científicas e interpretar evidencias científicas. Así pues, se asume que los estudiantes adolescentes que realizan las pruebas tienen los conocimientos y la comprensión de las principales teorías e ideas explicativas de la ciencia adecuadas para su edad. El conocimiento de estos contenidos científicos incluye tanto los sistemas físicos, como los organismos vivos y el universo, según se muestra en la Tabla 1 (Gil D. y Vilches A., 2006).

El **conocimiento de los procedimientos metodológicos** es esencial para investigaciones básicas y el análisis e interpretación de datos científicos. Los alumnos deben ser conscientes de que el conocimiento científico tiene grados de certidumbre y han de poder explicar estos grados en diferentes tipos de medidas:

- Concepto de variables (variables dependientes, variables independientes y variables de control).
- Conceptos de medida (cuantitativa, cualitativa y uso de escalas).
- Incertidumbre y formas de minimizar la incertidumbre (repetición de medidas).
- Mecanismos para asegurar la replicación y exactitud de los datos.
- Formas comunes de tratar datos (uso de tablas, gráficos y cuadros y formas de usarlos correctamente).
- Estrategias de control de las variables.
- Diseño apropiado para una cuestión científica.

Por último, el **conocimiento epistemológico** pivota alrededor de dos puntos: las características de la investigación científica y las herramientas que permiten crear conocimiento científico veraz, según se recoge en la Tabla 2.

Tabla 1. Áreas de contenido en el campo “conocimiento de las ciencias” (Gil D., Vilches A., 2006).

<b>Sistemas físicos</b>	<b>Organismos vivos</b>	<b>Universo</b>
Estructura de la materia (enlaces y modelos atómicos).	Las células (estructuras celulares y sus funciones, el ADN y animales y plantas).	Las estructuras de la Tierra (litosfera, atmósfera e hidrosfera).
Las propiedades de la materia (cambios de estado y conductividad eléctrica).	El concepto de organismo (unicelular o pluricelular).	Las fuentes de energía en la Tierra.
Los cambios físicos de la materia (reacciones químicas, transferencia de energía y ácido-base).	Los seres humanos (salud, nutrición, sistemas del cuerpo humano y su relación).	Climas de la Tierra.
Dinámica (velocidad, fuerza gravitacional, magnética y electrostática).	Poblaciones de organismos vivos (especies, evolución, biodiversidad y variación genética).	Cambios en los sistemas de la tierra (Placas tectónicas, ciclos geoquímicos y fuerzas destructivas y constructivas).
La energía y sus transformaciones (reacciones químicas y disipación energética).	Los ecosistemas (cadena trófica, elementos de los ecosistemas e intercambio de energía).	Historia de la Tierra (fósiles, origen y evolución).
Materia y energía (ondas de luz y radio, sonido y ondas sísmicas).	La biosfera (sostenibilidad y ecosistemas).	La Tierra en el espacio (gravedad, sistema solar y galaxias).
		La historia del universo (concepto de año luz y teoría del <i>Big Bang</i> ).

Conocidos los tres componentes del conocimiento, para alcanzar la CC, el alumno requiere las siguientes subcompetencias (Tabla 3): 1) explicar fenómenos científicamente; 2) evaluar y diseñar la investigación científica; 3) interpretar datos y evidencias científicas.

Tabla 2. Alcance del conocimiento epistemológico (Vázquez-Alonso, A. y Manasserom M. A., 2018).

<p><b>Características de la investigación científica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La naturaleza de las observaciones científicas (hechos, hipótesis, modelos y teorías).</li> <li>• El propósito y el objetivo de la ciencia y su diferencia con la tecnología (explicar el mundo natural y producir soluciones para nuestras necesidades).</li> <li>• Los valores de la ciencia.</li> <li>• La naturaleza del razonamiento y el uso de la ciencia (deductivo, inductivo, inferencias a la mejor explicación).</li> </ul>
<p><b>Herramientas que permiten crear conocimiento científico veraz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos y razonamientos que apoyan las afirmaciones científicas.</li> <li>• Las consultas empíricas y su función para establecer conocimiento científico, su objetivo (probar hipótesis explicativas) y su diseño (observación, experimentos controlados).</li> <li>• El error en las mediciones y su afectación al grado de confianza en la ciencia.</li> <li>• Los modelos abstractos.</li> <li>• La colaboración, la crítica y los compañeros científicos para aumentar la confianza en las afirmaciones científicas.</li> <li>• El conocimiento científico y otras formas de conocimiento para identificar y dirigir las cuestiones sociales y tecnológicas.</li> </ul>

Tabla 3. Capacidades de los alumnos asociadas a las subcompetencias necesarias para adquirir la competencia científica definida por el Programa PISA 2015 (Franco-Mariscal, A.J. *et al.*, 2017)

<p><b>Subcompetencia 1. Explicar fenómenos científicamente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para distintos acontecimientos tecnológicos y naturales.</li> <li>• Habilidad para recordar y aplicar el conocimiento científico correctamente.</li> <li>• Identificar, utilizar y crear modelos explicativos y representaciones.</li> <li>• Realizar y justificar predicciones.</li> <li>• Ofrecer hipótesis explicativas.</li> <li>• Expresar la importancia del conocimiento científico para la sociedad.</li> </ul>
<p><b>Subcompetencia 2. Evaluar y diseñar la investigación científica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar investigaciones científicas: identificar la cuestión que se está investigando y distinguir cuestiones que sean posibles de investigar científicamente.</li> <li>• Decidir si han seguido un procedimiento adecuado y si las conclusiones que obtienen las investigaciones son correctas.</li> </ul>

Tabla 3 (continuación). Capacidades de los alumnos asociadas a las subcompetencias necesarias para adquirir la competencia científica definida por el Programa PISA 2015 (Franco-Mariscal, A.J. *et al.*, 2017)

**Subcompetencia 3: interpretar datos y evidencias científicas**

- Reconocer qué datos son fiables, válidos y si tienen un sólido conocimiento científico.
- Presentar los datos de una forma apropiada.
- Argumentar y detectar puntos débiles de una investigación científica.
- Descartar elementos erróneos.
- Poder alcanzar la mejor interpretación científica de un suceso.

Estrechamente relacionado con el concepto de competencia científica se encuentra el término de «alfabetización científica». La RAE define «alfabetizar» como “enseñar a leer y escribir” (Real Academia Española, 2021, definición 1). El Informe PISA de 2015 va más allá de esta definición e introduce los conceptos de alfabetización en lectura, alfabetización matemática y alfabetización científica (AC). Estas son distintas y complementarias, ya que no existe alfabetización científica sin tener la capacidad de leer y comprender un texto o poder formular y operar los requisitos de un problema científico por muy básico que resulte sin alfabetización matemática. La primera evalúa el esfuerzo que realizan los estudiantes para comprender el texto que leen. La segunda consiste en la capacidad para formular, emplear e interpretar las matemáticas en los diferentes contextos que se puedan presentar; ayudan a los alumnos a realizar valoraciones razonadas o a tomar decisiones constructivas.

Dado que el Informe del año 2015 se centra en ciencias, la alfabetización científica se evalúa de forma más profunda que las dos anteriores. La alfabetización científica se define como “la capacidad de involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia y las ideas científicas de una forma reflexiva” (OCDE, 2016). Este concepto se puede ir adquiriendo en mayor o menor grado y está influenciado por el conocimiento científico que tiene el alumno y su actitud hacia la ciencia. En efecto, una persona se considera alfabetizada científicamente cuando cuenta con la capacidad de explicar fenómenos científicos; diseñar y evaluar investigaciones o consultas científicas y, por último, interpretar datos y evidencias desde el punto de vista científico. Estas capacidades son, precisamente, las tres subcompetencias necesarias para alcanzar la CC, que se evalúan después de establecer un nivel lógico y razonable que deben tener los alumnos de quince años que realizan la prueba.

La alfabetización científica reconoce que la actitud y disposición del estudiante hacia la ciencia afectan en sus competencias y en su nivel de interés y compromiso. Este interés se puede relacionar con la adquisición y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos además del compromiso para tomar parte en el mundo que les rodea, en especial en el ámbito científico y tecnológico. Por estos motivos el Informe PISA 2015 evalúa la actitud del alumnado en tres áreas, el interés en la ciencia y tecnología, la conciencia medioambiental y el concepto de la investigación científica que tienen los alumnos (Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. 2016).

Se ha de tener en cuenta que el interés en la ciencia y la tecnología relaciona en gran medida los logros académicos obtenidos por el alumno con la futura elección de orientaciones y grados y, de ese modo, la duración que tendrá su aprendizaje científico. Como la evaluación se realiza a distintos niveles educativos (alumnos, profesores o colegios) resulta más fácil identificar las causas que fomentan el interés de los adolescentes por la ciencia o la pérdida de interés en la misma. Es decir, esta evaluación puede resultar muy importante para que los sistemas educativos identifiquen el desinterés de los adolescentes en la ciencia.

Con respecto a la conciencia medioambiental, este aspecto ha sido estudiado desde la década de los 70 gracias a su relevancia económica y a ser considerado por la UNESCO un elemento a incluir en todos los programas educativos para alcanzar un desarrollo sostenible y combatir el cambio climático. De hecho, una de las metas del Objetivo 4 de los ODS (Objetivos del Desarrollo Sostenible) propuesto por esta organización para el año 2030 (Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO) es:

4.7. Garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.

Para conseguir la supervivencia de la humanidad, los jóvenes tienen que comprender los principios básicos de la ecología y organizar su vida en torno a ellos. La conciencia medioambiental y el respeto al medio ambiente son elementos básicos en la educación científica.

#### ***1.1.4. Análisis de la información en la Prueba PISA 2015***

Una vez definido qué se va a evaluar, queda ver el criterio para asignar la dificultad de las preguntas de la prueba PISA. La dificultad de la pregunta suele ser confundida con la demanda cognitiva que necesitan las cuestiones para ser respondidas. Una pregunta puede ser compleja y requerir poco nivel cognitivo, o puede tener un elemento conceptual sencillo que requiera comparar y evaluar elementos de relevancia cognitiva, elevando el nivel cognitivo de la pregunta. Por ese motivo, las preguntas PISA deben recoger diferentes grados de dificultad y diferentes capacidades de los estudiantes evaluados para resolver preguntas de diferente dificultad cognitiva.

Para poder establecer las categorías cognitivas se revisan las teorías Anderson & Krathwohl (2001), Ford & Wargo (2012), Biggs & Collins (1982) y la Profundidad de conocimiento de Webb (1997). Todas estas teorías permiten establecer tres categorías cognitivas, baja, media y alta. El nivel de baja demanda cognitiva define a los alumnos que solo son capaces de realizar un único procedimiento, por ejemplo, recordar un hecho, término, principio o concepto. Los alumnos de nivel cognitivo medio usan y aplican conocimientos conceptuales para describir o explicar fenómenos, seleccionan procedimientos adecuados que requieren dos o más pasos intermedios, organizan los datos e interpretan o usan gráficos simples. Por último, el nivel cognitivo alto define a alumnos capaces de analizar datos o informaciones complejas, evaluar o resumir evidencias, justificar y razonar a través de diferentes fuentes y desarrollar una estrategia para resolver un problema.

Así pues, los factores que evalúan el nivel cognitivo de los alumnos y que permiten una medida más amplia de la habilidad del estudiante, así como caracterizar su alfabetización científica, son:

- 1) El número de elementos de conocimiento y grado de complejidad requerido por la pregunta.
- 2) El nivel de familiaridad y conocimiento previo que los alumnos tienen del contenido, procedimiento o conocimiento epistemológico que tiene la pregunta.
- 3) La operación cognitiva requerida por la cuestión, es decir, recordar, analizar o evaluar.
- 4) La necesidad de recurrir a modelos o ideas científicas abstractas para responder adecuadamente.

La actuación en la prueba de ciencias está relacionada con las creencias de los estudiantes sobre la naturaleza y el origen del conocimiento científico. Así pues, un estudiante que obtenga un buen resultado en las pruebas PISA será capaz de extrapolar sus conocimientos, pensar más allá de los límites de los temas evaluados, aplicar sus conocimientos de forma creativa en situaciones novedosas y demostrar estrategias de aprendizaje efectivas. Mientras tanto los estudiantes que obtienen una calificación baja tienen más probabilidades de desconocer que el conocimiento y los experimentos científicos son una buena forma de adquirir conceptos que desconocían, además de no ser capaces de extrapolar los pocos conocimientos que demuestran tener. Los estudiantes se van a clasificar en siete grupos, de acuerdo con los niveles de competencia científica (Tabla 4).

