

Resumen de la investigación

Evaluación del marco general de Matemáticas del Programa de los Años Intermedios (PAI) del Bachillerato Internacional (IB)

Resumen preparado por el departamento de investigación del IB a partir de un informe elaborado por:

Nathan Hoon, Lucy Ellis y Angela Hopkins
National Foundation for Educational Research (NFER)

Septiembre de 2017

Contexto

Se le encargó a la National Foundation for Educational Research (NFER) que evaluara el marco general de Matemáticas del Programa de los Años Intermedios (PAI) como parte de la revisión del currículo de Matemáticas del PAI del Bachillerato Internacional (IB). El marco general de Matemáticas del PAI forma parte de la *Guía de Matemáticas* del PAI (IBO, 2014) y ofrece sugerencias de contenido para ayudar a los colegios a estructurar sus propios programas de aprendizaje. El objetivo del estudio es servir de base para el ciclo de revisión mediante una comparación del currículo (fase 1) y un análisis de la implementación del marco general de Matemáticas del PAI (fase 2).

Diseño de la investigación

El presente estudio de métodos mixtos permitió obtener importantes datos cuantitativos y cualitativos para responder las preguntas de investigación. Se llevaron a cabo cuatro actividades de investigación principales: una comparación del currículo, un debate con un panel de expertos, un cuestionario para profesionales (n = 679) y entrevistas a profesionales (n = 4).

Comparación del currículo

La comparación del currículo consistió en contrastar el marco general de Matemáticas del PAI con otros estándares nacionales e internacionales, en concreto los siguientes: los Estándares Académicos Fundamentales de Estados Unidos, el Certificado General de Educación Secundaria (GCSE) del Reino Unido, el Certificado General Internacional de Educación Secundaria (IGCSE), los cursos de matemáticas de primer a cuarto año de secundaria de Singapur, el marco curricular de la Autoridad para el Currículo, Evaluación y Calificación de Australia (ACARA), y el Programa de Formación de la escuela quebequense (QEP). A fin de poder comprender el conjunto de los sistemas, la NFER analizó la estructura y el formato de cada sistema y realizó un análisis granular del contenido de las asignaturas.

Panel de expertos

Los aportes adicionales de especialistas en la materia permitieron comprender mejor las prioridades en la enseñanza de las matemáticas en la educación intermedia a nivel internacional. Se organizó un debate con un panel de expertos para que la NFER pudiera reunir a un grupo de especialistas de diferentes áreas específicas. El panel estaba compuesto por tres expertos académicos con experiencia en el diseño del currículo de la educación intermedia y dos profesores de Matemáticas del PAI que ayudaron a contextualizar la asignatura.

Cuestionario y entrevistas

La segunda fase del estudio de investigación consistió en un cuestionario global en línea y entrevistas de seguimiento a profesionales de Matemáticas del PAI (profesores y jefes de departamentos de matemáticas). Los profesionales fueron encuestados acerca de sus percepciones del marco general de Matemáticas del PAI, el uso del marco en la planificación, los elementos que facilitan o dificultan la utilización del marco, sugerencias de mejora, y las conexiones con los enfoques del Programa de la Escuela Primaria (PEP) y del Programa del Diploma (PD) del IB.

Hallazgos acerca del currículo escrito

Adecuación al propósito

Un aspecto fundamental para determinar si el marco general de Matemáticas del PAI es adecuado para cumplir su propósito consiste en esclarecer si el enfoque de dividir el contenido en cuatro ramas y dos niveles de dificultad refleja el pensamiento actual en la enseñanza de las matemáticas. Para poder resolver esta pregunta, la NFER contrastó la estructura de cada uno de los sistemas mediante una comparación del currículo.

Estructura de los sistemas

La comparación del currículo mostró que hay muchas maneras de estructurar un marco de contenidos para el aprendizaje de las matemáticas en la educación intermedia. Todos los sistemas estructuran el contenido en ramas o áreas amplias (véase la tabla 1). Si bien cada sistema utiliza sus propias estructuras específicas, existe la tendencia general de dividir el currículo en áreas, que incluyen números y operaciones (sistemas numéricos, habilidades aritméticas y proporcionalidad); álgebra; geometría y medidas; y estadística y probabilidad.

