

COMPETENCIA
DESEMPEÑO
CIENCIA
BRECHAS
MOTIVACIÓN
INTERÉS
CARRERAS
ACTITUDES
CREENCIAS
ENSEÑANZA
TECNOLOGÍA

Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015

COMPETENCIA
DESEMPEÑO
CIENCIA
BRECHAS
MOTIVACIÓN
INTERÉS
CARRERAS
ACTITUDES
CREENCIAS
ENSEÑANZA
TECNOLOGÍA

Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015



PERÚ

Ministerio
de Educación

Carlos Martín Benavides Abanto

Ministro de Educación del Perú

Sandro Luis Parodi Sifuentes

Viceministro de Gestión Institucional

Ana Patricia Andrade Pacora

Viceministra de Gestión Pedagógica

Mónica Muñoz Najar Gonzales

Secretaría de Planificación Estratégica

Humberto Pérez León Ibáñez

Jefe de la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes

Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015

Equipo técnico

Giovanna Moreano Villena (coordinadora)

Alvaro Luis Darcourt Márquez

Wilmer Justo Hernández Cabrera

Sadith Yadira Ramos Ascencio

Esta publicación es el producto final del esfuerzo institucional de la UMC por medio de sus diferentes equipos de especialistas.

Primera edición digital, abril 2020

ISBN: 978-9972-246-85-2

©Ministerio de Educación, 2020
Calle Del Comercio 193, San Borja
Lima, Perú
Teléfono: (511) 615-5800
www.gob.pe/minedu

Citar esta publicación de la siguiente manera:

Ministerio de Educación. (2020). *Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015*. Lima: Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes.

En el presente documento se utilizan de manera inclusiva términos como “el docente”, “el estudiante” y sus respectivos plurales (así como otras palabras equivalentes en el contexto educativo) para referirse a hombres y mujeres. Esta opción se basa en una convención idiomática y tiene por objetivo evitar las formas para aludir a ambos géneros en el idioma castellano (“o/a”, “los/las” y otras similares), debido a que implican una saturación gráfica que puede dificultar la comprensión lectora.

Índice

Presentación	6
Capítulo 1: Desarrollo de la competencia científica de los estudiantes peruanos según PISA 2015	9
1.1 Planteamiento del problema	14
Capítulo 2: Metodología	17
2.1 Participantes	18
2.2 Medición	18
2.3 Estrategia analítica	20
2.3.1 Primera fase: análisis de la estructura interna de los constructos	20
2.3.2 Segunda fase: análisis descriptivos y de correlación	21
2.3.3 Tercera fase: estimación de modelos explicativos	21
Capítulo 3: Diferencias que afectan el desarrollo de la competencia científica	23
3.1 Actitudes relacionadas con la ciencia	25
3.2 Creencias científicas	31
3.3 Estrategias pedagógicas	35
3.4 Contexto para el aprendizaje de la ciencia	40
Capítulo 4: Estrategias pedagógicas y rendimiento en ciencia	45
4.1 Estrategias pedagógicas	47
4.1.1 Enseñanza basada en la indagación y enseñanza dirigida por el docente	47
4.1.2 Retroalimentación	49
4.1.3 Adaptación de la enseñanza	49
4.1.4 La relación negativa entre la estrategia de enseñanza basada en la indagación y el rendimiento en ciencia	50
4.2 Resultados	52
4.2.1 Análisis de regresión: efectos lineales, no lineales y de interacción	53
4.2.1.1 Modelo base	53
4.2.1.2 Modelos parciales	55
4.2.1.3 Modelo final	59
4.2.2 Análisis complementarios	59
4.3 Discusión	60
Capítulo 5: Interés en carreras científicas y tecnológicas	65
5.1 Factores que inciden en la elección de carreras científicas y tecnológicas	67
5.1.1 Aspectos socioculturales y contextuales	67

5.1.1.1	Características socioeconómicas, capital científico y edad	67
5.1.1.2	Sexo y roles de género	68
5.1.1.3	Enseñanza y experiencias tempranas con la ciencia	68
5.1.2	Aspectos individuales: la teoría de expectativa-valor	69
5.1.3	Factores asociados al desinterés en carreras de ciencia en el Perú	70
5.2	Resultados	71
5.2.1	Modelos de regresión logística binaria	71
5.2.1.1	Modelo base	74
5.2.1.2	Modelos parciales	74
5.2.1.3	Modelo final	76
5.3	Discusión	76
Capítulo 6: Discusión y reflexiones finales		81
Referencias		95
Anexos		105
A	Informe técnico de los factores asociados al desarrollo de la competencia científica	106
A.1	Actitudes relacionadas con la ciencia	106
A.2	Creencias científicas	111
A.3	Estrategias pedagógicas	113
A.4	Contexto para el aprendizaje de la ciencia	116
B	Diferencias estadísticamente significativas para los factores asociados al desarrollo de la competencia científica según estratos	117
B.1	Actitudes relacionadas con la ciencia	118
B.2	Creencias científicas	120
B.3	Estrategias pedagógicas	121
B.4	Contexto para el aprendizaje de la ciencia	122
C	Correlaciones entre variables de estudio	123
D	Clasificación de carreras científicas y tecnológicas en PISA 2015	125
E	Modelos de factores asociados al interés en carreras de ciencia y tecnología, incluyendo el rendimiento en ciencia como predictor	126

Presentación

El Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA)¹ 2015 enfatizó la evaluación de la competencia científica en estudiantes de 15 años de edad. Los resultados dieron cuenta de las limitaciones y brechas asociadas al desarrollo de esta competencia en nuestro país. Puntualmente, PISA 2015 evidenció que la mayoría de estudiantes peruanos no logró desarrollar satisfactoriamente la competencia científica. Estos resultados son relevantes y deben invitar a la reflexión en torno a sus causas, especialmente si se considera que esta competencia tiene repercusiones en la toma de decisiones en distintos ámbitos de la vida cotidiana, tales como la salud, el uso adecuado de la tecnología y el cuidado del medioambiente.

El presente estudio amplía los hallazgos descritos en el documento “El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados” (Ministerio de Educación, 2017b) y tiene por objetivo explorar el rol que cumplen distintos factores en el desarrollo de la competencia científica. Teniendo en cuenta que, según PISA, esta competencia abarca tanto el rendimiento en la prueba como un conjunto de creencias y actitudes en torno a la ciencia y la tecnología, en el presente documento se exploran y analizan algunas de sus manifestaciones. De manera específica, se exploran características del estudiante y de la escuela asociadas a su desarrollo, se describe su distribución según estratos y, finalmente, se analiza su capacidad para explicar el rendimiento en la prueba de ciencia y el interés en ocupaciones científicas y tecnológicas.

En el primer capítulo se presenta la definición conceptual de competencia científica planteada en PISA 2015 y se examinan los resultados obtenidos por los estudiantes peruanos en la prueba de ciencia. Estos resultados se contextualizan según diferencias por estratos y se vinculan con los obtenidos en otras evaluaciones nacionales e internacionales. Finalmente, luego de resaltar la importancia de contar con ciudadanos informados y críticos en materia de ciencia, se formulan las preguntas de investigación que dan forma a los tres estudios que integran el presente documento.

En el segundo capítulo se describe a los participantes de la evaluación y se definen operacionalmente las variables utilizadas en los siguientes capítulos. Luego, se detalla y justifica la estrategia analítica empleada en el tratamiento de los datos. En el tercer capítulo se definen conceptualmente los constructos que se utilizarán en análisis posteriores, agrupándolos en cuatro dimensiones: actitudes relacionadas con la ciencia, creencias científicas, estrategias pedagógicas y contexto para el aprendizaje de la ciencia. Luego de ello, se describe la presencia de dichos

¹Por su nombre en inglés, Programme for International Student Assessment.

constructos en distintas subpoblaciones, a fin de visibilizar situaciones de inequidad que afectarían su desarrollo en estratos particulares.

En los capítulos cuarto y quinto se retoman los resultados reportados en el tercero y se profundiza en ellos mediante el uso de modelos explicativos. Así, en el cuarto capítulo se analiza la asociación entre rendimiento en la prueba de ciencia y variables individuales y contextuales, para luego enfocar el análisis en las estrategias de enseñanza. Así mismo, se reportan análisis orientados a dar cuenta de hallazgos contraintuitivos, pero consistentes con la literatura y la tendencia internacional de resultados en PISA. Por su parte, en el quinto capítulo se reportan resultados que subrayan la importancia de los aspectos familiares (asociados, especialmente, al capital científico) e individuales (motivacionales y actitudinales) en el interés por carreras científicas y tecnológicas.

En el sexto y último capítulo, se reflexiona sobre los principales hallazgos de los capítulos 3, 4 y 5 según las implicancias y retos que plantean a la escuela y al sistema educativo peruano. Con ello se pretende identificar las principales limitaciones asociadas al desarrollo de la competencia científica en el país y plantear posibles ejes de acción orientados a mejorar esta situación.

La ciencia es una magia que funciona.
-Kurt Vonnegut

Desarrollo de la competencia científica de los estudiantes peruanos según PISA 2015

Capítulo 1

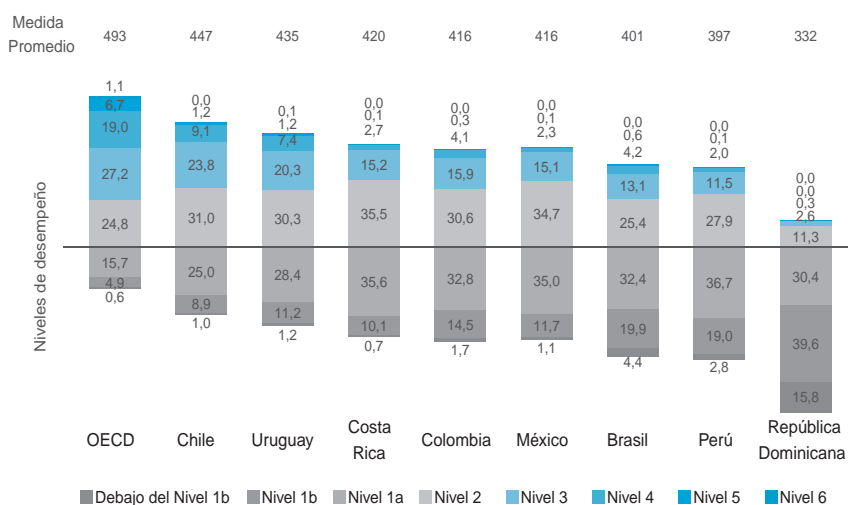
PISA 2015 enfatizó la evaluación de la competencia científica en estudiantes de 15 años de edad. Se definió la competencia científica como “la habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como un ciudadano reflexivo” (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2016a, p. 50)². Esto implica que aquellos estudiantes que desarrollen óptimamente esta competencia serán capaces de explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos y pruebas científicamente (OECD, 2016a)³. En el caso peruano, los resultados mostraron que el 27,9% de estudiantes lograron desarrollar esta competencia a un nivel básico (Nivel 2); es decir, fueron capaces de aprovechar el conocimiento de contenido cotidiano y el conocimiento procedimental básico para identificar una explicación científica apropiada. Además, pudieron interpretar datos de un diseño experimental sencillo, así como utilizar conocimientos científicos básicos para identificar una conclusión válida a partir de un conjunto de datos simples⁴. Los resultados también mostraron que el 58,5% de los estudiantes peruanos se ubicaron por debajo de este nivel; es decir, su conocimiento científico solo les permitió realizar tareas de identificación de datos simples, reconocer términos científicos básicos y seguir instrucciones para desarrollar procedimientos científicos sencillos. En este contexto, solo una minoría de estudiantes peruanos demostró capacidad para desarrollar tareas de mediana a mayor complejidad (Nivel 3 en adelante). Estos resultados contrastan con los obtenidos por otros países latinoamericanos como Chile, Uruguay, Costa Rica, Colombia y México, y con el promedio OECD. En estos casos, la mayoría de estudiantes se encuentra ubicada al menos en el Nivel 2, tal como se aprecia en la figura 1.1.

²Por su nombre en español, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

³PISA tiene por objetivo evaluar competencias seleccionadas por la OECD y no busca ser una evaluación curricular enfocada a un grado específico. En tal sentido, PISA permite evidenciar el desarrollo de dichas competencias y no la calidad educativa de los países participantes. También es importante señalar que los puntajes obtenidos por los estudiantes en PISA reflejan, además del rendimiento actual, su tránsito durante toda la escolaridad hasta la edad de 15 años; por ejemplo, su exposición a distintas gestiones escolares y políticas educativas del sistema (Ministerio de Educación, 2017b).

⁴Es importante señalar que PISA reporta el desarrollo de la competencia científica por medio de ocho niveles de desempeño, de los cuales el Nivel 2 fue establecido como el nivel básico o punto de partida del desarrollo de dicha competencia. Más información sobre las formas de reportar resultados de PISA 2015 y la interpretación de los niveles de desempeño se encuentra en “El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados” (Ministerio de Educación, 2017b).

Figura 1.1 Resultados en ciencia para Perú, Latinoamérica y OECD, según medida promedio y niveles de desempeño en PISA 2015



Fuente: Ministerio de Educación (2017b).

Estos resultados sugieren la existencia de dificultades por parte del sistema educativo peruano para garantizar el desarrollo de la competencia científica en sus estudiantes. Estas dificultades, como se aprecia en la tabla 1.1, han sido reportadas en anteriores ciclos de PISA (Ministerio de Educación, 2017b). Así, en el ciclo 2009, el 68,3% de estudiantes peruanos demostraron habilidades que los ubicaron por debajo del nivel básico de la competencia científica. Esta tendencia se mantuvo en el ciclo 2012 con el 68,5% de estudiantes ubicados en estos niveles de desempeño. Cabe notar, sin embargo, que la misma tabla muestra una reducción en el porcentaje de estudiantes en estos niveles a 58,5% para el ciclo 2015. Este resultado sugiere una leve mejora en el desarrollo de las capacidades científicas, la cual también se vería reflejada en el incremento de estudiantes ubicados en los Niveles 2 y 3.

Tabla 1.1 Variación de los resultados de Perú en ciencia, según niveles de desempeño en PISA 2009 - 2015

	PISA 2009		PISA 2012		PISA 2015	
	%	e.e.	%	e.e.	%	e.e.
Nivel 6	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Nivel 5	0,2	0,1	0,0	-	0,1	0,1
Nivel 4	1,8	0,4	1,0	0,3	2,0	0,3
Nivel 3	8,0	0,8	7,0	0,9	11,5	0,7
Nivel 2	21,7	1,2	23,5	1,3	27,9	1,0
Nivel 1a	33,0	1,3	37,0	1,3	36,7	1,0
Nivel 1b*	35,3	1,5	31,5	1,6	19,0	0,8
Debajo del Nivel 1b*					2,8	0,3

*Durante los años 2009 y 2012 no existía el Nivel 1b. Por lo tanto, los porcentajes correspondientes a estos años pertenecen a Debajo del Nivel 1.

Fuente: Ministerio de Educación (2017b).

Otras evaluaciones realizadas en ciencia alertaron ya sobre estas limitaciones entre los estudiantes peruanos; entre ellas, el Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) del Ministerio de Educación. En la tercera edición de la evaluación ERCE, realizada en el año 2013, el 80,0% de estudiantes de 6.º grado de primaria obtuvo resultados que los ubicaron en los niveles de desempeño más bajos (niveles I y II); es decir, estos estudiantes solo pudieron “(...) interpretar información simple y cercana para establecer relaciones y reconocer conclusiones; también se aprecian logros asociados al conocimiento de la clasificación de los seres vivos y el cuidado de la salud en contextos cotidianos” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015, p. 8). Por su parte, el Ministerio de Educación, mediante la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes (UMC), incluyó en la ECE 2018 el área de Ciencia y Tecnología en 2.º grado de secundaria. Los resultados mostraron que solo el 8,5% de estudiantes alcanzaron el nivel satisfactorio, es decir desarrollaron satisfactoriamente los aprendizajes correspondientes al grado evaluado (Ministerio de Educación, 2019b).

PISA 2015 también dio cuenta de la inequidad que afecta al sistema educativo peruano, en tanto permitió identificar diferencias en el desarrollo de la competencia científica según características del estudiante (lengua originaria, asistencia a educación inicial, matrícula oportuna y estatus socioeconómico) y de la escuela (gestión, área y tamaño). Como también se ha evidenciado en estudios realizados con evaluaciones nacionales (Ministerio de Educación, 2019a), son los estudiantes de lengua materna originaria, que no asistieron a educación inicial, que tienen

atraso académico, y que tienen desventajas socioeconómicas, quienes obtienen menores puntajes en ciencia. Este también es el caso de los estudiantes que asisten a escuelas estatales, rurales y pequeñas (Ministerio de Educación, 2017b).

Cabe mencionar que, si bien la diferencia en la medida promedio por sexo fue pequeña (aunque estadísticamente significativa), la ejecución de análisis de regresión multinivel permitió visibilizar la presencia de menores puntajes para las mujeres en la prueba de ciencia. Así, luego de controlar por diferentes variables (incluyendo estatus socioeconómico individual y de la escuela) se encontró que, en promedio, los hombres obtuvieron 18 puntos más en sus resultados de ciencia que las mujeres (Ministerio de Educación, 2017b). Los análisis también visibilizaron que la mejora en la tendencia nacional del desarrollo de la competencia científica se dio especialmente entre estudiantes de menor nivel socioeconómico. Así, fueron los estudiantes de los estratos socioeconómicos muy bajo, bajo y medio quienes mostraron diferencias estadísticamente significativas en sus desempeños entre los ciclos 2012 y 2015 de PISA (Ministerio de Educación, 2017b).

En suma, PISA 2015 puso en evidencia que la mayoría de estudiantes peruanos próximos a concluir la educación básica regular no logró desarrollar la competencia científica tal como la define la OECD, y que persisten diferencias en el desempeño estudiantil de distintas subpoblaciones. Estas diferencias afectan el ideal de equidad y calidad expresados en los diferentes documentos que orientan la política educativa nacional (Ley General de Educación, Ley N° 28044, 2003; Ministerio de Educación, 2017a). Los resultados también llaman a la reflexión sobre la importancia de la ciencia en la sociedad actual, en tanto será difícil tomar medidas que apunten a la mejora de la competencia científica en nuestro contexto si no se tiene conciencia de su relevancia e influencia en el quehacer cotidiano.

Según la OECD (2016a), el desarrollo de la competencia científica resulta de vital importancia para diferentes aspectos de la actividad humana, teniendo repercusiones en decisiones cotidianas relacionadas con la propia salud, el manejo responsable de la tecnología y el cuidado del medioambiente. La toma de decisiones adecuadas en estos campos y la participación de la ciudadanía en temas de ciencia y tecnología pueden verse potenciadas por una comprensión integral de las nociones científicas, por la posibilidad de emplear estas nociones en forma adecuada para comprender diversos aspectos de la vida diaria y por la adopción de actitudes favorables a la ciencia desde una perspectiva crítica y reflexiva.

Dada la relevancia del desarrollo de la competencia científica en los estudiantes peruanos, resulta necesario contar con información que permita tomar medidas que consoliden e impulsen la tendencia de mejora identificada en PISA 2015 (ver tabla 1.1). Especialmente se requiere conocer cuáles son los procesos pedagógicos asociados al desarrollo de esta competencia, así como las predisposiciones de los

estudiantes que favorecerían su desarrollo, pues, como se menciona en el marco conceptual de PISA 2015, lo actitudinal es también un componente importante de dicha competencia. Considerando que el ciclo 2015 de PISA fue el primero con énfasis en ciencia en el cual Perú participó, los resultados presentados en este informe se tornan relevantes pues constituyen evidencias sobre el estado de desarrollo de la competencia científica en las escuelas de nuestro país⁵.

1.1 Planteamiento del problema

PISA 2015 define la competencia científica no como un atributo que los estudiantes poseen o no, sino como un conjunto de habilidades que pueden ser desarrolladas sobre la base de conocimientos y de actitudes científicas (OECD, 2016a). Reconocer este último componente es importante ya que las actitudes o disposiciones de los estudiantes hacia la ciencia pueden influir en sus niveles de interés, sostener su involucramiento y motivarlos a tomar acción en su aprendizaje. En ese sentido es importante no solo conocer en qué medida los estudiantes pueden explicar fenómenos científicos o derivar conclusiones de investigaciones sino también en qué medida han desarrollado una visión crítica y reflexiva acerca de la naturaleza de la ciencia, así como interés hacia la discusión y participación en temas y actividades de ciencia. Dado esto, en el ciclo de PISA 2015 se aplicó, además de las pruebas de conocimientos, una serie de cuestionarios que buscaron brindar información sobre otras dimensiones de la competencia científica, como por ejemplo las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (interés, motivación, interés vocacional, etc.) y sus creencias científicas (creencias epistemológicas, actitudes medioambientales, etc.). También se exploraron variables relacionadas con el contexto en el que se desarrolla esta competencia y las estrategias docentes que podrían favorecerla.

En el marco de la problemática planteada en la sección anterior, resulta crucial contar con un panorama informativo sobre aquellos aspectos que PISA 2015 considera como precursores de la competencia científica, especialmente cuando en los últimos años se le está otorgando mayor importancia a las dimensiones afectivas del aprendizaje de la ciencia debido a la insuficiente cantidad de estudiantes involucrados en carrera científicas y tecnológicas (Henriksen, 2015). Como señalan Schiepe-Tiska, Roczen, Müller, Prenzel y Osborne (2016), los aspectos actitudinales y motivacionales son importantes para la política educativa debido a que no solo influyen en el rendimiento académico sino también en el interés vocacional. En consecuencia, resulta también relevante poder identificar y promover, desde la

⁵Evaluaciones internacionales previas en ciencia se han realizado solo en educación primaria. Por ejemplo, otras evaluaciones internacionales que brindan información sobre el desempeño de estudiantes peruanos en ciencia son las evaluaciones regionales del LLECE, las cuales se aplicaron a estudiantes de 6.º grado de primaria. Recién a partir de 2018, el Ministerio de Educación, mediante la UMC, incluyó el área de Ciencia y Tecnología como parte de la ECE en 2.º grado de secundaria.

escuela, la motivación y el interés en ciencia para que así los estudiantes puedan desarrollar, además de adecuados niveles de alfabetización científica, interés en ocupaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Dadas estas consideraciones, en el presente informe se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué diferencias existen en la distribución de factores actitudinales, pedagógicos y contextuales que intervienen en el desarrollo de la competencia científica según estratos de estudiantes y escuelas?
- ¿Cómo se asocian las estrategias pedagógicas al rendimiento en la prueba de ciencia de PISA 2015? ¿Varían estas relaciones según características del aula y del estudiante?
- ¿Qué factores se asocian al interés en carreras científicas y tecnológicas? ¿Varían estas asociaciones según características del estudiante?

Estas preguntas buscan atender la necesidad de comprender cómo el desarrollo de la competencia científica y el interés por ocupaciones en ciencia pueden verse favorecidas por disposiciones individuales de los estudiantes y características del contexto de aprendizaje. Así mismo, se espera que la evidencia obtenida pueda servir de insumo para la comprensión del estado actual de desarrollo de esta competencia en nuestro contexto y para la toma de decisiones a nivel de sistema educativo. Con ello, se espera contribuir con el objetivo más amplio de incentivar una cultura científica en el país.

Metodología

Capítulo 2

2.1 Participantes

La población objetivo de PISA 2015 estuvo compuesta por estudiantes con edades entre los quince años y tres meses hasta los dieciséis años y dos meses al momento de rendir la evaluación (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2017). La muestra peruana estuvo conformada por 6971 estudiantes pertenecientes a 281 instituciones educativas de todo el país. Estos fueron seleccionados mediante un muestreo de tipo probabilístico, estratificado, por conglomerados y bietápico (Ministerio de Educación, 2017b).

De la muestra de estudiantes evaluados, 49,8% fueron mujeres y 50,2% fueron hombres. El 92,7% de los participantes tenía como lengua materna al castellano, mientras que el 6,2% tenía una lengua materna originaria y el 1,1% una lengua materna extranjera. En relación con el grado de escolaridad, el 76,2% de los participantes cursaba 4.º o 5.º grado de secundaria (matrícula oportuna) al momento de la aplicación, mientras que el 23,8% estaba matriculado en 1.º, 2.º o 3.º grado de secundaria (atraso escolar). Dado el énfasis de la evaluación, también se caracterizó a los estudiantes por su inclinación a estudiar una carrera científica o tecnológica, y por contar con un ambiente familiar favorable a esta elección. Así, se encontró que el 39,6% tenía la expectativa de optar por una carrera en ciencia o tecnología a los 30 años⁶. También se identificó que el 7,9% de estudiantes evaluados tenía al padre o a la madre involucrados en una ocupación relacionada con la ciencia.

2.2 Medición

En esta sección se definen operacionalmente las variables utilizadas en los estudios que conforman el presente documento (capítulos 3, 4 y 5). Esta información proviene de los cuestionarios de escuela, docente y estudiantes aplicados en PISA 2015 (a excepción del resultado en la prueba de ciencia). En la tabla 2.1 se presentan las variables agrupadas en seis dimensiones.

⁶En el capítulo 3 se presenta información descriptiva relacionada con el interés por este tipo de carreras.

Tabla 2.1 Descripción de las variables de estudio

	Variable	Descripción
Características del estudiante y de su familia	Lengua materna	0 = Castellano 1 = Lengua originaria 2 = Lengua extranjera
	Sexo	0 = Mujer 1 = Hombre
	Índice socioeconómico (ISE)	Puntaje que representa el estatus socioeconómico del estudiante.
	Ocupación de los padres relacionada con la ciencia	0 = No 1 = Sí
	Matrícula oportuna	0 = No (en 1.º, 2.º o 3.º grado de secundaria) 1 = Sí (en 4.º o 5.º grado de secundaria)
	Resultado en la prueba de ciencia	Medida estandarizada con media de 500 y desviación estándar de 100 que representa la habilidad en ciencia de los estudiantes a través de 5 valores plausibles.*
	Características de la escuela	Gestión
Área		0 = Rural 1 = Urbana
Tamaño		IE pequeña (menos de 150 estudiantes) IE mediana (151 a 574 estudiantes) IE grande (575 estudiantes a más)
Índice socioeconómico promedio de la escuela (ISEP)		Promedio del ISE de los estudiantes de una escuela.
Actitudes relacionadas con la ciencia	Motivación instrumental	Puntajes factoriales de constructos que reflejan las actitudes de los estudiantes relacionadas con la ciencia (definiciones en la tabla 3.1 del capítulo 3).**
	Motivación de logro	
	Gusto por la ciencia	
	Interés en temas científicos	
	Autoeficacia relacionada con la ciencia	
	Ansiedad en las pruebas	
Creencias científicas	Actividades científicas	Puntajes factoriales de constructos que reflejan las creencias sobre la ciencia de los estudiantes (definiciones en la tabla 3.3 del capítulo 3).**
	Interés en carreras científicas y tecnológicas	
	Creencias epistemológicas	
Estrategias pedagógicas	Optimismo medioambiental	Puntajes factoriales de constructos que representan las estrategias pedagógicas de los docentes para la enseñanza de la ciencia (definiciones en la tabla 3.4 del capítulo 3).**
	Conciencia medioambiental	
	Enseñanza basada en la indagación	
	Enseñanza dirigida por el docente	
Contexto para el aprendizaje de la ciencia	Retroalimentación	Puntajes factoriales de constructos que reflejan el contexto de enseñanza de la ciencia (definiciones en la tabla 3.5 del capítulo 3).**
	Adaptación de la enseñanza	
	Clima de disciplina del aula	
	Soporte emocional de los padres	
	Escasez de material educativo	

*Más información sobre las formas de reportar resultados de PISA 2015 se encuentra en "El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados" (Ministerio de Educación, 2017b).

**Para más información sobre la elaboración de los puntajes factoriales ver el anexo A.

Fuente: OECD. Base de datos PISA 2015. Elaboración propia.

2.3 Estrategia analítica

2.3.1 Primera fase: análisis de la estructura interna de los constructos

A fin de recabar evidencias de validez sobre la estructura interna de los constructos, se emplearon análisis factoriales confirmatorios (AFC) para las escalas pertenecientes a las siguientes dimensiones: actitudes relacionadas con la ciencia (exceptuando el interés en carreras científicas y tecnológicas, de carácter dicotómico), creencias científicas, estrategias pedagógicas y contexto para el aprendizaje de la ciencia.

Imputación

Debido a la presencia de datos perdidos, se procedió a recuperar información mediante el procedimiento de imputación simple. Para ello, se empleó el paquete *mice* v.3.6.0 (van Buuren y Groothuis-Oudshoorn, 2011) del lenguaje de programación *R* 3.6.1 (R Core Team, 2018). Este proceso se realizó en forma independiente para cada una de las escalas examinadas y, como regla general, se incluyeron solo aquellos casos en que la tasa de respuesta fuese mayor o igual a 75,0%. La imputación simple fue de tipo multivariado y, para ella, se consideró el resto de variables pertenecientes a la escala. El método utilizado fue el de “predictive mean matching”, el valor de la semilla fue 343 y se estableció 50 como número máximo de iteraciones.

Análisis factoriales confirmatorios

Debido a la ausencia de normalidad univariada y multivariada, se utilizó el método de estimación de mínimos cuadrados ponderados ajustados por media y varianza (DiStefano y Morgan, 2014). Así mismo, teniendo en cuenta la naturaleza ordinal de los datos, se emplearon las matrices de correlaciones policóricas correspondientes a los ítems que integraban cada constructo (Drasgow, 1986). La bondad del ajuste fue evaluada mediante los siguientes índices: Índice de Ajuste Comparativo (CFI)⁷, Índice de Tucker-Lewis (TLI)⁸, Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA)⁹ y Residual Estandarizado de la Raíz Cuadrada Media (SRMR)¹⁰. Tras la estimación de los modelos, se optó por no correlacionar errores asociados a las variables manifiestas, debido a que ello resultaría difícil de justificar desde un punto de vista psicométrico (Hermida, 2015). Luego, se estimaron puntajes factoriales derivados de los AFC. Estos puntajes se encuentran estandarizados y corresponden a variables numéricas continuas, de modo que valores más altos indican una mayor presencia del constructo. Para la estimación de los AFC y sus respectivos puntajes factoriales, se utilizó el paquete *lavaan* v.0.6-5 (Rosseel, 2012) del lenguaje *R* 3.6.1

⁷Por su nombre en inglés, Comparative Fit Index.

⁸Por su nombre en inglés, Tucker-Lewis Index.

⁹Por su nombre en inglés, Root Mean Square Error of Approximation.

¹⁰Por su nombre en inglés, Standardized Root Mean Square Residual.

(R Core Team, 2018). Los reportes técnicos con información sobre los AFC se encuentran en el anexo A.

2.3.2 Segunda fase: análisis descriptivos y de correlación

A fin de explorar la distribución según estratos de los constructos incluidos en la tabla 2.1, se realizaron análisis descriptivos y correlacionales. Así, en el capítulo 3 se describen gráficamente los valores promedio de las variables correspondientes a las actitudes relacionadas con la ciencia, creencias científicas, estrategias pedagógicas y contexto para el aprendizaje de la ciencia según sexo, nivel socioeconómico, nivel de desempeño en ciencia y tipo de gestión de la escuela. Para el caso de la variable escasez de material educativo (tratada a nivel de escuela), esta se describe según gestión, área y tamaño de la IE. Luego se estableció si las diferencias de medias según estratos eran estadísticamente significativas mediante el uso de pruebas t (ver anexo B)¹¹.

En un segundo momento, se estimaron las correlaciones entre los constructos incluidos en los modelos de los capítulos 4 y 5 por medio del coeficiente de correlación rho (ρ) de Spearman (ver anexo C). En dicho análisis se incluyó también el rendimiento en ciencia, expresado en el primer valor pausable de habilidad provisto en la base de datos de PISA 2015¹². Finalmente, los gráficos descriptivos y los análisis de correlación se ejecutaron utilizando los paquetes *ggplot* v.3.2.1 (Wickham, 2016) e *intsvy* v.2.4 (Caro y Biecek, 2017), respectivamente.

2.3.3 Tercera fase: estimación de modelos explicativos

Se estimaron modelos explicativos con la finalidad de profundizar en los resultados reportados en el capítulo 3. De manera puntual, se profundizó en las relaciones existentes entre estrategias pedagógicas y rendimiento en la prueba de ciencia mediante el uso de modelos de regresión múltiple. Por otro lado, a fin de ahondar en el rol que cumplen distintos factores en el interés por carreras de ciencia y tecnología, se utilizaron modelos de regresión logística binaria.

Modelos de regresión múltiple

Para la estimación de los modelos de regresión múltiple incluidos en el capítulo 4 se utilizó la función *pisa2015.reg.pv()* del paquete *intsvy* v.2.4 (Caro y Biecek, 2017). Esta función emplea el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios (OLS)¹³ y permite incorporar la complejidad del diseño muestral de PISA (80 pesos

¹¹Este procedimiento se llevó a cabo para todas las variables mencionadas a excepción de escasez de material educativo, proveniente del cuestionario de docentes (actor que no cuenta con representatividad en el diseño muestral de PISA 2015).

