

## AMBIENTE DE APRENDIZAJE EN EL AULA Y SU IMPACTO EN EL PUNTAJE DE CONOCIMIENTOS EN MATEMÁTICAS DE LA PRUEBA PISA 2012 EN MÉXICO.

Jesús Israel Monroy Muñoz

Octaviano García Robelo

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

### Introducción

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio donde se pretenden complementar dos enfoques de la didáctica de la matemática el modelo por competencias con tendencia hacia la evaluación cuantitativa y el de aprendizaje con entendimiento de corte cualitativo. El eje de comparación para estos dos modelos es el ambiente de aprendizaje que se construye en el aula para desarrollar pensamiento matemático.

Se partió de una revisión de las principales tendencias en educación matemática a nivel mundial, partiendo de las directrices asignadas por organismos que han adquirido protagonismo y liderazgo en temas educativos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012), la Unión Europea (UE, 2012) a través de la Red Europea de información sobre educación (Eurydice, 2012) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Las tendencias asignadas como prioritarias por la OCDE y que además se han identificado como relevantes en la construcción de un ambiente que favorece el pensamiento matemático en el aula son actitudes de los estudiantes, así como estrategias de aprendizaje, el entorno de aprendizaje el trabajo de curso el clima de clase y la evaluación por parte de los profesores.

A pesar de la identificación de dichas variables en el rendimiento matemático de los estudiantes es necesario realizar estudios que muestren dicha relación desde distintos enfoques de la didáctica de las matemáticas. Para este trabajo se pretende realizar una exploración de los coeficientes de correlación entre las dimensiones que constituyen el ambiente como es definido por PISA con los puntajes del conocimiento matemático de

la prueba de 2012.

### Desarrollo

Debido a que las matemáticas constituyen un factor importante en el crecimiento económico de las naciones (Vassilou, en Euridyce, 2012) así como el desarrollo tecnológico (Barrera y Reyes, 2013). El presente estudio exploratorio de corte cuantitativo se considera relevante porque es necesario identificar aquellas dimensiones dentro del ambiente en el aula que se relacionan con los resultados de conocimientos matemáticos, en este caso del aprueba PISA. Con la identificación de las variables posteriormente puede ser posible hacer una comparación desde otros enfoques de la didáctica de la matemática que complementen la comprensión acerca del ambiente en el aula que favorece el desarrollo del pensamiento matemático y con ello la mejora de la sociedad.

La fundamentación teórica para este estudio cuantitativo se basa en el marco teórico de PISA de la OCDE (2004) del INNE (2013) y de los autores Vidal, U., Díaz, A. y Noyola, J. (2003), National Center for Education statistics (NCES) del Departamento de Educación de Estados Unidos, así como del International Data Explorer Help Guide (IDE) de PISA (2012).

La prueba PISA (Programme for International Students Assessment) es una prueba estandarizada, depende de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), tiene por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad.

Las pruebas de PISA son aplicadas cada tres años. Examinan el rendimiento de alumnos de 15 años en áreas temáticas clave y estudian igualmente una gama amplia de resultados educativos como el contexto familiar, escolar y áulico, entre los que se encuentran: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que éstos tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje.

PISA define la competencia matemática como “la apti-

tud de un individuo para identificar y comprender el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo, alcanzar razonamientos bien fundados y utilizar y participar en las matemáticas en función de las necesidades de su vida como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.” (2004, p: 28). De acuerdo con la OCDE (2004) el marco teórico en el que se basa PISA son las competencias descritas en el trabajo del matemático Danés Mogen Niss y la matemática realista del Holandés Hans Freudenthal.

La OCDE a través de PISA intenta conocer en cierta medida cómo los estudiantes pueden utilizar lo que han aprendido en situaciones de la vida cotidiana y no sólo cuáles contenidos del currículo han aprendido. Para este propósito, PISA describe tres grupos de competencia matemática de acuerdo a las acciones cognitivas que genera, el reproductivo, de conexión y de reflexión.

Cada una de las preguntas genera un tipo de acción cognitiva en los estudiantes y da como resultado uno de los tres niveles o grupos de competencia que construye PISA. A través de los niveles de competencia se genera una escala numérica mediante la cual son presentados los resultados de las evaluaciones. Aquí, el desempeño de los estudiantes se evalúa considerando una escala de 700 puntos y 6 niveles de desempeño. El nivel 6 se obtiene con más de 669.3 puntos, el nivel 5 entre 606.99 y 669.3 puntos, el nivel 4 está entre 544.68 y 606.99 puntos, el nivel 3 entre 482.38 y 544.68 puntos, el nivel 2 entre 420.07 y 482.38 puntos y el nivel 1 entre 357.77 y 420.07 puntos. Como se muestra la siguiente tabla 1.