Tabla 4. Competencia científica de los estudiantes (OCDE, 2007).

Nivel	Puntuación	Alumnos capaces de:
6	>707	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurrir a una amplia relación de ideas y conceptos científicos y utilizar contenidos, procedimientos y conocimientos epistemológicos para dar hipótesis explicativas de distintos fenómenos y procesos científicos o bien realizar predicciones.</li> <li>• Interpretar datos y evidencias, discriminar los datos relevantes de los irrelevantes y recurrir a conocimientos externos al currículo escolar.</li> <li>• Distinguir entre argumentos basados en evidencias y teorías científicas y los que no tienen esa base.</li> <li>• Evaluar diseños científicos de experimentos complejos, estudios de campo o simulaciones y argumentar sus evaluaciones.</li> </ul>
5	707-633	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar ideas científicas abstractas o conceptos para explicar fenómenos complejos con los que no están familiarizados y fenómenos y procesos científicos que relacionen múltiples causas.</li> <li>• Aplicar un conocimiento epistemológico más sofisticado para evaluar diseños experimentales alternativos y justificar su evaluación, además de utilizar teorías para interpretar información o realizar predicciones.</li> <li>• Evaluar distintas formas de explorar una determinada cuestión científica e identificar las limitaciones de una interpretación de datos, ya sea por el origen de los datos o por la incertidumbre asociada a la toma de esos datos científicos.</li> </ul>

Tabla 4. Competencia científica de los estudiantes (OCDE, 2007).

<b>4</b>	632-559	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar conocimientos abstractos o complejos que o bien recuerdan o bien se les proporcionan para dar explicaciones de fenómenos y procesos científicos más complejos o desconocidos en ese momento.</li> <li>• Realizar experimentos que necesiten dos o más variables independientes en un determinado contexto y de justificar un diseño experimental basándose en procedimientos y conocimiento epistemológico.</li> <li>• Interpretar datos moderadamente complejos en un contexto que no les resulte familiar, realizar conclusiones apropiadas y justificar sus elecciones.</li> </ul>
<b>3</b>	558-484	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar contenido moderadamente complejo para identificar fenómenos científicos o bien realizar explicaciones de fenómenos con los que están familiarizados.</li> <li>• Realizar explicaciones con ayudas en situaciones con las que están poco familiarizadas o son más complejas.</li> <li>• Utilizar determinados elementos procedimentales o conocimiento epistemológico para realizar experimentos simples en un determinado contexto.</li> <li>• Distinguir entre temas científicos y no científicos e identificar la evidencia que respalda una afirmación científica.</li> </ul>
<b>2</b>	483-410	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar conocimientos científicos cotidianos y procedimientos básicos para identificar una explicación científica correcta además de interpretar datos e identificar la cuestión que se analiza en un experimento sencillo.</li> <li>• Utilizar conocimiento científico cotidiano o básico para identificar una conclusión válida de un conjunto simple de datos.</li> <li>• Demostrar tener un conocimiento básico epistemológico al ser capaces de identificar cuestiones que pueden ser investigadas científicamente.</li> </ul>
<b>1a</b>	409-335	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar contenido básico o cotidiano y conocimientos procedimentales para reconocer o identificar explicaciones de fenómenos científicos simples.</li> <li>• Realizar estudios científicos con dos variables como máximo si reciben ayuda, identificar relaciones causales o correlaciones e interpretar datos gráficos y visuales que necesitan un nivel cognitivo básico.</li> <li>• Elegir la mejor explicación científica para un determinado hecho a nivel personal, local o global.</li> </ul>



Tabla 4. Competencia científica de los estudiantes (OCDE, 2007).

<b>1b</b>	334-261	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar conocimiento científico básico o cotidiano para reconocer fenómenos simples o con los que están familiarizados.</li> <li>• Identificar patrones simples de datos, reconocer términos científicos básicos y seguir instrucciones para poder realizar un procedimiento científico.</li> </ul>
-----------	---------	---

Para finalizar este apartado de la Memoria, en el Anexo 1 se presenta un ejemplo de una unidad liberada de la Prueba PISA 2015 (“Correr en días de calor”) y las preguntas correspondientes, en las que se indica la competencia, el tipo de conocimiento, el contexto y la dificultad, de acuerdo con lo recogido en la tabla anterior (OCDE, 2015).

## 1.2. Interés y objetivos del trabajo

En el presente Trabajo de Fin de Máster se pretende aprovechar la potencialidad de los resultados del Informe PISA 2015, en la competencia en ciencias, con los siguientes

### Objetivos:

- Analizar de forma crítica los resultados obtenidos por los estudiantes, no solo desde el punto de vista del “saber los contenidos en ciencias del currículo”, sino teniendo en cuenta la posible relación de estas puntuaciones con ciertas actitudes y disposiciones de los alumnos.
- A partir de las deficiencias y logros en el proceso de enseñanza-aprendizaje detectadas en la elaboración de este trabajo, proponer ciertos aspectos de mejora en tres factores considerados de interés para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje: el interés del alumno por la ciencia, los estilos de aprendizaje y la motivación del profesorado.

## **2. EL ESTUDIO**

### **2.1. Contexto, recogida de datos y análisis de la información**

Contextualizado en nuestro sistema educativo, la prueba PISA 2015 se realizó bajo la vigencia de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Esta ley será derogada en los próximos meses, por lo que el Informe perderá precisión y relevancia con el cambio legislativo (Ministerio de Educación y Formación Profesional 2020).

Se ha realizado un trabajo de investigación bibliográfico, basado en la búsqueda, por una parte, de documentos de carácter científico (artículos, capítulos de libro o libros), nacionales e internacionales (revisados por pares) o bien, los documentos elaborados y publicados por la OCDE y organismos nacionales sobre el Informe PISA 2015. Se ha utilizado el buscador de la Biblioteca de la UAH y la base de datos *SciFinder*, principalmente. Las palabras/ideas claves utilizadas en los sistemas de búsqueda han sido (en castellano o inglés): Informe PISA; Informe PISA 2015; enseñanza-aprendizaje de alumnos/estudiantes de secundaria; actitudes de los estudiantes de secundaria; motivación de los estudiantes de secundaria; y enseñanza de las ciencias, entre otras.

Tras la lectura detallada de las fuentes bibliográficas, se han extraído las ideas principales para analizar los resultados del Informe PISA 2015. Se pretende realizar este análisis tanto de manera general como más detallada, referida esta última a aquellos aspectos relacionados con las actitudes y motivación de los estudiantes de secundaria. La interpretación general de los principales resultados del informe es la que, de manera más habitual, trasciende a la sociedad; sin embargo, al otro tipo de análisis no se le concede la misma relevancia. Con el fin de ser rigurosos en este aspecto, y evitando caer en una simple copia literal de los resultados recogidos en los distintos documentos publicados, se proporcionan datos suficientes (en forma de tablas y de figuras), como base de partida para el comentario de estos y la propuesta de posibles acciones de mejora en el sistema educativo de este tipo de alumnos.

## 2.2. Resultados

### 2.2.1. Análisis general de resultados de la prueba PISA 2015

El análisis más inmediato y resumido de los resultados correspondientes a la prueba PISA 2015 en el marco de las ciencias, sería el siguiente (Figura 2):

- España se sitúa en el puesto 30 de todos los países evaluados, con una calificación en ciencias de 493 puntos, la misma que el promedio de la OCDE y solo dos puntos por debajo de la media de la Unión Europea (495 puntos). Históricamente, entre los países de la OCDE, España ha llegado a obtener la posición 20 como la más elevada y la posición 25 entre todos los países participantes como la más elevada.
- Respecto a las comunidades autónomas, Castilla-León (519), la Comunidad de Madrid (516), la Foral de Navarra (512) y Galicia (512) obtienen las puntuaciones más altas, superiores al valor promedio de la OCDE.

Al comparar España con otros países se debe prestar atención a las características socioeconómicas y así realizar comparaciones lógicas para poder ver medidas a implantar y mejorar nuestro sistema educativo. Países con puntuaciones análogas son: Noruega, Estados Unidos, Austria, Francia, Suecia, República Checa, Lituania y Rusia. En nuestro país la competencia de la educación se encuentra transferida a las comunidades autónomas. Se muestra, también, en la Figura 2, información de cada uno de los sistemas autonómicos por separado. De esta forma se pueden establecer conexiones entre sistemas educativos mucho más parecidos para poder ver qué puntos se pueden potenciar y conseguir una mejora de los sistemas educativos de las comunidades autónomas.

Con respecto a la competencia científica de los alumnos, España presenta una distribución de estos en los distintos niveles muy parecida a la de la media de los países de la OCDE: la mayoría de sus estudiantes se encuentran en el nivel 2-3. Si analizamos los alumnos españoles pertenecientes a los tres niveles más altos, el número de estos alumnos pertenecientes a los grupos de puntuaciones más altas es menor que la media de los países OCDE en todos los existentes. Esta puntuación en ciencias contrasta con la obtenida en matemáticas, donde España se sitúa por encima de la media.

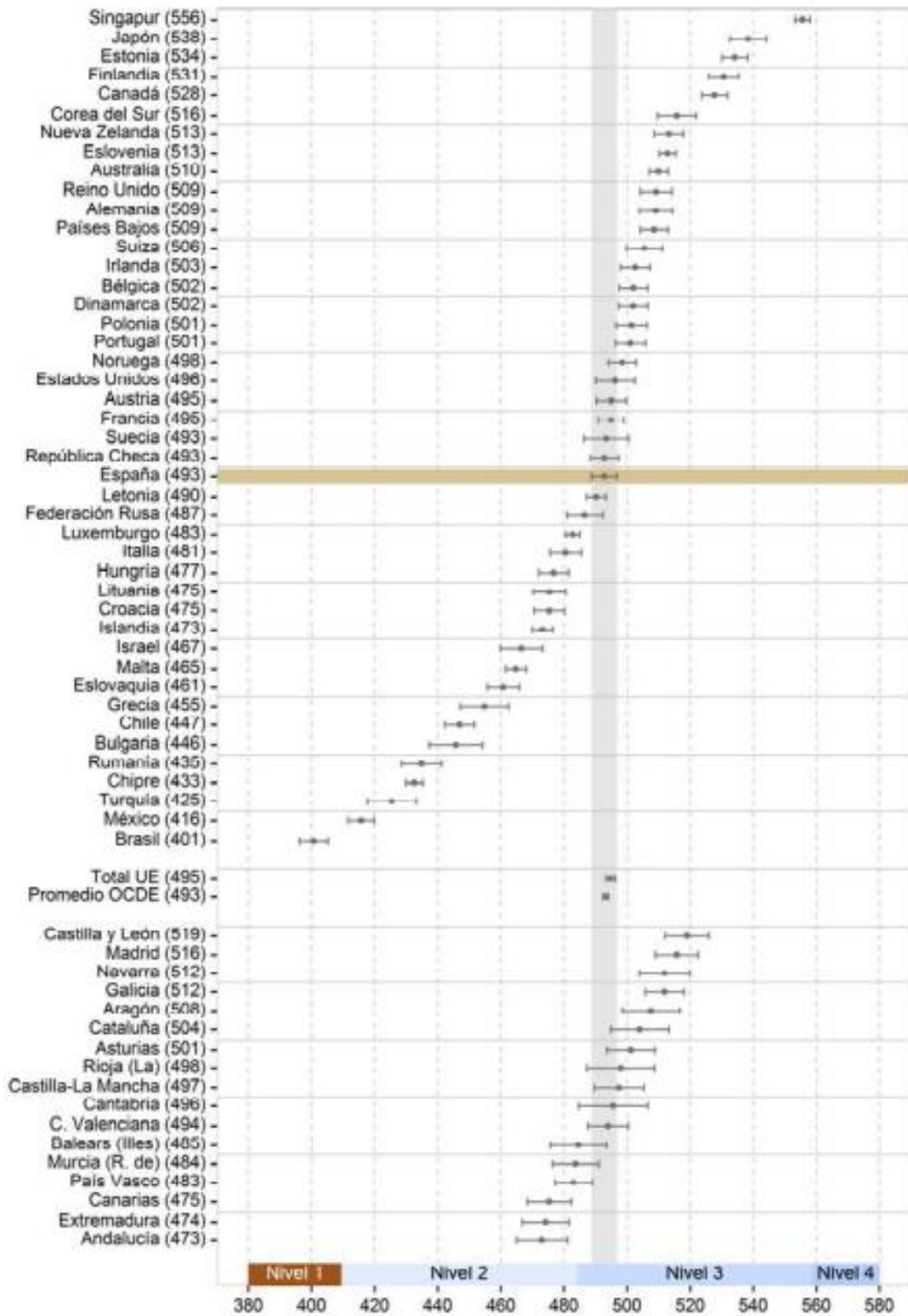


Figura 2. Puntuaciones medias en ciencias, junto con el intervalo de confianza al 95 % para la media poblacional (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [MECD], 2016).