¹²PISA 2015 empleó un modelo de Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) de dos parámetros (dificultad y discriminación) y, mediante un proceso de imputación, generó valores plausibles (5) con el fin de representar la distribución de habilidad de cada estudiante evaluado en la prueba de ciencia (OECD, 2017).

¹³Por su nombre en inglés, Ordinary Least Squares.

replicados) y la incertidumbre asociada a la estimación de habilidad (5 valores plausibles) propia de este tipo de evaluaciones. De esta manera, fue posible generar resultados similares a los que se obtendrían mediante el uso de modelos multinivel. Las variables predictoras fueron agrupadas en bloques según su naturaleza conceptual e incluidas de manera secuencial en modelos anidados. Así, fue posible evaluar efectos lineales, no lineales y de moderación (interacciones) entre dichas variables y el rendimiento en ciencia. Cabe mencionar que, aún cuando el uso de la función *pisa2015.reg.pv()* permitió obtener estimados similares a los que se obtendrían mediante el uso de modelos multinivel, las variables de estrategias pedagógicas y clima de disciplina del aula fueron tratadas a nivel del estudiante debido a la escasa influencia de la escuela reportada para ellas mediante el coeficiente de correlación intraclase¹⁴ ($ICC < 0,11$). Finalmente, la varianza explicada por los modelos de regresión fue reportada mediante el coeficiente de determinación R^2 .

Modelos de regresión logística binaria

A fin de conocer la relación de distintas variables con las chances de que los estudiantes se interesen en carreras científicas y tecnológicas, se evaluó la idoneidad de utilizar modelos de regresión logística multinivel (debido a la agrupación de estudiantes en escuelas). Sin embargo, esta posibilidad fue desestimada luego de constatar la escasa influencia de la escuela en el interés en carreras de ciencia mediante el coeficiente de correlación intraclase ($ICC = 0,04$) y el *median odds ratio* ($MOR = 1,413$) en un modelo nulo. Por ese motivo, se estimaron modelos de regresión logística binaria a un solo nivel (estudiante).

Los modelos de regresión logística binaria empleados en el capítulo 5 fueron estimados mediante la función *pisa2015.log.pv()* del paquete *intsvy* v.2.4 (Caro y Biecek, 2017). De esta manera, se profundizó en el interés (1) y no interés (0) en carreras científicas y tecnológicas, luego de codificar las respuestas de los estudiantes a una pregunta abierta sobre aspiraciones ocupacionales. De manera similar a los análisis de regresión múltiple, las variables predictoras fueron introducidas en forma secuencial en modelos anidados. Así mismo, se evaluó el efecto moderador de algunas variables predictoras sobre la elección de carrera por medio del modelamiento de interacciones. Por último, la calidad de los modelos estimados fue evaluada mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC)¹⁵ y del Criterio de Información Bayesiano (BIC)¹⁶. Tanto los efectos de interacción como las relaciones curvilíneas incluidas en los modelos de regresión múltiple y regresión logística binaria se graficaron haciendo uso del paquete *ggplot2* v.3.2.1 (Wickham, 2016).

¹⁴Por su nombre en inglés, Intraclass Correlation Coefficient.

¹⁵Por su nombre en inglés, Akaike Information Criterion.

¹⁶Por su nombre en inglés, Bayesian Information Criterion.

Diferencias que afectan el desarrollo de la competencia científica

Capítulo 3

Como se mencionó en el capítulo 1, el desarrollo de la competencia científica durante la escolaridad no se limita a la adquisición de habilidades y conocimientos. Implica también el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia, expresado en el interés en cuestiones científicas y tecnológicas, la valoración del método científico como vía para la construcción de conocimiento así como de una conciencia en torno a temas medioambientales (OECD, 2016a). El desarrollo de ambos aspectos, académico y actitudinal, dependerá de las circunstancias familiares de los estudiantes, su trayectoria educativa, de cuán capaces y deseosos estén por involucrarse en temas de ciencia, de sus creencias relacionadas con ella, de la exposición a estrategias pedagógicas que fomenten su interés y del apoyo de sus padres, entre otros aspectos. Algunos de estos constructos, incluidos en el marco conceptual de los cuestionarios contextuales de PISA 2015, corresponden a antecedentes de los estudiantes mientras que otros aluden a procesos (a nivel de aula y escuela) y resultados de la enseñanza de la ciencia (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2016b). En todos los casos, su estudio tiene relevancia para informar las prácticas y las políticas educativas. La figura 3.1 muestra las variables seleccionadas para el desarrollo de este estudio, agrupadas en cuatro dimensiones: actitudes relacionadas con la ciencia, creencias científicas, estrategias pedagógicas y contexto para el aprendizaje de la ciencia.

Figura 3.1 Variables asociadas al desarrollo de la competencia científica

Actitudes relacionadas con la ciencia	Creencias científicas	Estrategias pedagógicas	Contexto para el aprendizaje de la ciencia
<ul style="list-style-type: none"> Motivación instrumental Motivación de logro Gusto por la ciencia Interés en temas científicos Autoeficacia relacionada con la ciencia Ansiedad en las pruebas Actividades científicas Interés en carreras científicas y tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> Creencias epistemológicas Optimismo medioambiental Conciencia medioambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Enseñanza basada en la indagación Enseñanza dirigida por el docente Retroalimentación Adaptación de la enseñanza 	<ul style="list-style-type: none"> Clima de disciplina en el aula Soporte emocional de los padres Escasez de material educativo

Cabe notar que en el marco conceptual de los cuestionarios contextuales de PISA 2015, tanto las actitudes relacionadas con la ciencia como las creencias científicas forman parte de la competencia científica. De manera similar, las estrategias pedagógicas y variables del contexto (como el clima de aula y la disponibilidad de recursos) son aspectos del proceso de desarrollo de dicha competencia. Respecto a los antecedentes de los estudiantes (como el sexo o el estatus socioeconómico), estos pueden ayudar a identificar problemas de equidad. Por otro lado, el estudio de las estrategias pedagógicas o de la escasez de material educativo experimentada por diversas subpoblaciones puede ayudar a visibilizar la desigualdad de oportunidades en el desarrollo de la competencia científica.

En el presente capítulo, se definen las variables que conforman las dimensiones señaladas en la figura 3.1. Así mismo, se reportan análisis descriptivos (gráficos) de dichas variables según sexo, nivel socioeconómico¹⁷ y nivel de desempeño de los estudiantes en la prueba de ciencia de PISA, así como gestión de la escuela. Esto con el propósito de monitorear en qué medida se están asegurando la equidad de oportunidades y resultados educativos para los estudiantes peruanos (Consejo Nacional de Educación, 2006). Debido a que el desarrollo de la competencia científica implica la confluencia de diversos factores, y a fin de contextualizar los resultados presentados en los capítulos 4 y 5, en el anexo C se incluye una tabla de correlaciones de las distintas variables empleadas en el estudio.

3.1 Actitudes relacionadas con la ciencia

La escuela, además de promover el desarrollo de conocimientos y habilidades, debe apuntar a que los estudiantes sean capaces de reconocer la importancia de la ciencia (OECD, 2016a), desarrollar interés y contar con autopercepciones positivas sobre su desempeño en ella (Schiepe-Tiska et ál., 2016). PISA 2015 reconoció que el involucramiento de los estudiantes con la ciencia está determinado por sus actitudes hacia ella, por cómo piensan sobre sí mismos y por las actividades que realizan relacionadas con este campo (OECD, 2016a). Así, el marco conceptual de PISA 2015 sostiene que, más allá del rendimiento, las actitudes son importantes debido a su capacidad para influir en las decisiones futuras de los estudiantes en los ámbitos académico y profesional. Este rol crucial de las actitudes se torna aún más crítico considerando la escasez de profesionales dedicados a la ciencia, identificada en diferentes sistemas educativos (Henriksen, 2015). En la tabla 3.1 se presenta la definición conceptual de las actitudes relacionadas con cuestiones científicas, las cuales cubren la diversidad de procesos afectivos, cognitivos y conductuales de un individuo hacia la ciencia (OECD, 2017).

¹⁷Esta información proviene del índice elaborado por la UMC con la información recogida en el cuestionario de estudiante de PISA 2015. La medida continua provista por este índice fue categorizada para formar cuatro grupos: alto, medio, bajo y muy bajo (Ministerio de Educación, 2017b).

Tabla 3.1 Definiciones conceptuales de las actitudes relacionadas con la ciencia

Variable	Descripción
Motivación instrumental	Índice que refleja la disposición de los estudiantes a esforzarse en sus estudios de ciencia porque perciben que ello les resultará útil, ya sea para continuar sus estudios o para su futuro desarrollo profesional (Wigfield y Eccles, 2000). El índice fue medido con una escala de acuerdo de 4 puntos: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "de acuerdo" y "muy de acuerdo".
Motivación de logro	Índice que refleja la aspiración, el esfuerzo por sobresalir y la persistencia por conseguir objetivos académicos. Así, la motivación de logro alude al desempeño en tareas en las que operan estándares de excelencia (Wigfield, Eccles, Schiefele, Roeser y Davis-Kean, 2006). El índice fue medido con una escala de acuerdo de 4 puntos: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "de acuerdo" y "muy de acuerdo".
Gusto por la ciencia	Índice que refleja la disposición a aprender y trabajar en ciencia debido al disfrute y sensación de libertad que ello les produce (Ryan y Deci, 2009). El índice fue medido con una escala de acuerdo de 4 puntos: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "de acuerdo" y "muy de acuerdo".
Interés en temas científicos	Índice que refleja el interés del estudiante por temas científicos generales, como por ejemplo, la biósfera, la fuerza y el movimiento, el universo y su historia, la prevención de enfermedades, entre otros. El índice fue medido con una escala de interés de 5 puntos: "no estoy interesado", "poco interesado", "interesado", "muy interesado" y "no sé qué es eso".
Autoeficacia relacionada con la ciencia	Índice que refleja las creencias del estudiante sobre su propia capacidad para desarrollar con éxito tareas específicas en ciencia (Schiepe-Tiska et ál., 2016). Estas tareas implican habilidades científicas tales como ser capaces de explicar un fenómeno científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas, o interpretar datos y pruebas valiéndose del método científico. El índice fue medido con una escala de 4 puntos: "no podría hacerlo", "tendría problemas para hacerlo yo solo", "lo podría hacer con esfuerzo" y "lo podría hacer fácilmente".
Ansiedad en las pruebas	Índice que refleja la condición de activación que provoca cambios fisiológicos, emocionales y cognitivos que impiden el uso efectivo de los conocimientos aprendidos mientras se rinde una evaluación (Morris y Liebert, 1970). El índice fue medido mediante una escala de acuerdo de 4 puntos: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "de acuerdo" y "muy de acuerdo".
Actividades científicas	Índice que refleja el involucramiento de los estudiantes en actividades relacionadas con la ciencia durante sus tiempos libres, tales como ver programas científicos en televisión, comprar o pedir prestados libros sobre ciencia, etc. El índice fue medido con una escala de frecuencia de 4 puntos: "nunca o casi nunca", "algunas veces", "regularmente" y "casi siempre".
Interés en carreras científicas y tecnológicas	Variable dicotómica que refleja el interés por las carreras de ciencia y tecnología por parte de los estudiantes. Se basó en una pregunta incluida en el cuestionario de estudiantes que buscó indagar por el trabajo que desearían ejercer a la edad de 30 años. Su posterior codificación permitió identificar cuatro grupos de carreras asociadas al campo científico: ciencia e ingeniería, profesionales de la salud, profesionales en tecnologías de la comunicación y técnicos científicos.

En términos generales, los estudiantes peruanos reportaron actitudes favorables hacia la ciencia. A nivel nacional, los estudiantes mostraron altos niveles de motivación instrumental, motivación de logro, gusto por la ciencia (motivación intrínseca) e interés por los temas científicos. Los porcentajes de acuerdo y totalmente de acuerdo (y de expresión de interés) para las afirmaciones que conformaron estas escalas estuvieron por encima del 50,0% (ver anexo A, tablas A.1 a A.4). Esto implica que gran parte de los estudiantes peruanos manifiesta que sus experiencias académicas están impulsadas por la intención de sobresalir. En similar medida, valoran positivamente la utilidad que tiene la ciencia para su vida a la vez que manifiestan estar intrínsecamente motivados hacia su aprendizaje e interesados en temas científicos. Por otro lado, los estudiantes peruanos señalaron, también de manera mayoritaria, participar de actividades ligadas a la ciencia con regular frecuencia (por ejemplo, seguir noticias científicas, consultar libros de ciencia, etc.; ver tabla A.7 del anexo A). Así mismo, un importante porcentaje de estudiantes (39,6%) manifestó interés por desarrollar una carrera científica o tecnológica. Específicamente, el 21,9% mostró inclinación por desenvolverse en carreras de ciencia e ingeniería y el 13,4% en carreras de la salud. Por otro lado, un menor porcentaje consideró ocupaciones tecnológicas; así, el 3,8% escogió carreras profesionales como técnicos en comunicación y solo el 0,5% señaló que optaría por carrera técnico-científicas.

Estas tendencias evidencian la existencia de disposiciones favorables por parte de los estudiantes peruanos para el desarrollo de la competencia científica durante la escolaridad, en tanto reflejan la voluntad de estos por emplear su tiempo y esfuerzo en actividades relacionadas con la ciencia, así como la presencia de autopercepciones o autocreencias científicas adecuadas. También muestran que las carreras ligadas a la ciencia son una opción vocacional considerada por un importante porcentaje de ellos. A la par, desafían la labor del docente y de las escuelas debido a que estrategias pedagógicas y contextos no adecuados podrían desalentar el interés por aprender ciencia.

Es importante señalar que, a pesar de este escenario positivo, se observaron algunos aspectos que pueden afectar las actitudes hacia la ciencia. Específicamente, una importante cantidad de estudiantes reportó altos niveles de ansiedad en situaciones de evaluación. Al menos el 43,2% señaló estar de acuerdo o muy de acuerdo con los diferentes indicadores de ansiedad evaluados por PISA 2015 (ver tabla A.6 del anexo A). Esto resulta relevante en tanto estudiantes con ansiedad podrían tener malos hábitos de estudios y dificultades para organizar el material y, por lo tanto, no procesar adecuadamente la información que se trabaja en clase (Wigfield y Eccles, 1989). Igualmente, se encontró que una proporción menor de estudiantes (alrededor del 20,0%) señaló sentirse capaz de realizar fácilmente tareas relacionadas con la ciencia, como reconocer una pregunta

científica de un artículo, interpretar información científica colocada en los envases de comida, etc. En cambio, alrededor del 50,0% manifestó que podrían realizar con esfuerzo estas y las demás tareas de dicha escala (ver tabla A.5 del anexo A). Aquí es importante notar que una mayor autoeficacia incentiva a los estudiantes a actuar y perseverar ante las dificultades, moldea sus rutinas o conductas de aprendizaje e influye en sus expectativas académicas y su rendimiento (Mostafa, Echazarra y Guillou, 2018). Por lo tanto, es importante que la escuela provea las condiciones necesarias para el desarrollo de esta autocreencia a fin de promover actitudes positivas hacia la ciencia.

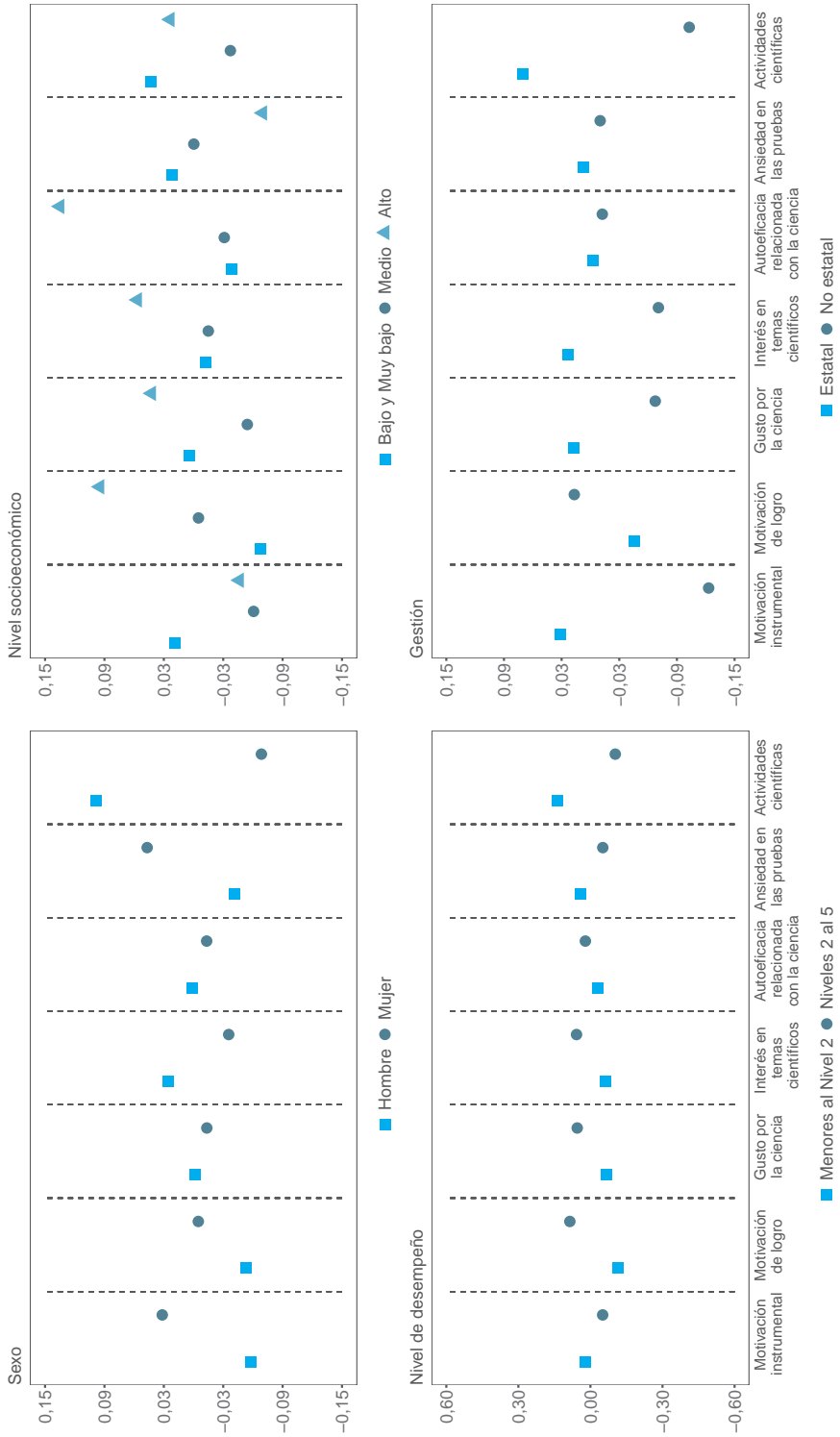
En la figura 3.2 se presenta el puntaje promedio de las actitudes relacionadas con la ciencia según sexo, nivel socioeconómico y rendimiento del estudiante, así como gestión de la escuela (con excepción del interés en carreras científicas y tecnológicas, la cual se presenta en la tabla 3.2). Cabe mencionar que, si bien la figura 3.2 muestra de manera simultánea las diferencias por estrato para cada una de las variables, no es posible establecer comparaciones entre ellas debido a que cada variable se encuentra en una métrica distinta. En el anexo B se encuentran las tablas con las diferencias estadísticamente significativas al nivel de 0,05 de las medias por estrato para cada una de las variables. Estas diferencias serán advertidas conforme se vayan describiendo los resultados mostrados en la figura 3.2.

En relación con las actitudes hacia la ciencia según sexo, se puede observar que, a pesar de mostrar niveles más altos de ansiedad en las pruebas, las estudiantes mujeres presentaron mayores puntajes en motivación instrumental y motivación de logro que los hombres. Por otro lado, los estudiantes varones contaron con mayores puntajes promedio de interés en temas científicos y reportaron participar con mayor frecuencia en actividades científicas, en comparación con las mujeres.

Respecto a las comparaciones por nivel socioeconómico, se observa que los estudiantes de nivel socioeconómico alto reportaron contar con actitudes algo más favorables hacia la ciencia en comparación con estudiantes de otros estratos. Así, se tiene que son los estudiantes de mayor nivel socioeconómico quienes mostraron más altos puntajes de motivación de logro, interés en temas científicos y autoeficacia relacionada con la ciencia. Del mismo modo, los estudiantes de este estrato presentaron los menores niveles de ansiedad en las pruebas. Finalmente, los estudiantes de nivel socioeconómico bajo o muy bajo mostraron menores niveles de motivación de logro¹⁸.

¹⁸Las relaciones entre estatus socioeconómico, capital científico y actitudes hacia la ciencia se desarrollan con mayor profundidad en el capítulo 5.

Figura 3.2 Actitudes relacionadas con la ciencia según estratos



Según niveles de desempeño, se observan tendencias que sugieren relaciones positivas o negativas entre esta variable y las actitudes relacionadas con la ciencia. Así, los estudiantes que se ubicaron al menos en el Nivel 2 de desempeño presentaron una mayor motivación de logro, gusto por la ciencia, interés en temas científicos y autoeficacia relacionada con la ciencia. Así mismo, estos estudiantes reportaron menores niveles de motivación instrumental, ansiedad en las pruebas y participación en actividades científicas.

Finalmente, se observaron diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de variables actitudinales según el tipo de gestión de la escuela. De esta manera, los estudiantes de las escuelas estatales obtuvieron mayores puntajes de motivación instrumental, gusto por la ciencia, interés en temas científicos y participación de actividades científicas mientras que los estudiantes de escuelas no estatales manifestaron mayores niveles de motivación de logro. Cabe notar que las diferencias para el interés en temas científicos y la autoeficacia relacionada a la ciencia no se corresponden con lo observado según la estratificación socioeconómica. Esto podría deberse a que las escuelas de gestión no estatal albergan a estudiantes de diverso nivel socioeconómico, y no necesariamente a aquellos provenientes de los niveles más bajos. Más allá de esto, resulta clara la predominancia de la motivación de logro en aquellos estudiantes de mayor estatus socioeconómico.

En la tabla 3.2 se muestra la distribución de estudiantes interesados en desempeñar una carrera científica o tecnológica a los 30 años de edad según estratos. Cabe mencionar que la clasificación de carreras científicas y tecnológicas se corresponde con la utilizada en PISA 2015 con base a la respuesta que dieron los estudiantes a una pregunta abierta del cuestionario dirigido a ellos (anexo D). Se puede observar que el porcentaje de estudiantes varones con interés en estudiar una carrera científica (43,6%) fue mayor que el porcentaje de estudiantes mujeres con la misma expectativa (35,3%). Así mismo, el porcentaje de estudiantes que mostró interés en estudiar una carrera de ciencia o tecnología incrementó según el nivel socioeconómico: mientras que en el estrato de estudiantes con nivel socioeconómico muy bajo el 32,2% de estudiantes manifestó tener la expectativa de seguir una carrera científica o tecnológica, el 48,2% de los estudiantes de alto nivel socioeconómico expresó dicho interés. Esta relación directa también se observó para el caso del rendimiento: la proporción de estudiantes que se ubicaron por encima del Nivel 3 y mostraron interés por desenvolverse en una carrera científica o tecnológica (53,0%) fue mayor a la de estudiantes ubicados en los niveles menores al Nivel 2 que expresó tal interés (33,9%). Finalmente, respecto a la gestión de la escuela, una mayor proporción de estudiantes del sector no estatal (46,6%) expresaron su interés por desarrollar estas tareas en comparación con sus pares de escuelas de gestión estatal (37,0%).

Tabla 3.2 Distribución del interés en carreras científicas y tecnológicas (y otras carreras) según estratos

		Carreras científicas y tecnológicas				Otras carreras
		Ciencias e ingeniería	Salud	Tecnologías de la comunicación	Técnicos científicos	
		(%)	(%)	(%)	(%)	
Nacional		21,9	13,4	3,8	0,5	60,5
Sexo	Hombre	29,4	6,9	6,5	0,8	56,4
	Mujer	14,2	19,9	1,0	0,2	64,7
NSE*	Muy bajo	17,7	12,5	1,6	0,4	67,8
	Bajo	22,2	11,9	3,7	0,8	61,4
	Medio	24,6	14,7	6,4	0,5	53,8
	Alto	27,9	15,6	4,5	0,2	51,8
Nivel de desempeño en ciencia	Menor al Nivel 2	18,0	12,9	2,4	0,6	66,1
	Nivel 2	25,9	13,6	5,0	0,3	55,1
	Nivel 3	30,5	14,3	6,7	0,4	48,0
	Mayor al Nivel 3	26,2	18,0	8,8	0,0	47,1
Gestión	Estatad	20,3	13,0	3,2	0,5	63,0
	No estadad	26,3	14,4	5,4	0,5	53,5

*Nivel socioeconómico.

Cabe resaltar que son las carreras de ciencias e ingeniería las que concentraron mayor interés entre los estudiantes peruanos para todos los estratos analizados. Solo en el caso de las mujeres, las carreras de ciencias e ingeniería tuvieron una menor tasa de preferencia (14,2%), especialmente si se compara este porcentaje con el 19,9% que mostró interesarse por carreras de la salud.¹⁹

3.2 Creencias científicas

La competencia científica, tal como es definida por PISA 2015, supone que el estudiante valore la ciencia y la indagación científica con una actitud crítica. También implica la capacidad para reconocer, comprender, analizar y plantear soluciones a asuntos sociales, entre ellos los problemas ambientales ocasionados por el ser humano (por ejemplo, la destrucción del ecosistema y el incremento de sustancias tóxicas en la atmósfera). Debido a su importancia para el desarrollo de ciudadanos reflexivos, PISA 2015 evaluó las creencias epistemológicas relacionadas con la validez y limitaciones de los experimentos científicos, la conciencia ambiental y el optimismo ambiental (OECD, 2017), tal como se aprecia en la tabla 3.3.

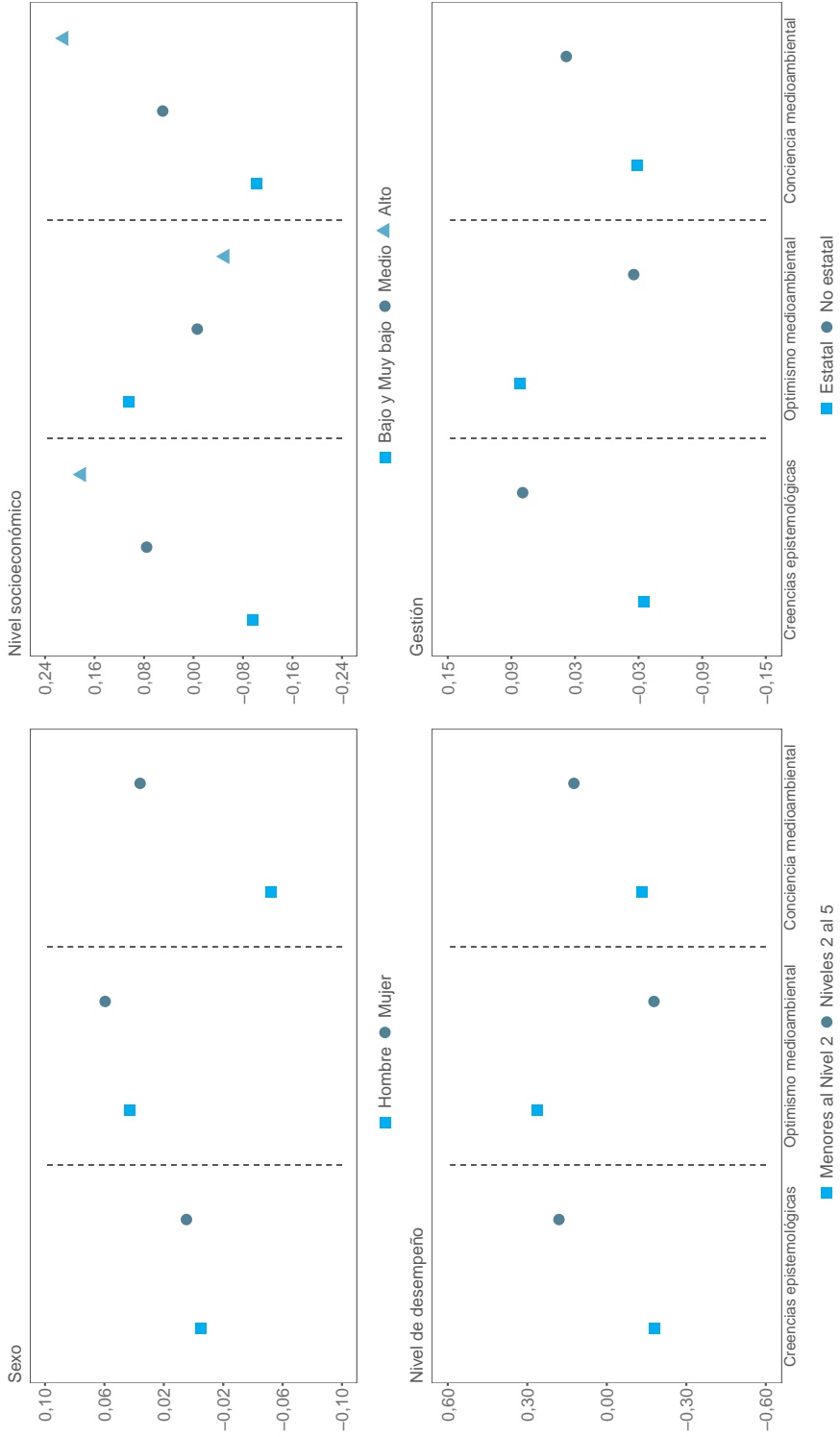
¹⁹Esto se corresponde con una tendencia observada internacionalmente y se explora con mayor detalle en el capítulo 5.

Tabla 3.3 Definiciones conceptuales de las creencias científicas

Variable	Descripción
Creencias epistemológicas	Índice que refleja las creencias acerca de la naturaleza, organización y validez de la ciencia como fuente de conocimiento (Mostafa et ál., 2018) . Estas creencias se encuentran estrechamente relacionadas con la valoración general de la ciencia y de la indagación científica por parte de los estudiantes. El índice fue medido con una escala de acuerdo de 4 puntos: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "de acuerdo" y "muy de acuerdo".
Optimismo medioambiental	Índice que refleja la percepción de los estudiantes sobre los asuntos medioambientales como una preocupación para el futuro. Los estudiantes respondieron a estos ítems usando una escala de 3 puntos: "empeorará", "seguirá igual" y "mejorará".
Conciencia medioambiental	Índice que refleja el nivel de conciencia (conocimiento, pensamiento crítico y actitudes) de los estudiantes sobre una serie de cuestiones medioambientales. Este constructo fue medido con una escala de 4 puntos: "no he oído sobre esto", "he oído sobre esto pero no podría explicar de qué se trata", "conozco un poco al respecto y podría explicarlo de manera general" y "conozco el tema y podría explicar claramente de qué se trata".

De manera general, los estudiantes peruanos reportaron un alto grado de adhesión a creencias de corte científico. Respecto a las creencias epistemológicas, alrededor del 80,0% de estudiantes estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con los ítems que formaban parte de esta escala (por ejemplo, "Es bueno experimentar más de una vez para asegurar los resultados encontrados"; ver tabla A.8 del anexo A). Así mismo, los estudiantes peruanos parecen tener una percepción realista sobre el estado crítico en el que se encuentra la situación medioambiental puesto que, en todas las preguntas de esta escala, alrededor del 50,0% opinó que el problema (por ejemplo, la escasez del agua) empeoraría (ver tabla A.9 del anexo A). Finalmente, respecto a la conciencia medioambiental, si bien se puede señalar que los estudiantes peruanos reportan tener conocimiento de los problemas medioambientales que afectan al planeta, se puede identificar mayor familiaridad con algunos temas que con otros. Por ejemplo, los estudiantes contarían con mayor información acerca de temáticas científicas que suelen aparecer en los medios de difusión (entre ellas, la tala de árboles, la contaminación del aire y la extinción de las especies) y estarían menos informados sobre cuestiones relacionadas con el efecto invernadero, el uso de transgénicos y los desechos nucleares (ver tabla A.10 del anexo A). La figura 3.3 presenta las diferencias en los puntajes de las variables pertenecientes a esta dimensión según estratos.

Figura 3.3 Creencias científicas según estratos



En relación con las diferencias de las creencias científicas por sexo, solo se identificaron diferencias estadísticamente significativas para el caso de conciencia medioambiental, las cuales favorecieron a las mujeres. Estos resultados sugieren una mayor inclinación por parte de las mujeres a interesarse y preocuparse por temas relacionados con el medioambiente, lo cual podría explicarse por diferencias culturales en los procesos de socialización de acuerdo a género (Sakellari y Skanavis, 2013).