Niveles	Descripción genérica
Nivel 6	Situarse en uno de estos niveles significa que un estudiante tiene potencial para realizar actividades de alta complejidad cognitiva: matemática, científica u otras.
Nivel 5	
Nivel 4	
Nivel 3	Por arriba del mínimo necesario y, por ello, bastante bueno, aunque no el deseable para realizar actividades cognitivas más complejas.
Nivel 2	Identifica el mínimo adecuado para desempeñarse en la sociedad contemporánea.
Nivel 1a	Insuficientes o bajos (en especial el Debajo del nivel 1 o 1b) para acceder a estudios superiores y desarrollar las actividades que exige la vida en la sociedad del conocimiento.
Nivel 1b	
Debajo del nivel 1 o 1b	

**Fuente:** INEE, “México en PISA 2012”, México, INEE, 2013, 18 p.p.

En los resultados de la prueba PISA 2012 un 21.7% de los estudiantes no alcanzó el nivel 1, y solo el 0.1% obtuvo en nivel 6 (PISA, 2014). Además, el 55% de los estudiantes no alcanza un nivel 2 de desempeño, que es el mínimo adecuado, de acuerdo a PISA para que un individuo pueda desenvolverse en la sociedad contemporánea.

En cuanto al contexto, los factores que influyen en el aprendizaje de los estudiantes son contextuales, “El contexto es el conjunto de circunstancias bajo las que un estudiante aprende y tiene antecedentes que lo define de una manera fundamental. Los antecedentes provienen de procesos históricos y de desarrollo” (Vidal, Díaz y Noyola, 2012, p:55)

El 2012 además de la prueba de conocimientos se recogió información sobre el contexto, que incluye un cuestionario del estudiante y el cuestionario para la escuela, su función de acuerdo con Vidal, Díaz y Noyola (2012) “obtener datos que sirvan para construir indicadores de factores social, cultural, económico y educativo que se presume tengan influencia o estén asociados al desempeño de los estudiantes” (2012, p:54)

El cuestionario de contexto de PISA tiene su fundamento teórico en Travers y Westbury (1989 en Vidal, Díaz y Noyola, 2012) que evalúa cuatro categorías, el sistema, la escuela, las clases y el estudiante. En el caso del sistema se reportan los rasgos del país, las instituciones y políticas, así como los resultados escolares esperados. Del contexto escolar se obtiene información de las características de la comunidad y la escuela, las condiciones de procesos escolares y currículum implementado. En el contexto del aula de clases se obtienen características de los profesores, condiciones y procesos de las clases y el currículum implementado. Finalmente, de la categoría de estudiante se obtiene información sobre las características de los estudiantes, las conductas de los estudiantes en el salón de clases y los logros escolares.

En el presente trabajo se exploró el impacto que tiene el ambiente de aprendizaje en el aula en México con los resultados de matemáticas de la prueba PISA 2012. Para ello se identificaron las dimensiones dentro del

ambiente definidas por PISA 2012 y se correlacionaron el índice de actitudes de los estudiantes, así como estrategias de aprendizaje con el puntaje de conocimientos matemáticos de la prueba PISA 2012

El presente estudio exploratorio fue de corte cuantitativo, que de acuerdo con Fernández y Díaz (2012) se basa en la inducción probabilística, mediciones en forma controlada y objetivas y que trabaja con datos sólidos y repetibles.

En esta evaluación de PISA 2102 participaron alumnos de 66 países, incluidos los 34 miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), organización internacional, compuesta por 34 estados. Se requirió una tasa de participación de la muestra de estudiantes el 80% y de escuelas el 85%, México obtuvo una participación del 80% y 85% respectivamente.

De acuerdo con la normatividad educativa mexicana los estudiantes de 15 años que evalúa PISA se encuentran ya sea en tercero de secundaria o en primero de bachillerato ya que el ingreso a la primaria es a los seis años, pero por las distintas fechas de nacimiento se generan diferencias de hasta casi un año en la edad estipulada para el ingreso a la educación.

En el 2012 la muestra para México fue de 33806 estudiantes, los cuales 8764 fueron de secundarias y 25042 de bachillerato. Los detalles por modalidad se presentan la siguiente tabla 2. Además de la muestra de estudiantes el 12.3% fue de escuelas privadas y el 87.7% de escuelas de sostenimiento público.