Otro de los factores que lastran el desarrollo de nuestros estudiantes, o más bien de nuestras estudiantes, es la brecha de género. El Informe PISA 2015 también detalla los resultados obtenidos en función del género de los estudiantes (Figura 3). La diferencia de Fernando Lázaro-Carrasco Rodríguez

género es significativa en los países de la OCDE que participaron en la elaboración del Informe, ya que los chicos obtienen de media mejores puntuaciones en la parte de ciencias que las chicas, concretamente 4 puntos. Esta diferencia es pequeña, pero significativa. Hay más chicos que chicas en el nivel más alto y los niños tienen una mayor variedad de puntuaciones. En España esta brecha de género en ciencias se observa, también, en las distintas CC AA (resultados no mostrados), aunque las diferencias solo son significativas en la Comunidad de Madrid, Cataluña, Canarias y Andalucía. Afortunadamente, si atendemos a la media, las diferencias de género se reducen. Por otra parte, una vez controlado el efecto del índice socioeconómico y cultural, esta diferencia en el rendimiento en ciencias entre chicos y chicas disminuye (López Rupérez, F. *et al.*, 2021).

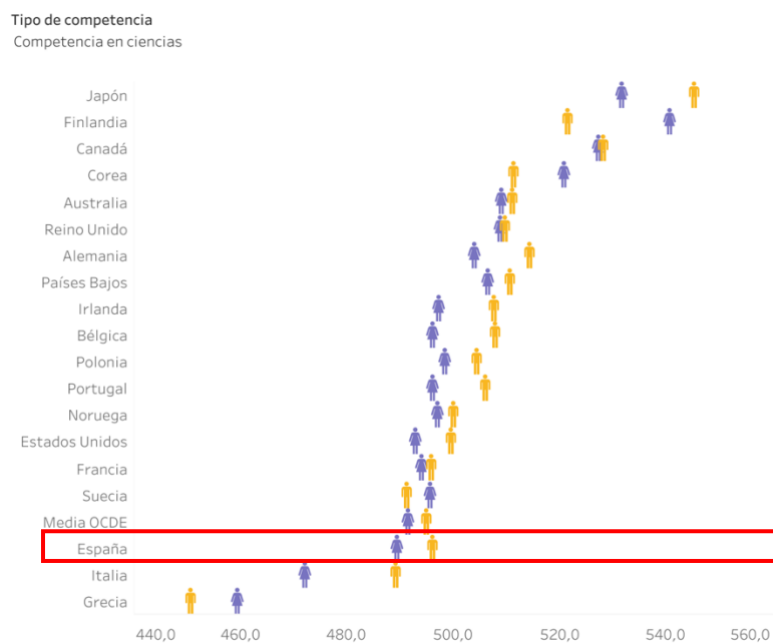


Figura 3. La brecha de género en los resultados de PISA de los países de la OCDE.

En la Figura 4 se muestra la evolución de la puntuación global de la prueba PISA en ciencias en España en sus distintas ediciones. Se observa un aumento en la puntuación global en el año 2015, comparada con la puntuación de 2006, si bien es ligeramente inferior respecto a la de 2012. Tanto en 2006 como en 2015 (resultados no mostrados), España se sitúa en la media de los países evaluados y, referente a los alumnos con los niveles de competencia científica más altos y bajos, se produce una ligera disminución del número de alumnos pertenecientes a ambos niveles.

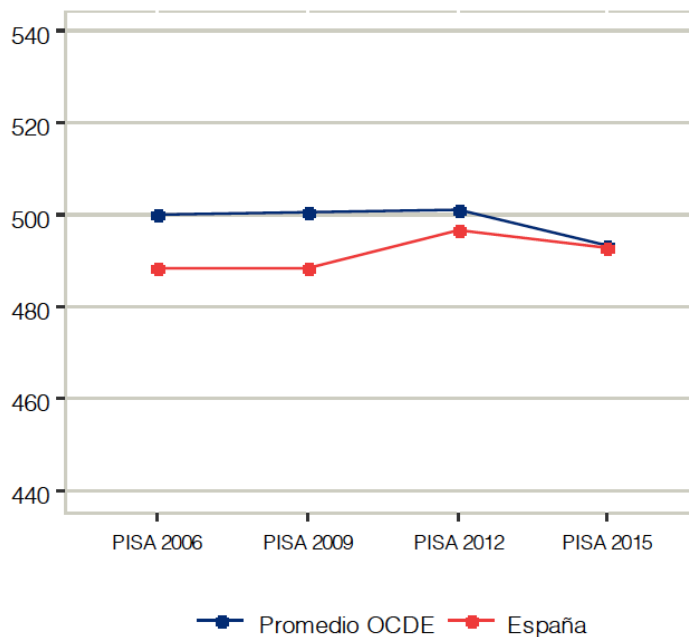


Figura 4. Tendencia de los resultados de la prueba PISA en sus ediciones de 2006 a 2015.

El principal objetivo del programa PISA 2015 es “medir y documentar los resultados educativos alcanzados por los estudiantes hasta los quince años” (OECD; 2016), y, con este fin, incluye pruebas de evaluación de competencias (resultados cognitivos). Estas pruebas, cuantitativas, se basan, fundamentalmente, en tres categorías (Rosales Sánchez, E. M. *et al.*, 2020):

- a) Recordar y conocimiento del contenido.
- b) Comprender y conocimiento procedimental.
- c) Recordar y conocimiento epistémico (en un porcentaje mucho más bajo que las dos anteriores).

No obstante, PISA tiene en cuenta otra serie de factores necesarios para llevar a cabo el aprendizaje cognitivo de los estudiantes: las actitudes; creencias referentes tanto al aprendizaje de la ciencia como sobre la propia ciencia; motivación; aspiraciones; etc. Estas actitudes, están, a su vez, condicionadas por las: i) circunstancias económicas, sociales y culturales, tanto de los países como del sistema educativo; ii) características propias de los centros educativos; y iii) situación social, económica y cultural de los estudiantes (MECD, 2016).

Los resultados no cognitivos del programa, que se miden en la prueba PISA 2015 tanto en el “Cuestionario del alumnado” como en el de “Familiaridad con las TIC”, no tienen la misma difusión pública que los cognitivos. Por ese motivo, los siguientes

apartados de este trabajo se van a centrar en analizar cómo ciertas actitudes y disposiciones de los estudiantes objeto de este tipo de evaluación, condicionan las puntuaciones obtenidas en la prueba y qué actuaciones de mejora se podrían plantear en una revisión del proceso enseñanza-aprendizaje de estos alumnos (OECD, 2016).

### ***2.2.2. Influencia de las actitudes y disposiciones de los estudiantes en el rendimiento en ciencias en la prueba PISA 2015***

La actitud de los alumnos resulta decisiva para su aprendizaje. Los estudiantes tienen una actitud científica cuando buscan adquirir conocimiento y entendimiento; adoptan una actitud crítica; buscan datos y su significado; necesitan la verificación de estos datos; respetan el razonamiento lógico y prestan atención a las premisas científicas. Todos estos aspectos han demostrado estar directamente relacionados con la habilidad de los estudiantes para adquirir nuevos conocimientos en ciencia y sus calificaciones escolares (Mason, L. *et al.*, 2012). En el Programa PISA 2006 la influencia de estas actitudes se contempló en las preguntas cognitivas, mientras que, en 2015, se ha tenido en cuenta a través del cuestionario de contexto, que atiende a las actitudes específicas recogidas en la Tabla 5 (MECD, 2016). Estos tres conceptos son bastante amplios, por lo que se analizan los datos de cada uno de estos conceptos de forma separada y más profunda en los siguientes apartados de esta Memoria.

#### **Interés por las ciencias**

En cuanto al interés por la ciencia y, en particular, las expectativas de carrera profesional, como se muestra en la Figura 5, un 11 % de estudiantes españoles de 15 años aún no tiene decidido cuál será su futuro profesional; un 61 % piensa en trabajar en profesiones no relacionadas con la ciencia y solo un 29 % muestran interés en trabajar en ciencias (un porcentaje más alto que el de la media de la OCDE). Este porcentaje es prácticamente igual (no hay diferencias estadísticamente significativas) entre chicos (29,5 %) y chicas (27,8 %).

Tabla 5. Actitudes específicas hacia las ciencias en el cuestionario del alumno.

<b>Interés por las ciencias</b>	<b>Motivación hacia las ciencias</b>	<b>Percepciones respecto a las ciencias</b>
<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	

Estos resultados pueden justificarse por la dificultad que los alumnos encuentran en identificar la ciencia como algo suyo; los estereotipos creados sobre los científicos; la imagen deformada y descontextualizada de la ciencia; la falta de comprensión del concepto “Ciencia-Tecnología-Sociedad”; el escaso conocimiento del papel de las mujeres en la ciencia, etc. (Solbes, J. y Montserrat, J., 2007), atribuyen este desinterés del alumnado por la ciencia no solo a la organización del sistema educativo, sino a otras causas como son un inapropiado proceso de enseñanza-aprendizaje; la visión negativa de la ciencia que se transmite con frecuencia (contaminación, armas químicas, etc.); el desconocimiento de la Naturaleza de la Ciencia; las escasas clases de laboratorio que se imparten; el profesorado poco motivado, etc. No obstante, en España se ha producido un aumento de la motivación superior a la media de los países de la OCDE desde el año 2006 al año 2015 (resultados no mostrados). Todos estos datos confirman que la motivación



resulta muy importante para conseguir un proceso de aprendizaje satisfactorio, ya que parece poco probable que los jóvenes inviertan su tiempo y energía en mejorar su educación si la consideran poco relevante o no conectada con el mundo real.

Las expectativas de trabajo en profesiones relacionadas con la ciencia en España (Figura 6) son ligeramente superiores para los chicos que, para las chicas, y esa diferencia se mantienen para los estudiantes de los niveles altos de competencia científica (chicas: 46,3 %; chicos: 61,6 %); una tendencia análoga se observa en la media de la OCDE. En los niveles más bajos de rendimiento, las diferencias no son significativas (chicas: 11,6%; chicos: 16,4%). Con respecto al tipo de estudios superiores, las estudiantes prevén su carrera en el ámbito sanitario y los estudiantes en ingenierías o carreras relacionadas con las tecnologías o la ciencia. De media en los países de la OCDE hay más del doble de chicos que de chicas que orientan sus carreras a ingenierías, ciencias, matemáticas o arquitectura, y un 4,8 % de los chicos se ven como profesionales de las Tecnologías de Información y Comunicación frente el 0,4 % de las chicas (este porcentaje aumenta para elevados rendimientos en ciencias).

Cabe señalar que estas diferencias en materia de expectativas profesionales no desaparecen ni disminuye una vez controlado el efecto del índice de nivel socio económico (López Rupérez, F. *et al.*, 2021). Una medida efectiva para eliminar los estereotipos de género sería descubrir al alumnado todas las carreras disponibles en los ámbitos científico y tecnológico. Esto haría que los alumnos puedan ser conscientes de todas las carreras científicas a las que pueden optar y puedan alcanzar todo su potencial.

Para estudiar la influencia de la participación en actividades escolares relativas a las ciencias en la puntuación media global obtenida en la competencia en ciencias, se preguntó a los estudiantes sobre las siguientes actividades:

- “A, Ver programas de televisión sobre ciencia”.
- “B, Coger o comprar libros sobre ciencia”.
- “C, Visitar páginas web sobre ciencia”.
- “D, Leer artículos de ciencia en periódicos o revistas”.
- “E, Participar en clubes de ciencia”.
- “F, Utilizar programas de ordenador como laboratorios virtuales para simular fenómenos naturales”.

- “G, Utilizar programas de ordenador como laboratorios virtuales para simular procesos técnicos”.
- “H, Visitar páginas web de organizaciones ecológicas”.
- “I, Seguir noticias de ciencia, medioambiente u organizaciones ecológicas a través de blogs o micro blogs”.

