

La práctica de las habilidades de razonamiento y argumentación como determinantes del puntaje de las áreas de ciencias, matemáticas y lectura de la prueba PISA

The practice of reasoning and argumentation skills as determinants of the score on science, math and reading areas in PISA

Manuel Lecuanda^{1,a}, Leonor Silva Schütte^{2,b}, Pablo Barniol^{2,c}

¹Presidencia de la República. Ciudad de México. México.

²Tecnologico de Monterrey. Monterrey. México

^amanuel@lecuanda.com, ^bleonorsilvaschutte@gmail.com, ^cpablo.barniol@tec.mx

Resumen

La literatura sugiere que existe un amplio grupo de factores determinantes del puntaje obtenido por los estudiantes en la prueba estandarizada de PISA. Uno de los determinantes poco estudiados ha sido el desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación. Mediante la estimación de una regresión lineal múltiple, este artículo prueba el impacto que tiene el uso de este tipo de estrategias en los índices de desempeño académico en lectura, matemáticas y ciencias en la prueba de PISA para México. También se incluyeron como variables de control las variables sociodemográficas del alumno, las variables socioeconómicas del hogar y las variables escolares. Los resultados muestran que el uso de estrategia de argumentación tiene un mayor impacto para todas las pruebas, aumentando hasta en 13 puntos el puntaje promedio en la prueba de matemáticas. Esto confirma la importancia que tienen las habilidades de razonamiento y argumentación en la medición del desempeño académico.

Palabras clave: Desempeño académico, investigación de evaluación, razonamiento abstracto, discurso persuasivo, educación basada en competencias.

Abstract

Literature suggests that there is a wide group of determinants of the PISA standardized test scores. Reasoning and argumentation skills are one of the less studied. Using a multiple linear regression estimation, this article proves the impact that the use of this type of strategies has on the academic performance indexes in reading, mathematics and science in the PISA test for Mexico. The sociodemographic variables of the student, the socioeconomic variables of the household and the school variables were also included as control variables. The results show that the use of argumentation strategy has a greater impact for all tests,

increasing the average score in the math test by 13 points. This confirms the importance of the reasoning and argumentation skills in the measurement of academic performance.

Keywords: Academic achievement, evaluation research, abstract reasoning, persuasive discourse, competency-based education

La práctica de las habilidades de razonamiento y argumentación como determinantes del puntaje de las áreas de ciencias, matemáticas y lectura de la prueba PISA

Introducción

Las habilidades de razonamiento y argumentación son elementos indispensables para el desarrollo de competencias básicas para la vida (Driver, Newton y Osborne, 2000). Por ejemplo, como lo señalan García-Madruga y Fernández (2008), en la competencia lectora sería imposible comprender un texto sin razonamiento. Por otro lado, en la competencia matemática, la comprensión del lenguaje lógico simbólico también requiere saber razonar y argumentar (Voss, 1991). También en el manejo de la competencia científica también es necesaria la construcción de argumentos que generan el nuevo conocimiento (OCDE, 2014). Sin embargo, pese a la importancia del razonamiento y la argumentación para diversas áreas del conocimiento, el desarrollo de estas habilidades se ha dejado de lado en la investigación educativa.

Según Rapanta et al. (2013), el desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación es una de las competencias de mayor relación con el desempeño académico. Esto no solo se debe a su impacto en el pensamiento crítico sino también por permitir una mejor comprensión del conocimiento adquirido. De aquí se plantea como hipótesis que un mejor desempeño académico en pruebas de evaluación estandarizadas, como PISA, en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias puede deberse al desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación.

El probar esta hipótesis ayudaría a valorar la importancia que las habilidades de razonamiento y argumentación tienen en la formación de los alumnos de educación básica para las diferentes competencias requeridas para la vida. Autores como Mercier (2011) justifican la importancia del desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación en el desempeño académico de los alumnos. Sin embargo, hasta el momento, no existe en la literatura un estudio previo que evalúe esta relación. De lo anterior se desprende el objetivo general del presente estudio que es identificar la relación que tiene la práctica de las habilidades de razonamiento y argumentación en los índices de desempeño académico de la prueba PISA. El valor principal del presente artículo es que contribuye a justificar la importancia del desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación en los alumnos para mejorar el desempeño académico.

Marco teórico

Razonamiento y argumentación

Walton (2006) define al razonamiento como el proceso deductivo secuencial que va de proposiciones en proposiciones para lograr una conclusión y que necesariamente requiere de la presencia de un contexto. Además, se pueden distinguir dos tipos de razonamiento: el razonamiento teórico y el razonamiento práctico. Este último es el utilizado en diferentes contextos para la argumentación y puede ser calificado como correcto o incorrecto. Existen varios tipos de razonamiento lógico aplicados en la ciencia. Falk y Brodsky (2014) distinguen tres: el deductivo, el inductivo-correlacional y el inductivo-causal. El primero parte de principios generales para concluir situaciones específicas. El segundo utiliza la relación o variación entre dos o más variables para inferir una relación positiva, negativa o nula. El último identifica diferencias en una variable a partir de la presencia o ausencia de otras, lo que le permite inferir relaciones causales.

De acuerdo a Walton (2006) la argumentación es un proceso global mediante el cual un individuo puede defender o criticar una tesis o punto de vista sobre un contexto de análisis definido. Así, la argumentación es entendida como un proceso por el cual diferentes puntos de vista son puestos a prueba mediante los aportes de la evidencia teórica y empírica (Larrain, Owen y Cerda, 2014). Monzón (2011) la define como “la capacidad de pensar y deliberar sobre lo particular y contingente”. Jiménez et al. (1992) proponen que cualquier proceso de argumentación se forma a partir de datos o hechos, conclusiones, justificaciones y conocimientos básicos, aunque agrega también otros elementos como los calificadores modales y las refutaciones.