Una diferencia clave entre los sistemas es el enfoque de dividir el contenido por nivel de dificultad o por edad (véase la tabla 1). El enfoque del IB no especifica ni sugiere el contenido año por año, sino que permite a los colegios estructurarlo ellos mismos. Varios sistemas, incluido el marco general de Matemáticas del PAI, dividen el contenido en dos o más niveles de dificultad, y los profesionales deben decidir el nivel adecuado para cada alumno. En cambio, otros sistemas adoptan una estructura año por año que prescribe el contenido de aprendizaje de cada año de la educación intermedia.

Sistema de educación intermedia	Estructura		
	Estructura en ramas/áreas	Nombres de las ramas/áreas	Niveles de dificultad/grupos de edad sugeridos
PAI	4 ramas, divididas en temas y habilidades	Números y operaciones Álgebra Geometría y trigonometría Estadística y probabilidad	11 a 16 años Dos niveles General: todos los alumnos Avanzado: los alumnos más capaces
GCSE de Edexcel (9-1)	5 áreas temáticas	Números y operaciones Álgebra Razón, proporción y tasas de cambio Geometría y medidas Estadística y probabilidad	14 a 16 años Dos niveles Básico: todos los alumnos Superior: los alumnos más capaces
IGCSE	9 temas	Números y operaciones Álgebra y gráficos Geometría Medición Geometría de coordenadas Trigonometría Matrices y transformaciones Probabilidad	14 a 16 años Dos niveles Plan de estudios básico: todos los alumnos Plan de estudios ampliado: los alumnos más capaces

Sistema de educación intermedia	Estructura		
	Estructura en ramas/áreas	Nombres de las ramas/áreas	Niveles de dificultad/grupos de edad sugeridos
		Estadística	
Matemáticas en Singapur (primer a cuarto año de secundaria)	3 áreas, divididas en subáreas que indican el contenido y las experiencias de aprendizaje	Números y operaciones, y álgebra Geometría y medición Estadística y probabilidad	12 a 16 años 5 niveles de dificultad diferentes en el currículo: Matemáticas en los niveles Ordinario (O), Normal Académico N(A) y Normal Técnico N(T) Currículo adicional de Matemáticas en los niveles N(A) y N(T) Contenido organizado por año: Primer año de secundaria Segundo año de secundaria Tercer y cuarto año de secundaria
Estándares Académicos Fundamentales de Estados Unidos (sexto a octavo año)	Cada año se centra en 5 dominios, y cada dominio está compuesto por estándares.	Razones y relaciones proporcionales (sexto y séptimo año únicamente) El sistema numérico Expresiones y ecuaciones Funciones (octavo año únicamente) Geometría Estadística y probabilidad	11 a 14 años Contenido organizado por año
Currículo australiano (ACARA) (séptimo a décimo año)	3 áreas, divididas en subáreas	Números y operaciones, y álgebra Medición y geometría Estadística y probabilidad	12 a 16 años Contenido organizado por año
Programa de Formación de la escuela quebequense	3 áreas temáticas amplias	Aritmética y álgebra Estadística y probabilidad Geometría	12 a 16 años Primer ciclo de secundaria Segundo ciclo de secundaria (tres vías posibles)

Tabla 1: Estructuras de los sistemas principales en la comparación del currículo

Orientación escrita

Un aspecto fundamental del diseño del marco general de Matemáticas del PAI es que los docentes pueden usar la orientación de manera flexible para elaborar sus propios programas de estudios, puesto que el contenido del marco se presenta como una lista de ejemplos en lugar de un currículo prescrito. Este enfoque difiere de forma significativa de la mayoría de los otros sistemas.