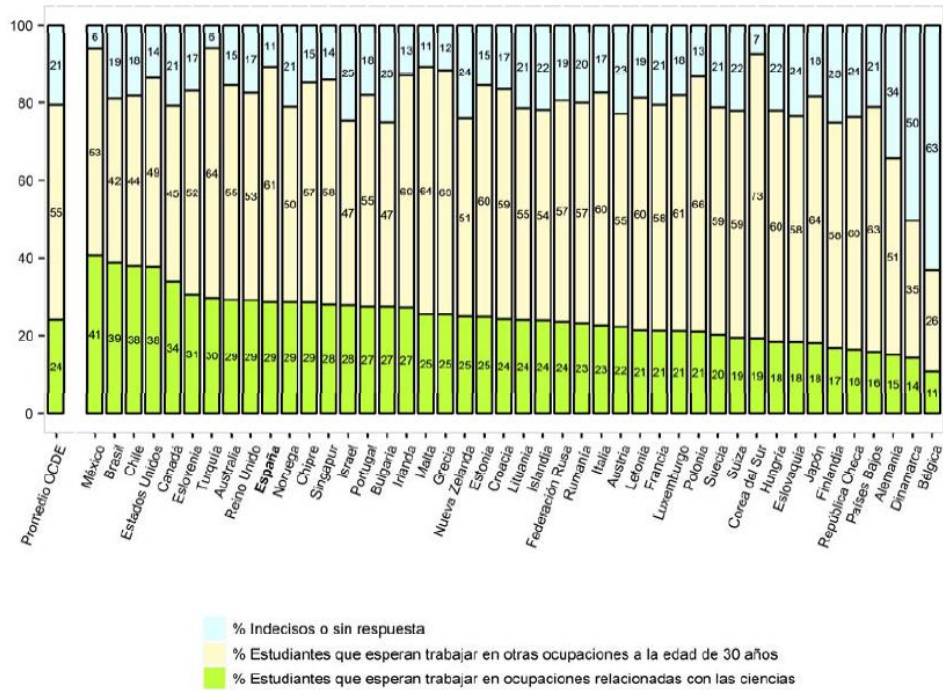


Figura 5. Expectativas de ocupaciones profesionales de los estudiantes en la prueba PISA 2015 (MECD, 2016).

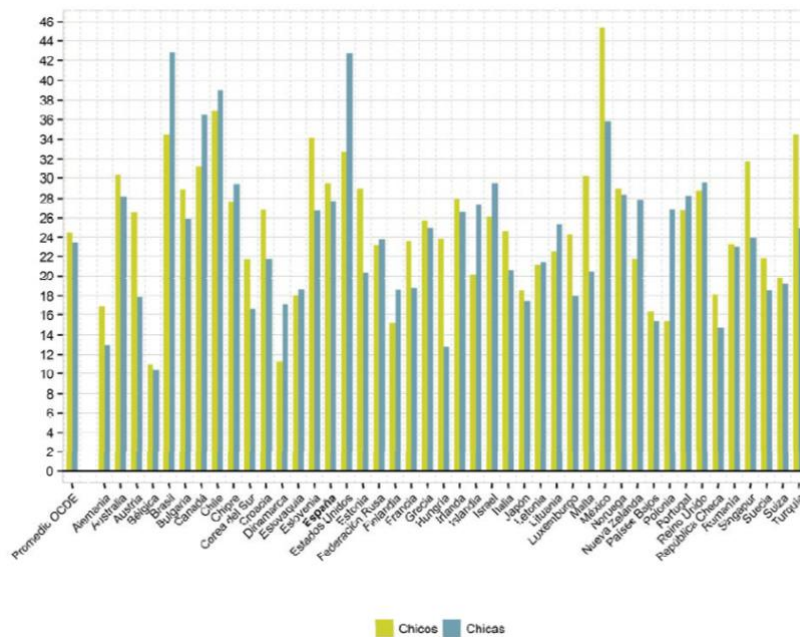


Figura 6. Proporción de chicas y chicos que espera trabajar en ocupaciones relacionadas con las ciencias en general (MECD, 2016).

En la Figura 7 se muestra la relación entre los valores del índice de participación en actividades científicas y la puntuación media obtenida en la prueba. Para aquellos países que se encuentran dentro del intervalo de confianza (95 %), la puntuación media obtenida en la prueba es coherente con lo esperado por su índice de participación de los alumnos en estas actividades. España se encuentra por debajo de la media en todas las actividades sugeridas (índice: -0,2). Además, para el análisis de todos los países evaluados, se observa una tendencia negativa en la relación entre las variables.

El análisis detallado de las CC AA en España pone de manifiesto que no existe relación alguna entre las variables, para un nivel de significación del 95 % (Figura 8).

### Motivación hacia las ciencias

La motivación intrínseca de los estudiantes hacia las ciencias se evalúa a partir de sus respuestas a las siguientes frases sobre el “Gusto por las ciencias”:

- “Se divierten aprendiendo temas científicos”.
- “Les gusta leer sobre ciencia”.
- “Son felices trabajando en temas científicos”.
- “Les gusta adquirir nuevos conceptos científicos”.
- “Están interesados en aprender sobre ciencia”

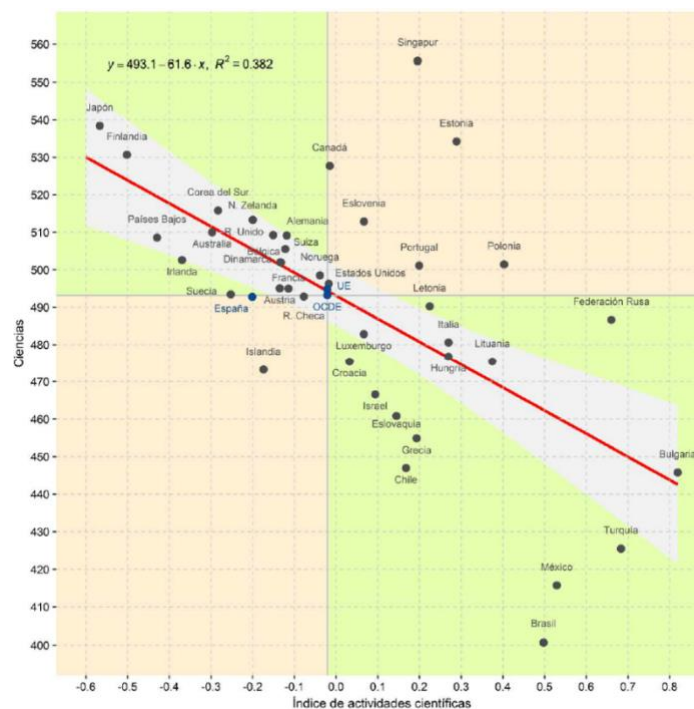


Figura 7. Relación entre el rendimiento medio y el índice de participación en actividades científicas escolares en los países seleccionados (MECD, 2016).

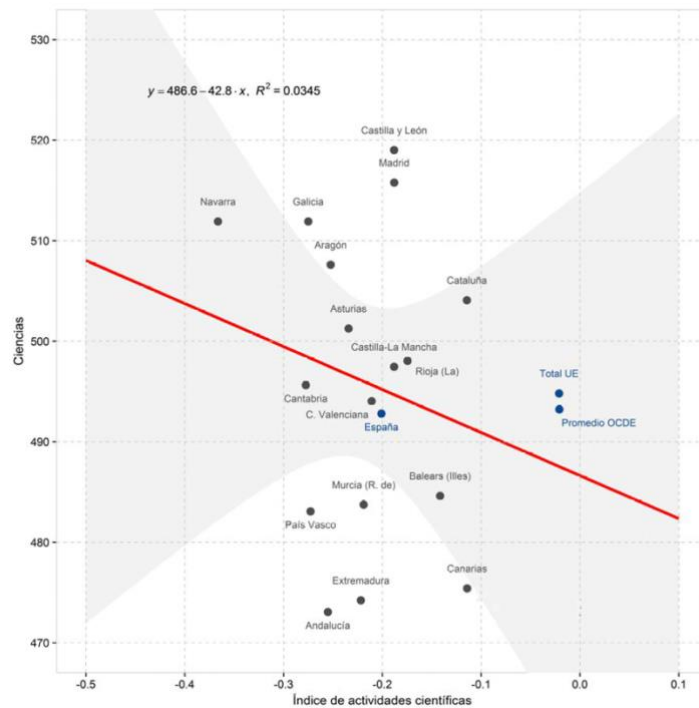


Figura 8. Relación entre el rendimiento medio y el índice de participación en actividades científicas escolares en las CC AA españolas (MECD, 2016).

En la Figura 9 se presentan los valores del índice de gusto por las ciencias y la puntuación obtenida en esta competencia científica. Una vez más, la relación entre ambos factores estudiados presenta una tendencia negativa. Los países con un índice positivo corresponden a aquellos en los que los estudiantes incrementaron su percepción de que estudiar ciencia les resultaría útil en su vida y su carrera laboral, además de aumentar el disfrute de las actividades científicas. En el caso de España, el disfrute de los alumnos (índice positivo: 0,03) se enmarca en la media de los países de la OCDE; la media de la UE tiene un índice negativo (-0,02).

Dentro de España se observa una tendencia contraria, ligeramente positiva (Figura 10). Destacan, con índices positivos altos, las CC AA de Galicia (0,16) y de Madrid (0,13). Por otra parte, cabe mencionar que los resultados obtenidos indican una diferencia estadísticamente significativa (0,11) entre el gusto por la ciencia de los alumnos y las alumnas, siendo este positivo para los primeros y negativo para las chicas (resultados no mostrados). Por otra parte, y con respecto a la posición de los estudiantes españoles (chicos) con respecto a la media de los países de la OCDE, estos no disfrutaban del aprendizaje más que la media de los países de la OCDE. Sin embargo, las chicas españolas

sí disfrutaban más del aprendizaje de las ciencias que la media de las chicas de los países de la OCDE.

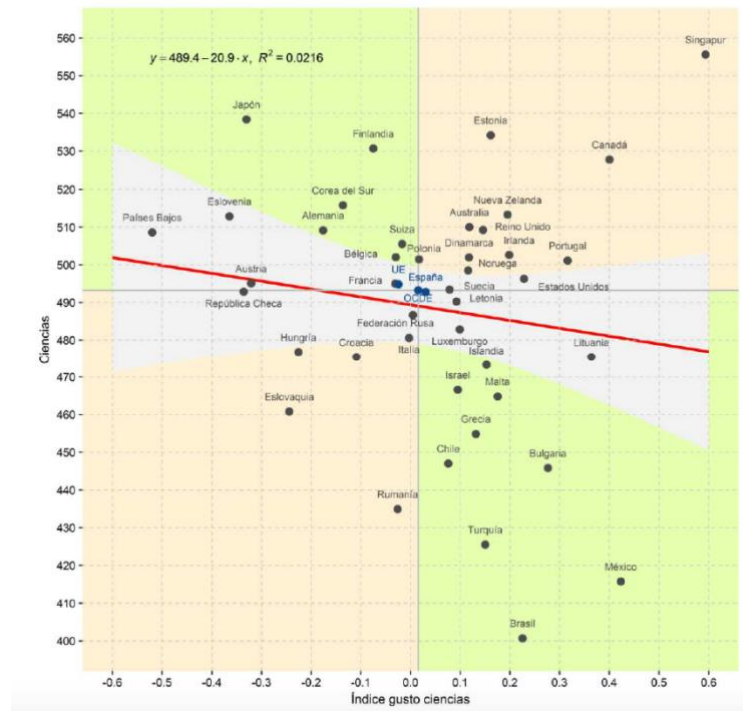


Figura 9. Relación entre el rendimiento y el índice de gusto por la ciencia (MECD, 2016).