Por su parte, el nivel socioeconómico sí parece establecer diferencias claras en las creencias científicas. Así, se observaron diferencias en todos los estratos para las variables de creencias epistemológicas y conciencia medioambiental. De manera específica, el nivel socioeconómico se asoció positivamente a una mayor presencia de creencias epistemológicas y de conocimiento sobre la problemática ambiental. Por el contrario, se observó una relación negativa entre el nivel socioeconómico y el optimismo medioambiental. Así, fueron los estudiantes de menor nivel socioeconómico quienes mostraron más altos niveles de optimismo y los estudiantes de los niveles medio y alto, indistintamente, quienes presentaron los niveles más bajos de optimismo medioambiental. Estos hallazgos podrían explicarse en alguna medida por el capital científico de las familias; en tanto estudiantes con ventaja socioeconómica, podrían tener acceso a información que les ayudaría a ponderar mejor el estado de los problemas asociados al medioambiente²⁰.

Respecto a las creencias científicas según niveles de desempeño, resalta la relación positiva entre creencias epistemológicas y el rendimiento en ciencia de los estudiantes. Cabe recordar que las creencias epistemológicas están estrechamente relacionadas con la indagación científica; es decir, los estudiantes que tienen estas creencias adoptan una aproximación crítica a todo tipo de afirmación, buscan información, demandan verificación, respetan la lógica y ponen atención a las premisas (Mostafa et ál., 2018). Estas disposiciones y acciones configuran la actitud científica y, como se observa en la figura 3.3, se asociarían positivamente al rendimiento en ciencia. De igual manera, la conciencia medioambiental también mostró estar positivamente relacionada con el desempeño en la prueba; es decir, mayor conocimiento sobre la problemática ambiental se asoció a mejores resultados en la dimensión de conocimiento de la competencia científica. Finalmente, los estudiantes de mayor rendimiento (Nivel 2 o superior) resultaron tener los menores puntajes en optimismo medioambiental. En otras palabras, una mayor competencia científica iría acompañada de una visión más realista de los problemas que aquejan actualmente al medioambiente, resultado que coincide con lo expuesto en Schiepe-Tiska et ál. (2016).

²⁰El tema del capital científico y su relación con el interés por la ciencia se desarrolla con mayor profundidad en el capítulo 5.

Finalmente, se encontraron diferencias según gestión de la escuela para las creencias científicas. De manera consistente con los resultados según nivel socioeconómico y rendimiento, se observaron diferencias que favorecen a los estudiantes de las escuelas no estatales para las variables de creencias epistemológicas y conciencia medioambiental. Por el contrario, los estudiantes de escuela estatal mostraron mayor optimismo en relación con distintas problemáticas medioambientales.

3.3 Estrategias pedagógicas

El énfasis puesto en el desarrollo de la competencia científica dependerá de las prioridades establecidas por los sistemas educativos y las escuelas (OECD, 2016a). En el aula, los docentes serán los encargados de implementar estrategias de enseñanza con la finalidad de facilitar el desarrollo de la competencia científica. Algunas de estas estrategias consisten en brindar explicaciones, incentivar las discusiones en clase, promover debates, desarrollar actividades prácticas o de laboratorio, promover las preguntas de los estudiantes, entre otras (OECD, 2016a). A fin de examinar las estrategias pedagógicas a las que los estudiantes se vieron expuestos durante el último año, PISA 2015 preguntó a estos últimos por la frecuencia con que ciertas actividades referidas a la enseñanza tuvieron lugar durante sus clases de ciencia²¹. Para ello, se consideraron las siguientes estrategias de enseñanza: enseñanza basada en la indagación, enseñanza dirigida por el docente, retroalimentación y adaptación de la enseñanza (OECD, 2017), tal como figura en la tabla 3.4.

Las respuestas de los estudiantes evidencian cierta variabilidad en la frecuencia con que las estrategias pedagógicas enfatizadas en PISA 2015 tuvieron lugar durante las clases de ciencia (ver anexo A, tablas A.11 a A.14). Así, las prácticas reportadas con mayor frecuencia pertenecen a la estrategia de enseñanza basada en la indagación. Puntualmente, entre el 60,0% y el 80,0% de los estudiantes, aproximadamente, sostuvo que las siguientes actividades ocurrían en la mayoría o en casi todas sus clases: explicación de ideas, argumentación y generación de conclusiones en torno a ejercicios prácticos y vinculación de ideas científicas a la vida diaria y a la comprensión de distintos fenómenos. Por otro lado, alrededor de la mitad de los estudiantes afirmó que la enseñanza dirigida por el docente también ocurría en la mayoría de sus clases de ciencia. Algunos ejemplos de esta escala son: “el profesor explica las ideas científicas” y “el profesor hace demostraciones de una idea científica”. Así, durante sus clases de ciencia, los docentes estarían desarrollando estrategias que apuntan a desarrollar la competencia científica de los estudiantes en situaciones de tipo estructurado.

²¹PISA 2015 indagó sobre las estrategias pedagógicas mediante los cuestionarios a estudiantes y docentes. En el presente estudio se optó por utilizar información proveniente del cuestionario a estudiantes debido a que las respuestas de estos últimos se encuentran sujetas a un menor grado de deseabilidad social (Lüdtke, Robitzsch, Trautwein y Kunter, 2009).

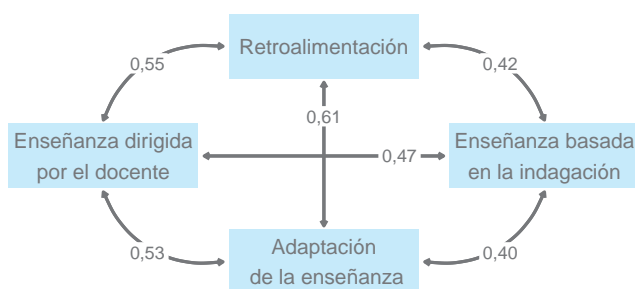
Tabla 3.4 Definiciones conceptuales de las estrategias pedagógicas

Variable	Descripción
Enseñanza basada en la indagación	El índice refleja la percepción de los estudiantes sobre la frecuencia con que el docente busca involucrarlos en actividades prácticas y de experimentación, además de plantearles retos y animarlos a desarrollar una comprensión conceptual de las ideas científicas. La evidencia sugiere que este enfoque puede favorecer los aprendizajes de los estudiantes, sus actitudes hacia la ciencia y otras habilidades, como el pensamiento crítico (Furtak, Seidel, Iverson y Briggs, 2012; Hattie, 2009). Algunas de las prácticas que reflejan esta estrategia incluyen pedir a los estudiantes que argumenten sobre preguntas de ciencia o que hagan investigaciones para probar sus ideas. El constructo fue medido con una escala de frecuencia de 4 puntos: "nunca o casi nunca", "en algunas clases", "en la mayoría de las clases" y "en todas las clases".
Enseñanza dirigida por el docente	El índice refleja la percepción de los estudiantes sobre la frecuencia con que el docente brinda clases bien estructuradas y provee información clara sobre un tema mediante explicaciones y respuestas a las preguntas de estudiantes. Bajo este enfoque, el docente conduce el proceso de aprendizaje y busca incrementar el conocimiento de los estudiantes mediante determinados ejercicios y rutinas (Caro, Lenkeit y Kyriakides, 2016). Algunas de las prácticas que reflejan la estrategia son la explicación de conceptos científicos o la ejecución de demostraciones de ideas científicas. El constructo fue medido con una escala de frecuencia de 4 puntos: "nunca o casi nunca", "en algunas clases", "en la mayoría de las clases" y "en todas las clases".
Retroalimentación	El índice refleja la percepción de los estudiantes sobre la frecuencia con la que reciben información acerca de su desempeño por parte de sus docentes de ciencia a fin de modificar o reforzar su conducta; por ejemplo, sobre los aspectos que pueden mejorar, las cosas que hace bien, etc. El constructo fue medido con una escala de frecuencias de 4 puntos: "nunca o casi nunca", "en algunas clases", "en la mayoría de las clases" y "en todas las clases".
Adaptación de la enseñanza	El índice refleja la percepción de los estudiantes sobre la frecuencia con la que sus profesores de ciencia adaptan sus clases tomando en cuenta sus necesidades, conocimiento y habilidades. Así, la adaptación de la enseñanza como estrategia pedagógica refleja la flexibilidad mostrada por el docente para modificar su quehacer durante la hora de clase. Además, debido a que la adaptación de la enseñanza implica un acompañamiento focalizado y orientado a promover tanto la capacidad para el aprendizaje autónomo como la autoconfianza por parte de los estudiantes, requiere de un alto nivel de experticia por parte del docente (Houtveen y Van de Grift, 2001). El constructo fue medido haciendo uso de una escala de frecuencia de 4 puntos: "nunca o casi nunca", "en algunas clases", "en la mayoría de las clases" y "en todas las clases".

Las otras dos estrategias evaluadas, retroalimentación (por ejemplo, “el profesor me dice cómo puedo mejorar mi desempeño”) y adaptación de la enseñanza (por ejemplo, “el profesor cambia la estructura de la clase, respecto a un tema que la mayoría de estudiantes encuentra difícil de entender”), ocurrirían con menor frecuencia que las anteriores (aproximadamente, entre el 30,0% y el 50,0% de estudiantes señaló que ocurren en la mayoría o casi todas sus clases).

Pese a que estas estrategias pedagógicas suelen ser implementadas de manera variable en el aula de ciencia, la magnitud de las correlaciones (entre moderadas y altas) encontradas entre ellas con datos peruanos sugieren que estas no tendrían lugar de manera aislada ni serían excluyentes entre sí (ver figura 3.4). Por el contrario, la recurrencia a actividades prácticas y reflexivas (indagación), el énfasis en el aspecto fáctico y conceptual (enseñanza dirigida), la información provista a los estudiantes sobre su desempeño (retroalimentación) y la flexibilidad con que los docentes conducen sus clases (adaptación de la enseñanza), ocurrirían de manera intercalada e incluso simultánea durante una misma sesión de aprendizaje.

Figura 3.4 *Correlaciones entre estrategias pedagógicas para Perú según PISA 2015*



De manera general, estos resultados darían cuenta de un uso frecuente de estrategias pedagógicas que favorecerían el desarrollo de la competencia científica (especialmente, de la enseñanza basada en la indagación y la enseñanza dirigida por el docente). No obstante, es importante señalar que el adecuado desarrollo de esta competencia se verá influido por una implementación coherente, orientada a la construcción de sentido y que enfatice tanto los aspectos procedimentales como conceptuales relacionados con la ciencia. En esta línea, la literatura ha mostrado que una combinación equilibrada de distintas estrategias pedagógicas constituye una forma efectiva para la enseñanza de ciencia en la escuela (Furtak et ál., 2012; Lazonder y Harmsen, 2016).

En la figura 3.5 se muestran las diferencias en el puntaje promedio de las estrategias pedagógicas según sexo, nivel socioeconómico, rendimiento del estudiante y gestión de la escuela. Nuevamente, es importante señalar que, si bien las diferencias por estratos para cada variable son presentadas en forma simultánea, estas no pueden compararse entre sí debido a que cada una de ellas se encuentra en una métrica distinta (las diferencias estadísticamente significativas al nivel de 0,05 entre estratos se reportan en el anexo B).

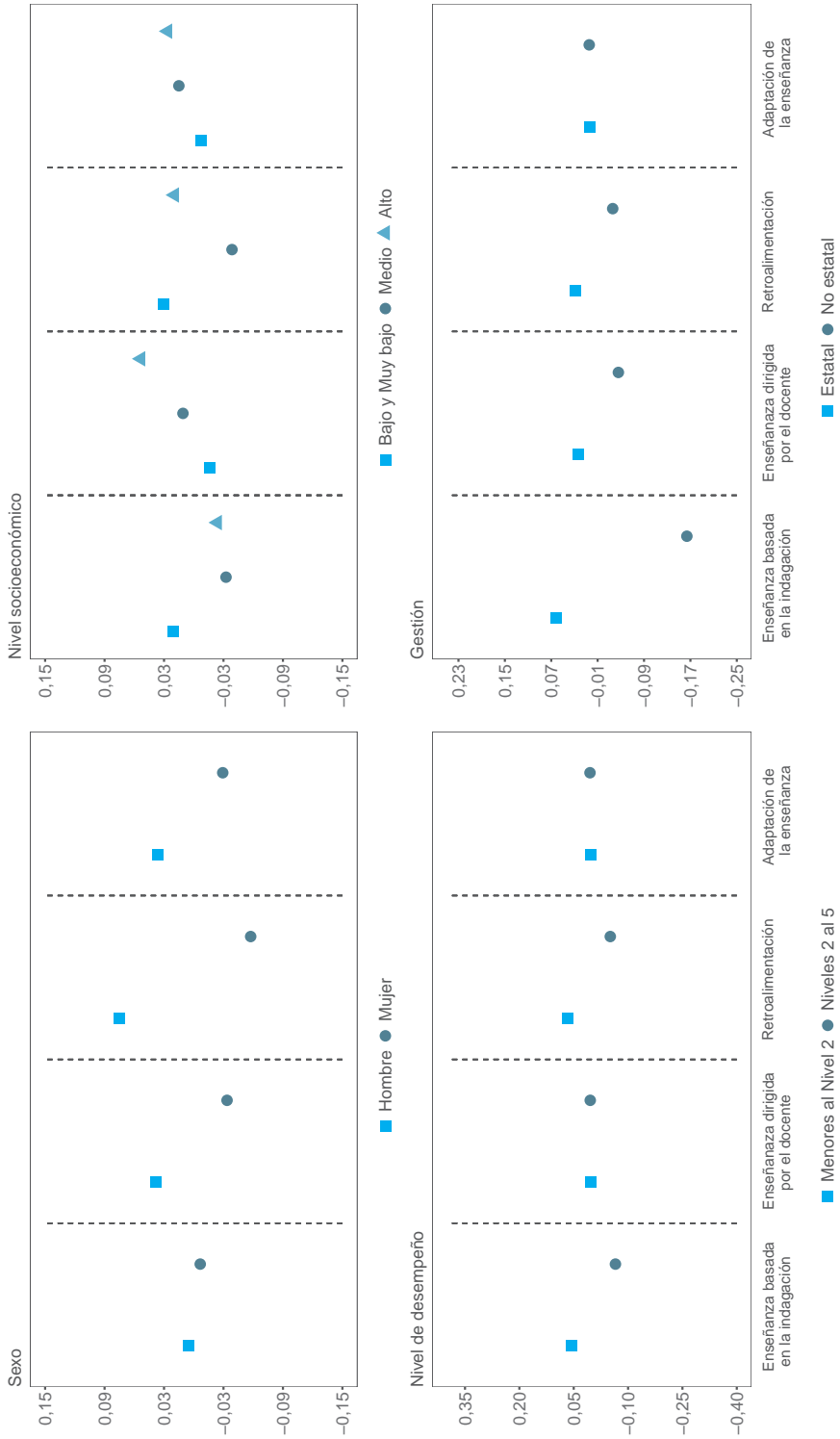
En relación con la frecuencia de ocurrencia de las estrategias pedagógicas según sexo, se observan diferencias estadísticamente significativas para la enseñanza dirigida por el docente, la retroalimentación y la adaptación de la enseñanza. De forma específica, los hombres reportaron una mayor frecuencia en el uso de estas tres estrategias por parte de sus docentes. Esta tendencia podría sugerir diferencias en el grado de involucramiento por parte de los docentes en el aprendizaje de sus estudiantes. Esta situación favorecería a los hombres y coincide con hallazgos previos de PISA 2012, según los cuales los estudiantes peruanos varones reportan una mejor relación con el docente y mayor apoyo por parte de este (Ministerio de Educación, 2016).

Respecto al nivel socioeconómico, para la enseñanza basada en la indagación solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes de los niveles bajo/muy bajo y el nivel medio, siendo los primeros quienes reportan una mayor ocurrencia de dicha estrategia pedagógica en el aula. Una tendencia similar ocurre con la retroalimentación. Una vez más, los estudiantes de menor nivel socioeconómico reportaron una mayor frecuencia en el uso de dicha estrategia, en contraste con los de nivel medio, quienes dieron cuenta de un menor grado de ocurrencia. Los resultados son distintos para la enseñanza dirigida por el docente, la cual tuvo una mayor presencia entre los niveles alto y medio. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre niveles socioeconómicos para la adaptación de la enseñanza.

En relación con los niveles de desempeño, la figura 3.5 sugiere la existencia de una relación negativa entre el rendimiento en ciencia y la enseñanza basada en la indagación. Este resultado, en principio contraintuitivo, corresponde a una tendencia internacional hallada en 56 de los 72 países y economías que participaron en PISA 2015²². Una tendencia similar se observa para el caso de la retroalimentación. En ambas, los estudiantes situados al menos en el Nivel 2 de desempeño reportan una menor frecuencia de enseñanza basada en la indagación y retroalimentación que aquellos que se encuentran por debajo del Nivel 2. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el uso de la enseñanza dirigida por el docente y de la adaptación de la enseñanza según el nivel socioeconómico de los estudiantes.

²²El capítulo 4 desarrolla este tema con mayor profundidad.

Figura 3.5 Estrategias pedagógicas según estratos



Finalmente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el tipo de gestión escolar para tres de las cuatro estrategias pedagógicas. Así, los estudiantes provenientes de escuelas estatales reportaron que sus docentes utilizan la enseñanza basada en la indagación, la enseñanza dirigida y la retroalimentación con mayor frecuencia que sus pares de escuelas no estatales. Aquí es importante recalcar que la diferencia en favor de la escuela estatal para la enseñanza dirigida por el docente no necesariamente coincide con la distribución de los puntajes promedio según nivel socioeconómico. Como se mencionó previamente, las escuelas de gestión no estatal suelen acoger a estudiantes de diversa procedencia socioeconómica, y no solo a aquellos de nivel socioeconómico alto. Ello ayudaría a explicar este resultado aparentemente contraintuitivo. Por último, no se encontraron diferencias relacionadas con la adaptación de la enseñanza según gestión de la escuela.

3.4 Contexto para el aprendizaje de la ciencia

En el presente informe se incluyeron las siguientes variables contextuales: clima de disciplina del aula, soporte emocional de los padres y escasez de material educativo. Tanto el clima del aula como la escasez de material educativo dan cuenta, respectivamente, de contextos favorables y desfavorables para el aprendizaje. De manera complementaria, el soporte brindado por los padres al aprendizaje de sus hijos refleja la importancia del contexto familiar como elemento capaz de reforzar o inhibir el desarrollo de actitudes favorables hacia el aprendizaje en la escuela. Las definiciones operacionales de estas variables se encuentran en la tabla 3.5.

A nivel nacional, la mayoría de estudiantes evaluados manifestó que gran parte de sus clases de ciencia se caracterizaban por ser organizadas y disciplinadas. Así, alrededor del 80,0% reportó que problemas relacionados con la presencia de bulla y desorden no ocurrían nunca o casi nunca, o bien solo ocurrían en algunas de sus clases (ver tabla A.15 del anexo A). Por otro lado, los estudiantes manifestaron contar con un alto soporte emocional por parte de sus padres. Así, del 85,1% al 93,0% manifestó estar de acuerdo o muy de acuerdo con los ítems que miden dicho constructo (anexo A, tabla A.16). Con respecto a la escasez de material educativo en la escuela, un elevado número de docentes (entre el 41,5% y el 57,8%) sostuvo que su capacidad de enseñanza se veía perjudicada por cuestiones tales como la falta (o baja calidad) de material educativo y deficiencias relacionadas con la infraestructura de la escuela (ver tabla A.17 del anexo A).

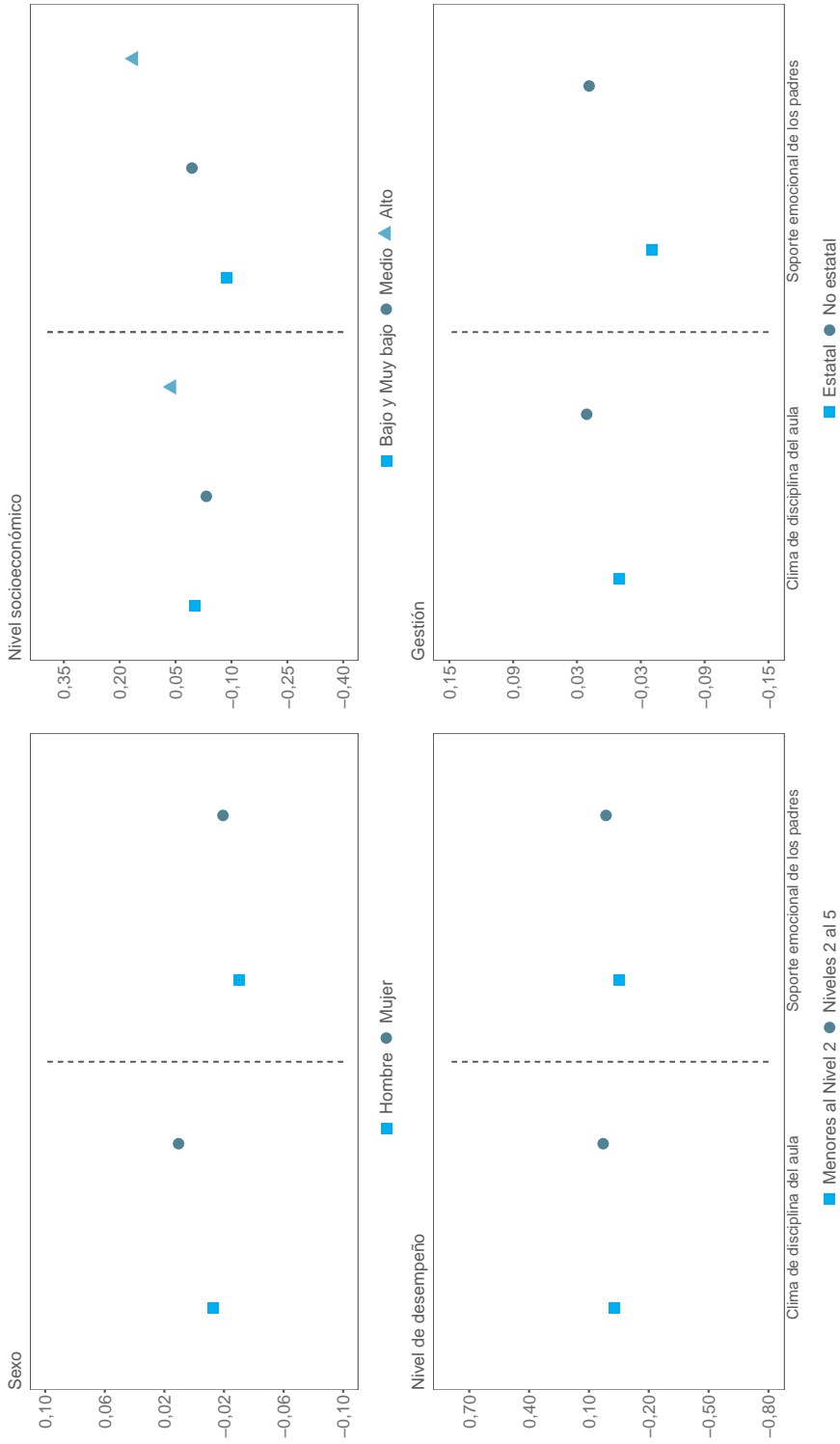
Tabla 3.5 Definiciones operacionales de las variables contextuales

Variable	Descripción
Clima de disciplina en el aula	Índice que refleja la percepción de los estudiantes sobre sus aulas como espacios que conducen al aprendizaje; por ejemplo, “los estudiantes no escuchan lo que el profesor dice” o “hay bulla y desorden”. El índice se midió con una escala de frecuencia de 4 puntos: “nunca o casi nunca”, “en algunas clases”, “en la mayoría de las clases” y “en todas las clases”.
Soporte emocional de los padres	Índice que refleja la percepción de los estudiantes sobre el interés que muestran sus padres hacia sus actividades escolares, sobre el apoyo que reciben por su esfuerzo y desempeño realizados, y si los motivan a confiar en sí mismos. El índice fue medido con una escala de acuerdo de 4 puntos: “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo” y “muy de acuerdo”.
Escasez de material educativo	Índice que refleja la percepción del docente sobre el grado en que la falta de materiales educativos afecta la enseñanza en la escuela. El índice se midió con una escala de 4 puntos: “nada”, “muy poco”, “regular” y “bastante”.

En términos generales, estos resultados sugieren la presencia de ciertos obstáculos para el aprendizaje en el contexto escolar, lo cual contrasta con el alto apoyo que los estudiantes reportan recibir en casa. Estos hallazgos podrían llevar a pensar en el hogar como un elemento que atenuaría las limitaciones materiales y de clima disciplinario asociadas a la escuela. Sin embargo, la siguiente lectura podría también ser válida y complementar la anterior: según esta, las escuelas tendrían dificultades para aprovechar el buen clima provisto por los padres hacia el aprendizaje de sus hijos. Esto, a su vez, podría tener repercusiones negativas en el interés e involucramiento por parte de los estudiantes en temas de ciencia y, de manera general, en el desarrollo de la competencia científica.

La figura 3.6 muestra las comparaciones de clima de disciplina en el aula y soporte emocional de los padres según los estratos de interés. Respecto a sexo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ambas variables. En el caso del nivel socioeconómico, los estudiantes del nivel alto mostraron una percepción más favorable sobre sus aulas como espacios adecuados para el aprendizaje en relación con los estudiantes de nivel medio. Así mismo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles alto y bajo/muy bajo para dicha variable. Por otro lado, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el clima de aula según niveles de desempeño en favor de aquellos estudiantes ubicados al menos en el Nivel 2 de desempeño. Finalmente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para dicha variable según gestión de la escuela.

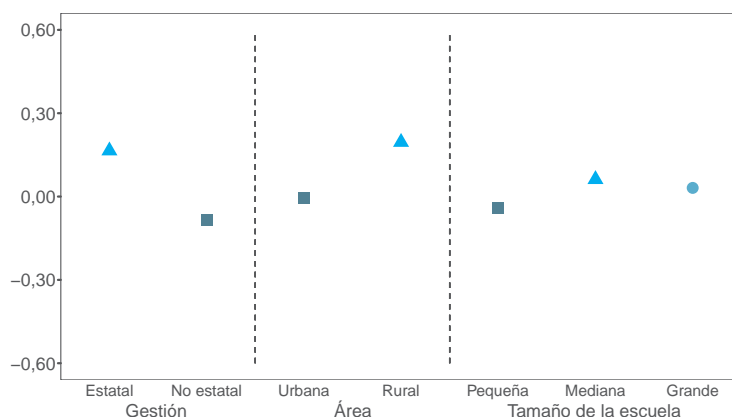
Figura 3.6 Contexto para el aprendizaje de la ciencia según estratos



En relación con el soporte emocional de los padres, se observa a nivel gráfico una asociación directa entre esta variable y el nivel socioeconómico. Así, los estudiantes de mayor nivel socioeconómico perciben mayor apoyo de sus padres. Esta tendencia podría explicarse por el hecho de que los padres de sectores económicos más aventajados suelen contar con mayores recursos para poder apoyar a sus hijos. Este soporte y cercanía serían más difíciles de lograr en padres de bajos recursos, probablemente debido a la alta carga proveniente de aspectos laborales y económicos (Conger, Conger y Martin, 2010). Además, los estudiantes de mayor rendimiento (Nivel 2 o superior) y aquellos que asisten a una escuela no estatal reportaron mayor soporte para el aprendizaje por parte de sus padres.

La figura 3.7 muestra las comparaciones para la variable de escasez de material en la escuela según estratos de escuela: gestión, área y tamaño de la escuela²³. Aquí se tiene que los docentes de escuela estatal y de escuela rural reportaron mayor grado de escasez de materiales educativos, en comparación con aquellos que laboran en escuelas no estatales y urbanas. La tendencia de resultados según tamaño de la escuela es consistente con los resultados de área, en tanto son los docentes de las escuelas con menor población estudiantil (usualmente ubicadas en áreas rurales) quienes reportaron mayores niveles de escasez de materiales educativos, a diferencia de lo que sucede con los docentes de escuelas con mayor población estudiantil (usualmente urbanas). En general, estos hallazgos son consistentes con las limitaciones de infraestructura y de material que suelen afectar a las escuelas estatales (Ministerio de Educación, 2017c).

Figura 3.7 Escasez de material educativo



²³Esta información fue recabada por medio del cuestionario de docentes. Debido a que PISA 2015 no cuenta con representatividad a nivel de este actor, no fue posible establecer si las diferencias según estrato fueron estadísticamente significativas o no. Por ello, no se reportan las tablas correspondientes en los anexos y las diferencias según estratos se analizan solo de forma gráfica.

Estrategias pedagógicas y rendimiento en ciencia

Capítulo 4

La investigación educativa ha subrayado la importancia de las variables del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunas características que han recibido atención por parte de la literatura son sexo, grado académico, nivel de preparación y años de servicio de los docentes (Kane, Rockoff y Staiger, 2008). Estas características, sin embargo, han mostrado ser insuficientes para dar cuenta del rendimiento y los logros de aprendizaje alcanzados por los estudiantes (Aaronson, Barrow y Sander, 2007). Debido a ello, la investigación ha enfatizado el estudio de las prácticas y estrategias pedagógicas del docente²⁴, factores que han mostrado ser especialmente relevantes al momento de explicar el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes (OECD, 2016b). De manera particular, los modelos de eficacia educativa han enfatizado la importancia del contexto (por ejemplo, el clima de disciplina del aula, la relación entre docentes y estudiantes, etc.) y las estrategias de enseñanza (por ejemplo, guiadas, constructivistas, etc.) (Caro et ál., 2016). Desde esta perspectiva, las características del estudiante, la escuela y el sistema educativo cobrarán relevancia en tanto ejerzan impactos diferenciales sobre lo que ocurre en el salón de clase; particularmente, en tanto interactúen con las prácticas y estrategias de enseñanza implementadas por los docentes (Caro et ál., 2016).

En consonancia con la importancia adjudicada a las prácticas y estrategias docentes, el marco de evaluación de PISA 2015 sostiene que la forma en que se enseña ciencia en la escuela puede marcar la diferencia en el desarrollo de la competencia científica (OECD, 2016b). Específicamente, reconoce que el quehacer docente implica la toma de decisiones sobre el énfasis dado a determinadas prácticas como el aprendizaje de conceptos, la observación de fenómenos naturales, el diseño y ejecución de experimentos y la reflexión en torno a ideas científicas y tecnológicas para comprender diversos aspectos de la vida diaria. Así, el docente deberá tomar decisiones sobre las prácticas que empleará (discusiones, exposiciones, actividades prácticas, etc.), el tiempo que invertirá en ellas, el tipo de retroalimentación que proveerá y las adaptaciones que podrían realizarse en caso los estudiantes no respondan de la manera esperada (OECD, 2016b). Como se reportó en el capítulo 3, estas decisiones no solo influirían en el aprendizaje

²⁴En el presente estudio el término “práctica pedagógica” hace referencia a las acciones que lleva a cabo el docente como parte del proceso de enseñanza. Por otro lado, el término “estrategia pedagógica” da cuenta del uso deliberado de la práctica a fin de lograr determinados objetivos educativos. Finalmente, “enfoque de enseñanza” hace referencia al conjunto de valores y objetivos educativos que buscan obtenerse y reforzarse y, en ese sentido, enmarca tanto las prácticas como las estrategias pedagógicas.

científico de los estudiantes sino también en el desarrollo de disposiciones favorables hacia la ciencia, como por ejemplo el gusto e interés por ella.

En este capítulo se amplían los hallazgos del capítulo 3 sobre las estrategias docentes incluidas en PISA 2015: enseñanza basada en la indagación, enseñanza dirigida, retroalimentación y adaptación de la enseñanza. Para ello, se revisa evidencia empírica relevante sobre dichas prácticas y se identifican sus alcances y limitaciones en el desarrollo de la competencia científica para, finalmente, plantear análisis pertinentes para el caso peruano. Además, se analiza el papel de las variables contextuales e individuales que podrían intervenir en la asociación entre las estrategias pedagógicas y los resultados en la prueba de ciencia.

4.1 Estrategias pedagógicas

4.1.1 Enseñanza basada en la indagación y enseñanza dirigida por el docente

Si bien resulta difícil establecer distinciones claras entre las estrategias pedagógicas existentes, la literatura suele mencionar dos grandes enfoques que reflejan aproximaciones diferenciadas a la enseñanza de la ciencia (Schuster, Cobern, Adams, Undreiu y Pleasants, 2017). El primero de ellos incluye las estrategias directas o dirigidas de enseñanza, aquellas en las que el docente conduce explícitamente el proceso de aprendizaje a fin de desarrollar el conocimiento de los estudiantes mediante el uso de rutinas en contextos estructurados (Schunk, 2008). Según este enfoque, las primeras aproximaciones a un área del conocimiento deben ir acompañadas por una instrucción directa en la cual se expliciten conceptos y procedimientos (Kirschner, Sweller y Clark, 2006; Klahr y Nigam, 2004). Diversos estudios, tanto de corte experimental (Klahr y Nigam, 2004; Mayer, 2004; Tuovinen y Sweller, 1999) como metaanalítico (Stockard, Wood, Coughlin y Rasplia Houry, 2018), han sustentado la pertinencia de la aplicación de este enfoque de enseñanza; por ejemplo, durante la enseñanza de procedimientos multietápicos que difícilmente podrían ser descubiertos o inferidos por los estudiantes, tales como los involucrados en geometría, álgebra o programación (Klahr y Nigam, 2004).