Determinantes de los puntajes obtenidos en la prueba PISA

Son muchas las variables determinantes que se han analizado en la literatura para explicar las variaciones en los puntajes obtenidos en las tres áreas evaluadas por la prueba PISA (De Hoyos et al., 2012; Pereira, Perales y Bakieva, 2016; Bazán et al., 2016; Gil-Flores y García-Gómez, 2017; Delprato y Chudgar, 2018; Sayans-Jiménez et al., 2018). Un primer grupo de variables corresponde a los factores asociados con el estudiante, donde se considera el sexo, la edad, la salud, el grupo étnico, la habilidad, la aptitud y la motivación de los alumnos, entre otros. Por ejemplo, para el caso de México, se ha demostrado que las mujeres obtienen mejores resultados en lectura, pero no en matemáticas, y que el interés de los estudiantes tiene una correlación significativa con el aprendizaje de los alumnos (Fernández, 2003).

Un segundo grupo se refiere al contexto del hogar del alumno, en particular, su condición socioeconómica. Para el caso de México, el nivel socioeconómico de las familias de los estudiantes muestra una alta correlación con el aprovechamiento escolar y las características de la familia del estudiante son las que tienen la influencia más grande en su aprendizaje (Jansen, 1995). Finalmente, la evidencia sugiere a que las características de la escuela juegan un papel muy importante en el aprendizaje.

En este tercer grupo se encuentran todos los factores relacionados con las características de la escuela (tamaño, equipamiento) y quienes forman parte de ella (directivos, profesores). Dentro de este grupo se encuentran factores que afectan los procesos dentro del aula como: el

número de alumnos por maestro, las estrategias de enseñanza aprendizaje, las relaciones de los profesores con sus alumnos. El uso eficiente del tiempo de enseñanza también está altamente relacionado con mejores resultados en el aprendizaje (UNESCO, 2005).

Razonamiento y argumentación en la prueba PISA

Turner et al. (2009) presentan un análisis del avance de los alumnos en las seis competencias matemáticas que se contemplan en la prueba de PISA (entre ellas la de razonamiento y argumentación). Los autores analizan el desempeño promedio para cada competencia e identifican la relación que éstos pueden tener. Ellos demuestran la relevancia del desarrollo de las competencias cuantitativas en la variabilidad de la dificultad de las preguntas de matemáticas, destacando la de razonamiento y argumentación como uno de los mejores predictores.

Sáenz (2009) analiza las dificultades que tienen los estudiantes que se preparan para ser docentes de educación básica en España en la solución de la prueba PISA 2003, cuyo especial énfasis fue el tema de matemáticas. La aportación principal de la investigación es que muestra cómo el desarrollo del razonamiento y la argumentación se vinculan con los resultados en matemáticas de la prueba PISA, así como una clasificación de las tareas que evalúa dicha prueba de acuerdo al tipo de proceso cognitivo requerido para su solución.

La literatura sugiere un amplio grupo de factores que pueden ser considerados como determinantes del puntaje obtenido por los estudiantes en la prueba PISA. Sin embargo, tal como lo afirman de Hoyos et al. (2012), a pesar de esta gran cantidad de variables analizadas, el porcentaje de explicación de la variabilidad en el puntaje que se ha podido explicar es el 30%, lo que sugiere que sea necesario probar otras variables y seguir analizando con mayor detalle aquellas que han resultado tener un impacto relevante en la explicación de los puntajes obtenidos.

Objetivos del estudio

El objetivo general es identificar la relación que tiene la práctica de las habilidades de razonamiento y argumentación en los índices de desempeño académico de la prueba PISA de los alumnos que han concluido su educación básica en México. De manera más específica, los objetivos particulares son: (1) Estimar un modelo estadístico correlacional de regresión lineal múltiple utilizando los índices de desempeño académico en sus tres áreas como variables dependientes, y las variables sociodemográficas del alumno, las variables socioeconómicas del hogar, las variables escolares y la práctica de diferentes habilidades, como variables independientes. (2) Determinar el grado de relación que tienen estas variables independientes en el desempeño académico en las tres áreas de la prueba PISA.

Método

El estudio fue una investigación ex post facto con diseño transeccional correlacional (Valenzuela y Flores, 2012). El análisis de regresión correlacional realizado permitió estimar el grado de variación de las variables dependientes que puede ser explicado a partir de las variables independientes seleccionadas. Para la especificación de la ecuación de regresión se utilizó el método de “entrada forzada” que consiste en incluir en la estimación todas las

variables independientes de manera simultánea. Se utilizaron los resultados de la prueba PISA 2012 de la OCDE para México. Esta evaluación tuvo su énfasis en la competencia matemática por lo que no es posible hacer la comparación con los resultados de otros años. La población objetivo corresponde a los alumnos del país que participaron en la muestra representativa de la prueba PISA. Su representatividad es a nivel nacional.