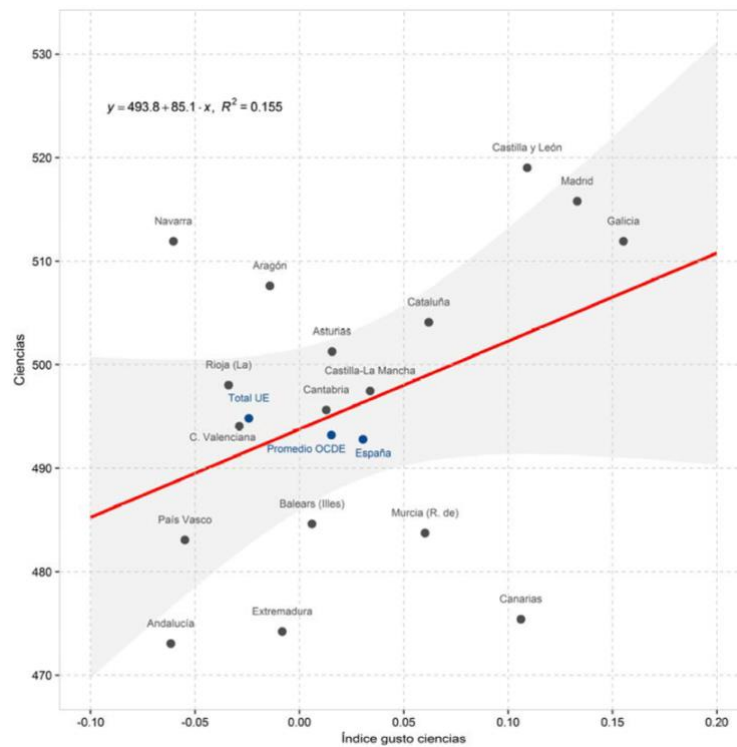


Figura 10. Relación entre el rendimiento y el índice de gusto por la ciencia en las CC AA españolas (MECD, 2016).

Otro tipo de motivación intrínseca del estudiante es el interés por temas científicos. Este interés puede ser por la ciencia en general o por algún aspecto específico de ella. Desde luego, la familiaridad con ciertos temas científicos y sus procedimientos ayuda al alumno en el desarrollo de ese interés. En la prueba PISA 2015 se evalúa la motivación intrínseca de los estudiantes por cinco temas de ciencias generales (MECD, 2016):

- Temas relacionados con la biosfera (por ejemplo, ecosistemas, sostenibilidad).
- Movimiento y las fuerzas (por ejemplo, velocidad, fricción, fuerzas magnéticas y gravitacionales).
- Energía y su transformación (por ejemplo, conservación, reacciones químicas).
- Universo y su historia.
- Cómo la ciencia puede ayudarnos a prevenir la enfermedad.

En la Figura 11 se muestra el índice de interés por la ciencia y su relación con la puntuación media obtenida en esta competencia. La relación entre ambos factores es muy débil y negativa. No obstante, en España este índice tiene un valor positivo (0,10), y superior a la media de los países de la OCDE y la UE. También se observa una débil relación entre variables en las CC AA españolas; a modo de ejemplo, comunidades con valor cercano en el índice de interés como Extremadura y Comunidad Valenciana, tienen puntuaciones muy diferentes en la competencia en ciencias.

Por otra parte, en esta actitud hacia la ciencia existen diferencias significativas entre los chicos y las chicas en España (0,16) y en todas las CC AA, excepto en la de Extremadura (0,05) (resultados no mostrados). Los chicos están más interesados en la tecnología, la física, la química y en las explicaciones que da la ciencia de los fenómenos naturales, mientras que las chicas muestran un mayor interés en carreras relacionadas con la salud y en conocer cómo los científicos investigan y construyen teorías científicas. En el resultado de la última pregunta, relacionado con las ciencias de la salud, se vuelve a reforzar la idea previamente expresada de que las chicas tienen más interés por las carreras sanitarias, ya que es la única pregunta en la que muestran más interés que los chicos.

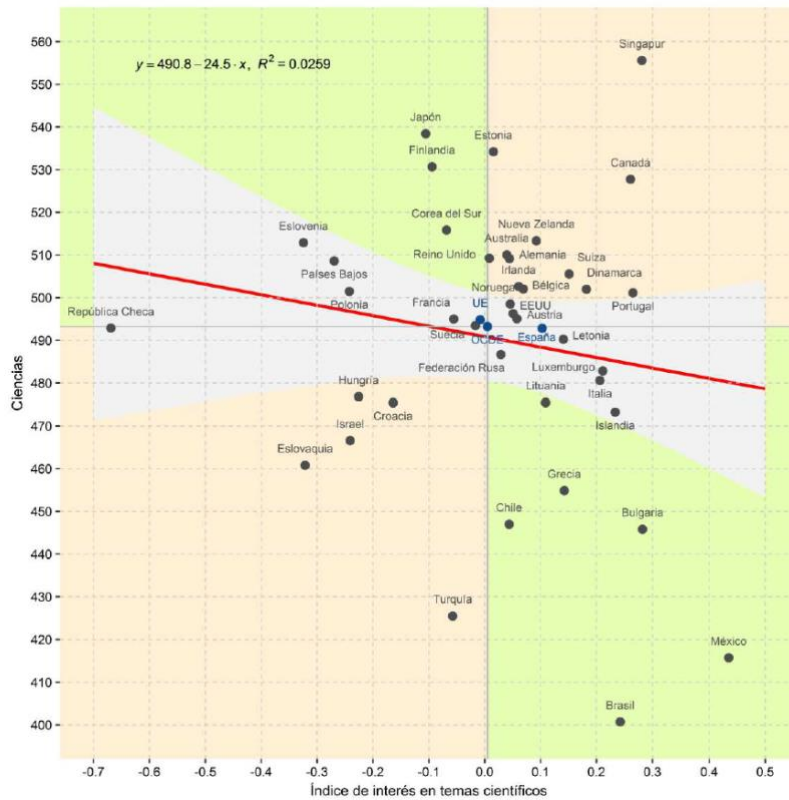


Figura 11. Relación entre el rendimiento y el índice de interés por la ciencia (MECD, 2016)

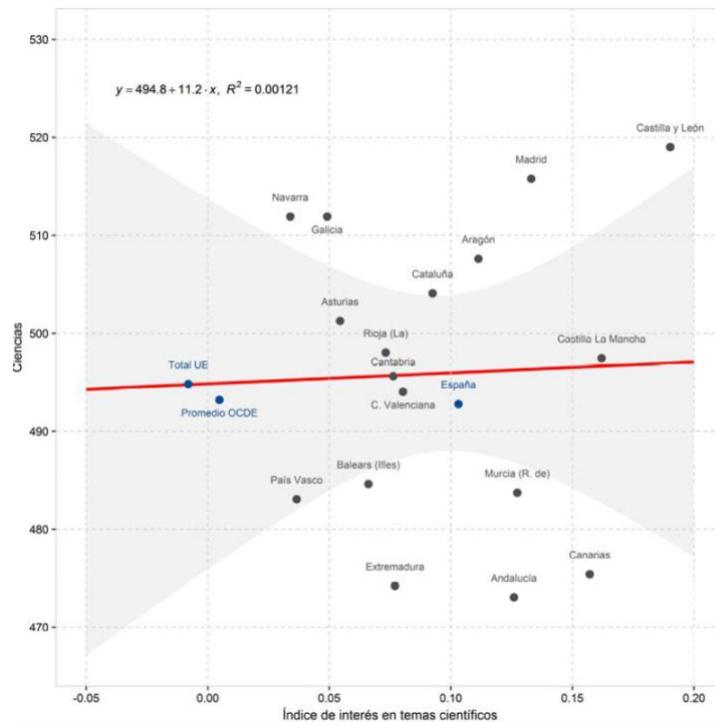


Figura 12. Relación entre el rendimiento y el índice de interés por la ciencia en las CC AA españolas (MECD, 2016).

La motivación extrínseca o instrumental para aprender ciencia hace referencia al esfuerzo de los estudiantes por el estudio de la ciencia al percibir que les va a ser útil para continuar con sus estudios o para su futuro profesional. En la prueba PISA 2015 se investiga sobre esta motivación a partir de varias afirmaciones planteadas al estudiante: “hacer un esfuerzo en la materia de ciencias vale la pena porque...”

- Me ayudará en el trabajo que quieren hacer más adelante.
- Lo necesito para lo que quiera hacer más adelante.
- Lo que aprendo mejora mis perspectivas de carrera.
- Muchas cosas que aprendo en la materia de ciencias me ayudarán a conseguir un trabajo”.

En la Figura 13 se presenta la relación entre el índice de motivación instrumental y la puntuación media obtenida por los países participantes en el programa PISA 2015. La mayoría reconoce el valor de esta actitud ante la ciencia para mejorar sus perspectivas de carrera profesional. El promedio para los países de la OCDE y de la UE es positivo y alto. España presenta un valor elevado (0,26) y todas las CC AA también tienen valores positivos de este índice (Figura 14). La relación entre el índice de motivación extrínseca ya la puntuación media obtenida en la prueba de ciencias es débil y negativa para todos los países participantes; sin embargo, no se encuentra una relación significativa cuando se analizan las distintas CC AA españolas.

### **Percepciones respecto a las ciencias: autoeficacia**

La autoeficacia mide en qué medida los estudiantes creen en sus propias habilidades para lograr los objetivos que se plantean. En lo referente a la competencia científica, la autoeficacia “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, L., Boscolo, P., Tornatora, M.C., Ronconi, L., 2012). Una creencia positiva de autoeficacia está relacionada con la motivación del estudiante por la ciencia, sus expectativas para el futuro y su rendimiento en esta competencia (MECD, 2016).



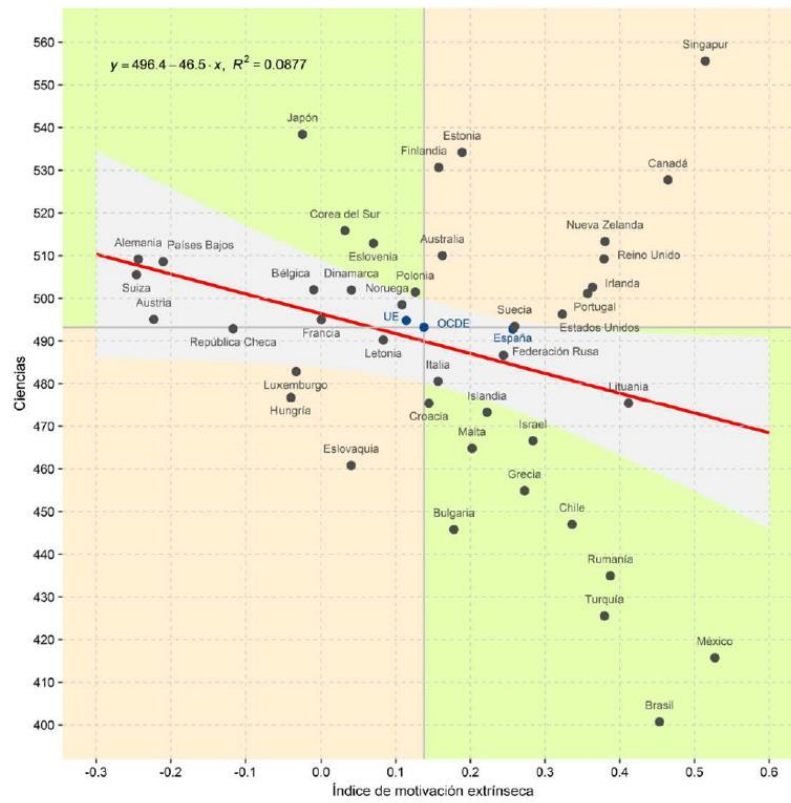


Figura 13. Relación entre el rendimiento y la motivación extrínseca (MECD, 2016).

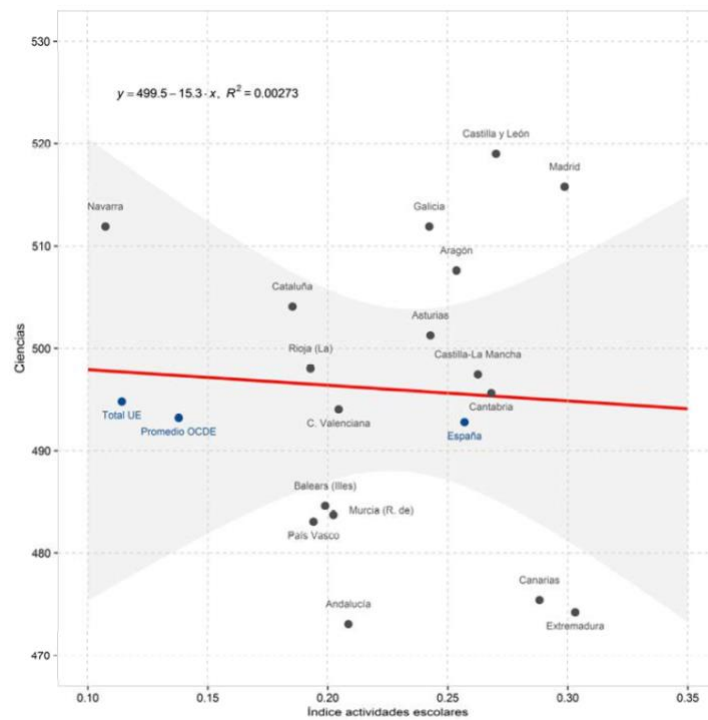


Figura 14. Relación entre el rendimiento y la motivación extrínseca en las CC AA españolas (MECD, 2016).