Se brinda apoyo para estructurar un curso de Matemáticas dentro de este marco en otras secciones de la guía, por ejemplo, en “Planificación del currículo de Matemáticas”. El panel de expertos señaló que es importante considerar el marco junto con la guía completa, otros documentos del PAI y el sistema de apoyo del IB (como las actividades de desarrollo profesional y otras formas de apoyo). Sin embargo, el panel de expertos también destacó que el marco y su estructura corren el riesgo de crear una especie de lista de comprobación de contenidos, en lugar de usarse dentro del marco de aprendizaje conceptual de todo el programa.

La mayoría de los otros sistemas también proporcionan más detalles por escrito sobre las habilidades específicas que un alumno debe ser capaz de demostrar al término de un determinado año o fase del rango de edad de la educación intermedia. Además, la orientación escrita que ofrecen otros sistemas, en ocasiones, ilustra con mayor claridad las conexiones entre las diferentes ideas matemáticas. Las pruebas obtenidas mediante los cuestionarios y las entrevistas confirman los hallazgos de la comparación del currículo: que el marco general de Matemáticas del PAI es posible que no proporcione siempre suficiente orientación escrita para facilitar la planificación y la implementación.

Amplitud de cobertura de contenidos

A fin de analizar la amplitud de los contenidos que se cubren en el marco general de Matemáticas del PAI en comparación con otros sistemas, la NFER clasificó los temas del marco en tres grupos. Se ha definido la amplitud de contenidos como la orientación con una cobertura lo suficientemente completa como para aportar a los alumnos, al cabo de los cinco años de estudio, un conocimiento adecuado para continuar con el aprendizaje de las matemáticas después de la educación intermedia.

- Grupo A: El tema forma parte de varios otros sistemas de educación intermedia, y el número de referencias curriculares indica que el nivel de orientación escrita es similar.
- Grupo B: El tema forma parte de varios otros sistemas de educación intermedia, pero otros sistemas tienen un número significativamente mayor de referencias a él en el currículo que los temas y las habilidades del marco general de Matemáticas del PAI.
- Grupo C: El tema no es una parte clave de la mayoría de los otros sistemas de educación intermedia.

La tabla 2 resume los hallazgos de este proceso de clasificación.

Rama del IB	Números y operaciones	Álgebra	Geometría y trigonometría	Estadística y probabilidad
Grupo A	9	10	12	6
Grupo B	1	0	0	0
Grupo C	3	6	4	1

Tabla 2: Número de temas del marco curricular del PAI por rama en cada uno de los tres grupos de la clasificación

El análisis indica que el marco general de Matemáticas del PAI actual ofrece una amplitud en el aprendizaje que, en líneas generales, concuerda con otros sistemas de educación intermedia. En conjunto, durante las actividades del panel de expertos, hubo un consenso general en que la mayoría de los temas del marco general de Matemáticas del PAI eran adecuados para los alumnos de los años intermedios.

La mayoría de los temas del grupo C están incluidos en el nivel de dificultad avanzado del marco general de Matemáticas del PAI. En el nivel avanzado, el marco general de Matemáticas del PAI contiene varios temas que no están incluidos en los demás sistemas de educación intermedia más importantes analizados en este estudio (véase la tabla 2.3 del informe completo, en inglés). Sin embargo, algunos de los temas están incluidos en programas adicionales destinados a los alumnos de los años intermedios más capaces. Algunos de estos temas avanzados no son prerequisites esenciales para estudiar los cursos de Matemáticas del PD. Al incluir estos temas, el contenido del nivel avanzado podría estar dando prioridad a la amplitud frente a la profundidad del aprendizaje.

Profundidad del aprendizaje

En cuanto a la profundidad del aprendizaje, los resultados de la investigación obtenidos a través de la comparación del currículo y del panel de expertos sugieren que los niveles de exigencia de los temas y las habilidades del marco general de Matemáticas del PAI generalmente coinciden con los de otros currículos y sistemas de educación intermedia. No obstante, puede quedar espacio para que el IB reconsidere los niveles de dificultad de algunos temas. Por ejemplo, en estadística y probabilidad, el panel de expertos y la comparación del currículo indicaron que los alumnos deberían aprender a interpretar y aplicar la desviación típica a un nivel básico. Dado que la desviación típica está incluida en el curso de Nivel Medio del PD, sería útil que los alumnos reciban una introducción a esta en los años intermedios. Para obtener más detalles y ejemplos, véase la tabla 2.5 del informe completo (solo disponible en inglés).