El segundo enfoque se encuentra integrado por un conjunto de estrategias y prácticas basadas en el constructivismo, teoría que aborda la construcción del conocimiento en relación con etapas vitales del desarrollo del individuo y se asienta en postulados filosóficos pragmatistas (Schwartz, Lindgren y Lewis, 2009). La aproximación constructivista enfatiza el rol activo del estudiante en la construcción de su propio aprendizaje (Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2007) y, en el contexto educativo formal, ha sido implementada mediante un conjunto de prácticas centradas en la construcción de sentido, entre las que destacan el aprendizaje por descubrimiento, la indagación, la exploración y el aprendizaje práctico (Schwartz et ál., 2009).

Así, según Schuster et ál. (2017), una diferencia entre ambos enfoques de enseñanza de la ciencia radica en que, mientras los directos suelen centrarse en contenidos disciplinares (aspectos fácticos, conceptuales y teóricos), las aproximaciones constructivistas suelen enfatizar la dimensión procesual del quehacer científico (prácticas, habilidades, experimentación, indagación científica, etc.).

La influencia del enfoque constructivista en la enseñanza de la ciencia resulta indiscutible, constituyendo actualmente el paradigma dominante (Zhang, 2016). Las primeras conceptualizaciones de este enfoque (derivadas de los planteamientos de Piaget, Vygotsky, Ausubel, entre otros) apostaron por métodos de enseñanza en los cuales los estudiantes pudieran descubrir información y generar ideas en lugar de memorizar contenidos, destacando su relevancia tanto en la formación de científicos críticos e innovadores como en la divulgación de la ciencia fuera de contextos académicos (Cairns y Areepattamannil, 2017). De esta manera, el respaldo y entusiasmo recibido por esta aproximación pedagógica puede entenderse como reflejo del interés en el desarrollo de capacidades por medio de actividades que reflejan los procedimientos seguidos en el método científico (Klahr y Dunbar, 1988). Una implementación del constructivismo en el aula de ciencia es la enseñanza basada en la indagación, la cual cuenta con el respaldo de comunidades de enseñanza científica como la American Association for the Advancement of Science, el National Research Council y el National Science Teachers Association (Bunterm et ál., 2014). En el Perú, la enseñanza basada en la indagación ha sido adoptada como parte del Programa Curricular de Educación Secundaria y la competencia que la refleja (“Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos”) forma parte del perfil de egreso de los estudiantes de Educación Básica Regular (Ministerio de Educación, 2017d).

Pese a la influencia y relevancia de las estrategias y prácticas indagatorias para la enseñanza de la ciencia, existen divergencias en torno a cuáles constituyen sus rasgos esenciales (Alfieri, Brooks, Aldrich y Tenenbaum, 2011; Furtak et ál., 2012; Hmelo-Silver et ál., 2007; Klahr y Nigam, 2004) y resulta difícil encontrar definiciones precisas y consistentes en la literatura (Cairns y Areepattamannil, 2017; Furtak et ál., 2012). De manera concreta, el término indagación ha sido definido de diversas maneras, situación que puede afectar la validez de los estudios orientados a dar cuenta de su efectividad (Cairns y Areepattamannil, 2017). Además, en los últimos años la eficacia de este enfoque ha sido cuestionada sobre la base de criterios psicológicos y pedagógicos. Según estas críticas, el aprendizaje por indagación no tomaría en cuenta las limitaciones de la memoria de trabajo para procesar información nueva en ausencia de nociones almacenadas previamente en la memoria de largo plazo. Por otro lado, se ha argumentado que el aprendizaje práctico, característico de este enfoque, resultaría ineficaz si no va precedido y

acompañado de una adecuada profundización en contenidos disciplinares (Kirschner et ál., 2006; Klahr y Nigam, 2004; Mayer, 2004).

4.1.2 Retroalimentación

En el campo educativo, la retroalimentación es reconocida como una de las influencias más poderosas en el aprendizaje de las personas (Carvalho et ál., 2015; Hattie, 2009) y puede ser definida como aquella información provista por un agente (por ejemplo, un docente) acerca de los esfuerzos realizados por un individuo en la consecución de una meta (Hattie y Timperley, 2007). Así, el objetivo principal de la retroalimentación consistirá en reducir las discrepancias existentes entre el nivel actual de comprensión o rendimiento y una meta determinada.

Sin embargo, no toda retroalimentación resultaría igual de efectiva (Bangert-Drowns, Kulik, Kulik y Morgan, 1991; Harks, Rakoczy, Hattie, Besser y Klieme, 2013; Hattie y Timperley, 2007). Como señalan Carvalho et ál. (2015), la retroalimentación resulta efectiva cuando (a) es oportuna, (b) tiene probabilidades de ser utilizada, (c) es clara y puntual, (d) se orienta a metas y (e) es consistente. De manera específica, Hattie y Timperley (2007) sostienen que una retroalimentación eficaz debe apuntar a responder tres preguntas centrales tanto para el docente como para el estudiante: ¿hacia dónde me dirijo? (meta), ¿cómo voy? (progreso realizado en la consecución de la meta) y ¿qué hago ahora? (actividades a realizar para incrementar el progreso). Además, estos autores plantean que, para responder adecuadamente estas preguntas, la retroalimentación debe tener por objeto el rendimiento en la tarea, ayudar en la comprensión sobre cómo realizarla, y reforzar el desarrollo de capacidades autorregulatorias y metacognitivas.

4.1.3 Adaptación de la enseñanza

La adaptación de la enseñanza consiste en emplear diferentes prácticas y adaptar las sesiones de aprendizaje al conocimiento, habilidades, intereses y demás características de los estudiantes (Mostafa et ál., 2018) a fin de involucrarlos y acompañarlos en su aprendizaje. Esta estrategia resulta relevante en tanto los estudiantes difieren en el grado de instrucción y soporte que necesitan en su aprendizaje, al igual que en el tiempo requerido para procesar el material trabajado en clase (Houtveen y Van de Grift, 2001). En tal sentido, la adaptación de la enseñanza tiene por finalidad la consecución de una meta educativa en contextos donde los estudiantes cuentan con diferentes niveles de rendimiento previo, aptitud, y demás características relevantes para el aprendizaje (Ikumelu, Oyibe y Oketa, 2015).

De acuerdo a la definición esbozada, la adaptación de la enseñanza y la retroalimentación se encuentran estrechamente relacionadas, en tanto el conjunto de reacciones y sugerencias provenientes de los estudiantes constituyen un insumo central para la revisión y modificación de la práctica docente (Mostafa et ál., 2018).

Así, los docentes adaptarán su práctica de diversas maneras, modificándola cuando sus estudiantes muestren dificultades en la comprensión de algún tema o en la consecución de determinados objetivos pedagógicos (Mostafa et ál., 2018).

Existen distintas maneras en que los docentes pueden adaptar sus clases a las particularidades de sus estudiantes. Por ejemplo, cuando estos muestran dificultades en la comprensión de un tema, los docentes pueden modificar la estructura de la sesión o la modalidad de presentación de determinados contenidos (Ikumelu et ál., 2015). Con frecuencia, estas adaptaciones requerirán de ajustes en las estrategias de evaluación (Mostafa et ál., 2018). Más aún, debido a que la adaptación de la enseñanza implica un acompañamiento focalizado y orientado a promover tanto la capacidad de los estudiantes para el aprendizaje autónomo como su autoconfianza, esta requiere de un alto nivel de experticia por parte del docente (Houtveen y Van de Grift, 2001).

La efectividad de la adaptación de la enseñanza ha sido menos estudiada que otras prácticas de enseñanza (Mostafa et ál., 2018). Aun así, PISA 2015 encontró que, en la mayoría de países evaluados, los estudiantes que reportaban mayor frecuencia en la adaptación de la enseñanza por parte de sus profesores, obtenían puntajes más altos en ciencia (Mostafa et ál., 2018).

4.1.4 La relación negativa entre la estrategia de enseñanza basada en la indagación y el rendimiento en ciencia

Recientemente, utilizando datos de PISA 2015 provenientes de 170 474 estudiantes de 15 años de edad (4780 escuelas, 54 países) y tras controlar por un conjunto de disposiciones hacia la ciencia y características sociodemográficas del estudiante, escuela y país, Cairns y Areepattamannil (2017) encontraron que la enseñanza basada en la indagación se asociaba negativamente al rendimiento en ciencia. Sin embargo, este mismo estudio reportó que dicha estrategia pedagógica sí se asociaba positivamente a disposiciones favorables hacia la ciencia como el autoconcepto, la autoeficacia, el interés y el gusto por la ciencia, así como la motivación instrumental y de logro (Cairns y Areepattamannil, 2017), hallazgo que coincide con resultados obtenidos en otros estudios realizados con datos de PISA 2006 (McConney, Oliver, Woods-McConney, Schibeci y Maor, 2014).

Si bien resulta contraintuitivo que una estrategia pedagógica centrada en el estudiante como la indagación se asocie negativamente al rendimiento en ciencia, en el contexto peruano existe evidencia que respalda esta tendencia, la cual también se observa para otras áreas del currículo. Así, en el capítulo 3 del presente informe se reportó la existencia de una relación negativa entre enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia. De manera similar, se encontraron relaciones negativas entre estrategias de enseñanza centradas en el estudiante y rendimiento matemático en 62 de los 64 países participantes en PISA 2012 (Caro et ál., 2016). En

atención a estos resultados, investigaciones realizadas en los últimos años han ensayado explicaciones alternativas, haciendo uso de datos internacionales procedentes de evaluaciones internacionales a gran escala.

Chi, Liu, Wang y Won Han (2018), utilizando data de PISA 2015 y tras controlar por un conjunto de variables, encontraron también que las actividades de indagación se asociaban negativamente al rendimiento en ciencia. Según los autores, la naturaleza correlacional de los análisis de regresión impide interpretar estos resultados en términos causales; por el contrario, sugieren la presencia de efectos moderadores por parte de otras variables, como el clima del aula, en dicha relación. Ello coincide con evidencia previa según la cual un clima de aula positivo, caracterizado por un ambiente organizado y armonioso, no solo se asociaría positivamente al rendimiento en ciencia (Cornelius-White, 2007) sino que sería un prerrequisito para la efectiva implementación de estrategias y prácticas de enseñanza basadas en la indagación (Chi et ál., 2018; Creemers y Kyriakides, 2008).

Por su parte, Teig, Scherer y Nilsen (2018) analizaron la relación entre enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia, abordando tres aspectos poco profundizados en la literatura empírica realizada sobre la base de evaluaciones estandarizadas a gran escala. El primero de ellos se refiere a que la enseñanza basada en la indagación suele operacionalizarse en términos de frecuencia de ocurrencia de ciertas conductas (y no del modo en que estas se ejecutan). El segundo, estrechamente relacionado con el primero, plantea la posible existencia de relaciones no lineales entre indagación y rendimiento: resulta plausible que el empleo de esta estrategia se asocie positivamente al desempeño, pero que su uso excesivo conlleve a una disminución en este. Por su parte, el tercero alude a la ausencia de variables a nivel del aula y/o docente en muchas de estas evaluaciones (entre ellas, PISA). Según los autores, debido a que la implementación de la enseñanza basada en la indagación depende en buena medida de variables docentes, la variabilidad de dicho constructo se explicaría mejor por diferencias entre aulas. Ello representa un reto para el análisis de datos provenientes de evaluaciones internacionales como PISA, donde no es posible el emparejo entre datos del estudiante y del docente, lo cual requiere que las variables del docente deban ser tratadas (promediadas) a nivel de la escuela. Así, utilizando datos proveniente del Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS)²⁵ 2015, evaluación que sí recoge información a nivel de aula, estos autores encontraron que la enseñanza basada en la indagación y el rendimiento en ciencia se asociaban de manera curvilínea. De manera específica, el incremento en el uso de esta estrategia pedagógica se asoció a mayores puntajes en ciencia hasta alcanzar un punto de equilibrio, a partir del cual la relación empezó a decrecer. Según Teig et ál. (2018), este patrón no lineal sugiere que el uso excesivo de prácticas indagatorias puede

²⁵Por su nombre en inglés, Trends in International Mathematics and Science Study.

generar rendimientos decrecientes, debido a que la frecuencia con la que tienen lugar estas prácticas en el aula no sería tan relevante para el desarrollo de la competencia científica como el modo en que estas se llevan a cabo. En consonancia con estos resultados, hallazgos previos sugieren que la efectividad de la instrucción basada en la indagación dependerá de la calidad con que se implemente este tipo de instrucción (Alfieri et ál., 2011; Furtak et ál., 2012).

Si bien existe evidencia en favor del uso tanto de estrategias basadas en la indagación como dirigidas en la enseñanza de la ciencia en la escuela, la evidencia empírica sugiere que una adecuada combinación de elementos comunes a ambas puede ofrecer resultados óptimos. Así, evidencia metaanalítica reciente sugiere que los contextos de aprendizaje basados en la indagación suelen verse potenciados por la presencia de una guía activa proporcionada por el docente (Lazonder y Harmsen, 2016), especialmente durante la generación, desarrollo y justificación de explicaciones científicas orientadas a la comprensión de fenómenos del mundo natural (Furtak et ál., 2012). De manera complementaria, la retroalimentación y la adaptación de la enseñanza han mostrado ser relevantes para el desarrollo de la competencia científica, pudiendo además articularse con la estrategia de enseñanza dirigida y aquella basada en la indagación. El presente estudio tuvo por objetivo analizar las relaciones entre las estrategias pedagógicas contempladas por PISA 2015 y los resultados en la prueba de ciencia, luego de controlar por una serie de variables del estudiante y del contexto de aprendizaje. Además, se exploró la presencia de relaciones no lineales y efectos de interacción para entender mejor las asociaciones entre estrategias pedagógicas y el rendimiento en ciencia.

4.2 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los modelos de regresión múltiple estimados con la finalidad de explicar el rendimiento en ciencia en PISA 2015 (tabla 4.1). Como se mencionó en el capítulo 2, las estimaciones de dichos modelos incorporaron la complejidad del diseño muestral y la incertidumbre asociada a la estimación de la habilidad en este tipo de evaluaciones. Estos análisis tuvieron por objetivo profundizar en los hallazgos presentados en el capítulo 3 sobre estrategias pedagógicas e integrarlos en modelos explicativos que dieran cuenta del rol que cumplen distintas variables en los resultados de ciencia. Así, se estimó un modelo base que incluyó características del estudiante y de la escuela, para luego construir modelos parciales en los cuales se exploraron las relaciones lineales entre variables individuales y contextuales con el rendimiento en ciencia. Luego de controlar por estos efectos, se estimaron modelos que incluyeron las cuatro estrategias pedagógicas consideradas por PISA 2015 y se evaluó la presencia de relaciones curvilíneas y efectos de interacción por parte de terceras variables. Por último, se estimó un modelo final que integró información proveniente de los modelos parciales previos.

Para complementar los hallazgos, se reportan análisis de correlación entre los distintos ítems que forman parte de la escala de enseñanza basada en la indagación y el rendimiento en ciencia. Estos análisis tuvieron por finalidad evaluar diferencias en la dirección y magnitud de las asociaciones entre prácticas indagatorias concretas y el rendimiento en ciencia según PISA 2015.

4.2.1 Análisis de regresión: efectos lineales, no lineales y de interacción

4.2.1.1 Modelo base

En el modelo base (1) se incluyeron características del estudiante y de la escuela (tabla 4.1). A nivel individual, se encontraron relaciones estadísticamente significativas para las siguientes variables: sexo, matrícula oportuna, lengua materna y estatus socioeconómico del estudiante (ISE). Así, se pudo observar que los estudiantes hombres obtuvieron, en promedio, casi 15 puntos más en ciencia que las mujeres ($\beta = 14,61, p < 0,05$). Este resultado sugiere la existencia de una brecha según sexo en el desarrollo de la competencia científica y resulta consistente con evidencia proveniente de la ECE 2018 (Ministerio de Educación, 2019b). Por su parte, los estudiantes en edad normativa de matrícula tuvieron, en promedio, casi 46 puntos más que sus pares con atraso escolar ($\beta = 45,70, p < 0,05$). Además, tener una lengua materna originaria o extranjera (es decir, distinta al castellano) supuso también una desventaja ($\beta = -26,36, p < 0,05$; $\beta = -29,85, p < 0,05$; respectivamente). Así mismo, se encontró evidencia de que un mayor estatus socioeconómico contribuiría directa y positivamente a los resultados en la prueba de ciencia ($\beta = 9,04, p < 0,05$).

En relación con variables de escuela, los resultados sugieren la presencia de inequidades relacionadas con su estatus socioeconómico promedio (ISEP), gestión y tamaño. Así, puntajes más altos en el ISEP se asociaron a un mayor rendimiento en ciencia ($\beta = 28,52, p < 0,05$), mientras que pertenecer a una escuela de gestión estatal se asoció negativamente al rendimiento ($\beta = -12,00, p < 0,05$). Finalmente, el tamaño de la IE mostró ser relevante para el desarrollo de la competencia científica, siendo los estudiantes de escuelas medianas ($\beta = -11,31, p < 0,05$) y pequeñas ($\beta = -13,82, p < 0,05$) quienes presentaron menor rendimiento en la prueba de ciencia que sus pares de escuelas grandes ($\beta = -13,82, p < 0,05$). Este resultado cobra mayor sentido si se considera que la mayoría de las escuelas medianas y pequeñas suelen ubicarse en áreas rurales.

Tabla 4.1 Modelos de factores asociados al rendimiento en ciencia

Variable	Modelos								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(Intercepto)	375,15*	385,91*	382,98*	383,84*	385,33*	383,05*	384,65*	383,91*	384,35*
Lengua materna: originaria ^A	-26,36*	-22,97*	-20,54*	-21,27*	-20,91*	-21,32*	-20,87*	-20,94*	-20,85*
Lengua materna: extranjera ^A	-29,85*	-28,43*	-28,35*	-25,05*	-24,87*	-25,08*	-25,55*	-24,23*	-24,94*
Sexo: hombre	14,61*	13,91*	14,39*	14,93*	14,99*	14,97*	15,11*	14,95*	14,99*
ISE	9,04*	7,99*	9,18*	9,46*	9,47*	9,44*	9,40*	9,31*	9,26*
Matrícula oportuna: sí	45,70*	41,97*	39,09*	35,11*	34,89*	35,20*	34,75*	35,11*	34,82*
Gestión: estatal	-12,00*	-13,96*	-9,68	-7,66	-7,79	-7,62	-7,86	-7,58	-7,70*
Área: urbana	-0,51	-1,61	0,38	1,46	1,56	1,50	1,60	1,78	1,73
Escuela mediana ^B	-11,31*	-10,25*	-8,70	-7,49	-7,39	-7,42	-7,17	-7,06	-6,96*
Escuela pequeña ^B	-13,82*	-13,11*	-9,26	-9,85	-9,61	-9,78	-9,28	-9,63	-9,45*
ISEP	28,52*	23,89*	20,03*	18,95*	18,87*	18,94*	18,75*	18,97*	18,86*
Motivación de logro	7,54*	7,54*	8,06*	8,86*	8,92*	8,81*	8,87*	8,77*	8,81*
Gusto por la ciencia	4,21*	4,21*	4,73*	6,35*	6,28*	6,33*	6,12*	6,37*	6,23*
Autoeficacia relacionada con la ciencia	4,30	4,30	5,07*	6,99*	7,31*	6,95*	7,50*	7,11*	7,32*
Creencias epistemológicas	15,01*	15,01*	15,50*	15,65*	15,66*	15,60*	15,41*	16,21*	16,06*
Clima de disciplina del aula	0,21	1,81	1,72	1,87	1,72	1,87	1,70	2,10	2,01*
Escasez de material educativo	-11,90*	-12,03*	-12,09*	-12,02*	-12,09*	-12,02*	-12,16*	-11,90*	-11,97*
Enseñanza basada en la indagación	-11,39*	-11,39*	-11,25*	-11,42*	-11,25*	-11,42*	-10,99*	-11,53*	-11,22*
Enseñanza dirigida por el docente	5,75*	5,75*	5,46*	5,75*	5,46*	5,71*	5,24*	5,64*	5,56*
Retroalimentación	-10,87*	-10,87*	-10,84*	-10,87*	-10,84*	-10,93*	-10,90*	-10,64*	-10,57*
Adaptación de la enseñanza	0,32	0,32	0,36	0,32	0,36	0,29	0,29	0,35	0,30
Indagación ²			-4,41		-4,41		-6,21*	-5,17	-6,31*
Retroalimentación ²			1,18*		1,18*		1,86	2,24	2,04*
Clima x indagación							5,99*		6,92*
Creencias epistemológicas x indagación								-8,44*	-9,09*
Porcentaje de varianza explicada									
R ²	0,36	0,33	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36

* $p < 0,05$. ^AReferencia: lengua materna castellana, ^B referencia: escuela grande, ²término cuadrático.

Los resultados hasta aquí descritos evidencian la presencia de factores a nivel del estudiante y escuela que dificultarían el aprendizaje en temas de ciencia durante la etapa escolar. De manera concreta, las desventajas halladas para estudiantes provenientes de distintos estratos (mujeres, con atraso escolar, con una lengua materna distinta al castellano, de menor estatus socioeconómico y provenientes de escuelas de gestión estatal) reflejarían las limitaciones del sistema educativo peruano para garantizar el adecuado desarrollo de la competencia científica en todos sus estratos. Por otro lado, es probable que estas desventajas no solo coexistan, sino que, muy probablemente, se retroalimenten y perpetúen en el tiempo, configurando un panorama educativo caracterizado por inequidades en el acceso a oportunidades de aprendizaje.

4.2.1.2 Modelos parciales

En la tabla 4.1 se presentan también resultados correspondientes a modelos que incluyeron actitudes y creencias del estudiante (modelo 2) y el contexto de aprendizaje (modelo 3). La inclusión de dichas variables, así como las incluidas en el modelo base (modelo 1), permitió no solo explorar su relación con el rendimiento en ciencia sino también aislar estadísticamente su efecto a fin de conocer la relación específica que las estrategias pedagógicas mantienen con ella (modelo 4). Además, se reportan modelos adicionales en los que se exploró la presencia de asociaciones no lineales (cuadráticas) entre dos estrategias pedagógicas específicas (enseñanza basada en la indagación y retroalimentación) y el rendimiento en ciencia (modelos 5 y 6). Finalmente, se incluyeron análisis orientados a estudiar el efecto moderador (o de interacción) por parte del clima de disciplina del aula (modelo 7) y de las creencias epistemológicas de los estudiantes (modelo 8) en la relación entre indagación y rendimiento en ciencia.

Actitudes y creencias relacionadas con la ciencia

En relación con las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (modelo 2), se aprecia que, a medida que la motivación de logro ($\beta = 7,54$, $p < 0,05$) y el gusto por la ciencia aumentaban ($\beta = 4,21$, $p < 0,05$), lo hizo también el rendimiento en ciencia. Respecto a las creencias científicas, se observa que mayores niveles de acuerdo con creencias epistemológicas supusieron un mayor rendimiento en ciencia ($\beta = 15,01$, $p < 0,05$). Estos resultados sugieren que el rendimiento en ciencia resultaría estar estrechamente vinculado con las actitudes y motivación del estudiante. De manera específica, dan cuenta de cómo las aspiraciones, la constancia y el afán por sobresalir académicamente, así como la disposición a aprender ciencia por el disfrute que ello implica, favorecerían el adecuado desarrollo de la competencia científica. Así mismo, evidencian la especial importancia que tiene, para este proceso, contar con una postura reflexiva acerca de la naturaleza dinámica y autocorrectiva del conocimiento científico.

Contexto para el aprendizaje de la ciencia

En la tabla 4.1 se describen también resultados correspondientes a factores contextuales (modelo 3) y prácticas pedagógicas (modelo 4) para el aprendizaje de la ciencia. En primer lugar, se observa que una mayor escasez de material educativo se asoció a menores puntajes en la prueba ($\beta = -11,90, p < 0,05$). En segundo lugar, no se encontró una relación estadísticamente significativa entre clima de disciplina del aula y rendimiento ($\beta = 0,21, p > 0,05$), tendencia que, sin embargo, pasó a ser significativa en el modelo final. Esto indicaría la importancia de contar con un adecuado equipamiento en la escuela y en el aula, especialmente para la ejecución de ejercicios prácticos y experimentos durante las clases de ciencia.

Estrategias pedagógicas

Con respecto a las estrategias docentes, un mayor uso de la retroalimentación ($\beta = -10,87, p < 0,05$) y de la indagación ($\beta = -11,39, p < 0,05$) se asoció a menores puntajes en la prueba de ciencia. En cambio, una mayor exposición a prácticas dirigidas por el docente mostró relacionarse positivamente al rendimiento en ciencia ($\beta = 5,75, p < 0,05$). Además, no se encontró que la adaptación de la enseñanza se asociara en forma estadísticamente significativa al rendimiento ($\beta = 0,32, p > 0,05$).

La relación positiva entre enseñanza dirigida por el docente y rendimiento en ciencia coincide con hallazgos previos que resaltan la importancia de enfatizar los aspectos conceptuales y fácticos en la enseñanza científica. Sin embargo, las asociaciones negativas entre el puntaje en ciencia y la retroalimentación, por un lado, y la enseñanza basada en la indagación, por el otro, resultaron contraintuitivas. En el caso de la retroalimentación, una posible explicación es que los estudiantes de menor rendimiento sean quienes reciban retroalimentación de sus docentes con más frecuencia (Mostafa et ál., 2018). Respecto a la asociación negativa hallada entre enseñanza basada en la indagación y el rendimiento en ciencia, esta resulta consistente con la tendencia internacional descrita en la sección 4.1.4. Debido a la naturaleza contraintuitiva de estos resultados, se decidió profundizar en ellos mediante la estimación de efectos no lineales (cuadráticos) y de interacción con otras variables.

Relaciones no lineales

Los modelos estimados hasta aquí asumieron la linealidad en las relaciones entre variables predictoras y variable criterio (rendimiento). Sin embargo, este podría no ser el caso, especialmente para aquellos resultados en que la dirección de las asociaciones resultó contraintuitiva. A fin de explorar la presencia de asociaciones no lineales, se estimaron modelos para evaluar la existencia de relaciones cuadráticas entre el rendimiento en ciencia y dos estrategias pedagógicas:

indagación (modelo 5) y retroalimentación (modelo 6). Así, los resultados del modelo 5 sugieren que la relación cuadrática planteada entre indagación y rendimiento es negativa (en forma de U invertida) pero no estadísticamente significativa ($\beta = -4,41$, $p > 0,05$). Este resultado, sin embargo, difiere al del modelo final y será abordado en la sección que describe dicho modelo. Por otro lado, se encontró evidencia de la existencia de una relación cuadrática positiva (forma de U) entre retroalimentación y rendimiento ($\beta = 1,18$, $p < 0,05$). Las figuras 4.1 y 4.2 presentan de manera gráfica los análisis no lineales descritos.

Figura 4.1 *Relación no lineal: enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia*

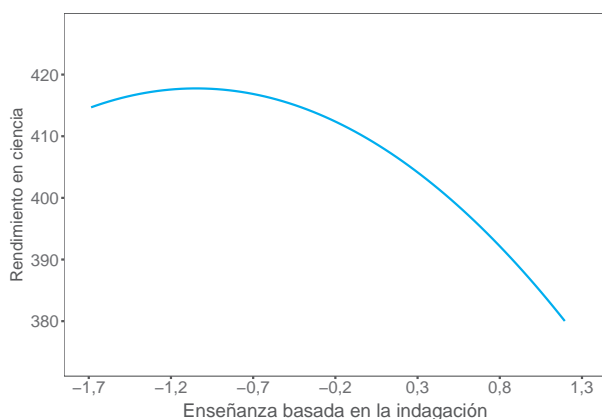
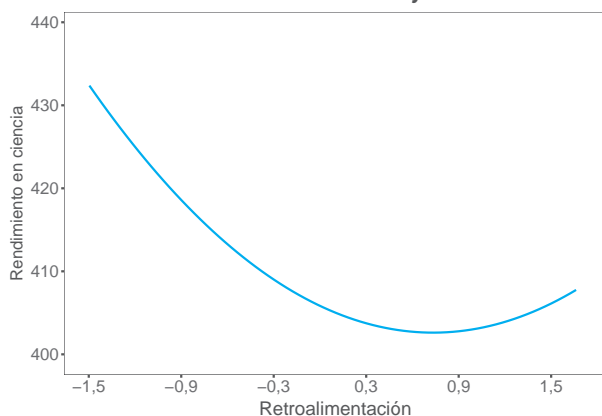


Figura 4.2 *Relación no lineal: retroalimentación y rendimiento en ciencia*



Efectos de interacción

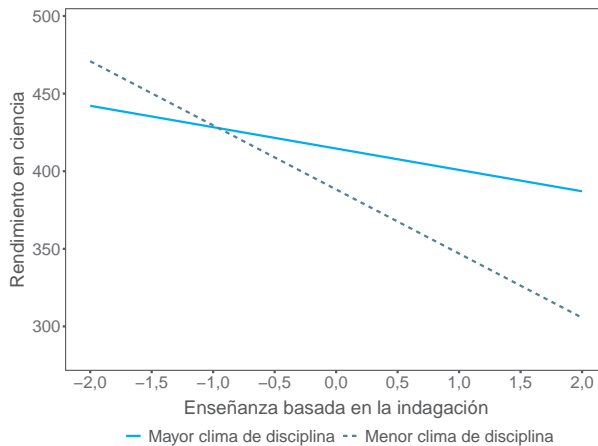
Los modelos hasta ahora reportados asumieron que la asociación entre enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia es constante e independiente del efecto de otras variables; es decir, que no varía según los valores o niveles de otras

variables. Por ejemplo, se asume que el valor de dicho coeficiente es $-11,39$ (modelo 4), independientemente de las características de los estudiantes y sus escuelas. Sin embargo, esto no sería necesariamente así; las variables independientes pueden estar relacionadas entre sí y causar un efecto diferenciado en el rendimiento en ciencia.

Por tal motivo, y a fin de seguir profundizando en los resultados contraintuitivos respecto a la enseñanza basada en la indagación, se evaluó la posibilidad de que esta estrategia pedagógica interactúe con el contexto de aprendizaje y las creencias científicas de los estudiantes en su relación con el rendimiento en ciencia. Para tal fin, se modelaron efectos de interacción entre la enseñanza basada en la indagación y las variables clima de disciplina del aula (modelo 7) y creencias epistemológicas (modelo 8). Ambas interacciones resultaron ser estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

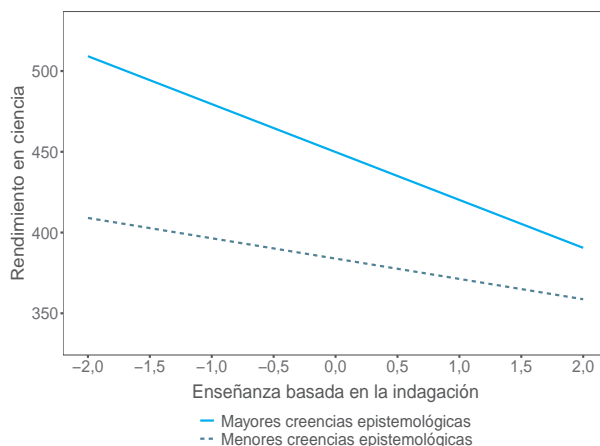
De manera específica, los resultados sugieren que contar con un clima favorable para el aprendizaje de la ciencia en el aula atenuaría marcadamente la relación negativa entre indagación y el puntaje en la prueba de ciencia ($\beta = 5,99$, $p < 0,05$; ver figura 4.3).

Figura 4.3 Interacción: enseñanza basada en la indagación y clima del aula



Por otro lado, si bien la relación entre indagación y rendimiento fue negativa en los niveles alto y bajo de las creencias epistemológicas, la disminución en los resultados en ciencia resultó ser más acentuada en el nivel más alto de dichas creencias ($\beta = -8,44$, $p < 0,05$; ver figura 4.4).

Figura 4.4 Interacción: enseñanza basada en la indagación y creencias epistemológicas



En general, estos hallazgos sugieren que la relación entre enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia se vio afectada tanto por aspectos individuales del estudiante (creencias epistemológicas) como del contexto de aprendizaje (clima de disciplina del aula).