En la prueba PISA 2015 se solicitó a los estudiantes que respondieran sobre lo fácil que les resulta:

- 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 afectaron 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.
- Identificar, entre dos explicaciones, cuál es la mejor para la formación de lluvia ácida.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 15. Se observa ya débil relación (con tendencia negativa) entre el índice de autoeficacia y las puntuaciones medias en ciencias, con datos muy llamativos, como son los correspondientes a países como Bulgaria, Turquía, México y Brasil, para los que la puntuación media de la prueba es muy baja (< 470 puntos), sin embargo, los valores medios de su índice de autoeficacia son muy positivos. España tiene un índice ligeramente negativo (-0,15) y significativamente inferior al de la media de los países de la OCDE y la UE. Por otra parte, y respecto a las CC AA españolas (Figura 16), la relación entre ambos parámetros es positiva.

En este concepto también existe una brecha de género relacionada con la actuación en ciencias, especialmente entre los estudiantes que obtienen las mejores puntuaciones. Tan solo en los países donde las chicas tienen una mejor opinión de su autoeficacia no se produce una brecha de género entre los estudiantes que obtienen las más altas puntuaciones de las pruebas de ciencia.

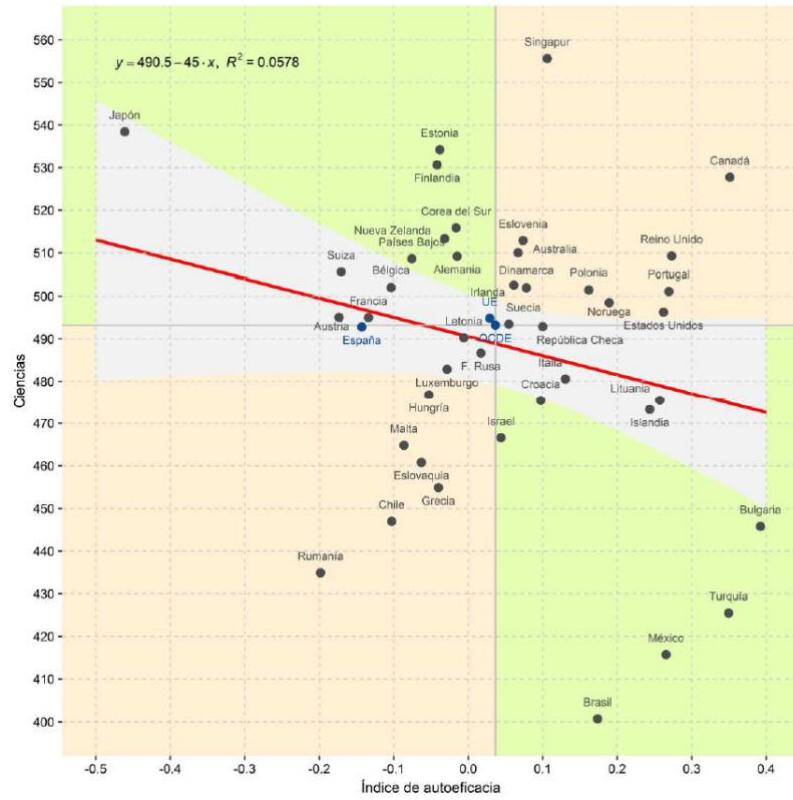


Figura 15. Relación entre el rendimiento y el índice de autoeficacia (MECD, 2016).

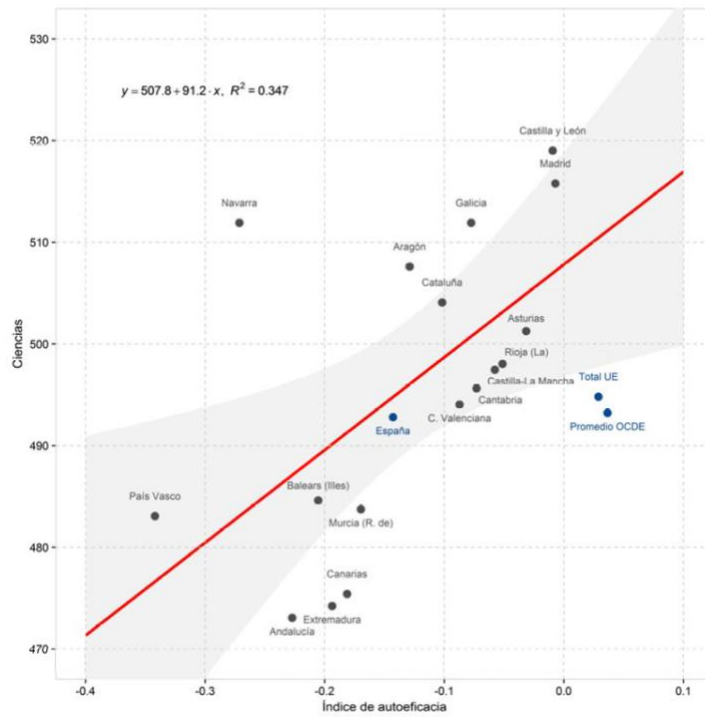


Figura 16. Relación entre el rendimiento y el índice de autoeficacia en las CC AA españolas (MECD, 2016).

### 3. CONCLUSIONES Y ASPECTOS DE MEJORA EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN CIENCIAS PARA LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA A LA VISTA DE LOS RESULTADOS DEL INFORME PISA 2015

#### Visión general en el conjunto de países participantes en la Prueba

Todos los sistemas educativos deberían buscar mejorar la formación de sus alumnos, pero especialmente deberían centrar sus esfuerzos en elevar el nivel de los adolescentes encuadrados en los niveles más bajos (niveles 1b, 1a y 2). Alrededor de un 20 % de los estudiantes de los países de la OCDE no alcanza el nivel mínimo de competencias. Este dato permanece estable desde 2009, por lo que los países deberían implantar medidas adicionales y más efectivas para conseguir aumentar los conocimientos de los alumnos menos aventajados.

Los **alumnos de bajo rendimiento** reciben un trato diferente según el país en el que residan. Así, algunos países optan por distribuirlos en escuelas especializadas, mientras que en otros países se agrupan en escuelas donde su situación se agrava por las desventajas sociales que les caracterizan. Los sistemas educativos que seleccionan y estratifican al alumnado producen una variación del rendimiento entre escuelas y, por lo tanto, esta característica se incorpora al sistema escolar. Las dos formas más utilizadas de estratificación son la repetición de curso y el seguimiento temprano de los estudiantes. La decisión de hacer repetir curso o situar al estudiante en un programa menos exigente académicamente hablando, se basa en la actuación de los propios estudiantes. Un importante punto en estos sistemas educativos es el hecho de que deben asegurarse de que estos centros especializados para alumnos con bajo rendimiento reciben unos adecuados recursos económicos y materiales y apoyo. Este sistema de selección y estratificación se da en Alemania, Israel, Líbano o Turquía. Con respecto a la estratificación mediante el seguimiento individual del mismo, esta medida permite orientar de forma más eficiente y práctica los contenidos docentes que reciben de modo que se agrupan en función de sus aficiones y habilidades. Además, se orientan los contenidos docentes que van a recibir para profundizar en determinados aspectos y reducir la cobertura en otros.

Existen estudios que sugieren que los **antecedentes de los alumnos** juegan un papel muy importante en las probabilidades de que los adolescentes sean clasificados en

distintos cursos y programas (Agasisti, T., Cordero, J., 2017). De hecho, los estudiantes menos aventajados tienen un 80 % más de probabilidades que los alumnos más aventajados de repetir curso en primaria o secundaria, por lo que las medidas para reducir las diferencias socioeconómicas entre los distintos grupos sociales son más efectivas para mejorar el rendimiento académico que la repetición de curso. España es el país donde esa probabilidad de repetir es más alta (OCDE, 2015,) en función del estado socioeconómico del alumno. Otros estudios concluyen que la repetición de curso es una medida ineficiente a la hora de igualar el rendimiento de los estudiantes, ya que los estudiantes que son forzados a repetir curso suelen perder motivación si se comparan con los estudiantes que no van a repetir (Jimerson, S., 2001; Choi, Á. et al., 2016; Fruehwirth, J. *et al.*, 2016).

Otro factor es el **número de clases que se emplea en la enseñanza de las ciencias**, que puede tener influencia en los resultados de los países evaluados en el Informe PISA. Los estudiantes que no tienen ciencia como asignatura obligatoria obtienen de media 25 puntos menos que los estudiantes que tienen al menos una clase obligatoria a la semana una vez eliminada la influencia socioeconómica en los resultados de los estudiantes y las escuelas. Esta asistencia a clases de ciencia está relacionada con la expectativa de los alumnos de desarrollar una carrera laboral en un ámbito relacionado con la ciencia cuando tengan 30 años. Esta expectativa es 2,5 veces más alta en los estudiantes que asisten como mínimo una vez a la semana a una asignatura científica frente a los que no tienen obligación de asistir a ese tipo de asignaturas, una vez eliminada la influencia socioeconómica de los resultados de los estudiantes.

El 14,3 % de los estudiantes de 15 años de los países de la OCDE orientan sus carreras académicas a desempeñar oficios mecánicos o artesanales. De estos alumnos un 72,5 % de los estudiantes participa en al menos una clase a la semana de ciencias frente el 95,8 % de los estudiantes que están orientados a profesiones académicas. Esto supone que los estudiantes orientados a oficios mecánicos o artesanales reciben de media 80 minutos menos de ciencia que sus compañeros orientados a profesiones académicas. La importancia que tienen estos 80 minutos es baja en los estudiantes de 15 años si atendemos a toda la población, debido a que el porcentaje de estudiantes que orientan su carrera laboral a la mecánica o artesanía es bajo. Sin embargo, los alumnos menos aventajados tienen el triple de posibilidades de acabar realizando este tipo de profesiones mecánicas o artesanales, por lo que no obligar a recibir una educación científica tiene un impacto mucho mayor en la población menos aventajada que es la más necesitada de

ayudas en su formación. Este grupo de adolescentes reciben una doble penalización en su formación científica, tan necesaria para todos los ámbitos de la vida por pertenecer a un grupo socioeconómicamente menos aventajado y por elegir una formación mecánica o artesanal.

Otra fuente de desigualdades en el aprendizaje yace en la **distribución de recursos entre los centros docentes y los estudiantes**. Algunos países establecen una relación positiva entre el perfil socioeconómico de las escuelas y la cantidad y calidad de recursos. Esto significa que las escuelas más aventajadas tienen más y mejores recursos que las menos aventajadas. Por el contrario, una relación negativa supone que las escuelas menos aventajadas son las destinatarias de una mayor y mejor cantidad de recursos. Lo más recomendable es establecer alguna relación entre el estado socioeconómico de las escuelas y los estudiantes para que los adolescentes tengan las mismas oportunidades de recibir una mayor y mejor cantidad de recursos en función de sus necesidades.

Implantar una política de igualdad permite que los resultados académicos dejen de estar condicionados por la situación socioeconómica. En 2016, Montt analizó los datos del Informe PISA 2009 y encontró que solo un reducido número de países podían ser catalogados como anfitrión efectivo, es decir, países donde las escuelas estaban socioeconómicamente integradas. Los países que se consideran anfitriones efectivos son aquellos que gracias a su política de igualdad logran ganancias sociales de los estudiantes más desaventajados ya que sus resultados académicos no son condicionados por su situación socioeconómica y son iguales que los de sus compañeros más aventajados socioeconómicamente.

En Alemania se realizó un estudio en más de 2000 escuelas primarias y secundarias en las que se impartió la misma materia durante un breve periodo de tiempo. El estudio constató la relación de introducir contextos cotidianos en las explicaciones, la claridad de las enseñanzas, el papel de las explicaciones que crean los alumnos, y la ocurrencia y calidad de los experimentos con el aumento o descenso del interés en las ciencias en el tiempo durante el que se llevó a cabo el experimento.