El cuestionario de contexto de PISA, las preguntas corresponden a una escala tipo Likert en donde es posible verificar su confiabilidad. Para este propósito se utiliza el coeficiente de Cronbach para la verificación de la consistencia interna de los datos, es decir que el instrumento este midiendo lo que pretende medir.

Como primer paso se establecieron relaciones estadísticas mediante la exploración de análisis de correlación. Se analizaron los datos muestrales para conocer el grado de correlación entre las variables de una población.

En este aspecto se tiene que verificar que la relación entre las variables sea de tipo lineal y no de otra clase, como por ejemplo la relación entre crecimiento de poblaciones a través del tiempo correspondería a una relación exponencial y la correlación Pearson no funcionaría en este caso.

Para medir la relación entre variables se utilizó el coeficiente de correlación lineal Pearson que oscila entre -1 y 1 (Vargas, 1995). El grado de significación del coeficiente de correlación va a depender de la naturaleza de la investigación, si es en ciencias sociales, exactas o de la salud, también depende de la confiabilidad del test, del tamaño de la muestra, entre otros. En algunos casos se coloca \* para denotar que la relación es significativa al nivel 0.05 y \*\* para denotar que la relación es significativa al nivel 0.01.

El coeficiente de correlación Pearson es posible aplicarlo para el caso de la relación entre puntaje final de matemáticas que va de 0 a 700 puntos con las respuestas tipo Likert que van de 1 a 4, esto debido a que el coeficiente Pearson es independiente de la escala de medida de las variables.

De estos cuatro ejes centrales se desglosan las preguntas sobre el contexto que son 502 en total. Estas fueron obtenidas del National Center for Education statistics (NCES) del Departamento de Educación de Estados Unidos, así como del International Data Explorer Help Guide (IDE) de PISA (2012). El archivo con las respuestas de 33806 estudiantes fue obtenido directamente de la página web del INEE de México. El archivo está en formato .SAV para SPSS, que además contiene el puntaje de matemáticas por subcategoría de conocimiento matemático por estudiante, de donde se obtuvo un promedio de esas sub áreas para posteriormente analizarlo con otras variables del contexto.

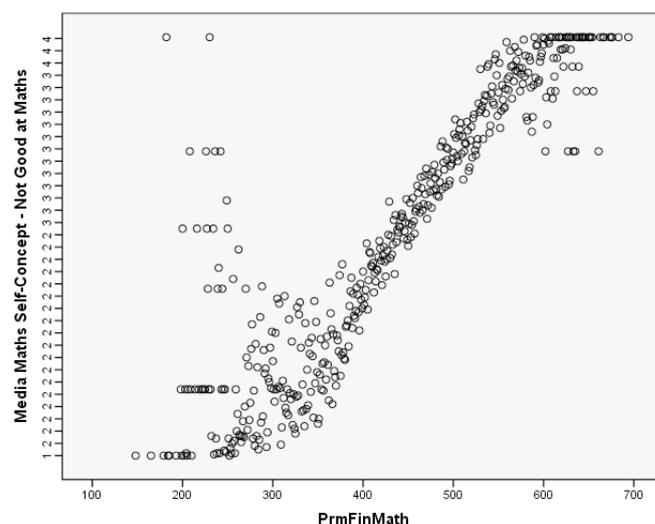
## Resultados

Primeramente, se realizó una prueba de validez interna de los datos en SPSS de todas las dimensiones del ambiente de acuerdo con PISA. El Alfa de Cronbach obtenido de .859 lo cual da una alta confiabilidad del instrumento.

En cuanto a la categoría de actitudes de los estudiantes se encontraron asociaciones lineales estadísticamente significativas, una de estas es el puntaje de conocimientos en matemáticas y la creencia del estudiante de que no es bueno para resolver problemas matemáticos ( $r = .229, **$ ). Otra relación encontrada con el puntaje en matemáticas es con el hecho de que el estudiante simplemente cree que tiene mala suerte en matemáticas ( $r = .301, **$ ). Se encuentran también relaciones importantes del puntaje con que el profesor tiene que esperar mucho tiempo a que el aula este en silencio ( $r = .116, **$ ), los estudiantes interrumpen la clase frecuentemente ( $r = .206$ ), el profesor llega tarde ( $r = .287, **$ )

La dimensión familiaridad con conceptos matemáticos es parte de la categoría de trabajo en el curso, esta resulta significativa en cuanto a la relación del puntaje final de matemáticas con que los estudiantes estén familiarizados con conceptos, como media aritmética ( $r = .193, **$ ), número complejo ( $r = .127, **$ ), congruencia de figuras ( $r = .241, **$ ), coseno ( $r = .339$ ), divisor ( $r = .429, **$ ), función exponencial ( $r = .312, **$ ), función lineal ( $r = .382, **$ ), polígono ( $r = .325, **$ ), probabilidad ( $r = .339, **$ ), función cuadrática ( $r = .294, **$ ), radicales ( $r = .296, **$ ), número racional ( $r = .229, **$ ) y vectores ( $r = .211, **$ ).