El último aspecto de la profundidad del aprendizaje que el estudio destacó fue el pensamiento de orden superior en las matemáticas. El análisis indicó que la mayoría de los demás sistemas incluyen no solo habilidades de resolución de problemas y razonamiento, sino también el elemento adicional de la metacognición; esta consiste en la capacidad de evaluar los métodos y los resultados y pensar en maneras de mejorar las estrategias utilizadas. Una tendencia que está surgiendo en otros sistemas es el uso de las matemáticas como una herramienta de modelización y, en las palabras de uno de los expertos, “analizar los problemas sociales desde la óptica de las matemáticas”. El conjunto de la *Guía de Matemáticas* del PAI promueve, sin duda, buena parte de este objetivo a través del uso de los contextos globales y las preguntas de indagación, como también lo hace la publicación *El Programa de los Años Intermedios: de los principios a la práctica* (IBO, 2014). Sin embargo, podría ser positivo contemplar las habilidades de metacognición de manera más explícita en el marco general de Matemáticas del PAI.

Áreas de diferencia con otros sistemas

La siguiente sección analiza las dos áreas del marco general de Matemáticas del PAI (razón y proporción, y estadística y probabilidad) en las que se observan las mayores diferencias en cuanto a la manera en que otros sistemas establecen las expectativas de aprendizaje y ofrecen orientación escrita.

Razón y proporción

La comparación del currículo mostró una gran variación en la orientación escrita sobre razón y proporción en cada uno de los sistemas (véase la tabla 2.6 del informe completo, en inglés). La orientación del currículo escrito sobre razón y proporción es considerablemente más completa en la mayoría de los demás sistemas que en el marco general de Matemáticas del PAI. Sin embargo, en muchos otros sistemas, el currículo también es más prescriptivo en cuanto a especificar el tipo de habilidades que los alumnos deben poder demostrar. En este tema, la orientación escrita en otros sistemas es más explícita en lo referente a relacionar razón y fracciones, relaciones algebraicas o establecer conexiones entre proporcionalidad y representación gráfica. El conjunto de la *Guía de Matemáticas* del PAI hace hincapié en la idea de establecer conexiones entre los diferentes temas matemáticos; sin embargo, si solo se tiene en

cuentan la orientación escrita del marco general de Matemáticas del PAI, los profesionales del programa podrían pasar por alto cierto aprendizaje conceptual.

En el panel de expertos, había una fuerte impresión de que la gran conexión entre las ideas de razón y proporción es posible que no esté lo suficientemente desarrollado en el marco general de Matemáticas del PAI. Los debates del panel de expertos también señalaron que lograr la comprensión de los vínculos entre fracciones, decimales, porcentajes, razón y proporción y el uso de relaciones multiplicativas debe ser un aspecto clave del aprendizaje de las matemáticas en la educación intermedia.

Estadística y probabilidad

La comparación del currículo ha destacado esta rama como la más variable en cuanto a la manera en que los diferentes sistemas establecen las expectativas de aprendizaje (véase la tabla 2.7 del informe completo, en inglés). El pensamiento educativo actual en esta área pone mayor énfasis en las ideas de planificar y llevar a cabo una investigación estadística eficaz, utilizar y analizar distribuciones de datos y evaluar informes estadísticos en los medios de comunicación. Si bien es posible que muchos de estos aspectos del aprendizaje estén implícitos en la *Guía de Matemáticas* del PAI en su conjunto, la orientación escrita para esta rama podría mejorarse. También hubo un amplio debate respecto de si el marco general actual de Matemáticas del PAI promueve los vínculos intrínsecos entre la estadística y los modelos probabilísticos, además de oportunidades para usar la tecnología con el fin de ayudar a los alumnos a lograr una comprensión más profunda.