Este mismo resultado se obtiene en un estudio realizado en Australia a estudiantes de 14 a 17 años. El interés de los adolescentes en ciencias aumentaba o disminuía en función de la calidad de la enseñanza. Los profesores con mejor reputación eran los que eran vistos por los alumnos como los que daban explicaciones más claras y enfatizaban

un conocimiento profundo de los conceptos en vez de dar una enseñanza basada en una amplia cobertura de conceptos, sin profundizar en ellos. Además, los profesores con mejor reputación establecen retos y se esfuerzan para hacer la ciencia relevante para los alumnos (Leonard William, J. *et al.*, 2002). Otros estudios refuerzan la hipótesis de que el interés de los alumnos aumenta si en vez de ampliar los conceptos que se imparten se profundiza en la materia que se da. Este aumento de interés también se produce en el nivel universitario.

Las medidas que deberían implantar los sistemas educativos son establecer normativas para favorecer la diversidad socioeconómica, mejorar la información de las opciones educativas disponibles y establecer incentivos financieros. El marco legislativo puede establecer medidas para entregar fondos públicos a los colegios que acogen a estudiantes de todo tipo de características sociales o económicas. Otra medida posible es establecer cuotas de admisión para estudiantes menos aventajados.

Los países con una gran diferencia de puntuaciones entre alumnos deberían establecer una estrategia social centrada en la equidad para reducir la diferencia socioeconómica entre alumnos poco aventajados socioeconómicamente y alumnos más aventajados. De esta forma estos países elevarían su nivel educativo medio, ya que, al aumentar el nivel socioeconómico de los más desfavorecidos el rendimiento académico mejorará. Aumentar el nivel educativo de los alumnos permitirá que los más desaventajados desarrollen un pensamiento científico que les hará alcanzar la competencia mínima y básica, y desarrollar una forma de pensar básica en nuestra sociedad.

Siempre que se habla del estado de la educación una de las palabras más recurrente es recortes, término que se plantea como explicación de la decadencia del sistema educativo español. Sin embargo, como demuestra el Informe PISA, estos recortes no provocan en sí mismos una decadencia de la educación como pone de manifiesto Estonia, que ha ido avanzado firmemente a las posiciones más altas a pesar de no incrementar el gasto en educación y, de hecho, mantener un gasto un 30 % más bajo de la media de los países de la OCDE. Estonia ha congelado su gasto en educación y, sin embargo, ha conseguido mejorar su educación principalmente por convertir la educación en una prioridad estatal. Este cambio de mentalidad se tradujo en un cambio de las bases del sistema educativo en el que la educación obligatoria se inicia a los siete años. Desde los tres años los niños van a preescolar donde aprenden mediante juegos y se les prepara para

aprender de una forma divertida en la que disfruten aprendiendo. Además, se monitorea su desarrollo, sus habilidades y qué puntos deben potenciarse para alcanzar una competencia completa sin realizar ninguna prueba de evaluación. Estonia tiene un sistema educativo inclusivo en el que no se separa a los alumnos por diferentes niveles de habilidad, se confía en los profesores para conseguir que los alumnos igualen su formación independientemente de sus antecedentes. La igualdad entre alumnos se fomenta desde preescolar, donde los padres hacen una contribución económica al sistema proporcional a su salario. De esta forma se consigue eliminar las diferencias socioeconómicas entre los niños. Además de estas medidas los otros dos puntos fuertes del sistema educativo estonio son la libertad otorgada a los profesores para impartir sus materias de la forma que consideren más conveniente y la introducción de métodos electrónicos en la enseñanza. Los alumnos realizan la mayor parte de sus deberes mediante un sistema escolar electrónico en el que se evalúan los ejercicios que realizan y consiguen los libros de forma gratuita.

Otro ejemplo de sistema educativo que ha mejorado sus puntuaciones en PISA sin aumentar el gasto en educación es Portugal. El país luso fue fuertemente castigado por la crisis financiera que comenzó en 2010, pero las medidas que comenzó a implantar en el año 2000 no se vieron afectadas por la crisis al no depender del gasto monetario en educación. El principal hecho que cambió en Portugal fue el cambio en la orientación política, ya que se comenzó a tomar como referencia el Informe PISA para mejorar la educación del país vecino. Las medidas que se tradujeron en un mayor aumento de la puntuación en la prueba PISA fueron relacionar la situación socioeconómica y cultural con las bajas puntuaciones académicas. Esta relación se eliminó mediante el aumento del apoyo económico a las familias menos aventajadas y se les facilitó el acceso a internet y ordenadores, además de reorganizar el programa existente de “Prioridad de Intervención Educativa”, por el que se centraban en zonas con unas peores notas en educación. No solo esas medidas supusieron un aumento del nivel de la enseñanza, ampliar la cobertura de preescolar a casi el 100 % de la población; aumentar la formación del profesorado, su motivación y competencia; fomentar una cultura de apoyo al estudiante por parte de los profesores y padres y las mejoras en la educación de los padres se tradujeron en considerar a Portugal un espejo en el que mirarse si se quiere mejorar la educación.

En Brasil cada año se evalúan los colegios, y los profesores con mejores calificaciones realizan intercambios con los centros educativos que obtienen peor nota,



de modo que les transmiten técnicas educativas más efectivas y que han demostrado tener éxito en sus propios centros.

Es indudable que el dinero es importante para lograr objetivos, también en el ámbito educativo, aunque en general no tiene por qué ser determinante. Orientar las políticas educativas de forma realista a las necesidades que presenta la sociedad de forma objetiva permitirá que el nivel educativo ascienda.

### **Propuestas de cambios en España**

En el caso de España, la diferencia entre puntuaciones es bastante reducida comparada con otros países y el impacto del estado socioeconómico en la actuación educativa está en la media de los países de la OCDE. Por este motivo las medidas que se deberían llevar a cabo para mejorar el nivel educativo serían unas medidas universales que lleguen a todos los niveles de estudiantes, como aumentar la cantidad y calidad de tiempo que los estudiantes pasan en el colegio, y medidas que dan más y mejores recursos a los estudiantes y escuelas menos aventajadas.

El primer aspecto mejorable para el sistema educativo español sería eliminar la repetición de curso como sistema de selección y estratificación de los adolescentes. El sistema debería centrar sus esfuerzos en reducir las diferencias socioeconómicas por los motivos anteriormente descritos además de incluir un seguimiento individual de los alumnos para evitar su desmotivación. Para hacer más eficaz este seguimiento los estilos de aprendizaje antes mencionados deberían ser una herramienta común y habitual entre los docentes.

Por otra parte, sería interesante aumentar las horas lectivas de Física y Química, Biología y Geología en 3º de ESO, adelantar la separación de Física y Química a 1º de Bachillerato y establecer asignaturas de carácter científico en todos los bachilleratos para garantizar una formación científica mínima al alumnado.

Para poder utilizar como herramienta válida el Informe PISA, además de orientar la política educativa a mejorar los puntos que se destacan en este Informe, se debería dar una vigencia mínima a las leyes de educación. Esta vigencia mínima de las leyes de educación debería permitir realizar varios Informes PISA de la misma materia. De esta forma se podrían comparar los resultados de una ley con otra y subsanar los posibles efectos negativos que pudiera tener la ley vigente. Centrándonos en el caso de España, el

primer Informe PISA se realizó en el año 2000, momento en el que estaba vigente la Ley Orgánica General del Sistema Educativo. Esta ley se derogó en 2006, por lo que se pudo reflejar su influencia en los Informes PISA de 2000, 2003 y 2006. La siguiente ley fue la Ley Orgánica de Educación que pasó a ser modificada en 2013, por lo que tan solo se realizaron los Informes PISA de 2009 y 2012 mientras estuvo vigente. Esta ley fue modificada a finales del año pasado, en noviembre de 2020, es decir, siete años después, por lo que se han realizado los Informes PISA de 2015 y 2018 mientras ha estado vigente dicha ley. Actualmente un niño durante su carrera escolar pasa por dos o incluso tres leyes educativas, algo que no parece lo más adecuado. Todos los Informes PISA se centran en una materia y evalúan las otras dos para poder mantener una evaluación constante en el tiempo de los sistemas educativos. Centrándonos en el Informe PISA de Ciencias, ningún Informe de Ciencias se ha realizado dos veces bajo una misma ley educativa, y de hecho mientras estuvo vigente la Ley Orgánica de Educación no se realizó un Informe PISA de Ciencias, por lo que resulta difícil achacar una evolución de las puntuaciones o la idoneidad de un currículo a una u otra ley.

El Informe PISA es una gran herramienta para poder evaluar el estado de un sistema educativo. La educación es una parte representativa de la sociedad por lo que el Informe, además, proporciona un reflejo de la sociedad.

El Informe PISA analiza distintos factores que influyen en la educación, y destaca como los más importantes para el rendimiento de los alumnos su actitud, la situación socioeconómica, el género de los estudiantes y los antecedentes migratorios.

De estos cuatro factores el que puede ser potenciado de una forma más activa por los profesores es la actitud. En las distintas asignaturas del máster de formación del profesorado se ha hecho hincapié en lo importante que resulta que el profesor sea capaz de motivar al alumno. La actitud puede ser una buena forma de ver la motivación de nuestro alumno. Un alumno desmotivado puede ser conflictivo en clase, pero un alumno motivado e interesado en ciencias, y en cualquier materia, tendrá una buena actitud en clase. El Informe PISA relaciona la actitud del alumno hacia la ciencia dentro y fuera de la clase, por lo que los profesores y la familia del alumno deben ser capaces de enseñar a los adolescentes la utilidad de las ciencias y su aplicación en la vida real para que puedan tener una buena predisposición al aprendizaje y conseguir así una buena actitud hacia la ciencia.

Considerar la actitud como el factor más susceptible de ser potenciado no implica que los otros tres no sean competencia del profesorado. De hecho, si nos centramos en el género, uno de los puntos a tratar son las ideas preconcebidas, que deben ser tratadas y combatidas por los profesores para conseguir que los adolescentes alcancen todo su potencial sin que haya una discriminación o dificultad por ser de un determinado género o incluso raza.

Nuestra sociedad está envuelta en la búsqueda efectiva de la igualdad de género y raza, búsqueda que también debería darse en las escuelas para conseguir que las nuevas generaciones no realicen ningún tipo de discriminación.

La situación socioeconómica de los alumnos resulta más compleja de tratar por los profesores, ya que se necesitan medidas políticas para poder limar las diferencias dentro y fuera de las aulas. Distintos países han establecido medidas efectivas como el refuerzo de materiales, medios económicos y humanos en los centros más desfavorecidos socioeconómicamente que ha supuesto un factor positivo para reducir la influencia de la diferencia socioeconómica en el aprendizaje de los estudiantes.

Si utilizamos el Informe PISA para comparar España con el resto de países participantes en el Informe, podemos destacar que nuestro país tiene particularidades propias, pero no únicas en el mundo, como tener la competencia de la educación transferida a las comunidades autónomas (hecho que también ocurre por ejemplo en Alemania) o tener comunidades autónomas con lenguas propias (lo mismo ocurre en Italia o Suiza), por lo que no debería existir ningún tipo de excusa para no implementar algunas medidas que se detallan en el Informe PISA o utilizar el Informe para determinar qué aspectos educativos necesitan ser reforzados, ya que los países con esas particularidades también son evaluados en el Informe PISA.

Otra de los hechos que más destaco es la evolución de la enseñanza en España según el Informe PISA, evolución que no tiene relación con la evolución de la formación que se da a los futuros profesores. La trayectoria de las calificaciones de España en el Informe PISA está estancada a pesar de aumentar los requisitos para poder ser profesor. Estos requisitos siguen siendo aún escasos ante la dificultad que supone enseñar y la necesidad que tienen los profesores de estar toda la vida aprendiendo, pero esta subida de requisitos no se traduce en una subida del nivel de la educación. De hecho, se ha cambiado el nombre de la educación que se da a los futuros profesores (de CAP a Máster de

Formación del Profesorado) pero no el modelo formativo (Viñao A., 2013). Por este motivo creo que resulta evidente que no seguimos el camino más adecuado para la educación de los adolescentes y por tanto se debería buscar una formación más efectiva de los profesores del futuro.

Por todos estos motivos, el Informe PISA es una herramienta que debería ser mucho más utilizada en todos los países para mejorar el nivel educativo de todos los adolescentes independientemente del lugar que ocupe el país en la clasificación del Informe PISA. Como se ha mencionado varias veces, los adolescentes de hoy serán los miembros activos de la sociedad del futuro, por lo que el estado actual de su educación se traducirá en la calidad de la sociedad del futuro.