Muestra

En el estudio se consideraron a todos los alumnos de la base de datos PISA 2012 para México. La muestra consistió en 33 mil 806 estudiantes de 956 escuelas públicas y privadas. Los alumnos tienen entre 15 años y tres meses a 16 años y dos meses al momento de la evaluación (OCDE, 2010). Dado que sólo se puede trabajar con las observaciones que contaran con toda la información necesaria para la estimación, se depuraron aquellas observaciones que no hubieran respondido a todas las preguntas, por lo que la muestra de análisis se redujo a 9,944 observaciones (29.4 % del total). Toda la información técnica, cuestionarios, manuales de codificación y las bases de datos correspondientes se recuperaron del sitio oficial de resultados de la evaluación PISA 2012 del INEE. El procedimiento estadístico que se siguió es el presentado por Landau y Everitt (2004).

Tabla 1. Descripción de las variables seleccionadas

Variables	Tipo	Descripción
Puntaje – (Competencia)	Continua	Puntaje alcanzado por el alumno en la evaluación de lectura, matemáticas o ciencias, en la prueba PISA.
Género	Dicotómica	Género del alumno. Toma el valor de cero en caso de hombre y uno en caso de mujer.
Grado repetido	Dicotómica	Alumno que ha repetido al menos uno de los grados académicos previos al actual. Toma el valor de cero si nunca ha repetido alguno y uno si lo ha hecho.
Educación Media Superior	Dicotómica	Alumno en educación media superior (preparatoria). Toma el valor de cero si sigue en la secundaria y uno si ya se encuentra en la preparatoria.
Horas clase – Total	Continua	Número total de horas clase a la semana en el grupo del alumno. Incluyendo todas las materias.
Horas clase – Lectura	Continua	Número de horas clase a la semana dedicadas a la enseñanza del español en el grupo del alumno.
Horas clase – Matemáticas	Continua	Número de horas clase a la semana dedicadas a la enseñanza de matemáticas en el grupo del alumno.
Horas clase – Ciencias	Continua	Número de horas clase a la semana dedicadas a la enseñanza de ciencias en el grupo del alumno.
Tiempo para la resolución de	Continua	Número de horas extra clase a la semana dedicadas a la

tareas		resolución de tareas por el alumno.
Recursos en el hogar	Índice	Grado de la condición de los recursos físicos del hogar del alumno en relación a los de su comunidad de origen.
Nivel educativo de los padres	Continua	Número de niveles de educación máxima alcanzada por los padres del alumno por arriba de la educación básica.
Nivel laboral de los padres	Índice	Grado de la condición laboral máxima alcanzado por alguno de los padres del alumno.
Padres involucrados en la educación de sus hijos	Índice	Grado de participación de los padres del alumno en las actividades escolares del alumno.
Número de profesores de tiempo completo	Continua	Número de profesores de tiempo completo que laboran en la escuela del alumno.
Autonomía de la escuela	Índice	Grado de autonomía de la escuela del alumno en relación con el sistema educativo al que pertenece.
Infraestructura física de la escuela	Índice	Grado de la condición de la infraestructura física de la escuela del alumno en relación a su sistema educativo.
Computadoras por estudiante	Continua	Número de computadoras disponibles para el uso de los estudiantes en la escuela del alumno.
Estrategia de razonamiento I	Dicotómica	Uso de estrategias de razonamiento en contextos aplicados. Toma el valor de uno si se hace al menos una vez a la semana, cero en caso contrario.
Estrategia de razonamiento II	Dicotómica	Uso de estrategias de razonamiento de conceptos teóricos. Toma el valor de uno si se hace al menos una vez a la semana, cero en caso contrario.
Estrategia de argumentación I	Dicotómica	Uso de estrategias de argumentación en contextos aplicados. Toma el valor de uno si se hace al menos una vez a la semana, cero en caso contrario.
Estrategia de argumentación II	Dicotómica	Uso de estrategias de argumentación de conceptos teóricos. Toma el valor de uno si se hace al menos una vez a la semana, cero en caso contrario.

Variables seleccionadas

La Tabla 1 presenta la descripción general de las variables seleccionadas para este estudio. Las variables dependientes fueron los puntajes por competencia obtenidos por cada alumno (lectura, matemáticas o ciencias) y las variables independientes el conjunto de 20 variables clasificadas en cuatro grupos: variables del alumno, variables del hogar, variables escolares y práctica de habilidades de razonamiento y argumentación.

Variables dependientes

Las variables dependientes consideradas fueron los puntajes estimados para cada alumno en las tres competencias para la vida que mide la prueba PISA: lectura, matemáticas y ciencias. La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de estas tres variables. El máximo puntaje obtenido (709.93) y con menor desviación estándar (70.26) fue en la prueba de lectura. La mayor dispersión ocurre en los de matemáticas, la desviación estándar es la más alta (73.95) y su rango es el más elevado, pues los resultados van desde 146.58 a 706.17 puntos. Aunque el puntaje máximo es el menor de todos (669.84), los resultados más centrados alrededor de su media fueron los obtenidos en la prueba de ciencias, pues son los que muestran la menor desviación estándar (65.78) y además se observa que su media (420.17) y mediana (419.37) difieren en menos de un punto.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes

Estadístico	Puntaje en Lectura	Puntaje en Matemáticas	Puntaje en Ciencias
Media	419.0835	429.9144	420.1714
Mediana	416.0383	431.6321	419.3771
Des. Std.	70.26438	73.95153	65.78106
Máximo	709.93	706.17	669.84
Mínimo	172.93	146.58	144.39
Asimetría	0.187	-0.151	0.31
Curtosis	-0.028	-0.016	0.095