4.2.1.3 Modelo final

En la última columna de la tabla 4.1 se presentan los resultados del modelo de regresión final (modelo 9), el cual integra información de los modelos parciales anteriores. De manera general, los resultados observados previamente se mantuvieron, con excepción de tres variables: autoeficacia relacionada con la ciencia, clima de disciplina del aula y el efecto cuadrático de la enseñanza basada en indagación. En estos casos, los efectos se tornaron significativos. Así, a medida que los estudiantes reportaron mayores niveles de autoeficacia ($\beta = 7,32$, $p < 0,05$) y percibieron un clima más ordenado y disciplinado en el aula ($\beta = 2,01$, $p < 0,05$), sus puntajes en ciencia tendieron a aumentar. Además, se encontró evidencia de una relación cuadrática negativa entre indagación y rendimiento en ciencia ($\beta = -6,31$, $p < 0,05$), resultado que aparece graficado en la figura 4.1.

4.2.2 Análisis complementarios

Luego de explorar la presencia de relaciones no lineales y de efectos de interacción en la relación entre indagación y resultados en la prueba de ciencia, se optó por realizar análisis de correlación que aportaran información sobre relaciones diferenciadas entre las distintas prácticas que integran la escala de indagación (reflejadas en sus distintos ítems) y el puntaje en ciencia. De esta manera se encontró que la asociación negativa era más pronunciada para las actividades relacionadas con el diseño, la implementación de experimentos prácticos de

laboratorio y la discusión de investigaciones. Esta tendencia fue especialmente marcada para aquellas preguntas que buscaban evaluar la frecuencia con que los estudiantes realizaban experimentos en el laboratorio (ST098Q02TA), diseñaban sus propios experimentos (ST098Q07TA), debatían sobre investigaciones (ST098Q08NA) y ejecutaban investigaciones prácticas para probar ideas (ST098Q10NA). Para el caso de las demás preguntas, generalmente orientadas a la explicación de temas teóricos científicos durante la clase, las relaciones negativas resultaron ser de menor magnitud o nulas.

Tabla 4.2 Relación entre los ítems de la escala de enseñanza basada en la indagación y rendimiento en ciencia

Código	Ítem	ρ^*
ST098Q01TA	Los estudiantes tienen la oportunidad de explicar sus ideas.	-0,02
ST098Q02TA	En el laboratorio, los estudiantes dedican tiempo para hacer experimentos.	-0,13
ST098Q03NA	Se les pide a los estudiantes que argumenten sobre preguntas relacionadas a la Ciencia.	-0,03
ST098Q05TA	A los estudiantes se les pide que saquen conclusiones sobre el experimento que han realizado.	-0,04
ST098Q06TA	El profesor explica cómo una idea de la clase de Ciencia se puede aplicar a diferentes fenómenos (el movimiento de los objetos, sustancias con propiedades similares, etc.).	0,05
ST098Q07TA	A los estudiantes se les permite diseñar sus propios experimentos.	-0,21
ST098Q08NA	La clase participa en debates sobre investigaciones.	-0,23
ST098Q09TA	El profesor explica claramente la importancia de los conocimientos científicos en nuestra vida diaria.	-0,06
ST098Q10NA	Se les pide a los estudiantes que hagan investigaciones para probar las ideas.	-0,17

*Coeficiente de correlación rho de Spearman.

4.3 Discusión

El presente estudio tuvo por objetivo explorar las relaciones entre las cuatro estrategias pedagógicas contempladas en el marco de PISA 2015 (enseñanza dirigida por el docente, enseñanza basada en la indagación, retroalimentación y adaptación de la enseñanza) y el rendimiento en ciencia, luego de controlar por un conjunto de características del estudiante, el aula y la escuela.

En cuanto a las variables sociodemográficas incluidas en los modelos, los resultados sugieren la persistencia de brechas documentadas previamente en la literatura que favorecerían a determinadas subpoblaciones de estudiantes y perjudicarían a otras (Ministerio de Educación, 2017b). A nivel del estudiante, estas brechas mostraron

favorecer a aquellos de mayor estatus socioeconómico (ISE), de sexo masculino, que tenían al castellano como lengua materna y que no habían repetido de año. Por su parte, se encontraron también dificultades en el desarrollo de la competencia científica en estudiantes que asisten a escuelas con menor estatus socioeconómico promedio (ISEP), de gestión estatal y de tamaño mediano o pequeño. Estos hallazgos, además de reflejar disparidades de carácter estructural que afectarían el desarrollo de la competencia científica, suponen una serie de desafíos al sistema educativo peruano. El principal de ellos consiste en garantizar que el acceso a oportunidades de aprendizaje en ciencia se dé en condiciones de equidad, algo que según datos de PISA 2015 no ocurriría según los diversos estratos.

Con respecto a las actitudes relacionadas con la ciencia, se encontró que tanto la autoeficacia como la motivación de logro y la motivación instrumental se asociaban positivamente al rendimiento en ciencia. Esto coincide con evidencia previa según la cual el aprendizaje en ciencia se verá favorecido en tanto los estudiantes desarrollen disposiciones favorables que les permitan contar con motivación y persistencia adecuadas (Bøe y Henriksen, 2015; Schiepe-Tiska et ál., 2016).

Además de las cuestiones actitudinales y motivacionales, es importante destacar el rol que mostraron cumplir las creencias epistemológicas en los resultados de ciencia. Como se mencionó en el capítulo 3, la presencia de altos niveles de creencias epistemológicas sugiere que el estudiante es capaz de contar con una visión integrada de las ventajas, pero también de las limitaciones del método científico en tanto herramienta útil para la comprensión de los fenómenos del mundo. Tomando ello en cuenta, resulta relevante encontrar que este tipo de creencias, caracterizadas por un balance crítico del rol de la ciencia en la sociedad y de su naturaleza dinámica y autocorrectiva, se asocia al rendimiento en ciencia en mayor magnitud que las actitudes exclusivamente favorables hacia la ciencia en la escuela y fuera de ella.

Por otro lado, los resultados dieron cuenta de la importancia de contar con un adecuado clima de aula, así como infraestructura y materiales educativos suficientes y adecuados. De manera específica, la evidencia sugiere que contar con un clima favorable para el aprendizaje en el aula es un requisito indispensable para la implementación exitosa de distintas prácticas pedagógicas, especialmente de aquellas que requieren de un alto nivel de autorregulación por parte de los estudiantes, como suelen ser las correspondientes a estrategias de enseñanza centradas en el estudiante (Caro et ál., 2016). Por otro lado, algunas de estas estrategias, como es el caso de la enseñanza basada en la indagación, suelen enfatizar los aspectos procedimentales de la competencia científica y suelen requerir de materiales pertinentes en suficiente cantidad (por ejemplo, instrumentos de laboratorio, computadoras, entre otros).

Los resultados obtenidos para las estrategias pedagógicas sugieren que, una vez controlado el efecto de las características del estudiante y la escuela, así como de las actitudes y del contexto de aprendizaje (y demás estrategias docentes), la adaptación de la enseñanza no sería particularmente relevante para explicar el rendimiento en ciencia. Este resultado contrasta con la influencia positiva que mostró ejercer la enseñanza dirigida por el docente, estrategia que enfatiza el aprendizaje fáctico y conceptual en contextos estructurados (Kirschner et ál., 2006; Klahr y Nigam, 2004; Schuster et ál., 2017). Cabe añadir que la relación positiva entre enseñanza dirigida y rendimiento estaría respaldada por evidencia empírica de corte experimental (Mayer, 2004; Tuovinen y Sweller, 1999) y metaanalítico (Stockard et ál., 2018).

Por su parte, las relaciones negativas halladas entre rendimiento en ciencia y retroalimentación, por un lado, e indagación, por el otro, resultaron contraintuitivas. Con respecto a la retroalimentación, una hipótesis esbozada por Mostafa et ál. (2018) es que dicha relación negativa se explicaría por el hecho de que los estudiantes de menor rendimiento serían los que reportan con mayor frecuencia el uso de este tipo de estrategias por parte de sus docentes. Por otro lado, se encontró que la retroalimentación y el rendimiento se asociaban de forma no lineal. De manera específica, si bien esta relación resultó ser de tendencia esencialmente negativa, en los niveles más altos de retroalimentación la relación se tornó positiva. Esto último sugiere que, cuando la retroalimentación es sostenida en el tiempo, podría ayudar a remontar los bajos resultados obtenidos por los estudiantes de menor rendimiento.

En relación con los resultados obtenidos para indagación, se realizaron análisis orientados a profundizar en la relación negativa entre dicha estrategia y el rendimiento. Así, los resultados de las interacciones y relaciones no lineales dieron cuenta de que la indagación resultaría útil, especialmente cuando no se recurre a ella en exceso. Este resultado coincide con el obtenido por Teig et ál. (2018); según estos autores, el uso exclusivo y excesivo de estrategias indagatorias tendría por resultado una disminución en el rendimiento, sugiriendo la escasa utilidad de recurrir a actividades prácticas en el aula de ciencia si ello no es acompañado de una adecuada profundización en los contenidos disciplinares (OECD, 2016b).

Por otro lado, se encontró que el rendimiento en ciencia se explicaba también por la interacción entre indagación y dos variables: clima de disciplina del aula y creencias epistemológicas de los estudiantes. Si bien la relación entre indagación y rendimiento en ciencia fue negativa en aulas más y menos disciplinadas por igual, la asociación inversa fue más acentuada en estas últimas. De esta manera, se refuerza la idea de que las estrategias pedagógicas centradas en el estudiante y que enfatizan los aspectos prácticos del aprendizaje requieren de una alta capacidad por parte del docente y los estudiantes para generar y sostener un ambiente ordenado y armonioso. Por otro lado, se encontró evidencia que sugiere que contar

con un alto nivel de creencias epistemológicas no atenuaría la relación negativa entre la indagación y el puntaje en la prueba de ciencia. Es decir, un énfasis excesivo en el aprendizaje indagatorio desligado de la base conceptual de la ciencia no solo se asociaría a un menor rendimiento, sino que afectaría particularmente a aquellos estudiantes que cuentan con una mirada más crítica y reflexiva sobre la naturaleza de la construcción del conocimiento científico.

Posteriormente, se realizaron análisis de correlación entre los ítems de la escala de indagación y el puntaje en la prueba de ciencia. Estos arrojaron que eran precisamente las prácticas que enfatizaban en mayor medida la dimensión práctica del aprendizaje científico las que mostraron correlaciones negativas de mayor magnitud con los puntajes de ciencia en PISA 2015. Estos resultados, junto con los obtenidos mediante los análisis de interacción y no lineales, aportarían mayor sustento a lo señalado por la evidencia (Furtak et ál., 2012; Kirschner et ál., 2006; Klahr y Nigam, 2004; Lazonder y Harmsen, 2016; Teig et ál., 2018): que, en lo que respecta al desarrollo de la competencia científica, no resultará de mucha utilidad una enseñanza que enfatice los procedimientos seguidos por el método científico si estos no van acompañados de una reflexión conceptual y disciplinar en torno a lo que se hace.

Finalmente, tanto Lau y Lam (2017) como Caro, Kyriakides y Televantou (2018) han sugerido vías alternas y complementarias de explicación para la persistencia de la relación negativa entre indagación y rendimiento. En primer lugar, y debido a que los análisis de regresión no permiten establecer relaciones causales en torno a las consecuencias del uso de determinadas estrategias pedagógicas, sugieren que lo inverso es también posible: que los estudiantes con menor rendimiento sean aquellos que participen de una mayor cantidad de actividades de indagación. En este escenario, los docentes podrían desmotivarse en presencia de estudiantes de bajo rendimiento, prefiriendo mantenerlos ocupados y entretenidos en actividades prácticas, en lugar de enfocarse en el desarrollo de habilidades prácticas asentadas en una sólida base conceptual. Esta hipótesis ha sido referida en la literatura como *endogeneidad o sesgo de causalidad invertida* (Caro, 2015; Lau y Lam, 2017) y se encuentra estrechamente relacionado con la ausencia de mediciones previas de rendimiento, propia de evaluaciones a gran escala de diseño transversal (Caro et ál., 2018). La segunda hipótesis planteada es que las investigaciones reportadas por los estudiantes no cuenten con los requisitos mínimos para ser consideradas como tales desde una mirada estrictamente científica. Así, Lau y Lam (2017) sostienen la existencia de evidencia según la cual llevar a cabo investigaciones cuasiexperimentales diseñadas por expertos impactaría positivamente en el desarrollo de la competencia científica²⁶. De esta manera, la asociación negativa no

²⁶Esta práctica podría suponer un paso previo a que los estudiantes desarrollen la capacidad de plantear y ejecutar sus propias investigaciones en vez de la mera ejecución de investigaciones propuestas por el docente.

sería necesariamente evidencia en contra del uso de la indagación. Por el contrario, sugeriría que lo que se lleva a cabo en las aulas bajo el nombre de *investigaciones* resultaría poco efectivo para desarrollar la competencia científica de los estudiantes.

Interés en carreras científicas y tecnológicas

Capítulo 5

La ciencia provee explicaciones exhaustivas y confiables acerca del mundo material, virtud que la identifica como uno de los principales logros de las sociedades modernas (Schiepe-Tiska et ál., 2016). Las tecnologías derivadas de ella influyen directamente en las actividades productivas, el cuidado de la salud, la recreación, la comunicación y, de manera general, en la comprensión del mundo y del ser humano (Henriksen, 2015). Más aun, algunos de los desafíos actuales de mayor relevancia a nivel global (por ejemplo, el cambio climático, el desequilibrio en los ecosistemas, la extinción de distintas especies, la expansión de las enfermedades, entre otros) requieren del conocimiento científico para una adecuada comprensión y búsqueda de soluciones efectivas (Henriksen, 2015). Por ello, resultará crucial para las distintas sociedades que sus ciudadanos desarrollen, desde temprana edad, el interés y la disposición de involucrarse en cuestiones de ciencia y tecnología.

Diversas investigaciones, sin embargo, sugieren un creciente desinterés por parte de la población estudiantil hacia los temas científicos en el campo educativo (Henriksen, 2015; Regan y DeWitt, 2015). Esta tendencia se ha acentuado en las últimas décadas, especialmente en países como Inglaterra, Noruega, Australia y Nueva Zelanda (Henriksen, 2015). Además, resulta especialmente evidente en la transición de la educación secundaria a la superior. Así, por ejemplo, en Europa la tasa de estudiantes que optaron por carreras científicas se redujo del 12,0% al 9,0% a partir del 2000 (Eurydice, 2012). Por su parte, en el Perú, según cifras del II Censo Nacional Universitario 2010, del total de estudiantes universitarios de pregrado matriculados ese año, el 22,5% cursaba una carrera en ciencias básicas, ingeniería y tecnología, mientras que, a nivel posgrado, dicha proporción disminuía a tan solo el 6,1% (Corilloclla y Granda, 2014). En conjunto, estas cifras ofrecen un panorama general marcado por limitaciones en la disponibilidad de profesionales dedicados a la ciencia y la tecnología.

PISA 2015 recogió esta preocupación y planteó en su marco conceptual de evaluación que el interés por la ciencia es también parte de la competencia científica, al igual que las habilidades, los conocimientos y las actitudes o valoraciones hacia la ciencia (OECD, 2016a). Por tal motivo, PISA 2015 examinó el interés que mostraban los estudiantes en desempeñar una ocupación relacionada con la ciencia y la tecnología a los 30 años. El presente estudio utilizó esta información a fin de explicar el interés de los estudiantes peruanos en este tipo de carreras según variables contextuales e individuales.

5.1 Factores que inciden en la elección de carreras científicas y tecnológicas

La elección ocupacional es el resultado de un proceso complejo y dinámico, cuyas características han sido estudiadas desde aproximaciones provenientes de distintas disciplinas (Bøe y Henriksen, 2015). A fin de entender mejor las actuales tasas de estudiantes involucrados en carreras de ciencia y tecnología, resulta necesario comprender los aspectos contextuales e individuales que acompañan la toma de decisiones en el ámbito ocupacional.

5.1.1 Aspectos socioculturales y contextuales

Desde las ciencias sociales, se ha enfatizado que el proceso de elección de carrera obedece a cuestiones socioculturales relacionadas con la construcción de la identidad, especialmente en sociedades modernas tardías. En dichos contextos, y a diferencia de lo que ocurre en sociedades más tradicionales, los jóvenes contarían con mayor libertad para la construcción de su identidad, pudiendo articular en dicho proceso intereses, metas y valoraciones personales (Giddens, 1991). De esta manera, la elección de carreras científicas y tecnológicas ocurrirá en tanto estas reflejen y permitan desarrollar distintos aspectos de la identidad personal (Bøe y Henriksen, 2015).

Es importante enfatizar que la modernidad tardía supone principalmente la *idea* de libre elección; no obstante, diversos aspectos estructurales continuarán ejerciendo una marcada influencia en las elecciones y oportunidades con las que cuentan los jóvenes (Atkinson, 2008). Entre los aspectos más relevantes para explicar el interés de los estudiantes en temas de ciencia se encuentran el estatus socioeconómico y el capital científico, la edad, el sexo y los roles de género, así como experiencias tempranas relacionadas con la ciencia tanto dentro como fuera de la escuela

5.1.1.1 Características socioeconómicas, capital científico y edad

Algunos autores han hecho énfasis en la importancia de aspectos familiares y socioeconómicos en el desarrollo de la competencia científica y las elecciones vocacionales relacionadas con esta. Así, Aschbacher, Li y Roth (2009) encontraron que los estudiantes con mayor rendimiento en ciencia suelen provenir de familias de mayor estatus socioeconómico. Asociado a esto se encuentra el capital científico, constructo que integra cuestiones relacionadas con el capital cultural (por ejemplo, contar con literacidad científica), prácticas o hábitos (ver programas de televisión sobre temas de ciencia, entre otras) y capital social relacionado con la ciencia (por ejemplo, tener padres con conocimientos o carreras científicas). En esta línea, Archer, DeWitt y Willis (2014) han sostenido que la probabilidad de que un niño exprese y mantenga su interés en cuestiones científicas se encontrará fuertemente influenciada por el capital científico de su familia. Así mismo, las actitudes de los padres hacia la ciencia, y en particular las del padre, así como que alguno de ellos se dedique al campo científico (DeWitt y Archer, 2015), han mostrado también ser

particularmente relevantes para explicar las actitudes y rendimiento de los estudiantes en el área de ciencia (Schiepe-Tiska et ál., 2016).

Otro aspecto importante es la edad. Aquí la evidencia sugiere que, cuando el interés por la ciencia surge desde muy temprana edad, existe una mayor probabilidad de que se traduzca en decisiones vocacionales en dicho campo (Regan y DeWitt, 2015). Sin embargo, este interés podría empezar a declinar alrededor de los diez años (Bennett y Hogarth, 2009), tendencia que se estabilizaría durante la educación secundaria (Barmby, Kind y Jones, 2008).

5.1.1.2 Sexo y roles de género

Un factor de especial relevancia para la elección de carreras científicas y tecnológicas se refiere a los roles de género asociados al sexo de los estudiantes. Así, las mujeres que eligen carreras en ciencia suelen optar por las ciencias médicas, biológicas y de la salud (Schoon y Eccles, 2014) pero no por carreras de matemática, ingeniería y ciencias de la computación, las cuales cuentan con una mayor presencia de varones (Eurydice, 2010). Estas brechas se explicarían por la influencia de los roles de género en las aspiraciones vocacionales de los estudiantes (Henriksen, 2015). Por ejemplo, la evidencia apunta a que las mujeres se encontrarían más dispuestas que los hombres a realizar sacrificios profesionales en beneficio de sus familias, y suelen percibir que determinadas carreras científicas y tecnológicas no les permitirán equilibrar exitosamente dichos ámbitos (Hakim, 2006). En esta línea, a diferencia de lo que ocurre con los hombres, las mujeres suelen elegir carreras de ciencia que les permitan interactuar y desarrollar relaciones altruistas y recíprocas con otras personas (Eccles y Wang, 2015).

5.1.1.3 Enseñanza y experiencias tempranas con la ciencia

Las aspiraciones vocacionales se ven influenciadas por cuestiones estructurales como el género y el estatus socioeconómico (DeWitt y Archer, 2015). Sin embargo, aun cuando estas variables ayudan enmarcar las elecciones educativas y profesionales, aspectos tales como el interés y las experiencias escolares pueden resultar tan o más importantes que los factores estructurales (Maltese y Tai, 2010).

De esta manera, los factores escolares, particularmente aquellos relacionados con la calidad de la enseñanza y el acceso a oportunidades de aprendizaje, han evidenciado su influencia en la participación de actividades y buen desempeño en cursos de ciencia (Tytler y Osborne, 2012). Así, en un estudio realizado en Estados Unidos con estudiantes universitarios, se encontró que la calidad de la enseñanza recibida durante la secundaria predecía el rendimiento en cursos de ciencia durante la universidad (Tai, Liu, Maltese y Fan, 2006). De forma similar, otro factor que suele citarse entre las fuentes iniciales de interés en la escuela es la participación en actividades científicas estimulantes (por ejemplo, competencias científicas, participación en proyectos, demostraciones de experimentos, etc.) (Maltese y Tai,

2010). En contraste, entre las causas del alejamiento destacan las limitaciones relacionadas con la transición de la primaria a la secundaria, la baja calidad del trabajo experimental en clase, el incremento de la oferta y elección de cursos no relacionados con la ciencia, así como la ausencia de referentes provenientes del campo científico (Sadler, 2002). En conjunto, estos factores generarían un clima en el que la ciencia escolar es percibida como poco atractiva y carente de propósito, disuadiendo a muchos estudiantes de otorgarle un rol en su futuro laboral (Tytler y Osborne, 2012).

5.1.2 Aspectos individuales: la teoría de expectativa-valor

Una perspectiva relevante para el estudio de la toma de decisiones educativas y vocacionales es la teoría de expectativa-valor (Eccles et ál., 1983; Wigfield y Eccles, 2000). Esta teoría integra aspectos sociales, psicológicos y culturales en la explicación de la conducta motivada y plantea que la elección, el involucramiento y la persistencia en ciertas metas pueden entenderse a partir de la valoración atribuida ella y la confianza en la propia capacidad (Wigfield y Eccles, 2000).

De manera específica, la teoría de expectativa-valor postula que las decisiones en el ámbito educativo y vocacional obedecerán, en gran medida, a las creencias motivacionales que mantengan las personas, entre las cuales se encuentran el interés, los autoconceptos de habilidad y la valoración subjetiva que se haga de la tarea. Esta última se compone del valor de interés (disfrute), el valor de utilidad (la cualidad instrumental de la tarea para la consecución de objetivos personales), el valor de logro (la relación entre la tarea y los valores personales centrales) y el costo (aquello a lo que se debe renunciar al tomar una decisión particular) (Eccles y Wang, 2015). Un aspecto común a estos componentes es el papel central que cumplen las actitudes.

Las actitudes pueden definirse como los sentimientos y evaluaciones que expresan las personas hacia determinados objetos y, en tal medida, anteceden y guían la conducta en distintos ámbitos de la vida (Regan y DeWitt, 2015). Las actitudes poseen componentes cognitivos, afectivos y comportamentales, variando según su contenido (por ejemplo, actitudes hacia la ciencia), dirección (positiva, negativa o neutra) e intensidad. En específico, las actitudes hacia la ciencia se refieren a los afectos, creencias y valores que mantienen los estudiantes en relación con la ciencia escolar, así como con los temas científicos y sus implicancias para su vida cotidiana y la sociedad (Tytler y Osborne, 2012). Entre estas actitudes se encuentran las emociones ligadas al logro, las cuales pueden tener una valencia positiva o negativa (Schiepe-Tiska et ál., 2016) y, en función de ello, ejercer un impacto facilitador o inhibitorio sobre la conducta (Pekrun y Linnenbrink-Garcia, 2014). Un ejemplo de emociones positivas de logro es el gusto por la ciencia, el cual refleja una buena disposición hacia el aprendizaje científico y a percibir que este es valioso y significativo (Schiepe-Tiska et ál., 2016). En el polo opuesto, la ansiedad hacia la

ciencia suele describir un estado emocional caracterizado por el temor en contextos de aprendizaje (Schiepe-Tiska et ál., 2016).

Estrechamente relacionadas con las emociones, las orientaciones motivacionales pueden clasificarse en intrínsecas e instrumentales. Por un lado, la motivación intrínseca expresa disfrute e interés genuino por un tema o actividad y, en el contexto del aprendizaje de la ciencia, suele expresarse mediante el interés por ella (Krapp y Prenzel, 2011). Así, se ha encontrado que los estudiantes con altos niveles de interés son capaces de adquirir conocimiento nuevo, tanto en dominios específicos como de corte metacognitivo (Krapp y Prenzel, 2011). Además, la investigación empírica es consistente en señalar que el interés individual en ciencia es de suma importancia en el proceso de elección de carrera, gestándose desde muy temprana edad (Maltese y Tai, 2010). Por otro lado, la motivación instrumental para el aprendizaje de la ciencia se encuentra relacionada con la creencia de que su aprendizaje resultará útil en el futuro (Schiepe-Tiska et ál., 2016). Así, la evidencia longitudinal sugiere que esta variable es uno de los predictores más importantes en la selección de cursos y en el proceso de elección vocacional (Schiepe-Tiska et ál., 2016).

Finalmente, resultarán importantes también las creencias que los estudiantes tengan sobre sí mismos, particularmente sobre su propia capacidad. De esta manera, la autoeficacia científica refleja la autoconfianza para desempeñarse óptimamente en tareas de este campo y se asienta en experiencias previas de dominio (“si lo hice antes, puedo volver a hacerlo”), experiencias vicarias (“si alguien más puede hacerlo, tal vez yo también soy capaz”), persuasión social (“si mis amigos creen que puedo hacerlo, confío en que puedo hacerlo”) y activación fisiológica. De acuerdo con la evidencia empírica, la autoeficacia ha mostrado asociarse a oportunidades de aprendizaje basado en la indagación (Jansen, Scherer y Schroeders, 2015), al involucramiento en actividades de aprendizaje, al esfuerzo, la perseverancia, la orientación a metas y a mayor rendimiento (Bandura, 1993).

5.1.3 Factores asociados al desinterés en carreras de ciencia en el Perú

En el caso peruano, un estudio publicado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) identificó los siguientes factores como especialmente relevantes en el proceso de elección de carreras científicas y tecnológicas: (a) la escasa cultura científica por parte de los estudiantes y la desinformación sobre lo que caracteriza a una carrera en ciencia y tecnología; (b) la limitada cantidad de experiencias escolares relacionadas con temas científicos y tecnológicos; (c) la ausencia de “modelos profesionales” en el terreno de la ciencia y la tecnología que muestren los beneficios y aspectos positivos de este tipo de carreras; (d) los estereotipos que rodean a los profesionales de este campo; (e) la ambivalencia que existe a nivel social en torno a este tipo de carreras (importancia vs. escaso reconocimiento); (f) la escasez de profesores adecuadamente

capacitados en la enseñanza de la ciencia; (g) los programas de visitas a escuelas realizados por algunas universidades peruanas; y (h) el escaso soporte y orientación que suelen recibir los jóvenes durante el proceso de elección de carreras profesionales (Corilloclla y Granda, 2014).

El contexto descrito por el CONCYTEC plantea un escenario desafiante para el desarrollo del interés en carreras de ciencia y tecnología, y reflejarían la escasa valoración que suele darse a los aspectos positivos de involucrarse en actividades y carreras vinculadas a la ciencia (por ejemplo, el disfrute personal y los beneficios para la comunidad). Teniendo en cuenta la relevancia de los aspectos motivacionales y actitudinales para la elección de este tipo de carreras (aspectos subrayados por la teoría de expectativa-valor), suponen también un llamado de atención al sistema educativo y a la escuela en este terreno.

La literatura local no ha hecho suficiente énfasis en el rol que cumplen las expectativas y los aspectos motivacionales, así como las creencias sobre el sí mismo y las actitudes hacia la ciencia en la expectativa de estudiar carreras científicas y tecnológicas. Por tal motivo, la presente investigación tuvo por objetivo explorar el papel que cumplen estas variables en dicha opción vocacional en estudiantes de 15 años próximos a culminar su escolaridad, mediante datos provenientes de PISA 2015. Como se mencionó en el capítulo 1, los análisis reportados buscan responder a la pregunta de investigación: ¿Qué factores se asocian al interés en carreras científicas y tecnológicas?

5.2 Resultados

A continuación, se reportan los resultados de los modelos de regresión logística binaria estimados para explicar el interés en carreras de ciencia y tecnología (tabla 5.1). En primer lugar, se estimó un modelo base que contenía características del estudiante, su familia y escuela. Luego, se estimaron modelos parciales mediante los cuales se incluyeron distintos factores actitudinales, motivacionales y contextuales. Tras controlar por el efecto de dichas variables, se estimaron efectos de interacción, los cuales se presentan de forma gráfica²⁷. Por último, en el modelo final se incluyeron todas las variables e interacciones estimadas en los modelos previos.

5.2.1 Modelos de regresión logística binaria

PISA 2015 examinó el interés de los estudiantes peruanos en desempeñar una ocupación relacionada con la ciencia y la tecnología como parte de su futuro profesional. Para ello, el cuestionario de estudiantes planteó la pregunta abierta “¿Qué tipo de trabajo esperas tener cuando tengas 30 años?”. Las respuestas fueron codificadas, permitiendo identificar dos tipos de carreras: científicas y tecnológicas (ciencias e ingeniería, profesionales de la salud, profesionales en

²⁷Para graficar los efectos de interacción según estatus socioeconómico, se utilizaron los dos extremos de dicha variable (alto y muy bajo) luego de categorizarla.

tecnologías de la información y carreras técnicas) y carreras no científicas. Así, se obtuvo una variable dicotómica que reflejó el interés por parte de los estudiantes en optar por una carrera científica o tecnológica. El anexo D muestra mayor detalle sobre la codificación de las respuestas abiertas y la clasificación de las carreras planteada por PISA.

A continuación, se reportan los modelos de regresión logística binaria estimados a fin de conocer el rol que cumplen los aspectos estructurales y contextuales, así como las actitudes de los estudiantes, en el interés por carreras científicas (tabla 5.1). Ello permitió profundizar en los resultados presentados previamente en el capítulo 3 mediante la estimación de modelos explicativos que permiten cuantificar el interés en este tipo de carreras en función de distintas variables. Para ello, se estimó un modelo base con distintas características del estudiante y de la escuela. Posteriormente, se elaboraron modelos parciales en los cuales se incluyeron efectos lineales y de interacción. En el modelo final se integra información relevante proveniente de los modelos estimados previamente.

Cabe mencionar que para cada modelo se reportan los coeficientes exponenciales, también denominados “odds ratio” (OR), asociados a los predictores. Por el cambio en una unidad en el predictor, un coeficiente exponencial por encima de 1 refleja mayores chances (“odds”) de que el estudiante se interese en una carrera científica o tecnológica, mientras que un coeficiente exponencial por debajo de 1 refleja una disminución en estas chances. Específicamente, el “odds” se define como la razón entre la probabilidad de que ocurra un evento (por ejemplo, mostrar interés en estudiar medicina) y la probabilidad de que tal evento no ocurra (no mostrar interés en estudiar tal carrera). Por otro lado, el “odds ratio” se define como la razón entre dos “odds”. Por ejemplo, si quisiéramos conocer la relación entre el interés (o desinterés) en la carrera de medicina y tener (o no tener) un padre médico, tendríamos que calcular:

$$\text{Odds ratio del interés en medicina} = \frac{\frac{A}{C}}{\frac{B}{D}}$$

Donde cada una de las siguientes variables expresa la cantidad de estudiantes:

A = Interesados en medicina cuando uno de los padres es médico

B = Interesados en medicina cuando ninguno de los padres es médico

C = No interesados en medicina cuando uno de los padres es médico

D = No interesados en medicina cuando ninguno de los padres es médico

Tabla 5.1 Modelos de factores asociados al interés en carreras de ciencia y tecnología

Variable	Modelos							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(Intercepto)	0,595*	0,613*	0,619*	0,619*	0,619*	0,619*	0,625*	0,625*
Lengua materna: originaria ^A	0,852*	1,116	1,185	1,197	1,185	1,197	1,139	1,15
Lengua materna: extranjera ^A	0,771*	0,787	0,712	0,719	0,726	0,698	0,705	0,712
Sexo: mujer	0,664*	0,619*	0,619*	0,619*	0,613*	0,619*	0,619*	0,619*
ISE	1,174*	1,105*	1,116*	1,116*	1,116*	1,116	1,105	1,105*
Ocupación de padres relacionada con la ciencia	1,733*	1,716*	1,699*	1,699*	1,699*	1,716*	1,716*	1,733*
Matrícula oportuna: sí	1,363	1,363*	1,336*	1,336*	1,336*	1,336*	1,336*	1,323*
ISEP	1,051*	1,185*	1,174	1,174	1,162	1,174	1,185*	1,162
Motivación instrumental		1,377*	1,377*	1,377*	1,391*	1,391*	1,336*	1,336*
Motivación de logro		1,209*	1,234*	1,234*	1,234*	1,234*	1,234*	1,234*
Gusto por la ciencia		1,041	1,073	1,073	1,073	1,073	1,062	1,062
Interés en temas científicos		1,271*	1,271*	1,271*	1,271*	1,271*	1,259*	1,259*
Autoeficacia relacionada con la ciencia		0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951
Ansiedad en las pruebas		0,914	0,896	0,896	0,887	0,771*	0,896	0,771
Actividades científicas		1,139*	1,197*	1,197*	1,197*	1,197*	1,197*	1,197*
Soporte emocional de los padres		1,030	1,020	1,020	1,020	1,020	1,030	1,030
Enseñanza basada en la indagación			0,878*	0,827*	0,896	0,878*	0,869*	0,835
Sexo: mujer x indagación				1,139				1,174
ISE x indagación					0,905			0,878*
Sexo: mujer x ansiedad						1,336*		1,350*
ISE x motivación instrumental							1,139*	1,162*
Índices de ajuste								
AIC	8640,8	6503,2	6115,8	6117,3	6114,4	6110,8	6107,7	6107,7
BIC	8695,2	6607,5	6225,7	6233,7	6230,7	6227,1	6224,0	6235,7

* $p < 0,05$. ^AReferencia: lengua materna castellana.