Hallazgos acerca de la implementación del programa

Percepciones de los colegios acerca del marco general de Matemáticas del PAI

Un total de 679 profesores procedentes de 279 colegios de las distintas regiones del IB respondieron a un cuestionario acerca de las percepciones de los colegios sobre el marco general de Matemáticas del PAI. De estos, 518 dieron respuestas completas. Para poder usar las respuestas parciales, el presente resumen y el informe completo incluyen un análisis de cada pregunta. Los profesionales fueron encuestados acerca de sus opiniones sobre la adecuación del contenido del marco general de Matemáticas del PAI en conjunto, en concreto teniendo en cuenta de qué manera el marco apoya el aprendizaje futuro (véase la tabla 3). Los profesionales debían indicar en qué medida estaban de acuerdo con determinadas afirmaciones en una escala del 1 al 6, en la cual 1 significaba un acuerdo total y 6, un desacuerdo total. Por lo tanto, una puntuación media más baja indica un mayor nivel de acuerdo promedio. Tanto los jefes de departamento como los profesores puntuaron las afirmaciones de manera similar, si bien los profesores mostraron un nivel de acuerdo ligeramente mayor.

	Jefes de departamento (N)	Media de los jefes de departamento (M)	Profesores (N)	Media de los profesores (M)
El curso de Matemáticas del PAI prepara bien a los alumnos para las evaluaciones externas en la educación intermedia.	329	2,98	250	2,80
El curso de Matemáticas del PAI prepara bien a los	329	2,49	249	2,34

alumnos para los estudios posteriores.				
En conjunto, el contenido ofrece a los alumnos conocimientos matemáticos suficientes para el futuro aprendizaje en general.	232	2,33	244	2,31

Tabla 3: Percepciones de los profesionales acerca de la adecuación general del contenido del marco

También se pidió a los profesionales que consideraran la adecuación del marco general de Matemáticas del PAI en cuanto a la preparación de los alumnos para el PD. Las puntuaciones de 1, 2 y 3 se consideraron positivas, mientras que las de 4, 5 y 6 se consideraron negativas. En general, los profesionales consideraron que el contenido tanto de la orientación del nivel general como del nivel avanzado ofrece una buena preparación para que los alumnos estudien el PD. Los jefes de departamento y los profesores fueron ligeramente más positivos con respecto al contenido general (el 68 % de los jefes de departamento y los profesores estuvieron de acuerdo) que al contenido avanzado (el 58 % de los profesores y el 60 % de los jefes de departamento estuvieron de acuerdo). Asimismo, un mayor número de profesionales consideraron que se necesita orientación escrita más detallada en algunos temas en el nivel avanzado.

El cuestionario para profesionales arrojó, en su mayoría, comentarios positivos sobre el marco general de Matemáticas del PAI; aun así, algunos profesionales señalaron tener inquietudes respecto de la idoneidad de algunos temas y el nivel de apoyo ofrecido para la planificación. En cuanto a la adecuación de los temas, los profesionales tuvieron que responder si un tema era adecuado para su inclusión en el marco general de Matemáticas del PAI utilizando una escala del 1 al 6, donde 1 significaba que era **sumamente** adecuado y 6, **nada** adecuado. No hubo puntuaciones promedio superiores a 3, lo cual indica que todos los temas se ubicaron en el rango positivo de la escala de Likert, lo que indica que son adecuados para incluirse en la educación intermedia. Los participantes fueron menos positivos respecto de algunos elementos del nivel avanzado, entre los que se incluyen exponentes fraccionarios, funciones y gráficos, y bases. Las respuestas a las entrevistas respaldaron este aspecto del cuestionario, ya que los encuestados indicaron que, a menudo, tienen las mayores dificultades con el contenido del nivel avanzado.