Variables del alumno

La única variable de intereses académicos de los alumnos no pudo ser considerada por no disponer de información. La variable de edad tampoco fue incluida por mostrar poca variación para ser considerada en un análisis de regresión. Esto era de esperarse al tratarse de una muestra seleccionada a partir de los criterios de participación (alumnos de 15 años). La mayoría fueron mujeres (52.4 %), y el 74.1 % ya se encuentra inscrito en el nivel de educación media superior. La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos para las variables continuas de este grupo relacionadas con el tiempo que dedican los alumnos al estudio, tanto en la escuela como extra clase. El total de horas promedio de clase por semana de los alumnos de la muestra es de 29.57 horas. El máximo de horas semanales que se dedica al estudio de alguna de las tres competencias es de 40. En promedio, las tres materias se cursan en cuatro horas semanales, aunque la mediana es mayor para el caso de matemáticas, cinco horas, lo que implicaría una hora diaria adicional. Este resultado es el que muestra la menor dispersión. Resalta la asimetría y curtosis de la distribución de las horas clase dedicadas a la lectura, en

más de siete veces la del total de horas clase. Los alumnos dedican en promedio un poco más de cinco horas en tiempo extra clase para la resolución de tareas.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables continuas del alumno

Estadístico	Horas clase Total	Horas clase Lectura	Horas clase Matemáticas	Horas clase Ciencias	Tiempo tareas
Media	29.5750	4.1155	4.4488	4.4115	5.4193
Mediana	32	4	5	4	4
Des. Std.	11.03633	1.88749	1.50833	2.05320	4.88374
Máximo	200	40	40	40	30
Mínimo	1	0	0	0	0
Asimetría	0.915	7.648	5.395	4.749	2.103
Curtosis	15.390	120.710	101.511	57.995	5.529

Variables del hogar

En este grupo de variables se incluyeron mediciones sobre los recursos disponibles en el hogar, tanto físicos como educativos, el grado máximo de educación de los padres, así como una variable indicadora sobre el nivel laboral de los padres y del grado de participación o de involucramiento de los padres en la educación de sus hijos. La única variable que tuvo que ser omitida a pesar de contar con información fue la de composición del hogar. Esta variable resultó poco significativa. La Tabla 4 presenta los estadísticos descriptivos para estas variables.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las variables del hogar

Estadístico	Recursos en el hogar	Nivel educativo de los padres	Nivel laboral de los padres	Padres involucrados
Media	-1.3830	3.4092	40.4631	.0879
Mediana	-1.3400	4.0000	32.5000	-.1254
Des. Std.	1.28062	1.99909	22.05108	1.13023
Máximo	3.81	6.00	88.96	4.03
Mínimo	-6.52	0.00	11.01	-1.48
Asimetría	0.051	-0.010	0.582	0.527

Curtosis	0.340	-1.449	-0.834	0.477
----------	-------	--------	--------	-------

El promedio de los hogares se encuentra por debajo de los requerimientos mínimos de los recursos necesarios para el hogar en relación a los de su comunidad de origen. Respecto a la educación de los padres, el promedio de ellos ha concluido la preparatoria, aunque se tienen en la muestra también padres de familia con postgrado (nivel 6) y aquellos que se han quedado en la educación básica (nivel 0). La variable indicadora del nivel laboral de padres de familia es el que muestra mayor desviación estándar (22.05 unidades) y una mayor asimetría, lo que implica mayor dispersión de sus resultados. No todos los padres muestran un grado elevado de participación en la educación de sus hijos, pues la media y mediana el grado de involucramiento son mucho más cercanas al valor mínimo de esta variable indicadora.

Variables escolares

En este grupo se consideran aquellas variables inherentes a la escuela. Se utilizó el número de profesores de tiempo completo que laboran en ella, el grado de autonomía de la propia escuela (entendida ésta como la posibilidad que tiene para tomar decisiones propias sobre presupuesto, contenido académico, contrataciones, adquisiciones y actividades escolares, entre otras decisiones), la disponibilidad y condición de la infraestructura física de la escuela y el número de computadoras disponibles por estudiante para su uso en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la misma escuela. Tuvieron que omitirse variables como el tipo de escuela (presencial general, presencial tecnológica, telesecundaria, rural, entre otras) y la modalidad de su financiamiento (pública o privada), pues mostraron poca variabilidad al interior de la muestra seleccionada. Así mismo, respecto a la variable de composición del alumnado, ésta resultó poco significativa por su grado de linealidad con otras variables, por lo que tampoco fue incluida en el análisis.

En promedio laboran casi 18 profesores de tiempo completo por escuela, aunque el rango es bastante amplio, pues se tienen escuelas desde las que no cuentan con ningún profesor hasta escuelas muy grandes con más de 230 profesores. Esto se confirma a partir de las medidas de dispersión de esta variable (Tabla 5). La variable indicadora de autonomía muestra una media y mediana negativa, lo que nos dice que la mayoría de las escuelas muestra poco grado de autonomía. Lo mismo ocurre con la variable indicadora de la infraestructura física de la escuela. Las escuelas de la muestra no alcanzan a disponer de una computadora en promedio por alumno, hay muchas que no cuentan con alguna, variable con una distribución muy asimétrica.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las variables escolares

Estadístico	Número de profesores de tiempo completo	Autonomía de la escuela	Infraestructura de la escuela	Computadoras por estudiante
Media	17.6677	-0.7620	-0.3731	0.2816
Mediana	11.0000	-0.8313	-0.4622	0.1790

Des. Std.	20.27929	0.99641	1.04173	0.70397
Máximo	232.00	1.60	1.31	20.00
Mínimo	0.00	-2.87	-2.76	0.00
Asimetría	2.686	0.760	-.211	22.667
Curtosis	11.173	0.706	-.248	619.117