5.2.1.1 Modelo base

Como se observa en la tabla 5.1, el primer modelo (base) incluyó características individuales y contextuales del estudiante, así como el índice socioeconómico promedio de la escuela (ISEP). Con respecto al estudiante, tener una lengua materna originaria ($OR = 0,852, p < 0,05$) o extranjera ($OR = 0,771, p < 0,05$) se relacionó negativamente al interés en carreras científicas o tecnológicas. De manera similar, ser mujer se asoció a una disminución en las chances de interesarse por este tipo de ocupaciones ($OR = 0,664, p < 0,05$), en comparación a los hombres. Por el contrario, un mayor nivel socioeconómico por parte del estudiante ($OR = 1,174, p < 0,05$) y de la escuela ($OR = 1,051, p < 0,05$) se vinculó a mayores chances de elegir carreras en ciencia y tecnología. Por último, contar con uno de los dos padres desempeñándose en una ocupación relacionada con la ciencia se relacionó positivamente al interés por este tipo de carreras ($OR = 1,733, p < 0,05$).

5.2.1.2 Modelos parciales

En la tabla 5.1 también se presentan los resultados correspondientes a los modelos parciales. En ellos se exploró el rol de variables que, teóricamente, habrían de relacionarse positivamente con el interés en carreras científicas. De forma específica, se examinó el papel que cumplen las actitudes del estudiante y el soporte emocional brindado por los padres (modelo 2), la enseñanza basada en la indagación (modelo 3), así como el efecto moderador del sexo y el estatus socioeconómico en la relación entre interés en carreras científicas y variables tales como la indagación, la ansiedad ante las pruebas y la motivación instrumental (modelos 4 al 7).

Actitudes, contexto familiar y enseñanza

En el modelo 2 se aprecia que, tras controlar por las variables del modelo base, las actitudes relacionadas con la ciencia que se asociaron a incrementos en las chances de optar por carreras científicas y tecnológicas fueron la motivación instrumental ($OR = 1,377, p < 0,05$), la motivación de logro ($OR = 1,209, p < 0,05$), el involucramiento en actividades científicas ($OR = 1,041, p < 0,05$) y el interés en temas de ciencia ($OR = 1,271, p < 0,05$). Por su parte, no se encontraron resultados estadísticamente significativos para la ansiedad en las pruebas, la autoeficacia relacionada con la ciencia y el gusto por la ciencia. En relación con el contexto familiar, el soporte emocional brindado a los estudiantes por sus padres tampoco se asoció en forma estadísticamente significativa a variaciones en las chances de interesarse por carreras de ciencia y tecnología.

Por otra parte, una mayor frecuencia en el uso de estrategias pedagógicas basadas en la indagación se asoció a una disminución en las chances de mostrar interés en carreras de este tipo (modelo 3). Ello va en línea con la relación negativa hallada entre

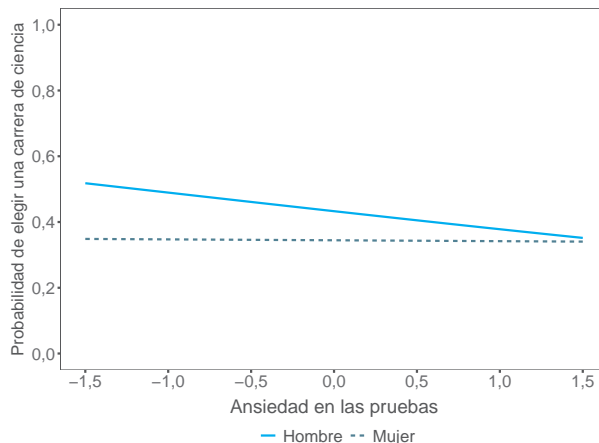
indagación y rendimiento, descrita previamente en los capítulos 3 y 4. Cabe resaltar que esta relación dejó de ser estadísticamente significativa en el modelo final.

Efectos de interacción

Hasta aquí, los modelos reportados asumieron relaciones constantes entre variables predictoras y el interés en carreras de ciencia y tecnología. En otras palabras, no contemplaron la posibilidad de que dichos efectos difirieran según estratos o niveles de otras variables. Con el objetivo de evaluar dicha posibilidad, se modelaron efectos de interacción para algunas de las relaciones previamente exploradas. De manera específica, se exploró si existían relaciones diferenciadas entre enseñanza basada en la indagación e interés en carreras científicas según el sexo (modelo 4) y el estatus socioeconómico del estudiante (modelo 5). De manera complementaria, se analizó si la asociación entre ansiedad en las pruebas e interés ocupacional en ciencia dependía del sexo (modelo 6) y si la relación entre motivación instrumental e interés en carreras científicas variaba según el estatus socioeconómico del estudiante (modelo 7).

Así, la interacción entre sexo e indagación no resultó ser estadísticamente significativa (modelo 4), al igual que la interacción entre estatus socioeconómico e indagación (modelo 5). Por otro lado, se encontró que la relación entre ansiedad ante las pruebas e interés en carreras científicas variaba según el sexo del estudiante (modelo 6). Así, a mayores puntajes de ansiedad, las mujeres mostraron incrementos en las chances de mostrar interés por carreras científicas ($OR = 1,336, p < 0,05$), en comparación a los hombres (ver figura 5.1).

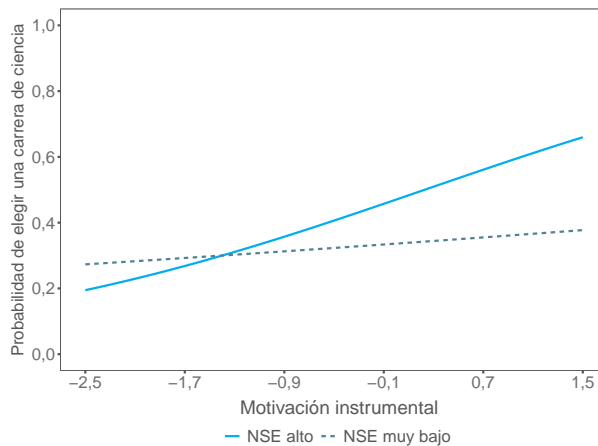
Figura 5.1 Interacción: Ansiedad en las pruebas y sexo



Por otro lado, la asociación entre motivación instrumental e interés en carreras científicas varió según el estatus socioeconómico del estudiante (modelo 7). Más

específicamente, a mayores puntajes de motivación instrumental, los estudiantes de mayor estatus socioeconómico mostraron incrementos en las chances de interesarse en una carrera de ciencia o tecnología ($OR = 1,139, p < 0,05$), en comparación a los de menor estatus socioeconómico (ver figura 5.2).

Figura 5.2 Interacción: Motivación instrumental y NSE



5.2.1.3 Modelo final

Por último, en la tabla 5.1 se presenta también el modelo de regresión logística final (modelo 8), el cual integra información de los modelos parciales previos (modelos 2 al 7). Como puede observarse, la mayoría de tendencias observadas en los modelos parciales se mantuvieron en el modelo final. Sin embargo, algunas relaciones dejaron de ser significativas (o pasaron a serlo). Este es el caso para las variables lengua materna (originaria y extranjera) e índice socioeconómico de la escuela, las cuales perdieron significancia estadística entre su primera aparición y la del modelo final. Algo similar ocurrió con la enseñanza basada en la indagación, la cual también dejó de ser significativa tras controlar por todas las demás variables incluidas en el modelo final. Por último, el efecto de interacción entre indagación y estatus socioeconómico presentado en el modelo 5 pasó a ser significativo en el modelo final. Ello sugeriría que los estudiantes de bajo nivel socioeconómico aumentarían sus chances de interesarse en carreras científicas ante una mayor exposición a estrategias pedagógicas indagatorias.

5.3 Discusión

El presente estudio tuvo por objetivo explorar el rol que cumplen distintos factores (individuales y contextuales) en el interés en carreras científicas y tecnológicas por parte de estudiantes peruanos. Para tal fin, se estimaron distintos modelos de

regresión logística binaria. A continuación se sintetizan los resultados más relevantes de dichos análisis, enfatizando los correspondientes al modelo final.

De manera general, los resultados permitieron identificar diferencias de acuerdo a sexo en el interés en carreras de ciencia y tecnología. Así, se encontró que los hombres contaban con mayores chances de mostrar interés en este tipo de carreras. Esto coincide con los resultados a nivel descriptivo presentados en el capítulo 3, en los cuales no solo se dio cuenta de una mayor proporción de hombres interesados en carreras científicas sino también de la existencia de preferencias diferenciadas según sexo en el interés en carreras de ciencia y tecnología (ver tabla 3.2). Así, en línea con la tendencia internacional, las mujeres prefieren carreras de salud y los hombres, carreras de ingeniería (Eurydice, 2010; Schoon y Eccles, 2014). Aquí es importante recordar las diferencias de socialización según sexo que pueden tener lugar en contextos educativos y familiares peruanos. Así, es probable que tanto padres como docentes incentiven y refuercen con mayor interés y frecuencia en estudiantes hombres el desarrollo de identidades ligadas a la manipulación activa de objetos y del entorno, así como su exploración y modificación, rasgos esenciales del quehacer científico. Para el caso de las mujeres, es probable que el énfasis se encuentre en el incentivo de actividades relacionadas con el cuidado interpersonal (Eccles y Wang, 2015). Estos resultados reflejarían la existencia de estereotipos que generarían rutas diferenciadas en el desarrollo de intereses vocacionales y ocupacionales.

Los hallazgos permitieron mostrar también la importancia de aspectos contextuales, así como motivacionales y actitudinales. Entre las variables relacionadas con el contexto del estudiante, destacó la relación positiva entre el interés en carreras científicas y tecnológicas y no haber sufrido retraso en los estudios, el estatus socioeconómico del estudiante y tener al menos un padre dedicado al campo científico. Esto último aportaría evidencia de la importancia del capital científico del estudiante en los procesos de construcción de la identidad científica, influencia que aparecería desde muy temprana edad (Archer et ál., 2014). Por otro lado, el capital científico, además de expresarse en una mayor literacidad o interés en temas y ocupaciones científicas, incidiría también en el consumo de productos culturales, la participación en experiencias extracurriculares y la interacción con personas involucradas en la ciencia, así como en el desarrollo de disposiciones favorables a ella (Archer, Dawson, DeWitt, Seakins y Wong, 2015).

En relación con estas disposiciones, en el presente estudio se encontró que diversos dominios resaltados por la teoría de expectativa-valor mostraron ser antecedentes importantes del interés en ocupaciones científicas y tecnológicas. Aquí cabe destacar el rol de la motivación instrumental, la motivación de logro, el involucramiento en actividades científicas y el interés en temas de ciencia. Estos resultados coinciden con evidencia previa según la cual la utilidad percibida de

esforzarse en los cursos de ciencia, la persistencia y el esfuerzo por sobresalir en ellos, la inclinación espontánea a participar de actividades relacionadas con la ciencia durante los tiempos libres, así como con informarse en temas como la historia del universo o la prevención de enfermedades, influirían de manera positiva en el interés por ocupaciones científicas y tecnológicas (Krapp y Prenzel, 2011; Schiepe-Tiska et ál., 2016).

Es importante destacar que, en nuestro contexto, la expectativa de obtener réditos futuros en el campo educativo y laboral fue el factor actitudinal/motivacional de mayor poder predictivo. Este hallazgo, sumado a que el gusto por la ciencia no resultó ser un predictor relevante para el interés en este tipo de carreras²⁸, sugeriría que la escuela tiene pendiente hacer de la ciencia una cuestión relevante y atractiva para los estudiantes. Desde una perspectiva motivacional, ello implicaría el tránsito de una aproximación utilitaria (involucrarse en cuestiones de ciencia por los beneficios asociados a ella) a una de tipo intrínseco (participar de la ciencia por el gusto de hacerlo), algo que haría más factible la integración de la dimensión científica en la identidad mediante su articulación con valores y metas personales. De esta manera, el gusto por la ciencia podría ser un punto de partida desde el cual desarrollar la competencia científica entre los estudiantes peruanos, a fin de contar con ciudadanos activa y reflexivamente involucrados en temas de ciencia relevantes para la vida pública.

Con respecto a las estrategias pedagógicas, se encontró una asociación negativa entre el interés en carreras científicas y la estrategia de enseñanza basado en la indagación (efecto que, sin embargo, pasó a ser no significativo en el modelo final). Pese a que este resultado puede resultar contraintuitivo, coincide con hallazgos de estudios previos (Chi et ál., 2018) y con lo reportado en el capítulo 3 con datos peruanos²⁹. Además, si se considera la relación no significativa entre ambas variables del modelo final y la escasa variabilidad del interés explicada por la escuela (ver capítulo 2), se reforzaría la idea de que la inclinación a elegir carreras de ciencia y tecnología es el resultado en que los aspectos individuales y familiares tienen el mayor poder explicativo. Finalmente, cabe señalar que PISA 2015 preguntó por estrategias pedagógicas empleadas *durante el último año* por el docente de ciencia, rango de tiempo que probablemente sería insuficiente para dar cuenta de la influencia docente en el desarrollo de la elección vocacional durante la escolaridad.

Sobre los efectos de moderación o interacción, se encontró que la motivación instrumental favorece la elección de carreras de ciencias, especialmente en aquellos estudiantes de nivel socioeconómico más alto. Así, es probable que estos estudiantes cuenten con un entorno más favorable (por ejemplo, mayor capital

²⁸De manera similar al gusto por la ciencia, el rendimiento resultó asociarse en forma mínima al interés en carreras de ciencia y tecnología (ver anexo E).

²⁹Ver figura 3.5.

científico) para el desarrollo de rumbos vocacionales que reflejen sus expectativas e intereses, sean estos de carácter instrumental (como se pudo verificar en el presente estudio) o intrínseco. Por su parte, a medida que aumenta la ansiedad en contextos de evaluación los hombres cuentan con una mayor chance de desistir en su interés por carreras de ciencias y tecnología. Esto podría sugerir una mayor capacidad por parte de las mujeres de persistir en sus metas, particularmente en condiciones desfavorables. También es probable que, en presencia de dificultades, los hombres cuenten con mayor libertad para desistir de sus metas y optar por otras. Finalmente, se encontró también que la enseñanza basada en indagación interactuaba con el estatus socioeconómico en su relación con el interés vocacional en ciencia; sin embargo, dicha interacción resultó difícil de identificar a nivel gráfico (las pendientes correspondientes a los niveles socioeconómicos alto y muy bajo resultaron ser casi paralelas). Por tal motivo, dicho efecto no será interpretado.

En términos generales, los resultados de este estudio permitieron enfatizar la importancia de los roles de género, el estatus socioeconómico y el capital científico en el interés por estudiar una carrera científica o tecnológica. Además, la importancia mostrada por los factores actitudinales y motivacionales coincide con lo postulado por la teoría de expectativa-valor (Eccles & Wang, 2016). De manera específica, se constató que el disfrute (interés en temas de ciencia), la utilidad asociada (motivación instrumental), el valor de alcanzar objetivos académicos (motivación de logro) y el costo son elementos que influyen las decisiones educativas y vocacionales. Finalmente, se obtuvo evidencia que sugiere mayor capacidad para persistir en la elección de carreras de ciencia ante las dificultades por parte de las mujeres. Así mismo, se obtuvo evidencia a partir de la cual se puede inferir que la motivación instrumental juega un rol central en la elección ocupacional en ciencia en aquellos estudiantes de mayor nivel socioeconómico.

Discusión y reflexiones finales

Capítulo 6

El desarrollo de la competencia científica desde la escuela constituye un derecho de los ciudadanos y un deber por parte del Estado. Según Fensham (2008), esta competencia resulta crucial por tres razones. La primera responde a la relevancia de contar con profesionales capaces y comprometidos en los campos de la ciencia y la tecnología. En segundo lugar, a fin de que el desarrollo tecnológico sea sostenible y beneficie a la mayor cantidad de personas, resulta indispensable que los ciudadanos reciban una formación apropiada en ciencia y puedan analizar información científica de manera crítica y reflexiva. Tercero, es altamente probable que la ciencia y la tecnología hayan alcanzado un nivel de influencia sin precedentes en la historia de la humanidad, teniendo profundas consecuencias para la vida cotidiana, la inserción en el mundo laboral y la participación de la llamada “sociedad del conocimiento”. Si, además, se considera que la ciencia constituye uno de los principales legados de la humanidad, resulta imprescindible implementar políticas educativas que permitan, a una mayor cantidad de personas, acceder a sus beneficios y participar activa, crítica y reflexivamente de este emprendimiento humano (Fensham, 2008).

Sin embargo, el panorama respecto al desarrollo de la competencia científica difiere de lo esperable. Por un lado, la evidencia sugiere un creciente desinterés por parte de los estudiantes de distintos niveles educativos hacia cuestiones de ciencia, tanto en el ámbito global (Henriksen, 2015; Regan y DeWitt, 2015) como local (Corilloclla y Granda, 2014). Por otra parte, aun cuando diversos problemas globales (por ejemplo, el deterioro medioambiental o la prevalencia de distintas enfermedades) requieren de la ciencia y la tecnología para generar soluciones eficaces, el conocimiento científico es un recurso escaso e inaccesible para un amplio sector de la población mundial (Kaptan y Timurlenk, 2012). De forma específica, el desarrollo individual y el bienestar social, fruto del avance científico y tecnológico, se han hecho sentir casi exclusivamente en el mundo desarrollado mientras que un gran porcentaje de la población mundial no ha accedido a los beneficios de la ciencia (Kaptan y Timurlenk, 2012).

En el ámbito local, los resultados de PISA 2015 dieron cuenta de la existencia de dificultades asociadas al desarrollo de la competencia científica en la mayoría de los estudiantes peruanos. Si bien PISA no es una evaluación basada en el currículo nacional, los resultados del ciclo 2015 coinciden con los de la ECE 2018 al visibilizar esta problemática. En ellos se alertó sobre la presencia de dificultades en el logro de los aprendizajes prescritos para el área de Ciencia y Tecnología en la mayoría de

estudiantes de 2.º grado de secundaria, donde solo el 8,5% alcanzó el nivel satisfactorio (Ministerio de Educación, 2019b). Además, los resultados de PISA 2015 permitieron corroborar que el desarrollo de esta competencia tiene lugar de manera desigual para las diferentes subpoblaciones de estudiantes evaluados. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la gran mayoría de estudiantes peruanos estaría egresando sin un completo desarrollo de los conocimientos y las habilidades necesarias para participar reflexivamente en un mundo crecientemente influenciado por la ciencia y la tecnología, y plantean la necesidad de contar con mayor información para atender este problema de forma conveniente.

Las investigaciones que integran el presente documento tuvieron por objetivo generar evidencia que aporte a la comprensión del desarrollo de la competencia científica en las escuelas peruanas y que, a la vez, sirva para informar la toma de decisiones relevantes a la educación en ciencia en nuestro país. Para ello se emplearon el marco conceptual y la base de datos provenientes de la evaluación PISA 2015 y se buscó responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué diferencias existen en la distribución de los factores actitudinales, pedagógicos y contextuales que intervienen en el desarrollo de la competencia científica según estratos de estudiantes y escuelas? ¿Cómo se asocian las prácticas pedagógicas al rendimiento en ciencia en PISA? ¿Qué factores se asocian al interés en carreras científicas y tecnológicas?

En el presente capítulo se sintetizan las principales conclusiones derivadas de los análisis y resultados presentados a lo largo del informe, y se plantea un conjunto de recomendaciones a nivel de políticas educativas con la finalidad de contribuir al debate y la reflexión sobre el desarrollo de la competencia científica en el Perú. También se discuten algunas limitaciones de los análisis realizados y se plantean sugerencias para futuras investigaciones.

Los resultados sugieren la existencia de condiciones estructurales, reforzadas desde la escuela e interiorizadas mediante los roles de género, que afectan negativamente el desarrollo de la competencia científica en las estudiantes mujeres.

Si bien las dificultades asociadas al desarrollo de la competencia científicas se manifestaron para hombres y mujeres, las estudiantes mujeres obtuvieron, en promedio, puntajes más bajos en la prueba de ciencia de PISA 2015 y manifestaron sentir más ansiedad en contextos de evaluación que los hombres. También manifestaron tener un menor interés en estudiar carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología y, cuando aspiraban a este tipo de carreras, indicaron una preferencia mayoritaria por ocupaciones relacionadas con el cuidado de los demás (profesiones de la salud). Además, reportaron un menor involucramiento de sus docentes de ciencia con sus procesos de aprendizaje durante las clases (menor

frecuencia percibida de prácticas docentes relacionadas con la retroalimentación, la adaptación de la enseñanza y la enseñanza dirigida, en comparación a lo reportado por sus compañeros hombres).

Estas tendencias sugieren que variables individuales, familiares y de escuela contribuyen a la existencia y reproducción de brechas de género en el rendimiento en la escuela y en la potencial participación de las mujeres en la ciencia (Brotman, 2008). Así, la posible existencia de atención diferenciada durante las clases de ciencia reportada por las estudiantes puede involucrar menores expectativas por parte de los docentes, lo que ayudaría a explicar los resultados más bajos en la prueba y las emociones negativas reportadas por ellas. Este clima desfavorable afectaría los logros de aprendizaje y el interés vocacional en ciencia y, con ello, tendría repercusiones negativas en el acceso a oportunidades relacionadas con su desarrollo personal y profesional.

Es importante notar que, pese a la existencia de estas desventajas, las estudiantes mujeres mostraron contar con características favorables para el desarrollo de la competencia científica. Así, se encontró que las mujeres estaban más motivadas que los hombres para el aprendizaje de la ciencia en la escuela (motivación instrumental y de logro) y poseían mayor conciencia sobre temas medioambientales. Además, la evidencia obtenida sugiere que, en situaciones de mayor ansiedad en contextos evaluativos, las estudiantes interesadas en carreras científicas mostrarían una menor tendencia a desistir de dicho interés.

Esta tendencia revela la presencia de condiciones individuales favorables para el desarrollo de la competencia científica entre mujeres, las cuales podrían servir de base para el diseño e implementación de programas orientados a disminuir las dificultades previamente señaladas. Por ejemplo, proveer programas especiales de reforzamiento en ciencia o promover actividades para estudiantes mujeres, independientemente de su rendimiento (Brotman, 2008). Estos espacios resultarían importantes para combatir estereotipos sociales que podrían asociarse a la ciencia (por ejemplo, que la ciencia es una carrera para hombres), así como fortalecer la autoeficacia relacionada con la ciencia y la creencia de que la competencia científica puede desarrollarse. Estos programas también pueden resultar útiles para difundir ejemplos de mujeres que hayan tenido éxito en el campo de la ciencia, la ingeniería y la matemática, y promover la identificación de las niñas con estos casos de éxito.

La ejecución de estas acciones requiere también que los docentes reflexionen sobre su rol en el cierre o estrechamiento de brechas de género que perjudican a las mujeres. Así, es importante que desde su formación inicial cobren conciencia de las disparidades que afectan el aprendizaje de las estudiantes mujeres y de las condiciones que las refuerzan (por ejemplo, creencias y estereotipos en la familia y

la escuela) a fin de abordarlas en forma eficaz. Complementariamente, durante la implementación de la enseñanza es importante que los docentes aseguren que la calidad de las interacciones y estrategias que desarrollan sea la misma para estudiantes hombres y mujeres.

Los estudiantes de nivel socioeconómico bajo y muy bajo mostraron verse particularmente afectados en el acceso a oportunidades de aprendizaje relacionadas con la ciencia en la escuela.

En general, el estudio dio cuenta de inequidades en el desarrollo de la competencia científica según el estatus socioeconómico de los estudiantes, fenómeno que también ha sido reportado para las diferentes áreas evaluadas en distintas evaluaciones (Ministerio de Educación, 2019a). Así, fueron los estudiantes de alto nivel socioeconómico quienes obtuvieron mejores resultados en la prueba de ciencia de PISA 2015 y quienes mostraron mayor disposición para su aprendizaje (por ejemplo, mayores niveles de motivación de logro, interés por temas científicos y autoeficacia científica, así como menores niveles de ansiedad durante situaciones de evaluación). De igual manera, los estudiantes de este estrato manifestaron un mayor interés por involucrarse en carreras científicas y tecnológicas, especialmente aquellas relacionadas con las ciencias básicas y la ingeniería. Finalmente, son también estos estudiantes quienes reportaron en mayor proporción contar con un adecuado soporte emocional en casa y padres con ocupaciones científicas (indicador de un mayor capital científico y de mayores posibilidades de valorar positivamente la ciencia). En contraste, estos atributos estuvieron presentes en menor medida en estudiantes de bajo nivel socioeconómico. Más aún, considerando el alto nivel de segregación que caracteriza a las escuelas peruanas (Ministerio de Educación, 2018), las condiciones negativas para el aprendizaje de la ciencia se verían exacerbadas entre los estudiantes de este estrato. Puntualmente, estos estudiantes solo podrían interactuar en la escuela con otros estudiantes que comparten las carencias ya mencionadas (Carnoy, 2005; Willms, 2006), situación que reduciría aún más el acceso a oportunidades de aprendizaje científico y el desarrollo tanto del interés como de una valoración positivas de la ciencia.

En conjunto, estos hallazgos plantean un desafío al sistema educativo desde el punto de vista de un enfoque de justicia social, en tanto lo esperable es que todos los estudiantes peruanos puedan desarrollar la competencia científica. Así, el acceso a experiencias de ciencia significativas en la escuela facilitaría, principalmente, su desenvolvimiento futuro como ciudadanos (por ejemplo, mediante un mejor uso y análisis de la información) y permitiría, también, desarrollar el interés en opciones ocupacionales en este campo. Al mismo tiempo, estos hallazgos llaman a la reflexión sobre las estrategias a implementar para mejorar los resultados obtenidos, tanto a nivel de rendimiento como de disposiciones favorables hacia la ciencia, sobre todo si se considera la persistencia de situaciones de

inequidad sistemáticamente observadas en las evaluaciones nacionales de logros de aprendizaje.

Por todo esto, resulta fundamental implementar estrategias focalizadas que atiendan las necesidades de los estudiantes que se encuentran en situación económica vulnerable, de modo que aseguren que las escuelas les brinden oportunidades de aprendizaje significativas para desarrollar la competencia científica (Carnoy, 2005; Willms, 2006). Entre estas estrategias se encuentran la atracción y retención de docentes especializados en las escuelas que atienden a estudiantes de este estrato y la implementación de programas de apoyo pedagógico a docentes en contextos desafiantes, tales como los programas de acompañamiento o de soporte pedagógico para la secundaria rural ejecutados por el Ministerio de Educación (Balarin y Escudero, 2019).

También es posible identificar capacidades cognitivas que pueden ser objeto de intervención y reforzamiento en el aula. En esta línea, se ha encontrado que la relación entre estatus socioeconómico y aprendizaje de la ciencia puede verse mediada por el razonamiento científico, la comprensión lectora y las habilidades metacognitivas (Nunes et ál., 2017). Así, la atención y el fortalecimiento de estas capacidades puede ser una vía para equilibrar el acceso a oportunidades de aprendizaje en estudiantes de menor nivel socioeconómico. Además, se ha reportado la utilidad de recurrir a programas que ponen a los estudiantes en contacto con la ciencia, mediante la asistencia a laboratorios o museos, la visita a la escuela por parte de científicos profesionales de ambos sexos y la implementación de actividades científicas extracurriculares. Estos programas y actividades complementarias, en tanto apelan a despertar y fomentar un interés de corte intrínseco por la ciencia, ayudarían a suplir la carencia de este tipo de oportunidades que caracterizan al contexto inmediato. Finalmente, será crucial que el docente pueda desarrollar una pedagogía que sintonice con las necesidades particulares de los estudiantes de estratos socioeconómicos bajos y que valore el capital cultural que los estudiantes traen al aula (por ejemplo, saberes culturales previos, estilos lingüísticos, intereses, entre otros), permitiendo que estos desarrollen una imagen de la ciencia como algo relevante para su desarrollo (Nunes et ál., 2017).

Además, resulta necesario establecer algunas acciones que la misma escuela puede desarrollar. Si bien no es realista esperar que directores y docentes reviertan problemas estructurales de inequidad y segregación escolar propios del sistema educativo, sí es posible que actúen para no reforzar dichas situaciones. Un ejemplo sería evitar la clasificación de los estudiantes en aulas de acuerdo a su rendimiento. Esta práctica sería especialmente contraproducente para el aprendizaje de estudiantes de bajo rendimiento y de bajo nivel socioeconómico, quienes no podrían compartir espacio y experiencias con compañeros con un mayor grado de desarrollo de la competencia científica (Gorard y See, 2009).

Aunque estas medidas pueden paliar de alguna manera las desventajas asociadas con condiciones de pobreza, es evidente la necesidad de abordar el problema de la inequidad socioeconómica mediante políticas intersectoriales que articulen también las dimensiones de salud e inclusión social, a fin de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables.

De manera general, resulta importante que los estudiantes accedan a iguales oportunidades de aprendizaje y desarrollo de competencias que les permita, como sociedad, ser menos susceptibles al engaño. Además, toda sociedad cuenta con la necesidad de investigar, conocer, explicar, cuestionar, transformar, solucionar,

No existe una forma única de enseñar ciencia. En las aulas coexisten diversas estrategias para la enseñanza, y todas ellas requieren de una sólida base de conocimiento disciplinar y pedagógico.

Como se pudo observar en el capítulo 3, las cuatro estrategias pedagógicas analizadas en PISA 2015 (enseñanza basada en la indagación, enseñanza dirigida, retroalimentación y adaptación de la enseñanza) presentaron una alta y/o moderada correlación entre sí. Esto sugiere que los docentes suelen desplegar estas estrategias durante sus clases en forma combinada, lo cual tiene sentido en tanto no existen estrategias o modelos de enseñanza únicos que cubran todas las necesidades de aprendizaje. De hecho, algunas estrategias pueden resultar más apropiadas que otras dependiendo de las necesidades de aprendizaje que se quiera atender. Así mismo, la evidencia sugiere que una adecuada combinación de distintas estrategias puede generar mejores resultados en tanto ayudarían a fortalecer distintas competencias (Lazonder y Harmsen, 2016).

Sin embargo, los resultados mostraron también relaciones contraintuitivas entre el rendimiento en ciencia y dos estrategias pedagógicas: retroalimentación y enseñanza basada en la indagación. Por un lado, la relación negativa entre retroalimentación y rendimiento se explicaría por el hecho probable de que aquellos estudiantes de menor rendimiento sean quienes reciben retroalimentación con mayor frecuencia por parte de sus docentes (Mostafa et ál., 2018). Por otro lado, se encontró evidencia que sugiere que un involucramiento sostenido y sistemático por parte del docente en el aprendizaje de sus estudiantes (especialmente de aquellos de menor desempeño en ciencia) ayudaría a remontar resultados negativos.

Respecto a la relación negativa entre el rendimiento en la prueba y la enseñanza basada en la indagación, se podría inferir que una mayor frecuencia en la implementación de este tipo de estrategias estaría limitando el desarrollo de la competencia científica (aquí cabe recordar que la relación negativa se dio con los resultados de la prueba de ciencia y con el interés en ocupaciones científicas,

aunque este último resultado no fue significativo)³⁰. Estos resultados, más que concluir sobre la no efectividad de la estrategia de indagación (en tanto los análisis realizados no permiten establecer relaciones de causalidad) deben llevar a reflexionar en torno a las condiciones que resultarían necesarias para que esta estrategia pedagógica ofrezca resultados que favorezcan los aprendizajes³¹. Esta reflexión es importante en tanto el Programa Curricular de Educación Secundaria adoptó la indagación como enfoque central para la enseñanza de la ciencia (Ministerio de Educación, 2017d).