En cuanto a la dimensión de autoconcepto que tienen los estudiantes de las matemáticas (forma parte de la categoría de actitudes de los estudiantes) destacan las siguientes relaciones con respecto al puntaje en matemáticas, autoeficacia ( $r = .343, **$ ) y que el estudiante no cree que sea bueno en matemáticas ( $r = .413$ ) esta relación es de destacarse ya que es uno de los coeficientes de correlación más altos con relación al puntaje de matemáticas y el ambiente en el aula de acuerdo a PISA. A continuación, se muestra una gráfica donde se observa esta relación.



Fuente: elaboración propia en SPSS.

En esta grafica 1 se observa la relación entre el puntaje en matemáticas por estudiante y la creencia de ser buenos o no en matemáticas. el puntaje va de 100 a 700 puntos. En el eje Y, las respuestas ante la afirmación “No soy bueno en matemáticas” fueron “1.- Totalmente de acuerdo”, “2.- De acuerdo”, “3.- En desacuerdo” y “4.- Totalmente en desacuerdo”. Aquellos estudiantes que consideran que no son buenos es matemáticas obtuvieron bajo puntaje, mientras que los que no están de acuerdo con la afirmación obtienen mayores puntajes. También se encuentran los casos de estudiantes que creen que son buenos en matemáticas, pero su puntaje es bajo.

En cuanto a la percepción de los estudiantes acerca del manejo de clase por parte del profesor de matemáticas, que forma parte de la categoría de clima de clase, se destaca en general que existe una moderada relación con el puntaje de los estudiantes en matemáticas con  $r = .100$ . el que un profesor trabaje con ética es similar con una relación de  $r = .110, **$ . cabe destacar que parece no ser significativa la relación del puntaje con el apoyo que da el profesor en clase ( $r = -.062$ ).

Se destacan también las relaciones entre puntaje de matemáticas con la dimensión de ansiedad de los estudiantes en matemáticas (dentro de la categoría actitudes de los estudiantes), como por ejemplo el sentirse impotente ( $r = .354, **$ ), estar muy nervioso ( $r = .358, **$ ),

sentirse muy tenso ( $r = .362, **$ ), sentirse preocupado de que será difícil ( $r = .271, **$ )

Los puntajes en matemáticas parecen no estar relacionados con la dimensión de actividades extracurriculares, es decir aquellas actividades que el estudiante realiza independientemente del programa de matemáticas, como programar computadoras ( $r = .009$ ) ayudar a amigos con las matemáticas ( $r = -.195$ ) o jugar ajedrez ( $r = -.056, **$ ). en esta categoría se encontraron relaciones moderadas entre el puntaje y que los estudiantes participen en un club de matemáticas ( $r = .146$ ), estudian más de dos horas extra al día ( $r = .128, **$ ) y hablan de matemáticas con sus amigos ( $r = .139$ )

Otra dimensión en la que se encontraron relaciones con el puntaje de matemáticas fueron las actividades en el aula, como hacer calculo con números ( $r = .183, **$ ), dibujar graficas ( $r = .217, **$ ) y hacer figuras geométricas ( $r = .216, **$ ).

Dentro de la categoría clima de clase de se encontraron bajas relaciones entre el puntaje de matemáticas y el apoyo que da el profesor a los estudiantes, como ofrecer ayuda extra ( $r = .018$ ), el profesor muestra interés por el aprendizaje de los estudiantes ( $r = .055$ ). respecto al trabajar con ética en clase de matemáticas desde la opinión de los estudiantes no parece existir relación entre el puntaje de matemáticas con que los estudiantes escuchen en clases ( $r = -.139$ ), pongan atención ( $r = -.139$ ), prepararse para un examen ( $r = -.145$ )

Finalmente, en la categoría de evaluación formativa llevada a cabo por el profesor, se encontró baja relación con el puntaje de matemáticas, por ejemplo, con respecto a que el profesor ofrece retroalimentación de las fortalezas y debilidades ( $r = .163, **$ ), el profesor dice como mejorar ( $r = .126, **$ ) y ofrece retroalimentación, ( $r = .078, **$ ).