Práctica de habilidades de razonamiento y argumentación

Siguiendo a Turner et al. (2009), este grupo de variables fue incluido para capturar el efecto de la práctica de las habilidades de razonamiento y argumentación en el resultado de desempeño del alumno en las competencias que evalúa la prueba PISA. Dentro de las variables de la base de datos de la prueba, se identificaron aquellas relacionadas con la práctica de estas habilidades, agrupándolas en cuatro categorías: (1) el uso de estrategias de razonamiento en contextos aplicados (resolución de problemas, aplicación de procedimientos), (2) uso de estrategias de razonamiento de conceptos teóricos (relación de conceptos, explicación de contenidos), (3) uso de estrategias de argumentación en contextos aplicados (argumentos para la resolución de problemas, defensa de puntos de vista en discusión) y (4) uso de argumentación en contextos teóricos (explicación de conceptos, elaboración de argumentos). Las variables fueron de construcción propia a partir de la respuesta a las preguntas del cuestionario al estudiante sobre la frecuencia con la que se resuelven problemas que hacen uso de alguna de las estrategias de razonamiento y argumentación. Estas variables toman el valor de uno si al menos se utilizaba una vez a la semana y cero en otro caso.

Dado que todas las variables de este grupo son variables dicotómicas, se omiten sus estadísticos descriptivos. Mientras que el 52.0 % y 59.2 % de la muestra reportaron hacer uso de estrategias de argumentación de conceptos teóricos y en contextos aplicados al menos una vez a la semana, sólo el 44.0 % y 45.8 % de la muestra reportaron utilizar con la misma frecuencia las estrategias de razonamiento de conceptos teóricos y en contextos aplicados, respectivamente.

Resultados

La Tabla 6 muestra las correlaciones de cada variable independiente con las variables dependientes, así como el grado de significancia de esta correlación.

Tabla 6. Matriz de correlaciones de las variables seleccionadas

Variables Independientes	Puntaje en Lectura	Puntaje en Matemáticas	Puntaje en Ciencias
Género	-0.166**	0.096**	0.051**
Grado repetido	-0.343**	-0.319**	-0.308**

Educación Media Superior	0.333**	0.315**	0.300**
Horas clase – Total	0.200**	0.219**	0.182**
Horas clase – Lectura	-0.009	0.000	-0.002
Horas clase – Matemáticas	0.041**	0.051**	0.035**
Horas clase – Ciencias	0.078**	0.080**	0.071**
Tiempo para la resolución de tareas	0.355**	0.355**	0.330**
Recursos en el hogar	0.303**	0.291**	0.304**
Nivel educativo de los padres	0.273**	0.267**	0.279**
Nivel laboral de los padres	0.300**	0.283**	0.290**
Padres involucrados en la educación de sus hijos	0.294**	0.258**	0.264**
Número de profesores de tiempo completo en la escuela	0.181**	0.168**	0.170**
Autonomía de la escuela	0.199**	0.193**	0.203**
Infraestructura física de la escuela	0.214**	0.195**	0.203**
Computadoras por estudiante	0.059**	0.060**	0.055**
Estrategia de razonamiento I	0.039**	0.006	0.021**
Estrategia de razonamiento II	0.002	0.056**	0.030**
Estrategia de argumentación I	0.174**	0.140**	0.151**
Estrategia de argumentación II	0.236**	0.187**	0.207**

**Correlación significativa al 99%

Las relaciones lineales directas más fuertes (mayores a 0.30) con los puntajes de lectura, matemáticas y ciencias se identificaron con: la pertenencia al nivel educativo de media superior, el tiempo dedicado a la resolución de tareas, los recursos en el hogar y el nivel educativo y laboral de los padres. También destaca la relación inversa entre estos puntajes y el que el alumno haya repetido algún grado escolar. Respecto a las estrategias de razonamiento y argumentación, la de mayor correlación lineal resulta ser la estrategia de argumentación de conceptos teóricos mientras que la de menor grado es la del razonamiento de conceptos teóricos, incluso con un coeficiente no significativo.

Luego se procedió a estimar las regresiones lineales. Cada modelo fue puesto a prueba respecto al cumplimiento de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal. En la Tabla 7 se presentan estos resultados y se incluyen también los coeficientes de bondad de ajuste

(R-cuadrado) y el coeficiente de significancia conjunta (F de Fisher). La especificación de los tres modelos estimados cumple los supuestos del modelo de regresión lineal.

Los resultados de los parámetros estimados y los resultados obtenidos a partir de las pruebas de significancia y de bondad de ajuste para los puntajes de Lectura, Matemáticas y Ciencias se presentan en las tablas 8, 9 y 10.

Tabla 7. Estadísticos de prueba para los modelos de regresión estimados

Estadístico	Medición	Modelo para Lectura	Modelo para Matemáticas	Modelo para Ciencias
R ²	Bondad de ajuste	0.348	0.312	0.289
p(F)	Significancia conjunta	0.000	0.000	0.000
VIF	Multicolinealidad	1.991	2.032	1.235
p(White)	Heteroscedasticida d	0.020	0.035	0.012
p(DW)	Autocorrelación	0.000	0.000	0.000
p(LM)	Especificación	0.000	0.000	0.001

Tabla 8. Resultados del análisis de regresión para el puntaje de Lectura

Variables independientes	B	SE(B)	B	T	P
Constante	367.839	4.72		77.931	0.000
Género	-17.661	1.147	-0.126	-15.401	0.000
Grado repetido	-29.56	2.168	-0.127	-13.632	0.000
Educación Media Superior	7.036	1.538	0.046	4.576	0.000
Horas clase – Total	0.399	0.068	0.058	5.912	0.000
Horas clase – Lectura	1.116	0.535	0.023	2.088	0.037
Horas clase – Matemáticas	2.012	0.58	0.039	3.472	0.001
Horas clase –	0.877	0.333	0.025	2.638	0.008