La enseñanza de la ciencia bajo un enfoque de enseñanza basada en la indagación requiere, por parte del docente, del dominio de aspectos conceptuales y pedagógicos (National Research Council, 2000). Con respecto a la dimensión conceptual, los docentes necesitan comprender los conceptos científicos contemplados en el currículo, dándole sentido a todos los hechos, principios, leyes y fórmulas que aprendieron durante su formación inicial o en servicio. También necesitan conocer las evidencias de los contenidos que van a enseñar. Además, necesitan aprender el proceso de la ciencia: qué es la investigación científica y cómo desarrollarla. En relación con lo pedagógico, los docentes deben ser capaces de establecer metas apropiadas de aprendizaje, conocer los distintos formatos de evaluación y sus propósitos, planificar métodos apropiados para representar ideas científicas y explicar conceptos y procedimientos científicos, y generar preguntas que inviten a la reflexión (Shulman, 1987). En suma, cuanto más sepan los docentes sobre la indagación y sobre conceptos científicos, y cuanto más sean ellos mismos indagadores efectivos, más preparados estarán para involucrar a sus estudiantes en procesos de indagación eficaces para el aprendizaje de la ciencia (National Research Council, 2000). En el caso peruano, es probable que el uso de prácticas de indagación en el aula no necesariamente esté acompañado de una adecuada profundización de los conceptos y principios científicos y que, probablemente, su implementación enfocada en la actividad práctica vaya en desmedro de la comprensión conceptual, elemento relevante del proceso de indagación³².

³⁰La relación negativa persistió, aun después de controlar por un conjunto de variables y también tras explorar relaciones no lineales y efectos de interacción, por ejemplo con clima de disciplina y creencias epistemológicas.

³¹Como se advirtió en el capítulo 4, deben considerarse las limitaciones del instrumento para recoger información sobre constructos tan complejos como los referidos a estrategias pedagógicas. Entre estas limitaciones se encuentra que la escala provee información sobre la frecuencia con la que estas estrategias tienen lugar mediante diversas prácticas y actividades (y no necesariamente sobre la calidad de dicha implementación). Así mismo, resulta importante recordar que, debido al diseño transversal del recojo de datos y a la naturaleza correlacional de los análisis realizados, no pueden establecerse relaciones causales entre las variables de estudio (por ejemplo, efectividad de determinadas estrategias pedagógicas).

³²Esto se vería reforzado por las correlaciones negativas halladas en el presente estudio entre los ítems de la escala de indagación que enfatizan prácticas ligadas a la investigación y el rendimiento en ciencia.

En términos prácticos, los hallazgos presentados en este informe ponen en agenda la relevancia de una formación inicial y en servicio rigurosa para el docente de ciencia, tanto a nivel disciplinar como pedagógico, que además se encuentre alineada con los principios de la enseñanza basada en la indagación. De especial relevancia será que la formación docente en ciencia se realice también mediante métodos de indagación (National Research Council, 2000), que aprendan a enseñar ciencia por medio de la indagación y que interioricen y se apropien de dicho enfoque. Tener este tipo de experiencias incrementará la posibilidad de que los docentes integren el contenido y la indagación en experiencias significativas de aprendizaje, logren una comprensión profunda de los conceptos científicos y vivencien lo que implica aprender bajo indagación. Programas de desarrollo profesional de este tipo, al introducir situaciones de trabajo colaborativo y de investigación experimental, pueden resultar más significativos para la enseñanza del aprendizaje de la ciencia durante la educación superior. Estos programas deben también ayudar a los docentes a planificar y articular sus clases, a fin de que los estudiantes puedan aprender conceptos y principios científicos importantes mediante la indagación, identificar el tipo de ayuda que necesitan sus distintos estudiantes para desarrollar habilidades relacionadas con la indagación y reflexionar sobre cómo acercar al aula, y al interés de los estudiantes, el trabajo realizado por los científicos. En ese sentido, resultará de relevancia que dichos programas puedan reforzar conocimientos disciplinares, además de los pedagógicos, en los docentes de ciencia.

En el ámbito local, respecto a la formación inicial docente, el Ministerio de Educación publicó en 2019 el Diseño Curricular Básico Nacional de la Formación Inicial Docente para los niveles de Educación Inicial y Educación Primaria, el cual plantea la indagación como enfoque para la enseñanza de los cursos relacionados con el aprendizaje de la ciencia. Con ello se espera que los futuros docentes se encuentren familiarizados con el currículo que implementarán cuando se integren a la carrera docente. En relación con la formación docente en servicio, el Ministerio de Educación viene implementando una serie de programas (Soporte Pedagógico, Soporte Pedagógico Intercultural, Acompañamiento Pedagógico Unidocente y Multigrado, Jornada Escolar Completa y Secundaria Rural). Si bien estos programas buscan fortalecer entre dicha población competencias como el aprendizaje colaborativo y la reflexión en torno a la propia práctica profesional, y han hecho énfasis en el fortalecimiento de los contenidos pedagógicos, esto no ha sido así para los contenidos disciplinares (Balarín y Escudero, 2019). Como sugieren los resultados del presente estudio, el conocimiento disciplinar es un requisito fundamental para la adecuada implementación de estrategias pedagógicas orientadas al desarrollo de la competencia científica.

Finalmente, cabe resaltar la asociación positiva entre la enseñanza dirigida por el docente y el rendimiento en ciencia. Esta tendencia sugiere la importancia del uso de prácticas en las cuales el docente cumple un rol activo explicando y demostrando ideas científicas de forma explícita, secuencial y lógicamente estructurada. Ello no implica apostar por un enfoque memorístico de enseñanza sino, más bien, valorar la construcción de estructuras conceptuales y formas de pensamiento que reflejen el rigor y el carácter reflexivo, propios del pensamiento científico. Debido a la base conceptual que provee a los estudiantes, la implementación exitosa de esta estrategia podría constituir un paso previo al uso de prácticas indagatorias, especialmente cuando se trata de temas trabajados por primera vez en el aula. Puntualmente, que los estudiantes cuenten con información conceptual consolidada en la memoria de largo plazo podría facilitar la ejecución de actividades prácticas mediante la liberación de la memoria de trabajo (Kirschner et ál., 2006). Como se mencionó anteriormente, este hallazgo reafirma la necesidad de que todo esfuerzo de capacitación de docentes de ciencia busque la solidez del conocimiento pedagógico y disciplinar para asegurar el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes.

Las actitudes hacia la ciencia cumplen un rol importante en el desarrollo de la competencia científica.

Los estudiantes peruanos reportaron contar con actitudes favorables hacia la ciencia y su aprendizaje en la escuela. Aun cuando los resultados evidenciaron diferencias en cómo se distribuyen estas actitudes según estratos³³, dichas actitudes resultaron ser importantes para explicar el rendimiento en ciencia y, particularmente, para predecir el interés en ocupaciones científicas y tecnológicas. Así, por un lado, la motivación de logro, el gusto y la autoeficacia ligada a la ciencia y, en mayor magnitud, las creencias epistemológicas, resultaron ser predictores significativos del puntaje obtenido en la prueba de ciencia. En relación con el interés en carreras de ciencia y tecnología, la motivación instrumental y de logro, el interés en temas científicos y el involucramiento en actividades relacionadas con la ciencia mostraron asociarse a incrementos en el interés en este tipo de carreras. Además, si bien menos de la mitad (39,5%) de estudiantes peruanos evaluados manifestó interés en elegir una carrera ligada a la ciencia, dicha proporción es alta si se la compara al promedio de los países de la OECD (24,0%) (OECD, 2016a).

³³Como se mostró en el capítulo 3, las estudiantes mujeres mostraron mayores niveles de motivación de logro y de motivación instrumental, así como de ansiedad en las pruebas. Por su parte, los estudiantes de alto nivel socioeconómico y los estudiantes con mayor rendimiento manifestaron contar con actitudes más positivas hacia la ciencia. Según tipo de gestión, se encontró que los estudiantes que asistían a una escuela estatal mostraron mayor motivación instrumental, gusto por la ciencia, interés en temas científicos y participación de actividades científicas.

Por otro lado, los resultados evidenciaron que el estudio de la ciencia en la escuela tiene, para los estudiantes, un valor esencialmente utilitario, sobre todo entre estudiantes mujeres, estudiantes que asisten a escuelas estatales y aquellos que cuentan con un menor estatus socioeconómico. Así mismo, este tipo de motivación (instrumental) mostró ser uno de los factores más relevantes al momento de predecir el interés en ocupaciones de corte científico. A diferencia de ello, el gusto por la ciencia no mostró ser un predictor significativo del interés en este tipo de ocupaciones. Esto sugeriría que muchos estudiantes peruanos se aproximan a la ciencia principalmente por los réditos que podría generar y no por un disfrute o interiorización de los valores asociados a ella. Esto hace particularmente notoria la necesidad de poner en agenda el rol de la escuela como facilitadora de experiencias significativas y centradas en el disfrute del aprendizaje de la ciencia en el aula, es decir, apuntando al desarrollo de una motivación de tipo intrínseco.

Debido a su importancia para el desarrollo de la competencia científica, el sistema educativo peruano debe identificar los principales limitantes que afectan el desarrollo de actitudes favorables a la ciencia. Si bien en el presente documento se identificaron brechas que afectan particularmente a estudiantes de menor nivel socioeconómico y rendimiento, de sexo femenino y que asisten a escuelas de gestión estatal, existen otros factores que también dificultarían el desarrollo de estas actitudes. Como señalan Hellgren y Lindberg (2017), algunos de estos factores estarían ligados a la transición de primaria a la secundaria. Entre estos destacan el mayor clima de control y menor autonomía, los altos niveles de ansiedad asociados a las evaluaciones y al futuro profesional, así como la percepción de que el aprendizaje de la ciencia resulta difícil, descontextualizado e intrascendente para la vida cotidiana.

En términos generales, la escuela tiene el reto de promover el involucramiento de los estudiantes en experiencias de ciencia que puedan resultar significativas y, a partir de esto, fomentar la curiosidad por los fenómenos del mundo natural y la creatividad. Con ello, será posible proveer de acceso a oportunidades de alfabetización científica que se traduzcan en aprendizajes que resulten útiles para la vida diaria y la reflexión ciudadana. Aquí será importante focalizar esfuerzos en el nivel secundario de escolaridad, periodo señalado por la literatura como inicio del declive del interés en el aprendizaje de la ciencia (y, probablemente, en el que empiezan a evaluar realistamente sus oportunidades vocacionales). Esto será particularmente relevante entre aquellos estudiantes de menor nivel socioeconómico. Debido a que ellos cuentan con un menor capital científico (variable estrechamente asociada al acceso a oportunidades de aprendizaje y la participación en actividades científicas significativas) que sus pares de mayor nivel socioeconómico, la escuela constituye el espacio ideal desde el cual suplir esta carencia mediante la promoción de actividades que ayuden a despertar y consolidar un interés genuino por la ciencia. En esta línea, Potvin y Hasni (2014) han sugerido la importancia del uso de

estrategias tales como el aprendizaje colaborativo, la indagación (siempre que permitan vincular el conocimiento científico y tecnológico a los intereses y contexto de los estudiantes), así como de intervenciones específicas como, por ejemplo, campamentos de verano, salidas de campo, visitas a museos de ciencia y el contacto con científicos que den una visión realista sobre la labor científica.

De forma paralela al diseño de intervenciones educativas orientadas a fomentar el interés en la ciencia a nivel de la escuela, resultará crucial promover la reflexión, a nivel de políticas públicas, sobre la importancia de la ciencia para la sociedad y sus individuos. En esta línea, debates públicos sobre la relevancia de la ciencia y la tecnología en el abordaje de diversas problemáticas que afectan a la sociedad global (por ejemplo, cuestiones ligadas al medioambiente y la salud) y al contexto local (por ejemplo, el consumo de alimentos con alta concentración de elementos poco saludables) pueden ayudar a crear una cultura científica que tenga efectos en las actitudes de los estudiantes. Así mismo, se recomienda impulsar en estos debates el cuestionamiento de estereotipos (por ejemplo, que la ciencia es aburrida o difícil) que desalientan el interés y la participación crítica y reflexiva de los estudiantes en actividades y debates en los cuales la competencia científica resulta indispensable. Este trabajo debe comprometer no solo a la escuela sino también a los medios de comunicación y, además, a la familia, espacio que en el presente estudio mostró ser de particular relevancia para la aparición y el fomento del interés por la ciencia.

Es importante notar que estas reflexiones públicas deben estar articuladas a políticas educativas que busquen desarrollar explícitamente el aprendizaje de la ciencia en la educación básica. Si bien la escuela tiene un papel en la mejora de la enseñanza de la ciencia, se requiere de un sistema ordenado que alinee todos los esfuerzos por plantearse desde el Ministerio de Educación para el logro de este propósito. En este sentido, aunque no suficiente, resulta positivo que el currículo escolar se encuentre sintonizado con el currículo de formación inicial docente respecto a la enseñanza de la ciencia basada en la indagación. A su vez, es crucial que estas políticas educativas sean coherentes con los propósitos de documentos claves como el Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006–2021, a fin de asegurar que el Perú cuente en el futuro con una sociedad próspera, democrática, justa y sostenible (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica [CONCYTEC], 2006).

Limitaciones y futuras líneas de investigación

El análisis de factores asociados provenientes de evaluaciones estandarizadas a gran escala supone algunas limitaciones que se discuten a continuación. En primer lugar, es importante señalar que el diseño muestral de PISA 2015 se enfocó en el

recojo de información a nivel del estudiante, escuela y país, y no así del aula o del docente (Teig et ál., 2018). Esto impide empatar la información del cuestionario del estudiante con aquella proveniente del cuestionario del docente. En estos casos, una práctica usual en el tratamiento de variables del aula (por ejemplo, estrategias pedagógicas o clima de disciplina) consiste en promediarlas por escuela. Pese a ello, es probable que la variabilidad en estos constructos se explique mejor por diferencias entre aulas que entre escuelas (Teig et ál., 2018). En el caso de los estudios que integran el presente documento, las variables que refieren a procesos del aula fueron tratadas a nivel individual debido a que un escaso porcentaje de su variabilidad resultó ser atribuible a la escuela. Pese a ello, contar con información al nivel del aula hubiese permitido diferenciar la variabilidad en este nivel e incorporarla a la estimación de los modelos, haciendo más preciso el tratamiento de los datos.

Una segunda limitación se deriva del diseño transversal de PISA. Como señalan Caro et ál. (2018), la ausencia de mediciones de rendimiento previo no permite interpretar las asociaciones observadas entre el rendimiento en PISA 2015 y las diversas variables estudiadas en términos de *efectos causales* (a lo cual cabría añadir la ausencia de control experimental). Así, es probable que las asociaciones contraintuitivas reportadas en el capítulo 4 entre algunas estrategias pedagógicas (indagación y retroalimentación) y el rendimiento en ciencia reflejen sesgos relacionados con la omisión de variables relevantes. De manera específica, las asociaciones reportadas podrían estar captando posibles relaciones negativas entre dichas estrategias y el rendimiento previo omitido (Caro et ál., 2018). Como se señaló en el apartado de discusión del capítulo 4, las asociaciones negativas obtenidas podrían reflejar que el uso de estas estrategias tiene lugar con mayor frecuencia en estudiantes de menor rendimiento. Sin embargo, debido a que no se contó con esta información, no fue posible descartar o aportar evidencia en favor de dicha hipótesis. Esto hace especialmente relevante que futuras investigaciones incluyan mediciones de rendimiento previo provenientes de evaluaciones nacionales. Además, a fin de establecer inferencias de causalidad (por ejemplo, evaluar la efectividad de las estrategias pedagógicas implementadas en el aula), será de utilidad complementar los resultados obtenidos sobre la base del análisis de datos provenientes de PISA con estudios experimentales.

Una tercera limitación se desprende del uso de mediciones basadas en la frecuencia con que tienen lugar en el aula las estrategias pedagógicas estudiadas. Como señalan Teig et ál. (2018), el uso de este tipo de mediciones no da cuenta de la calidad con las que estas son implementadas en el aula. Por ello, en tanto la frecuencia no refleja necesariamente una adecuada implementación de estrategias complejas de enseñanza, resulta viable que incrementos en su uso no se acompañen de mejoras en el desempeño.

Una última limitación refiere a que el marco conceptual de PISA 2015 sintetiza teorías elaboradas en países desarrollados y, por tanto, sería particularmente útil para explicar aquello que ocurre a nivel educativo en estos contextos (Caro et ál., 2016). Si bien ello no resta validez al uso de los constructos contemplados por PISA 2015, tampoco resulta posible contar con información específica sobre procesos y características relevantes a países que se encuentran en vías de desarrollo. Como señalan Caro et ál. (2016), esto hace especialmente importante matizar los hallazgos provenientes de evaluaciones como PISA con otros provenientes de evaluaciones de carácter regional como, por ejemplo, las realizadas por el LLECE.

Referencias

Referencias

- Aaronson, D., Barrow, L. y Sander, W. (2007). Teachers and student achievement in the Chicago public high schools. *Journal of Labor Economics, University of Chicago Press*, 25(1), 95-135.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J. y Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. y Wong, B. (2015). Science capital: A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Archer, L., DeWitt, J. y Willis, B. (2014). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 1-30.
- Aschbacher, P. R., Li, E. y Roth, E. J. (2009). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- Atkinson, W. (2008). Not all that was solid has melted into air (or liquid): A critique of Bauman on individualization and class in liquid modernity. *The Sociological Review*, 56(1), 1-17.
- Balarin, M. y Escudero, A. (2019). *El acompañamiento pedagógico como estrategia de formación docente en servicio: Reflexiones para el contexto peruano (Aportes para la reflexión y construcción de políticas docentes)*. Lima: UNESCO Lima.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(1), 117-148.
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C. L., Kulik, J. A. y Morgan, M. T. (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of Educational Research*, 61(1), 213-237.
- Barmby, P., Kind, P. M. y Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093.
- Bøe, M. V. y Henriksen, E. K. (2015). Expectancy-value perspectives on choice of science and technology education in late-modern societies. En E. K. Henriksen, J. Dillon y J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 17-29). Dordrecht: Springer.
- Bennett, J. y Hogarth, S. (2009). Would you want to talk to a scientist at a party? High school students' attitudes to school science and to science. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1975-1998.
- Brotman, J. S. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002.

- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanaovongsa, J. y Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937–1959. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.886347>
- Cairns, D. y Areepattamannil, S. (2017). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x>
- Carnoy, M. (2005). La búsqueda de la igualdad a través de las políticas educativas: Alcances y límites. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3(2), 1-14.
- Caro, D. H. (2015). Causal mediation in educational research: An illustration using international assessment data. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 8(4), 577-597. <https://doi.org/10.1080/19345747.2015.1086913>
- Caro, D. H. y Biecek, P. (2017). intsvy: An R package for analyzing international large-scale assessment data. *Journal of Statistical Software*, 81(7), 1-44. <https://doi.org/10.18637/jss.v081.i07>
- Caro, D. H., Kyriakides, L. y Televantou, I. (2018). Addressing omitted prior achievement bias in international assessments: An applied example using PIRLS-NPD matched data. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(1), 5-27. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2017.1353950>
- Caro, D. H., Lenkeit, J. y Kyriakides, L. (2016). Teaching strategies and differential effectiveness across learning contexts: Evidence from PISA 2012. *Studies in Educational Evaluation*, 49(1), 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.03.005>
- Carvalho, C., Fiuza, E., Conboy, J., Fonseca, J., Santos, J., Gama, A. P. y Salema, M. H. (2015). Critical thinking, real life problems and feedback in the sciences classroom. *Journal of Turkish Science Education*, 12(2), 21-31. <https://doi.org/10.12973/tused.10138a>
- Chi, S., Liu, X., Wang, Z. y Won Han, S. (2018). Moderation of the effects of scientific inquiry activities on low SES students' PISA 2015 science achievement by school teacher support and disciplinary climate in science classroom across gender. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1284–1304. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1476742>
- Conger, R. D., Conger, K. J. y Martin, M. J. (2010). Socioeconomic status, family processes and individual development. *Journal of Marriage and Family*, 72(3), 685–704. <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2010.00725.x>
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2006). *Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006 – 2021*. Lima: CONCYTEC.
- Consejo Nacional de Educación. (2006). *Proyecto Educativo Nacional al 2021*. Recuperado de <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/304>

- Corilloclla, P. y Granda, A. (2014). *Situación de la formación de capital humano e investigación en las universidades peruanas. 2do. Censo Nacional Universitario, 2010*. Lima: CONCYTEC.
- Cornelius-White, J. (2007). Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 77*(1), 113–143. <https://doi.org/10.3102/003465430298563>
- Creemers, B. y Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness: A contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. London: Routledge.
- DeWitt, J. y Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education, 37*(13), 2170-2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>
- DiStefano, C. y Morgan, G. B. (2014). A comparison of diagonal weighted least squares robust estimation techniques for ordinal data. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 21*(3), 425-438. <https://doi.org/10.1080/10705511.2014.915373>
- Dragow, F. (1986). Polychoric and polyserial correlations. En S. Kotz, N. Johnson y C. B. Read (Eds.), *The encyclopedia of statistics, Volume 7* (pp. 68-74). New York: Wiley.
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M. y Meece, J. L. e. a. (1983). Expectancies, values, and academic behaviours. En J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives* (pp. 75-146). San Francisco: W. H. Friedman & Co.
- Eccles, J. S. y Wang, M. T. (2015). What motivates females and males to pursue careers in mathematics and science? *International Journal of Behavioral Development, 40*(2), 100-106. <https://doi.org/10.1177/0165025415616201>
- Education Endowment Foundation and the University of Oxford. (2017). *Review of SES and science learning in formal educational settings: A report prepared for the EEF and the Royal Society*. Recuperado de <https://royalsociety.org/-/media/policy/topics/education-skills/education-research/evidence-review-eef-royalsociety-22-09-2017.pdf>
- Eurydice. (2010). *Gender differences in educational outcomes. Study on the measures taken and the current situation in Europe*. Recuperado de http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/120EN.pdf
- Eurydice. (2012). *Key data on education in Europe 2012*. Brussels: Autor.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making: Eleven emerging issues*. Paris: UNESCO.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research, 82*(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>

- Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity. Self and society in the late modern age*. Cambridge: Polity Press.
- Gorard, S. y See, B. (2009). The early impact of SES on participation and attainment in science. *Studies in Science Education*, 45(1), 93-129. <https://doi.org/10.1080/03057260802681821>
- Hakim, C. (2006). Women, careers, and work-life preferences. *British Journal of Guidance and Counseling*, 34(1), 279-294.
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M. y Klieme, E. (2013). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: The role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269-290. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785384>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hellgren, J. M. y Lindberg, S. (2017). Motivating students with authentic science experiences: changes in motivation for school science. *Research in Science & Technological Education*, 35(4), 409-426. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1322572>
- Henriksen, E. K. (2015). Introduction: Participation in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education: Presenting the challenge and introducing project IRIS. En E. K. Henriksen, J. Dillon y J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 1-14). Dordrecht: Springer.
- Hermida, R. (2015). The problem of allowing correlated errors in Structural Equation Modeling: Concerns and considerations. *Computational Methods in Social Sciences*, 3(1), 1-17.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Houtveen, T. y Van de Grift, W. (2001). Inclusion and adaptive instruction in elementary education. *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*, 6(4), 389-409.
- Ikwumelu, S. N., Oyibe, O. A. y Oketa, E. C. (2015). Adaptive teaching: An invaluable pedagogic practice in social studies education. *Journal of Education and Practice*, 6(33), 140-144.
- Jansen, M., Scherer, R. y Schroeders, U. (2015). Students' self-concept and self-efficacy in the sciences: Differential relations to antecedents and educational outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 41(1), 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.11.002>
- Kane, T. J., Rockoff, J. E. y Staiger, D. O. (2008). What does certification tell us about teacher effectiveness? Evidence from New York city. *Economics of Education Review*, 27(6), 615-631. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2007.05.005>

- Kaptan, K. y Timurlenk, O. (2012). Challenges for science education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51(1), 763-771.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.237>
- Kirschner, P. A., Sweller, J. y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klahr, D. y Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-48.
- Klahr, D. y Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667.
<https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
- Krapp, A. y Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Lau, K. y Lam, T. Y. (2017). Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2128-2149.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1387947>
- Lazonder, A. W. y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.
<https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U. y Kunter, M. (2009). Assessing the impact of learning environments: How to use student ratings of classroom or school characteristics in multilevel modeling. *Contemporary Educational Psychology* 34, 34(1), 120-131.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.12.001>
- Ley General de Educación, Ley N° 28044. (2003).
- Maltese, A. V. y Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
<https://doi.org/10.1037/0003-066x.59.1.14>
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R. y Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: A retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980. <https://doi.org/10.1002/sce.21135>
- Ministerio de Educación. (2016). *La competencia matemática en estudiantes peruanos de 15 años. Predisposiciones de los estudiantes y sus oportunidades para aprender en el marco de PISA 2012*. Lima: Oficina de Medición de Calidad de los Aprendizajes.

- Ministerio de Educación. (2017a). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>
- Ministerio de Educación. (2017b). *El Perú en PISA 2015: Informe nacional de resultados*. Lima: Oficina de Medición de Calidad de los Aprendizajes.
- Ministerio de Educación. (2017c). *Género y brechas de aprendizaje en matemática al término de la educación primaria. Zoom Educativo N° 2*. Lima: Oficina de Medición de Calidad de los Aprendizajes.
- Ministerio de Educación. (2017d). *Programa Curricular de Educación Secundaria*. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-secundaria.pdf>
- Ministerio de Educación. (2018). *Desafíos en la medición y el análisis del estatus socioeconómico de los estudiantes peruanos*. Lima: Oficina de Medición de Calidad de los Aprendizajes.
- Ministerio de Educación. (2019a). *Equidad y oportunidades de aprendizaje en 2.º grado de secundaria. Evidencias de la ECE 2016*. Lima: Oficina de Medición de Calidad de los Aprendizajes.
- Ministerio de Educación. (2019b). *Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes 2018*. Recuperado de <http://umc.minedu.gob.pe/resultados-ece-2018/>
- Morris, L. y Liebert, R. M. (1970). Relationship of cognitive and emotional components of test anxiety to physiological arousal and academic performance. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(3), 332-337.
- Mostafa, T., Echazarra, A. y Guillou, H. (2018). The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015. *OECD Education Working Papers, No. 188*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nunes, T., Bryant, P., Strand, S., Hillier, J., Barros, J. y Miller-Friedmann, J. (2017). *Review of SES and science learning in formal educational settings*. London: Education Endowment Foundation.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2016a). *PISA 2015 results (Vol. I): Excellence and equity in education*. Paris: PISA, OECD Publishing.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2016b). *PISA 2015 results (Vol. II): Policies and practices for successful schools*. Paris: PISA, OECD Publishing.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2017). *PISA 2015 technical report*. Paris: Autor.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). *Informe de resultados: Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, TERCE. Cuadernillo N°2. Logros de aprendizaje*. Santiago: UNESCO.
- Pekrun, R. y Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *Handbook of emotions in education*. New York: Francis & Taylor/Routledge.
- Potvin, P. y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: Autor.
- Regan, E. y DeWitt, J. (2015). Attitudes, interest and factors influencing STEM enrolment behaviour: An overview of relevant literature. En E. K. Henriksen, J. Dillon y J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 63-88). Dordrecht: Springer.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2009). Promoting self-determined school engagement: Motivation, learning and well-being. En K. Wentzel, A. Wigfield y D. Miele (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 171-195). New York: Routledge.
- Sadler, D. R. (2002). *Interdisciplinarity in university teaching and research*. Brisbane: Griffith Institute for Higher Education.
- Sakellari, M. y Skanavis, C. (2013). Environmental behavior and gender: An emerging area of concern for environmental education research. *Applied Environmental Education and Communication*, 12(2), 77-87. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2013.820633>
- Schiepe-Tiska, A., Roczen, N., Müller, K., Prenzel, M. y Osborne, J. (2016). Science-related outcomes: Attitudes, motivation, value beliefs, strategies. En S. Kuger, E. Klieme, N. Jude y D. Kaplan (Eds.), *Assessing contexts of learning: An international perspective* (pp. 301-329). Cham, Switzerland: Springer.
- Schoon, I. y Eccles, J. S. (2014). *Gender differences in aspirations and attainment: A life course perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schunk, D. H. (2008). *Learning theories: An educational perspective*. London, UK: Merrill Prentice Hall.
- Schuster, D., Cobern, W. W., Adams, B. A., Undreiu, A. y Pleasants, B. (2017). Learning of core disciplinary ideas: Efficacy comparison of two contrasting modes of science instruction. *Research in Science Education*, 48(2), 389-435. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9573-3>
- Schwartz, D. L., Lindgren, R. y Lewis, S. (2009). Constructivism in an age of non-constructivist assessments. En S. Tobias y T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist instruction: Success or failure?* (pp. 34-61). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.

- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C. y Rasplika Khoury, C. (2018). The effectiveness of direct instruction curricula: A meta-analysis of a half century of research. *Review of Educational Research*, 88(4), 479-507. <https://doi.org/10.3102/0034654317751919>
- Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V. y Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312(1), 1143-1144.
- Teig, N., Scherer, R. y Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56(1), 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.006>
- Tobias, S. y Duffy, T. M. (2009). The success or failure of constructivist instruction: An introduction. En S. Tobias y T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist instruction: Success or failure?* (pp. 3-6). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Tuovinen, J. E. y Sweller, J. (1999). A comparison of cognitive load associated with discovery learning and worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 334-341. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.2.334>
- Tytler, R. y Osborne, J. (2012). Student attitudes and aspirations towards science. En B. J. Fraser, K. G. Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 597-625). Dordrecht: Springer.
- van Buuren, S. y Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3), 1-67. <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03>
- Vonnegut, K. (1988). *Cuna de gato*. Barcelona: Editorial Anagrama S.A.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer-Verlag.
- Wigfield, A. y Eccles, J. S. (1989). Test anxiety in elementary and secondary school students. *Educational Psychologist*, 24(1), 159-186.
- Wigfield, A. y Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Schiefele, U., Roeser, R. W. y Davis-Kean, P. (2006). Development of achievement motivation. En N. Eisenberg, W. Damon y R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 933-1002). New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Willms, J. D. (2006). *Las brechas de aprendizaje: diez preguntas de la política educativa a seguir en relación con el desempeño y la equidad en las escuelas y los sistemas educativos*. Montreal: Instituto de Estadística de la UNESCO.
- Zhang, L. (2016). Is inquiry-based science teaching worth the effort? *Science & Education*, 25(7-8), 897-915. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9856-0>

Anexos

Anexos

A Informe técnico de los factores asociados al desarrollo de la competencia científica

La evaluación psicométrica de las escalas utilizadas y la estimación de puntajes derivados se llevó a cabo mediante análisis factoriales confirmatorios. Para cada factor se asumió una estructura unidimensional, en la cual una sola variable latente explicaba las respuestas a las preguntas (variables manifiestas) que la integraban. En todos los casos se verificó que los valores de los índices de bondad de ajuste resultasen adecuados y que las cargas factoriales fuesen lo suficientemente altas. Esto tuvo por finalidad contar con evidencia que respalde el uso de los puntajes factoriales en los análisis incluidos en los distintos capítulos del presente documento.

A continuación se presenta información técnica correspondiente a estos factores.

A.1 Actitudes relacionadas con la ciencia

Tabla A.1 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de motivación instrumental

¿Qué tan de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Esforzarme en mi clase de Ciencia es importante porque me ayudará en el trabajo que quiera realizar más adelante.	2,9%	8,2%	60,5%	28,4%	0,857
Lo que aprendo en mi clase de Ciencia es importante porque lo necesito para lo que quiera hacer en el futuro.	3,3%	11,2%	57,7%	27,8%	0,921
Estudiar en mi clase de Ciencia vale la pena porque lo que aprendo me ayudará a mejorar mis perspectivas profesionales.	3,0%	10,3%	58,6%	28,1%	0,877
Muchas cosas que aprendo en mi clase de Ciencia me ayudarán a conseguir un trabajo.	4,3%	19,0%	54,8%	21,9%	0,802

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,999, TLI = 0,997, RMSEA = 0,072, SRMR = 0,014.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.2 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de motivación de logro

¿Hasta qué punto estás en desacuerdo o de acuerdo con las siguientes afirmaciones relacionadas a ti?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Yo quiero tener notas altas en todos o en casi todos mis cursos.	1,3%	2,2%	40,5%	56,0%	0,807
Yo quiero poder elegir entre las mejores oportunidades disponibles cuando termine el colegio.	1,3%	2,0%	36,4%	60,4%	0,782
Yo quiero ser el mejor en todo lo que haga.	1,3%	9,0%	47,2%	42,5%	0,792
Me veo a mí mismo(a) como una persona ambiciosa.	20,6%	40,6%	27,2%	11,6%	0,246
Yo quiero ser uno(a) de los(as) mejores de mi clase.	1,7%	9,9%	53,1%	35,4%	0,792

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,989, TLI = 0,978, RMSEA = 0,092, SRMR = 0,050.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.3 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de gusto por la ciencia

¿Cuán de acuerdo o en desacuerdo estás con cada una de las siguientes afirmaciones relacionadas a ti?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Generalmente me divierto cuando aprendo algo sobre conocimientos científicos.	7,6%	11,9%	59,6%	20,9%	0,823
Me gusta leer sobre conocimientos científicos.	5,8%	21,1%	56,9%	16,2%	0,874
Soy feliz trabajando sobre temas relacionados al conocimiento científico.	5,5%	21,4%	57,8%	15,3%	0,894
Disfruto adquirir nuevos conocimientos científicos.	5,1%	13,5%	61,4%	20,0%	0,911
Estoy interesado(a) en aprender sobre conocimientos científicos.	5,6%	15,1%	57,2%	22,2%	0,894

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,999, TLI = 0,999, RMSEA = 0,042, SRMR = 0,009.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.4 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de interés en temas científicos

¿Hasta qué punto estás interesado(a) en los siguientes conocimientos científicos?