Invertir en la educación es invertir en el bienestar social del futuro, y más concretamente, invertir utilizando el Informe PISA para centrarse en los aspectos que necesitan una mayor mejora supondría invertir de forma más eficiente para conseguir mejorar la educación y la sociedad.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Agasisti, T., Cordero, J. (2017). The determinants of repetition rates in Europe: Early skills or subsequent parents' help? *Journal of Policy Modeling*, 129-146 <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2016.07.002>
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Australian Government, Department of Education, Skills and Employment. (5 de noviembre de 2020) *Longitudinal study of Australian youth*. <https://www.dese.gov.au/research-schooling/longitudinal-surveys-australian-youth>
- Biggs, J., Collis K., (1982), *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*, Academic Press, New York.
- Casal, L., (30 de mayo de 2021). Sólo niñas, un tutor por cada alumna y religión: el método del mejor colegio de España según PISA. El Español. [https://www.elespanol.com/reportajes/20210530/solo-alumna-religion-metodo-colegio-espana-pisa/584941836\\_0.html](https://www.elespanol.com/reportajes/20210530/solo-alumna-religion-metodo-colegio-espana-pisa/584941836_0.html)
- Chi, M., Bassok, M., Lewis, M., Reinmann, P., Glaser, R., (1989) Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problem. *Cognitive Science*, 13, 145-182. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(89\)90002-5](https://doi.org/10.1016/0364-0213(89)90002-5)
- Choi, Á., Gil, M., Mediavilla, M., Valbuena, J., (2016). *Double toil and trouble: Grade retention and academic performance*. Institut d'Economia de Barcelona (IEB). <https://ideas.repec.org/p/ieb/wpaper/doc2016-7.html>
- European Commission (2007) Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future or Europe. <https://www.eesc.europa.eu/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- EP (30 de septiembre de 2020). Informe PISA: España, uno de los países donde menos se fomentan las tecnologías en la enseñanza. *20Minutos*. <https://www.20minutos.es/noticia/4400287/0/informe-pisa-espana-uno-de-los-paises-donde-menos-se-fomentan-las-tecnologias-en-la-ensenanza/>
- Ferguson-Hesler, M., De Jong, T., (1990) Studying physics texts: Differences in study processes between good and poor performers. *Cognition and Instruction*, 7, 41-54. <https://www.jstor.org/stable/3233504>
- Ford, M. J., Wargo B.M., (2012), “Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding”, *Science Education*, Vol. 96/3, Wiley, Hoboken, NJ, 369-391. <https://doi.org/10.1002/sce.20482>
- Fruehwirth, J., Navarro, S., Takahasi, Y., (2016). *How the timing of grade retention affects outcomes: Identification and estimation of time-varying treatment effects*. *Journal of Labor Economics*. <https://doi.org/10.1086/686262>

- Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco de PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (1), 38-53. <http://hdl.handle.net/10498/18845>;
- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M., Serván, M., Yus, R., Barquín, J., (2010) *PISA y la competencia científica: un análisis de las pruebas de pisa en el área de ciencias*. *RELIEVE*, vol. 16, núm. 2, 2010, 1- 17; <https://doi.org/10.7203/relieve.16.2.4138>
- Garrett, R., (1988). Issues in science education: problem solving, creativity and originality. *International Journal of Science Education*, 9(2). 125-137. <https://doi.org/10.1080/0950069870090201>
- Gil, D., Vilches, A., (2006) *¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)?* *Revista de Educación*, Núm. Extra 2006, 295-311 <https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2006/re2006/re2006-16.html>
- Gorka, B., Lukas Mujika, J., (2020) *Exploring the relationship between attitudes toward science and PISA scientific performance*. *Revista de Psicodidáctica (English ed.)*, Volume 25, Issue 1, January–June 2020, 1-12 <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2019.08.002>
- Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. (2017) *PISA: COMPETENCIA CIENTÍFICA I. Marco y análisis de los ítems*. ISEI.IVEI. [https://www.berrigasteiz.com/site\\_argitalpenak/docs/312\\_evaluacion\\_pisa/312\\_2017006c\\_Pub\\_ISEI\\_PISA\\_2017\\_zientifikoa\\_I\\_c.pdf](https://www.berrigasteiz.com/site_argitalpenak/docs/312_evaluacion_pisa/312_2017006c_Pub_ISEI_PISA_2017_zientifikoa_I_c.pdf)
- Jimerson, S. (2001). *Meta-analysis of grade retention research: Implications for practice in the 21st century*. *School Psychology Review*. 402-437. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02796015.2001.12086124>
- Learning Portal (21 de junio de 2020). Ficha 1. El aprendizaje en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://learningportal.iep.unesco.org/es/fichas-praticas/%c2%bfpor-qu%c3%a9-el-aprendizaje/el-aprendizaje-en-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- Leonard William, J.; Gerace, W. J.; Dufresne, R. J., (2002) Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol. 20, n.º 3, 387-00, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21828>
- López Rupérez, F., Expósito-Casas, E., García García, I., (2021). Educación científica y brecha de género en España en alumnos de 15 años. Análisis secundarios de PISA 2015. *Revista Complutense de Educación*, 32(1), 1-14. <https://doi.org/10.5209/rced.66090>

- Marzano, R. J., Kendall, J.S., (2007), *The New Taxonomy of Educational Objectives*, Corwin Press, Thousand Oaks, CA.
- Mason, L., Boscolo, P., Tornatora, M.C., 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. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9210-0>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España (29 de diciembre de 2020) *Una educación para el siglo XXI*. <https://www.educacionyfp.gob.es/destacados/lomloe.html>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2016). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones, 129-159 [https://sede.educacion.gob.es/publivera/descarga.action?f\\_codigo\\_agc=18204](https://sede.educacion.gob.es/publivera/descarga.action?f_codigo_agc=18204)
- Muñoz Martínez J. y Charro E. (2017) Los Ítems PISA como herramienta para el docente en la identificación de conocimientos y habilidades científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 317-338. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3366>
- Muñoz Martínez J. y Charro E. (2018) La Interpretación de Datos y Pruebas Científicas vistas desde los Ítems liberados de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(2), 21, 01-20. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2101](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2101)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2015). *PISA (2015) Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. PISA, OECD Publishing, <https://www.oecd.org/publications/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264281820-en.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2015) *Pisa in focus*. <https://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). *Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015. Ciencias, matemáticas y competencia financiera*. OECD Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework%20PRELIMINARY%20version%20SPANISH.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2007). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*, OCDE Publishing, <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2015) *Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing <https://www.oecd.org/publications/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264281820-en.htm>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, OECD Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Rosales Sánchez, E. M., Rodríguez Ortega, P. G., Romero Ariza, Marta (2020) *Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(2), 2302.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i2.2302](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302)
- Real Academia Española. (s.f). Cultura. En *Diccionario de la lengua española*, 23.<sup>a</sup> ed., recuperado en 21 de junio de 2021 <https://dle.rae.es>
- RTVE.es / EFE (2016) *Informe PISA 2015 España supera por primera vez la media de la OCDE en Comprensión Lectora. En Ciencias iguala el promedio, pero sigue por debajo en Matemáticas. Mientras España mejora resultados, baja la media de los países desarrollados. La repetición en España es "alarmante", 20 puntos mayor que la media europea.* RTVE.es / EFE.
- Stegmann, J., (4 de diciembre de 2019) Informe PISA 2018. Los alumnos españoles de 15 años sacan la nota más baja en Ciencias desde que existe el informe PISA. ABC [https://www.abc.es/sociedad/abci-alumnos-espanoles-15-anos-sacan-nota-mas-baja-ciencias-desde-existe-pisa-201912030900\\_noticia.html](https://www.abc.es/sociedad/abci-alumnos-espanoles-15-anos-sacan-nota-mas-baja-ciencias-desde-existe-pisa-201912030900_noticia.html)
- Solbes, J, Montserral, R., (2007) *Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 91-117,  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>
- Vázquez-Alonso, A., y Manasserom M. A., (2018). *El conocimiento epistémico en la evaluación de la competencia científica en PISA 2015. Revista de Educación*, 380, 103-128; <https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2018/380/377-4.html>
- Viñao, A., (2013). Modelos de formación inicial del profesorado de educación secundaria en España (siglos XIX - XXI). *Revista Española de Educación Comparada*, 22, 19-37. <https://doi.org/10.5944/reec.22.2013.9321>
- Webb, N.L., (1997). *Criteria for Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education*, Council of Chief State School Officers.



## Anexo 1. 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

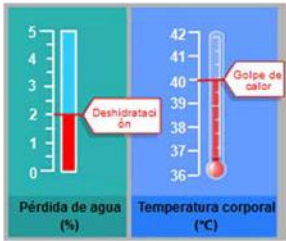
Lee la introducción. A continuación haz clic en SIGUIENTE.

**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	Estado
Pérdida de agua (%)	2	Deshidratación
Temperatura corporal (°C)	40	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

PISA 2015

**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 desplegables 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

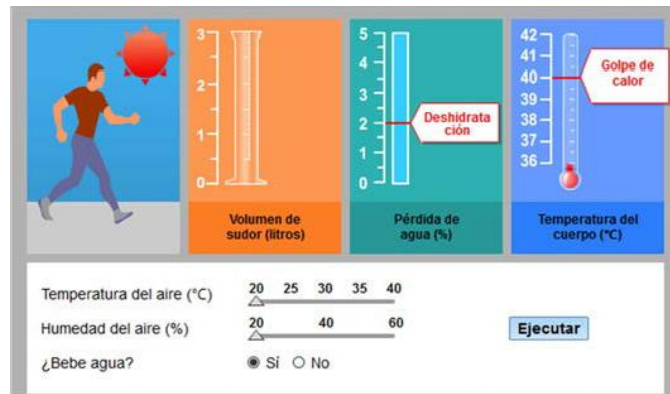
#### Máxima puntuación

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.

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

## 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.



## 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.

The simulation interface includes the same monitors and sliders as the previous screenshot. Below the sliders is a table for data recording:

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; fija la temperatura del aire en 35°C, la humedad del aire en 60 % y «No» bebe agua o bien fija la temperatura del aire en 35 °C, la humedad del aire en 60 % 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 manteniendo 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 pero no 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>

PISA 2015

**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)	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**

### ***Máxima puntuación***

#### **3A**

El estudiante selecciona el volumen de sudor aumenta; 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 sólo 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.

### ***Puntuación parcial***

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 a 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)

Deshidratación

Golpe de calor

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)

<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 fija un 40 % de humedad con una temperatura del aire de 35°C o bien un 40 % de humedad con una temperatura del aire de 40°C y explica:

- 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°C, con riesgo de que el corredor sufra un golpe de calor.

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



- Con una humedad del 40 %, correr a 40°C puede provocar un golpe de calor, pero hacerlo a 35°C 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°C.
- Cuando la humedad es del 40 %, el corredor sólo sufre un golpe de calor a 40°C. La otra temperatura más alta es de 35°C.
- 40°C golpe de calor, no 35°C (respuesta mínima)

### ***Puntuación parcial***

El estudiante obtendrá una puntuación parcial si selecciona 35°C y fija un 40 % de humedad con una temperatura del aire de 35°C o bien un 40 % de humedad con una temperatura de 40°C y la explicación, falta, no está clara o es incorrecta. También recibirá una puntuación parcial si selecciona 35°C, no ha seleccionado las filas correctas y da una explicación correcta; o bien selecciona 40°C, fija un 40 % de humedad con una temperatura del aire de 35°C o 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 %, 35°C es la temperatura del aire más alta que está a salvo del golpe de calor. Esta última combinación se puntúa porque los estudiantes pueden haber interpretado la pregunta 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>

PISA 2015

**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)       
 Humedad del aire (%)    **Ejecutar**  
 ¿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 «Sería inseguro» y las dos opciones seleccionadas son 40 % de humedad a 40°C y sí bebe agua o bien 60 % de humedad a 40°C y sí bebe agua. Además, explica:

- 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.

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

- 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 que 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 “Sería inseguro”, fija un 40 % de humedad a 40°C y sí bebe agua o bien establece un 60 % de humedad a 40°C y sí bebe agua y la explicación, falta, no está clara o es incorrecta. El estudiante también recibiría una puntuación parcial si selecciona «Sería inseguro», 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 sólo 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.