Ciencias					
Tiempo para la resolución de tareas	3.27	0.117	0.235	28.064	0.000
Recursos en el hogar	6.659	0.57	0.122	11.674	0.000
Nivel laboral de los padres	0.27	0.036	0.085	7.582	0.000
Padres involucrados en la educación de sus hijos	8.378	0.55	0.131	15.233	0.000
Número de profesores de tiempo completo en la escuela	0.263	0.023	0.099	11.536	0.000
Autonomía de la escuela	2.472	0.647	0.034	3.818	0.000
Infraestructura física de la escuela	3.072	0.59	0.045	5.209	0.000
Computadoras por estudiante	2.658	0.629	0.035	4.225	0.000
Estrategia de argumentación I	9.327	1.269	0.067	7.353	0.000
Estrategia de argumentación II	20.905	1.569	0.123	13.322	0.000
Estrategia de razonamiento I	1.252	0.998	0.011	1.255	0.210
Estrategia de razonamiento II	7.782	0.985	0.07	7.897	0.000

Tabla 9. Resultados del análisis de regresión para el puntaje de Matemáticas

VARIABLES INDEPENDIENTES	B	SE(B)	B	T	p
Constante	319.934	4.619		69.271	0.000
Género	19.593	1.122	0.147	17.462	0.000
Grado repetido	-27.41	2.122	-0.123	-12.918	0.000
Educación Media	10.594	1.505	0.072	7.041	0.000

Superior						
Horas clase – Total	0.427	0.066	0.066	6.458	0.000	
Horas clase – Lectura	1.269	0.523	0.027	2.425	0.015	
Horasclase–Matemáticas	1.68	0.567	0.034	2.963	0.003	
Horasclase – Ciencias	1.517	0.325	0.045	4.663	0.000	
Tiempo para la resolución de tareas	3.068	0.114	0.232	26.904	0.000	
Recursos en el hogar	5.575	0.558	0.107	9.988	0.000	
Nivel laboral de los padres	0.241	0.035	0.08	6.912	0.000	
Padres involucrados en la educación de sus hijos	7.151	0.538	0.118	13.287	0.000	
Número de profesores de tiempo completo en la escuela	0.19	0.022	0.075	8.528	0.000	
Autonomía de la escuela	3.425	0.633	0.049	5.407	0.000	
Infraestructura física de la escuela	2.406	0.577	0.037	4.169	0.000	
Computadoras por estudiante	2.932	0.616	0.04	4.764	0.000	
Estrategia de argumentación I	9.799	1.241	0.074	7.894	0.000	
Estrategia de argumentación II	13.761	1.535	0.085	8.962	0.000	
Estrategia de razonamiento I	2.735	0.976	0.026	2.802	0.005	
Estrategia de razonamiento II	9.592	0.964	0.091	9.948	0.000	

Tabla 10. Resultados del análisis de regresión para el puntaje de Ciencias

Variables independientes	B	SE(B)	B	T	p
--------------------------	---	-------	---	---	---

Constante				76.88	0.000
	335.187	4.36		2	
Género	11.884	1.059	0.096	11.219	0.000
Grado repetido	-21.715	2.003	-0.105	-10.842	0.000
Educación Media Superior	4.206	1.42	0.031	2.961	0.000
Horas clase – Total	0.277	0.062	0.046	4.436	0.000
Horas clase – Lectura	1.268	0.494	0.029	2.567	0.010
Horas clase – Matemáticas	0.567	0.535	0.012	1.059	0.290
Horas clase – Ciencias	1.44	0.307	0.046	4.687	0.008
Tiempo para la resolución de tareas	2.698	0.108	0.22	25.069	0.000
Recursos en el hogar	5.334	0.527	0.11	10.124	0.000
Nivel laboral de los padres	2.178	0.372	0.07	5.848	0.000
Padres involucrados en la educación de sus hijos	7.369	0.508	0.131	14.507	0.000
Número de profesores de tiempo completo en la escuela	0.177	0.021	0.075	8.393	0.000
Autonomía de la escuela	4.246	0.598	0.066	7.101	0.000
Infraestructura física de la escuela	1.777	0.545	0.029	3.262	0.001
Computadoras por estudiante	2.069	0.581	0.031	3.561	0.000
Estrategia de argumentación I	9.187	1.172	0.075	7.841	0.000
Estrategia de argumentación II	15.698	1.449	0.105	10.831	0.000
Estrategia de razonamiento I	1.403	0.922	0.014	1.522	0.128
Estrategia de razonamiento II	7.119	0.91	0.072	7.821	0.000

Para el caso del primer modelo, la variación de las variables independientes explica el 34.8 % de las variaciones del puntaje en lectura. Todas las variables resultan significativas y sólo el uso de estrategias de razonamiento en contextos aplicados es no significativo (estrategia de razonamiento I). La estrategia que podría aumentar hasta en 21 puntos este resultado sería la de argumentación de conceptos teóricos (estrategia de argumentación II). Se estima que el resultado base de un alumno promedio sería de 368 puntos (valor constante del modelo). Un alumno que haya reprobado algún grado perdería hasta 30 puntos, lo que podría compensarse con 7 puntos por estar ya inscrito en educación media superior. Evidentemente, el número de horas clase dedicadas a la lectura es la actividad escolar que más ventaja redituaría en puntos a esta competencia. El grado de involucramiento de los padres también tiene un efecto significativo relevante. La variable de menor efecto significativo resulta ser el número de profesores de tiempo completo en la escuela.