## Conclusiones

Evaluar si los estudiantes entienden o no matemáticas, son competentes o no, cuáles son los factores en el aula que contribuyen a entender matemáticas o cómo se construye ese ambiente para desarrollar entendimiento matemático son cuestiones complejas que no pueden

comprenderse desde un solo enfoque, como en este caso el cuantitativo.

Cabe destacar que sobresalen aquellas correlaciones que tienen que ver con el autoconcepto del estudiante de las matemáticas, sus actitudes, el nivel de estrés o cuestiones de tipo emocional, más que de tipo de tareas, el apoyo del profesor o las actividades realizadas en el aula. Sin embargo, aunque exista cierto grado de correlación no se puede dar por hecho que exista causalidad (Vargas, 1995), es decir, que una variable sea causa de los efectos de la otra, para ello sería importante realizar otro tipo de herramientas estadísticas como una prueba de independencia.

Otro elemento a reflexionar es que los niveles de correlación son lineales, es decir que son una aproximación a la realidad compleja como es el aula de clases, para ello se busca incorporar modelos emergentes más cualitativos, para así buscar una complementariedad y una evaluación más auténtica y para la mejora del entendimiento matemático de los estudiantes. Los estudios comparativos a nivel local entre escuelas en distinto contexto pueden ayudar a comprender el fenómeno y así plantear propuestas de mejora.

Algunos estudios que pueden contrastar la evaluación del conocimiento matemático por medio de pruebas masivas es el de Barrera y Reyes (2013), quienes afirman que algunos de los resultados arrojados por PISA o TIMSS pueden ser indicadores de algunas deficiencias, pero deben de analizarse con cuidado, ya que las pruebas tienen sus limitaciones, por ejemplo, todas estas pruebas son escritas, por tanto aportan información limitada acerca del desempeño del estudiante ya que las preguntas contenidas no dan cuenta de los procesos y cualidades de pensamiento que los estudiantes pueden exhibir en el proceso de solución de problemas.

En este sentido, Santos y Vargas (2003), Barrera y Reyes, (2013) muestran cómo estudiantes con buenas calificaciones en matemáticas tienen dificultades en resolver problemas no rutinarios, es decir aquellos para los cuales no se les ha enseñado un algoritmo o procedimiento que permita obtener la respuesta inmediatamente. Los exámenes o pruebas escritas solo re-

quieren que los estudiantes reproduzcan información o procedimientos aprendidos previamente, así solo se está evaluando la memoria y un razonamiento imitativo (Bergqvist, 2007).

### Referencias bibliográficas.

- Barrera, F. y Reyes A. (2013). *Elementos didácticos y resolución de problemas: formación docente en matemáticas*. Pachuca de Soto: UAEH.
- Bergqvist, E. (2007). Types of reasoning required in university exams in mathematics, *Journal of Mathematical Behavior*, 26, 238-370.
- Eurydice (Red europea de información sobre educación) (2012). *La enseñanza de las matemáticas en Europa: retos comunes y políticas nacionales*. España: Ministerio de educación, cultura y deporte.
- Eurydice (Red europea de información sobre educación) (2012). *La enseñanza de las matemáticas en Europa: retos comunes y políticas nacionales*. España: Ministerio de educación, cultura y deporte.
- Fernández, P. y Díaz, S. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. La Coruña, España. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística-Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo-Cad. Aten. 76-78. En: [http://www.fis-terra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali.asp](http://www.fis-terra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp)
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2013). México en PISA 2012. México: INEE
- OCDE (2004). *Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Program for International Student Assessment (PISA) (2012). *International Data Explorer Help Guide*. En [https://nces.ed.gov/surveys/international/ide/HelpFiles/PISA%20IDE%20Help%20Guide\\_508\\_9-14-12.pdf](https://nces.ed.gov/surveys/international/ide/HelpFiles/PISA%20IDE%20Help%20Guide_508_9-14-12.pdf)
- Santos, L. y Vargas, C. (2003). Más allá del uso de exámenes estandarizados. *Avance y perspectiva*. Vol. (22) pp. 9-22.
- Vargas, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. España: Universidad de Castilla-La mancha.
- Vidal, U., Díaz, A. y Noyola, J. (2003). *El Proyecto PISA: Su Aplicación en México*. México: INEE.