Apoyo para la planificación

De los colegios que ofrecen los cinco años de Matemáticas del PAI, aproximadamente el 80 % de los encuestados estuvieron de acuerdo en que el marco general de Matemáticas del PAI ayuda a la planificación de un año y entre los diferentes años, y que el marco permite una progresión eficaz a los cursos del PD. Sin embargo, los cuestionarios y las entrevistas a los profesionales indicaron que el marco general de Matemáticas actual no siempre proporciona suficientes detalles por escrito para facilitar la planificación. Las respuestas a las entrevistas estuvieron divididas en lo referente a la opinión de los profesionales sobre el marco general de Matemáticas del PAI actual como herramienta de planificación. Si bien algunos entrevistados reconocieron la importancia de la flexibilidad en un marco global, otros identificaron esto como una dificultad. Algunos indicaron que el marco general de Matemáticas del PAI es demasiado breve, por lo que los profesores deben recurrir a su propia experiencia o a herramientas adicionales, lo que puede dar lugar a disparidades entre las diferentes clases y colegios.

Algunos profesores parecían tener dificultades para vincular el contenido del marco general de Matemáticas del PAI con las filosofías de aprendizaje del PAI más amplias, que se especifican en la *Guía de Matemáticas*. Los profesionales tuvieron que responder en qué medida estaban de acuerdo con la

afirmación “es fácil integrar los temas y las habilidades en las filosofías generales de aprendizaje del PAI, tal como se especifican en la *Guía de Matemáticas*”; para ello, utilizaron una escala del 1 al 6, donde 1 significaba totalmente de acuerdo y 6, totalmente en desacuerdo. En general, los profesionales no indicaron un acuerdo ni un desacuerdo totales con que era fácil integrar los temas y las habilidades con otros aspectos de la guía, y las puntuaciones medias de los jefes de departamento y de los profesores fueron de 2,82 y 2,84, respectivamente. Sin embargo, casi un cuarto de los jefes de departamento y los profesores respondieron esta pregunta negativamente. Esto indica que a una parte de los profesionales les resulta difícil integrar el contenido del marco general de Matemáticas del PAI en las filosofías generales de enseñanza y aprendizaje del IB, tal como se describen en la *Guía de Matemáticas*.

Resumen

En suma, si bien algunas áreas podrían mejorarse, los autores concluyeron que el marco general de Matemáticas del PAI actual es, en líneas generales, adecuado para su propósito. Una de las principales diferencias entre el PAI y varios de los demás sistemas es que el PAI no especifica ni sugiere el contenido año por año, sino que permite a los colegios estructurarlo ellos mismos. En cuanto al contenido especificado, el del marco general de Matemáticas del PAI es muy similar al de otros sistemas de educación intermedia en el nivel general. Sin embargo, en el nivel avanzado, el marco general de Matemáticas del PAI contiene varios temas que no están incluidos en otros sistemas de educación intermedia.

El cuestionario para profesionales arrojó, en su mayoría, comentarios positivos sobre el marco general de Matemáticas del PAI; aun así, algunos profesionales señalaron tener inquietudes respecto de la idoneidad de algunos temas y el nivel de apoyo ofrecido para la planificación. Muchos profesionales indicaron que el marco general de Matemáticas les permite estructurar el currículo de la asignatura para cada año, pero que les resulta difícil integrar el contenido en la filosofía general del IB.

Referencias

ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL. *Guía de Matemáticas* del Programa de los Años Intermedios. Cardiff (Reino Unido): Organización del Bachillerato Internacional, 2014.

ORGANIZACIÓN DEL BACHILLERATO INTERNACIONAL. *El Programa de los Años Intermedios: de los principios a la práctica*. Cardiff (Reino Unido): Organización del Bachillerato Internacional, 2014.

El presente resumen fue preparado por el departamento de investigación del IB. El informe completo se encuentra disponible en inglés en <http://www.ibo.org/es/research/>. Si desea más información sobre este estudio u otros estudios de investigación del IB, solicítela en la dirección de correo electrónico research@ibo.org.

Para citar el informe completo, utilice la siguiente referencia:

HOON, N, ELLIS, L, y HOPKINS, A. *Evaluation of the International Baccalaureate (IB) Middle Years Programme (MYP) mathematics skills framework*. La Haya (Países Bajos): Organización del Bachillerato Internacional, 2017.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2017

International Baccalaureate® | Baccalauréat International® | Bachillerato Internacional®