El segundo modelo explica el 31.2 % de las variaciones en el puntaje de matemáticas. Todas las variables son significativas individual y conjuntamente. En este caso, el puntaje base predicho para un alumno promedio sería de 320 puntos (valor constante del modelo), el menor de todos los resultados. Las variables significativas de mayor importancia son el género del alumno, estar estudiando la educación media superior y el involucramiento de los padres en los estudios del alumno. Respecto a las habilidades desarrolladas, ambas estrategias de argumentación aumentarían el desempeño del alumno hasta en 10 y 14 puntos, respectivamente (estrategias de argumentación I y II). Aunque es significativo su efecto, el de menor impacto es el uso de una estrategia de razonamiento en conceptos teóricos. De nueva cuenta, el tiempo destinado de horas clase al estudio de matemáticas es el tiempo con mayor impacto en el resultado obtenido, mientras que la variable con menor efecto en el modelo resulta ser el número de profesores de tiempo completo en la escuela.

Con relación al tercer modelo, éste explica el 28.9 % de las variaciones en el puntaje de la competencia en ciencias del alumno. De nueva cuenta se obtiene un modelo con la significancia individual y conjunta en todas sus variables. El puntaje base de un alumno promedio se estima en 335 puntos (valor constante del modelo). Resalta que las variables con mayor impacto positivo en los resultados de un alumno son el uso de las estrategias de argumentación (estrategias de argumentación I y II), las estrategias de razonamiento en contextos teóricos (estrategia de razonamiento II) y el grado de involucramiento de los padres en la educación de sus hijos. Otras variables significativas con cierta importancia son los recursos en el hogar y el nivel educativo de los padres. Como en los modelos anteriores, la de menor impacto resultó ser el número de profesores de tiempo completo en la escuela.

Los resultados confirman la hipótesis de que el desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación aumentan el puntaje promedio obtenido por el alumno en las competencias de lectura, matemáticas y ciencias en la prueba de PISA. Esto puede verse a partir de la columna 6 de las Tablas VIII, IX y X, pues, en su gran mayoría, los coeficientes estimados muestran una significancia mayor al 99%. Esta conclusión confirma los resultados de Rapanta et al. (2013) quienes justifican que el desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación son algunas de las competencias que tienen relación significativa con el desempeño académico de los alumnos. En los tres modelos, sólo el tiempo dedicado para resolución de tareas tiene un impacto mayor que la mejor de las estrategias de

razonamiento o argumentación, éste impacto resulta tan importante en magnitud como la repetición de un grado (aunque en signo contrario), la participación de los padres en la educación de sus hijos y el género del alumno, tal como lo resalta Fernández (2003).

Por otro lado, es importante distinguir el impacto que tiene la aplicación de diferentes estrategias de razonamiento y argumentación, ya sea en contextos aplicados o teóricos. Por ejemplo, la estrategia de razonamiento en contexto teórico resulta ser muy importante para explicar las variaciones en el puntaje de las tres competencias, tal como lo sugiere Lawson (2008), pero la estrategia de razonamiento en contexto aplicado resulta no tener un impacto importante en la explicación de las variaciones en el puntaje de lectura o ciencias, pero sí en el de matemáticas. Respecto a la aplicación de las estrategias de argumentación, tanto en el contexto aplicado como en el teórico, éstas resultaron ser las más importantes en la explicación de las variaciones del puntaje promedio del alumno, como lo sugiere Osborne (2010) que asegura que, a mayor aplicación de estrategias de argumentación, mayor desempeño académico del alumno.

Respecto a los otros conjuntos de variables, las variables propias del alumno muestran resultados interesantes, pues los impactos fueron muy diferentes para cada prueba. Tal como lo menciona Fernández (2003), el género del alumno sí resulta ser un determinante del puntaje obtenido promedio, sin embargo, esta variable beneficia mucho más el puntaje de matemáticas que el de ciencias, pues las alumnas mujeres tienen mucho mejor desempeño en sus puntajes promedio en matemáticas y ciencias que los alumnos hombres. En lectura, el efecto es el contrario. Era de esperarse que los alumnos ya inscritos en un nivel de educación media superior tuvieran un resultado promedio mayor. Por otro lado, el haber repetido un grado escolar disminuirá mucho más el puntaje obtenido en la prueba de lectura que en las otras dos. El horario total de clases aumenta mucho más el puntaje de matemáticas, mientras que el tiempo dedicado a cada materia sí significa un mejor resultado en su respectiva prueba. El tiempo extra clase dedicado a tareas beneficia más al puntaje en lectura.

Para el caso de las diferentes situaciones en el hogar, todas las variables incluidas resultaron con relaciones directas significativa con los puntajes promedio obtenidos por los alumnos en las tres pruebas confirmando los resultados de Fernández (2003). El nivel laboral de los padres fue la que menor impacto tiene y la de mayor importancia fue el hecho de que los padres se involucren en la educación de sus hijos. Esto podría aumentar al menos 7 puntos el promedio de los alumnos en cualquiera de las pruebas.

Con relación a las variables escolares, las cuatro variables incluidas tienen un efecto significativo positivo con el puntaje en todos los puntajes promedio de las tres pruebas. El número de profesores de tiempo completo en la escuela es la que menos importante, no logra modificar ni un punto porcentual los resultados promedio, sin embargo, la autonomía de la escuela, su infraestructura física y el uso de computadoras lo pueden hacer hasta en tres puntos promedio. Estos resultados confirman lo expuesto en UNESCO (2005) para México.