Ítem	No estoy interesado	Poco interesado	Interesado	Muy interesado	No sé qué es eso	Carga factorial*
Biósfera (ecosistema, sostenibilidad, etc.).	8,7%	29,0%	47,5%	12,9%	1,9%	0,669
Fuerza y movimiento (fricción, magnetismo y fuerza gravitacional, velocidad, etc.).	7,5%	28,0%	45,2%	17,8%	1,5%	0,788
Energía y su transformación (conservación, reacciones químicas, etc.).	6,6%	24,7%	46,9%	20,3%	1,5%	0,805
El universo y su historia.	3,5%	13,0%	41,0%	40,9%	1,7%	0,687
Cómo la Ciencia puede ayudarnos a prevenir enfermedades.	3,1%	10,0%	42,5%	42,7%	1,7%	0,679

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,983, TLI = 0,966, RMSEA = 0,151, SRMR = 0,052.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.5 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de autoeficacia relacionada con la ciencia*¿Qué tan fácil crees que sería hacer las siguientes actividades por ti mismo?*

Ítem	No podría hacerlo	Tendría problemas para hacerlo yo solo	Lo podría hacer con esfuerzo	Lo podría hacer fácilmente	Carga factorial*
Reconocer la pregunta científica que hay detrás de un artículo periodístico sobre un tema de salud.	2,4%	14,2%	60,6%	22,7%	0,591
Explicar por qué un terremoto ocurre con más frecuencia en un lugar que en otro.	3,6%	16,2%	51,2%	29,1%	0,656
Describir la función de los antibióticos en el tratamiento de enfermedades.	5,1%	24,8%	51,2%	18,9%	0,713
Identificar la pregunta científica relacionada con la eliminación de la basura.	3,8%	15,9%	51,9%	28,5%	0,715
Predecir cómo los cambios en el medioambiente podrían afectar la supervivencia de ciertas especies.	4,5%	18,1%	48,1%	29,3%	0,744
Interpretar la información científica que se coloca en las etiquetas de los envases de comida.	4,6%	20,4%	52,5%	22,5%	0,720
Debatir cómo evidencias nuevas pueden ayudar a que cambies tu visión acerca de la posibilidad de vida en Marte.	8,3%	25,5%	47,7%	18,5%	0,741
Identificar la mejor explicación, entre dos explicaciones, sobre la formación de la lluvia ácida.	7,7%	23,9%	48,5%	19,9%	0,762

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,995, TLI = 0,993, RMSEA = 0,053, SRMR = 0,028.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.6 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de ansiedad en las pruebas

¿Hasta qué punto estás en desacuerdo o de acuerdo con las siguientes afirmaciones relacionadas a ti?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Constantemente me preocupa que me resulte difícil dar un examen.	8,1%	32,0%	50,6%	9,4%	0,597
Me preocupa que yo pueda tener notas bajas en el colegio.	6,6%	14,7%	48,8%	30,0%	0,425
Incluso cuando yo estoy bien preparado(a) para un examen, me siento muy ansioso(a).	6,8%	21,7%	52,8%	18,7%	0,486
Me pongo muy tenso(a) cuando estudio para un examen.	14,2%	42,6%	35,0%	8,2%	0,711
Me pongo nervioso(a) cuando no sé cómo resolver una tarea del colegio.	14,4%	36,6%	37,2%	11,8%	0,657

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,973, TLI = 0,946, RMSEA = 0,090, SRMR = 0,042.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.7 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de actividades científicas

¿Qué tan seguido haces lo siguiente?

Ítem	Nunca o casi nunca	Algunas veces	Regularmente	Casi siempre	Carga factorial*
Ver programas de televisión sobre Ciencia.	12,3%	40,0%	32,6%	15,1%	0,656
Pedir prestado o comprar libros especializados en temas de Ciencia.	30,9%	39,2%	21,5%	8,4%	0,769
Entrar a páginas de internet sobre Ciencia.	24,0%	41,6%	23,8%	10,7%	0,802
Leer revistas sobre Ciencia o artículos científicos en periódicos.	25,1%	42,1%	22,5%	10,3%	0,794
Asistir a un club de Ciencia.	66,8%	17,9%	10,3%	5,1%	0,836
Simular un fenómeno natural en un programa por computadora o en un laboratorio virtual.	52,3%	26,5%	14,9%	6,3%	0,902
Simular un proceso técnico en un programa por computadora o en un laboratorio virtual.	53,4%	25,6%	14,6%	6,4%	0,917
Entrar a páginas de internet de organizaciones ecológicas.	39,3%	34,8%	17,3%	8,6%	0,818
Seguir noticias científicas en internet o en organizaciones ecológicas mediante blogs o Twitter.	41,0%	30,4%	18,7%	9,9%	0,749

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,989, TLI = 0,985, RMSEA = 0,123, SRMR = 0,062.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

A.2 Creencias científicas

Tabla A.8 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de creencias epistemológicas

¿Qué tan en desacuerdo o de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Una buena manera de conocer si algo es verdad, es haciendo un experimento.	8,4%	10,0%	58,9%	22,6%	0,821
Las ideas en el campo de la Ciencia a veces cambian.	5,2%	15,4%	68,1%	11,3%	0,787
Las buenas respuestas están basadas en evidencia de muchos experimentos diferentes.	6,3%	11,9%	59,1%	22,7%	0,873
Es bueno experimentar más de una vez para asegurar los resultados encontrados.	6,1%	9,6%	55,3%	29,1%	0,868
A veces los científicos del campo de la Ciencia cambian su forma de pensar acerca de lo que es verdad en la Ciencia.	5,1%	18,6%	62,5%	13,8%	0,758
Las ideas en los libros del campo de la Ciencia a veces cambian.	5,4%	19,5%	61,2%	13,8%	0,725

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,992, TLI = 0,987, RMSEA = 0,122, SRMR = 0,044.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.9 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de optimismo medioambiental

¿Crees que de aquí a 20 años, mejorarán o empeorarán las consecuencias asociadas a los siguientes problemas ambientales?

Ítem	Empeorará	Seguirá igual	Mejorará	Carga factorial*
Contaminación del aire.	57,5%	20,8%	21,7%	0,893
Extinción de animales y plantas.	52,5%	25,5%	22,0%	0,879
Las consecuencias de la tala de árboles para otros usos del suelo.	50,3%	29,0%	20,7%	0,873
Escasez de agua.	60,2%	21,3%	18,4%	0,888
Deshecho nuclear.	48,7%	35,7%	15,6%	0,848
El incremento de los gases del efecto invernadero en la atmósfera.	58,4%	25,8%	15,8%	0,893
El uso de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	40,1%	37,7%	22,2%	0,745

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,998, TLI = 0,997, RMSEA = 0,053, SRMR = 0,024.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.10 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de conciencia medioambiental

¿Cuán informado estás acerca de los siguientes problemas del medio ambiente?

Ítem	Nunca he oído sobre esto	He oído sobre esto pero no podría explicar de qué se trata	Conozco un poco al respecto y podría explicarlo de manera general	Conozco el tema y podría explicar claramente de qué se trata	Carga factorial*
El incremento de los gases del efecto invernadero en la atmósfera.	8,9%	29,5%	45,8%	15,8%	0,680
El uso de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	15,4%	38,6%	33,8%	12,2%	0,611
Desecho nuclear.	13,7%	39,3%	35,6%	11,4%	0,563
Las consecuencias de la tala de árboles para otros usos del suelo.	4,8%	16,2%	42,3%	36,6%	0,790
Contaminación del aire.	2,0%	9,7%	41,9%	46,4%	0,902
Extinción de plantas y animales.	2,6%	11,8%	42,8%	42,9%	0,883
Escasez de agua.	3,2%	12,7%	41,6%	42,6%	0,851

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,991, TLI = 0,987, RMSEA = 0,110, SRMR = 0,059.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

A.3 Estrategias pedagógicas

Tabla A.11 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de enseñanza basada en la indagación

¿Con qué frecuencia ocurren las siguientes situaciones, cuando estás aprendiendo algún tema en tu clase de Ciencia?

Ítem	Nunca o casi nunca	En algunas clases	En la mayoría de las clases	En todas las clases	Carga factorial*
Los estudiantes tienen la oportunidad de explicar sus ideas.	2,2%	17,2%	28,8%	51,7%	0,623
En el laboratorio, los estudiantes dedican tiempo para hacer experimentos.	30,8%	36,1%	16,7%	16,4%	0,659
Se les pide a los estudiantes que argumenten sobre preguntas relacionadas a la Ciencia.	6,5%	33,9%	30,0%	29,6%	0,760
A los estudiantes se les pide que saquen conclusiones sobre el experimento que han realizado.	12,6%	28,4%	29,1%	30,0%	0,804
El profesor explica cómo una idea de la clase de Ciencia se puede aplicar a diferentes fenómenos (el movimiento de los objetos, sustancias con propiedades similares, etc.).	5,9%	23,4%	32,7%	38,1%	0,727
A los estudiantes se les permite diseñar sus propios experimentos.	27,4%	33,6%	18,7%	20,4%	0,656
La clase participa en debates sobre investigaciones.	18,4%	38,3%	22,3%	21,0%	0,709
El profesor explica claramente la importancia de los conocimientos científicos en nuestra vida diaria.	6,0%	25,2%	31,4%	37,4%	0,719

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,983, TLI = 0,977, RMSEA = 0,093, SRMR = 0,051.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.12 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de enseñanza dirigida por el docente

¿Con qué frecuencia suceden las siguientes situaciones en ese curso de Ciencia?

Ítem	Nunca o casi nunca	En algunas clases	En la mayoría de las clases	En todas las clases o en casi todas	Carga factorial*
El profesor explica las ideas científicas.	6,3%	35,6%	37,2%	21,0%	0,743
Se da un debate con el profesor donde participa toda la clase.	17,5%	40,3%	29,2%	13,1%	0,832
El profesor debate nuestras preguntas.	14,0%	39,9%	31,0%	15,2%	0,833
El profesor hace demostraciones de una idea científica.	10,7%	36,9%	33,5%	18,9%	0,803

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,990, TLI = 0,970, RMSEA = 0,186, SRMR = 0,043.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.13 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de retroalimentación

¿Con qué frecuencia suceden las siguientes situaciones en ese curso de Ciencia?

Ítem	Nunca o casi nunca	En algunas clases	En la mayoría de las clases	En todas las clases o en casi todas	Carga factorial*
El profesor me dice cómo es mi desempeño en este curso.	14,1%	52,8%	25,2%	7,9%	0,768
El profesor me da retroalimentación sobre mis fortalezas en este curso de Ciencia.	20,7%	46,8%	24,9%	7,6%	0,781
El profesor me dice en qué áreas de este curso aún puedo mejorar.	16,3%	43,1%	30,1%	10,5%	0,842
El profesor me dice cómo puedo mejorar mi desempeño.	13,0%	41,7%	32,6%	12,7%	0,893
El profesor me aconseja cómo alcanzar mis metas de aprendizaje.	12,9%	36,5%	31,8%	18,7%	0,820

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,996, TLI = 0,992, RMSEA = 0,110, SRMR = 0,032.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.14 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de adaptación de la enseñanza*¿Con qué frecuencia suceden las siguientes situaciones en ese curso de Ciencia?*

Ítem	Nunca o casi nunca	En algunas clases	En la mayoría de las clases	En todas las clases o en casi todas	Carga factorial*
El profesor adapta las clases para mis necesidades de aprendizaje y mis conocimientos.	15,2%	46,8%	27,5%	10,6%	0,768
El profesor brinda ayuda individual cuando los estudiantes tienen dificultades para entender un tema o una tarea.	9,0%	39,2%	34,0%	17,8%	0,774
El profesor cambia la estructura de la clase, respecto a un tema que la mayoría de estudiantes encuentran difícil de entender.	19,1%	42,7%	27,1%	11,2%	0,680

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 1, TLI = 1, RMSEA = 0, SRMR = 0.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

A.4 Contexto para el aprendizaje de la ciencia

Tabla A.15 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de clima de disciplina del aula

¿Con qué frecuencia suceden las siguientes situaciones en tus clases de Ciencia?

Ítem	Nunca o casi nunca	En algunas clases	En la mayoría de las clases	En todas las clases	Carga factorial*
Los estudiantes no escuchan lo que el profesor dice.	18,1%	58,9%	14,7%	8,3%	0,782
Hay bulla y desorden.	17,6%	57,0%	15,8%	9,6%	0,828
El profesor tiene que esperar un largo rato para que los estudiantes se calmen.	38,6%	42,7%	12,1%	6,6%	0,792
Los estudiantes no pueden hacer bien su trabajo.	29,8%	54,3%	11,7%	4,2%	0,671
Los estudiantes no empiezan a trabajar sino hasta mucho tiempo después de haber comenzado la clase.	33,9%	46,7%	13,1%	6,3%	0,790

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,993, TLI = 0,987, RMSEA = 0,094, SRMR = 0,035.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.16 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de soporte emocional de los padres

Piensa en el presente año escolar. ¿Qué tan en desacuerdo o de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

Ítem	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	Carga factorial*
Mis padres están interesados en mis actividades escolares.	2,3%	4,7%	49,2%	43,8%	0,788
Mis padres apoyan mis esfuerzos y logros escolares.	2,2%	5,4%	48,4%	44,0%	0,848
Mis padres me apoyan cuando tengo dificultades en el colegio.	3,1%	11,8%	51,5%	33,6%	0,791
Mis padres me motivan para tener confianza en mí mismo.	3,5%	8,2%	39,6%	48,8%	0,790

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,999, TLI = 0,998, RMSEA = 0,030, SRMR = 0,009.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

Tabla A.17 Porcentajes de respuestas, indicadores de ajuste y cargas factoriales de la escala de escasez de material educativo

La capacidad de enseñar de su colegio, ¿se ve perjudicada por alguno de los siguientes problemas?

Ítem	Nada	Muy poco	Regular	Bastante	Carga factorial*
Falta de material educativo (libros de texto, computadoras, biblioteca, material de laboratorio, etc.).	18,9%	23,4%	31,5%	26,3%	0,872
Material educativo (libros de texto, computadoras, biblioteca, material de laboratorio, etc.) inadecuado o de baja calidad.	19,1%	26,4%	31,8%	22,6%	0,865
Falta de infraestructura (techos, pisos, ventanas, iluminación, etc.).	35,2%	23,3%	23,9%	17,6%	0,949
Infraestructura (techos, pisos, ventanas, iluminación, etc.) inadecuada o de baja calidad .	33,3%	24,8%	23,9%	18,1%	0,950

Nota. Índices de bondad de ajuste: CFI = 0,989, TLI = 0,966, RMSEA = 0,455, SRMR = 0,11.

*Todas las cargas factoriales fueron estadísticamente significativas al nivel de 0,001.

B Diferencias estadísticamente significativas para los factores asociados al desarrollo de la competencia científica según estratos

A continuación se presentan las medidas promedio y errores estándar para los factores asociados al desarrollo de la competencia científica según los siguientes estratos: sexo, nivel socioeconómico, nivel de desempeño y tipo de gestión escolar. Así mismo, se reporta la presencia o ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre medidas promedio.

B.1 Actitudes relacionadas con la ciencia

Tabla B.1 *Diferencias estadísticamente significativas según sexo*

	Sexo			
	Hombre		Mujer	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Motivación instrumental	-0,06 _a	0,02	0,03 _b	0,02
Motivación de logro	-0,05 _a	0,01	0,00 _b	0,01
Gusto por la ciencia	0,00 _a	0,01	-0,01 _a	0,02
Interés en temas científicos	0,03 _a	0,01	-0,04 _b	0,01
Autoeficacia relacionada con la ciencia	0,00 _a	0,01	-0,01 _a	0,01
Ansiedad en las pruebas	-0,04 _a	0,01	0,05 _b	0,01
Actividades científicas	0,10 _a	0,02	-0,07 _b	0,01

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.2 *Diferencias estadísticamente significativas según nivel socioeconómico*

	Nivel socioeconómico					
	Muy bajo y bajo		Medio		Alto	
	Media	e.e.	Media	e.e.	Media	e.e.
Motivación instrumental	0,02 _a	0,01	-0,06 _b	0,03	-0,05 _{ab}	0,04
Motivación de logro	-0,07 _a	0,01	-0,01 _b	0,02	0,09 _c	0,02
Gusto por la ciencia	0,00 _a	0,01	-0,05 _b	0,02	0,04 _a	0,03
Interés en temas científicos	-0,01 _a	0,01	-0,01 _a	0,02	0,06 _b	0,02
Autoeficacia relacionada con la ciencia	-0,04 _a	0,01	-0,03 _a	0,02	0,14 _b	0,02
Ansiedad en las pruebas	0,02 _a	0,01	0,00 _a	0,01	-0,07 _b	0,02
Actividades científicas	0,04 _a	0,01	-0,04 _b	0,02	0,02 _{ab}	0,03

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.3 Diferencias estadísticamente significativas según nivel de desempeño en ciencia

	Nivel de desempeño			
	Menores al Nivel 2		Niveles 2 al 5	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Motivación instrumental	0,02 _a	0,01	-0,05 _b	0,02
Motivación de logro	-0,11 _a	0,01	0,09 _b	0,01
Gusto por la ciencia	-0,07 _a	0,02	0,06 _b	0,02
Interés en temas científicos	-0,06 _a	0,01	0,06 _b	0,01
Autoeficacia relacionada con la ciencia	-0,03 _a	0,01	0,02 _b	0,01
Ansiedad en las pruebas	0,04 _a	0,01	-0,05 _b	0,01
Actividades científicas	0,14 _a	0,02	-0,10 _b	0,01

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.4 Diferencias estadísticamente significativas según gestión

	Gestión			
	Estatál		No estatal	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Motivación instrumental	0,03 _a	0,01	-0,12 _b	0,03
Motivación de logro	-0,05 _a	0,01	0,02 _b	0,02
Gusto por la ciencia	0,02 _a	0,01	-0,07 _b	0,03
Interés en temas científicos	0,02 _a	0,01	-0,07 _b	0,02
Autoeficacia relacionada con la ciencia	0,00 _a	0,01	-0,01 _a	0,02
Ansiedad en las pruebas	0,01 _a	0,01	-0,01 _a	0,01
Actividades científicas	0,07 _a	0,01	-0,10 _b	0,03

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

B.2 Creencias científicas

Tabla B.5 Diferencias estadísticamente significativas para creencias científicas según sexo

	Sexo			
	Hombre		Mujer	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Creencias epistemológicas	-0,01 _a	0,02	0,00 _a	0,02
Optimismo medioambiental	0,04 _a	0,02	0,06 _a	0,01
Conciencia medioambiental	-0,05 _a	0,02	0,04 _b	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.6 Diferencias estadísticamente significativas para creencias científicas según nivel socioeconómico

	Nivel socioeconómico					
	Muy bajo y bajo		Medio		Alto	
	Media	e.e.	Media	e.e.	Media	e.e.
Creencias epistemológicas	-0,10 _a	0,01	0,08 _b	0,02	0,18 _c	0,02
Optimismo medioambiental	0,10 _a	0,02	-0,01 _b	0,02	-0,05 _b	0,03
Conciencia medioambiental	-0,10 _a	0,02	0,05 _b	0,02	0,21 _c	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.7 Diferencias estadísticamente significativas para creencias científicas según nivel de desempeño en ciencia

	Nivel de desempeño			
	Menores al Nivel 2		Niveles 2 al 5	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Creencias epistemológicas	-0,18 _a	0,01	0,18 _b	0,01
Optimismo medioambiental	0,26 _a	0,02	-0,18 _b	0,02
Conciencia medioambiental	-0,13 _a	0,02	0,12 _b	0,01

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.8 Diferencias estadísticamente significativas para creencias científicas según gestión

	Gestión			
	Estatal		No estatal	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Creencias epistemológicas	-0,03 _a	0,01	0,08 _b	0,02
Optimismo medioambiental	0,08 _a	0,02	-0,03 _b	0,02
Conciencia medioambiental	-0,03 _a	0,02	0,04 _b	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

B.3 Estrategias pedagógicas

Tabla B.9 Diferencias estadísticamente significativas para estrategias pedagógicas según sexo

	Sexo			
	Hombre		Mujer	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Enseñanza basada en la indagación	0,01 _a	0,02	-0,01 _a	0,02
Enseñanza dirigida por el docente	0,04 _a	0,02	-0,03 _b	0,02
Retroalimentación	0,08 _a	0,02	-0,06 _b	0,02
Adaptación de la enseñanza	0,04 _a	0,01	-0,03 _b	0,01

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.10 Diferencias estadísticamente significativas para estrategias pedagógicas según nivel socioeconómico

	Nivel socioeconómico					
	Muy bajo y bajo		Medio		Alto	
	Media	e.e.	Media	e.e.	Media	e.e.
Enseñanza basada en la indagación	0,02 _a	0,01	-0,03 _b	0,02	-0,02 _{ab}	0,03
Enseñanza dirigida por el docente	-0,02 _a	0,01	0,01 _{ab}	0,03	0,05 _b	0,03
Retroalimentación	0,03 _a	0,02	-0,04 _b	0,02	0,02 _{ab}	0,03
Adaptación de la enseñanza	-0,01 _a	0,01	0,02 _a	0,02	0,03 _a	0,03

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.11 Diferencias estadísticamente significativas para estrategias pedagógicas según nivel de desempeño en ciencia

	Nivel de desempeño			
	Menores al Nivel 2		Niveles 2 al 5	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Enseñanza basada en la indagación	0,06 _a	0,01	-0,07 _b	0,02
Enseñanza dirigida por el docente	0,00 _a	0,02	0,00 _a	0,02
Retroalimentación	0,07 _a	0,02	-0,05 _b	0,02
Adaptación de la enseñanza	0,00 _a	0,01	0,01 _a	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.12 Diferencias estadísticamente significativas para estrategias pedagógicas según gestión

	Gestión			
	Estatal		No estatal	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Enseñanza basada en la indagación	0,06 _a	0,01	-0,16 _b	0,03
Enseñanza dirigida por el docente	0,02 _a	0,01	-0,05 _b	0,03
Retroalimentación	0,03 _a	0,01	-0,04 _b	0,03
Adaptación de la enseñanza	0,00 _a	0,01	0,00 _a	0,03

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

B.4 Contexto para el aprendizaje de la ciencia

Tabla B.13 Diferencias estadísticamente significativas para variables contextuales según sexo

	Sexo			
	Hombre		Mujer	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Clima de disciplina del aula	-0,01 _a	0,02	0,01 _a	0,02
Soporte emocional de los padres	-0,03 _a	0,01	-0,02 _a	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.14 Diferencias estadísticamente significativas para variables contextuales según nivel socioeconómico

	Nivel socioeconómico					
	Muy bajo y bajo		Medio		Alto	
	Media	e.e.	Media	e.e.	Media	e.e.
Clima de disciplina del aula	0,00 _{ab}	0,01	-0,03 _a	0,02	0,06 _b	0,03
Soporte emocional de los padres	-0,09 _a	0,01	0,01 _b	0,01	0,16 _c	0,03

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.15 Diferencias estadísticamente significativas para variables contextuales según nivel de desempeño en ciencia

	Nivel de desempeño			
	Menores al Nivel 2		Niveles 2 al 5	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Clima de disciplina del aula	-0,03 _a	0,01	0,03 _b	0,02
Soporte emocional de los padres	-0,05 _a	0,01	0,01 _b	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

Tabla B.16 Diferencias estadísticamente significativas para variables contextuales según gestión

	Gestión			
	Estatal		No estatal	
	Media	e.e.	Media	e.e.
Clima de disciplina del aula	-0,01 _a	0,01	0,02 _a	0,03
Soporte emocional de los padres	-0,04 _a	0,01	0,02 _b	0,02

Nota. Los valores promedio de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).

C Correlaciones entre variables de estudio

A fin de conocer el grado de asociación entre actitudes relacionadas con la ciencia, creencias científicas, estrategias pedagógicas, aspectos contextuales y rendimiento en la prueba de ciencia, se estimaron correlaciones mediante el coeficiente rho (ρ) de Spearman. Por su parte, para el rendimiento en ciencia se incluyó el primer valor plausible provisto en la base de datos de PISA 2015.

Tabla C.1 Correlaciones entre variables de estudio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1. Motivación instrumental	1																		
2. Motivación de logro	0,16	1																	
3. Gusto por la ciencia	0,23	0,18	1																
4. Interés en temas científicos	0,22	0,19	0,40	1															
5. Autoeficacia relacionada con la ciencia	0,20	0,12	0,24	0,25	1														
6. Ansiedad en las pruebas	0,03	0,11	-0,06	-0,04	-0,17	1													
7. Actividades científicas	0,23	0,10	0,25	0,27	0,33	-0,04	1												
8. Creencias epistemológicas	0,08	0,17	0,26	0,21	0,09	0,01	-0,04	1											
9. Optimismo medioambiental	0,02	-0,11	-0,07	-0,11	-0,03	0,04	0,13	-0,12	1										
10. Conciencia medioambiental	0,16	0,21	0,28	0,31	0,32	-0,11	0,14	0,21	-0,20	1									
11. Enseñanza basada en la indagación	0,17	0,05	0,16	0,15	0,18	-0,02	0,29	0,03	0,10	0,17	1								
12. Enseñanza dirigida por el docente	0,15	0,11	0,22	0,20	0,14	-0,01	0,20	0,10	0,00	0,22	0,47	1							
13. Retroalimentación	0,18	0,10	0,21	0,20	0,12	-0,01	0,27	0,08	0,06	0,19	0,42	0,55	1						
14. Adaptación de la enseñanza	0,18	0,12	0,23	0,21	0,12	-0,02	0,20	0,12	0,03	0,21	0,40	0,53	0,61	1					
15. Clima de disciplina del aula	0,07	0,00	0,11	0,08	0,04	-0,07	0,03	0,05	0,00	0,10	0,14	0,21	0,16	0,19	1				
16. Escasez de material educativo	0,08	-0,03	0,06	0,05	-0,01	0,01	0,14	-0,11	0,06	-0,10	0,12	0,03	0,06	-0,01	0,00	1			
17. Soporte emocional de los padres	0,10	0,26	0,12	0,11	0,07	-0,01	0,09	0,12	0,02	0,15	0,13	0,12	0,16	0,16	0,13	-0,06	1		
18. Rendimiento en ciencia	-0,06	0,15	0,10	0,11	0,09	-0,17	-0,20	0,27	-0,30	0,21	-0,14	0,00	-0,09	-0,01	0,04	-0,35	0,07	1	

D Clasificación de carreras científicas y tecnológicas en PISA 2015

A continuación se presenta la clasificación de carreras científicas y tecnológicas, elaborada a partir de las respuestas de los estudiantes a una pregunta abierta en la cual se indagó por el tipo de trabajo que esperaban desempeñar a los 30 años. Para tal fin se utilizó la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (ISCO-08)³⁴ (OECD, 2016b).

Tabla D.1 Carreras científicas y tecnológicas

Tipo	Carreras
Ciencias e ingeniería	Físicos y astrónomos, meteorólogos, químicos, geólogos y geofísicos, matemáticos, actuarios y estadísticos, biólogos, botánicos, zoólogos y profesiones relacionadas, asesores agropecuarios, forestales y pesqueros, profesionales de la protección del medioambiente, ingenieros industriales y de producción, ingenieros civiles, ingenieros ambientales, ingenieros mecánicos, ingenieros químicos, ingenieros de minas, metalúrgicos y profesiones relacionadas, otros profesionales de la ingeniería, ingenieros eléctricos, ingenieros electrónicos, ingenieros de telecomunicaciones, arquitectos constructores, arquitectos paisajistas, planificadores urbanos y de tráfico, cartógrafos y agrimensores.
Salud	Médicos generales, médicos especialistas, profesionales de enfermería, obstetras, paramédicos, veterinarios, dentistas, farmacéuticos, profesionales de la higiene y de la salud ambiental y ocupacional, fisioterapeutas, dietistas y nutricionistas, audiólogos y logopedas, optometristas y ópticas oftalmológicas, otros profesionales de la salud.
Tecnologías de la información y de la comunicación	Analistas de sistemas, desarrolladores de software, desarrolladores web y multimedia, programadores de aplicaciones, otros desarrolladores y analistas de software, diseñadores y administradores de bases de datos, administradores de sistemas, profesionales de redes informáticas, otros profesionales de redes y bases de datos.
Técnicos científicos	Técnicos químicos y de ciencias físicas, técnicos de ingeniería civil, técnicos en ingeniería eléctrica, técnicos en ingeniería electrónica, técnicos en ingeniería mecánica, técnicos en ingeniería química, técnicos mineros y metalúrgicos, técnicos dibujantes, otros técnicos en ciencias físicas e ingeniería, técnicos en ciencias (no médicas) de la vida, técnicos agrícolas, técnicos forestales, tecnólogos médicos, técnicos de laboratorio médico y de patología, técnicos farmacéuticos y asistentes, técnicos en electrónica de seguridad del tráfico aéreo, técnicos en ingeniería de telecomunicaciones.

³⁴Por su nombre en inglés, International Standard Classification of Occupations.

E Modelos de factores asociados al interés en carreras de ciencia y tecnología, incluyendo el rendimiento en ciencia como predictor

Tabla E.1 Modelos de factores asociados al interés en carreras de ciencia y tecnología, incluyendo el rendimiento en ciencia como predictor

Variable	Modelos							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(Intercepto)	0,201*	0,219*	0,224*	0,224*	0,226*	0,225*	0,215*	0,219*
Lengua materna: originaria ^A	0,931*	1,199	1,126	1,271	1,259	1,268	1,216	1,217
Lengua materna: extranjera ^A	0,836*	0,848	0,764	0,769	0,774	0,752	0,759	0,766
Sexo: mujer	0,690*	0,645*	0,641*	0,642*	0,639*	0,642*	0,645*	0,645*
ISE	1,143*	1,077*	1,089*	1,091*	1,093*	1,090	1,074	1,079*
Ocupación de padres relacionada con la ciencia	1,664*	1,666*	1,661*	1,660*	1,656*	1,671*	1,682*	1,687*
Matrícula oportuna: sí	1,189	1,223*	1,210*	1,209*	1,212*	1,207*	1,201*	1,199*
ISEP	0,956*	1,109*	1,097	1,097	1,092	1,093	1,101*	1,089
Rendimiento en ciencia	1,002*	1,003*	1,003*	1,003*	1,003*	1,003*	1,003*	1,003*
Motivación instrumental	1,388*	1,399*	1,399*	1,399*	1,404*	1,402*	1,347*	1,349*
Motivación de logro	1,173*	1,199*	1,198*	1,199*	1,199*	1,197*	1,195*	1,198*
Gusto por la ciencia	1,021	1,044	1,044	1,044	1,045	1,045	1,037	1,037
Interés en temas científicos	1,235*	1,232*	1,232*	1,232*	1,234*	1,232*	1,219*	1,219*
Autoeficacia relacionada con la ciencia	0,934	0,934	0,932	0,931	0,930	0,933	0,933	0,929
Ansiedad en las pruebas	0,956	0,940	0,940	0,940	0,938	0,819*	0,944	0,819
Actividades científicas	1,218*	1,278*	1,275*	1,274*	1,273*	1,278*	1,278*	1,277*
Soporte emocional de los padres	1,035	1,027	1,027	1,027	1,023	1,029	1,035	1,035
Enseñanza basada en la indagación	0,894*	0,845*	0,894*	0,845*	0,912	0,892*	0,891*	0,851
Sexo: mujer x indagación		1,132						1,168
ISE x indagación					0,919			0,883*
Sexo: mujer x ansiedad						1,325*		1,329*
ISE x motivación instrumental							1,159*	1,173*
Índices de ajuste								
AIC	8595,3	6477,2	6091,5	6093,1	6090,8	6087,0	6081,4	6074,9
BIC	8656,4	6588,1	6207,8	6215,9	6213,6	6209,8	6204,1	6217,1

* $p < 0,05$. ^AReferencia: lengua materna castellana.

El presente estudio amplía los hallazgos descritos en el documento “El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados”, publicado por el Ministerio de Educación en el año 2017, y tiene por objetivo explorar el rol que cumplen distintos factores en el desarrollo de la competencia científica. De manera específica, se explora la distribución por estratos de distintas características del estudiante, del aula y de la escuela, asociadas a esta competencia. Además, se analiza el rol que cumplen las estrategias pedagógicas empleadas por los docentes en el rendimiento de los estudiantes en la prueba de ciencia. Asimismo, se exploran los principales antecedentes del interés en carreras científicas y tecnológicas.

Ministerio de Educación

Calle Del Comercio 193,
San Borja - Lima, Perú
Tel.: (511) 615-5800

<http://www.minedu.gob.pe/>

ISBN: 978-9972-246-85-2