Conclusiones

Los resultados permiten identificar los principales determinantes del puntaje promedio que espera obtener un alumno en las pruebas de lectura, matemáticas y ciencias de PISA para

México. Estos hallazgos nos permiten comprender el impacto que pueden tener los diferentes factores considerados en la explicación de la variable dependiente y a partir de ellos diseñar políticas públicas educativas que puedan tener un mayor impacto en la medición del desempeño educativo estandarizado realizado por la prueba PISA. La mayoría de las variables en los cuatro grupos considerados (variables del alumno, variables del hogar, variables escolares y variables de práctica de habilidades de razonamiento y argumentación) resultaron ser significativas al 99% en el análisis de regresión lineal realizadas y permiten explicar hasta el 30% de las variaciones del puntaje promedio obtenido.

Los resultados confirman que el desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación son algunas de las competencias que tienen una relación significativa con el desempeño académico de los alumnos en los puntajes obtenidos en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias en la prueba PISA. Se consideraron cuatro estrategias: razonamiento y argumentación tanto en conceptos teóricos como aplicados. De estas cuatro, la estrategia de argumentación en conceptos teóricos resultó ser la de mayor impacto para todas las pruebas, aumentando hasta en 13 puntos el puntaje promedio en la prueba de matemáticas. El uso de estrategias de argumentación en contextos aplicados resultó ser la de segunda mayor importancia para el puntaje de los alumnos en los casos de lectura y ciencias. Por otro lado, el uso de estrategias de razonamiento en conceptos teóricos tiene un efecto significativo para todas las pruebas y las estrategias de razonamiento en contextos aplicados fueron las de menor relevancia para explicar las variaciones en los puntajes promedio.

El presente artículo contribuye a justificar la importancia del desarrollo de las habilidades de razonamiento y argumentación para mejorar el desempeño académico. Con esto se justifica la inclusión en el currículum de enseñanza básica de actividades para el desarrollo de estas habilidades, lo cual es de utilidad para los responsables de la política educativa y de la evaluación de la educación básica, así como para los profesores e investigadores educativos.

Referencias

- Bazán, A., Backhoff, E., & Turullols, R. (2016). School participation, Family support, Performance in Mathematics: The case of Mexico in PISA (2012). *RELIEVE-Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 22(1).
- De Hoyos, R. E., Espino, J.M., y García, V. (2012). Determinantes del logro escolar en México. *El Trimestre Económico* Vol. LXXIX (4).
- Delprato, M., y Chudgar, A. (2018). Factors associated with private-public school performance: Analysis of TALIS-PISA link data. *International Journal of Educational Development*, 61, 155-172.
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Falk, A., y Brodsky, L. (2014). Scientific explanations and arguments: Supporting students with explicit reasoning in argumentation. *Science Scope*, 10-21.

Fernández, T. (2003). Determinantes sociales y organizacionales del aprendizaje en la educación primaria de México en tres estudios sobre determinantes del rendimiento escolar. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México.

García-Madruga, J., y Fernández Corte, T. (2008). Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación secundaria. *Anuario de Psicología*, 39(1), 133-157.

Gil-Flores, J., & García-Gómez, S. (2017). Importancia de la actuación docente frente a la política educativa regional en la explicación del rendimiento en PISA. *Revista de Educación*, 378, 50-74.

Jansen, J. (1995). Effective schools? *Comparative Education*. 31 (2):181-200.

Jiménez, M., Álvarez, V., y Lago, J. M. (1992). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya: Revista de investigación e Innovación Educativa* (36), 35-58.

Larrain, A., Howe, C., y Cerda, J. (2014). Argumentation in whole-class teaching and science learning. *Psykhé*, 28(2), 1-15.

Lawson, A. E. (2008). What can developmental theory contribute to elementary science instruction? *Journal of Elementary Science Education*, 20(4), 1-14.

Mercier, H. (2011). Reasoning serves argumentation in children. *Cognitive Development*, 26(3), 177-191.

Monzón, L. A. (2011). Argumentación: objeto olvidado para la investigación en México. *Revista electrónica de Investigación Educativa*, 13(2), 41-54.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2010). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*. París, Francia: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2014). *PISA 2012 Results: creative problem solving: Students' skills in tracking real-life problems*. París, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466.

Pereira, D., Perales, M. & Bakieva, M. (2016). Análisis de tendencias en las investigaciones realizadas a partir de los datos del Proyecto PISA. *RELIEVE - Revista Electronica De Investigacion y Evaluacion Educativa*, 22(1)

Rapanta, C., Garcia-Mila, M., y Gilabert, S. (2013). What is meant by argumentative competence? An integrative review of methods of analysis and assessment in education. *Review of educational research*, 83(4), 483-520.

Sáenz, C. (2009). The role of contextual, conceptual and procedural knowledge in activating mathematical competencies (PISA). *Educational Studies in Mathematics*, 71, 123-143.

Sayans-Jiménez, P., Vázquez-Cano, y Bernal-Bravo, C. (2018). Influencia de la riqueza familiar en el rendimiento lector del alumnado en PISA. *Revista de Educacion* 380, 129-155.

UNESCO (2005). *Education for All: The Quality Imperative*. Global Monitoring Report. Paris, UNESCO.

Valenzuela, J. y Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa (Vol. 2: El proceso de investigación educativa)*. Monterrey, México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.

Voss, J. F., y Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and instruction*, 1(4), 337-350.