



**Análisis comparativo de las matemáticas en el
programa de Bachillerato en España y el programa
de Diploma del International Bacclaureate®**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: Francisco González Pla
Tutor: Karen Armijos Yambay
Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas
Año: 2023

DECLARACIÓN

El que suscribe declara que el material de este documento, que ahora presento, es fruto de mi propio trabajo. Cualquier ayuda recibida de otros ha sido citada y reconocida dentro de este documento. Hago esta declaración en el conocimiento de que un incumplimiento de las normas relativas a la presentación de trabajos puede llevar a graves consecuencias. Soy consciente de que el documento no será aceptado a menos que esta declaración haya sido entregada junto al mismo.

Francisco González Pla

The principal goal of education is to create men and women who are capable of doing new things, not simply of repeating what other generations have done – men and women who are creative, inventive and discoverers, [who] have minds which can be critical, can verify [rather than] accept every they are offered.

JEAN PIAGET

Resumen

La docencia de las matemáticas en la etapa preuniversitaria es de gran relevancia en el conjunto del sistema educativo; los contenidos, metodología de enseñanza y las competencias adquiridas por los estudiantes serán determinantes en el aprendizaje, y, por tanto, muy relevantes para los estudios posteriores. En España se han aprobado recientemente cambios en el contexto de las materias de Bachillerato, proponiendo un currículum más abierto y competencial. Además, en los últimos años ha habido un incremento sostenido de estudiantes que optan por cursar el Programa de Diploma del IB en España, un programa riguroso y con un reconocido prestigio internacional. Por ello, este trabajo propone realizar un análisis comparado en la materia de Matemáticas entre el Programa de Bachillerato español y las asignaturas correspondientes del Programa de Diploma del IB. Para hacer la comparación se utilizará un método de comparación indirecta que permita mapear ambos planes curriculares, y así poder hacer una comparación acerca de los contenidos y la demanda cognitiva de cada una de las materias.

Resum

La docència de les matemàtiques a l'etapa preuniversitària és de gran rellevància en el conjunt del sistema educatiu; els continguts, la metodologia d'ensenyament i les competències adquirides pels estudiants seran determinants en l'aprenentatge, i per tant molt rellevants per als estudis posteriors. A Espanya s'han aprovat recentment canvis en el context de les matèries de Batxillerat, i s'ha proposat un currículum més obert i competencial. A més, els darrers anys hi ha hagut un increment sostingut d'estudiants que opten per cursar el Programa de Diploma de l'IB a Espanya, un programa rigorós i amb un reconegut prestigi internacional. Per això, en aquest treball es proposa fer una anàlisi comparada en la matèria de Matemàtiques entre el Programa de Batxillerat espanyol i les assignatures corresponents del Programa de Diploma de l'IB. Per fer la comparació s'utilitzarà un mètode de comparació indirecta que permeti relacionar tots dos plans curriculars, i així poder fer una comparació sobre els continguts i la demanda cognitiva de cadascuna de les matèries.

Abstract

Teaching of mathematics in the pre-university stage is of great relevance in the entire educational system; the contents, teaching methodology and skills acquired by students will be decisive in learning, and therefore very relevant for subsequent studies. In Spain, changes have recently been approved in the context of Baccalaureate subjects, proposing a more open and competent curriculum. Furthermore, in recent years there has been a sustained increase in students choosing to study the IB Diploma Program in Spain, a rigorous program with recognized international prestige. Therefore, it is proposed to carry out a comparative analysis in the subject of Mathematics between the Spanish Baccalaureate Program and the corresponding subjects of the IB Diploma Program. To make the comparison, an indirect comparison method will be used that allows mapping both curricular plans, and thus be able to make a comparison about the contents and cognitive demand of each of the subjects.

Palabras claves / Paraules clau / Keywords

Investigación comparada – Matemáticas – Bachillerato Internacional – Bachillerato español – Educación pre-universitaria
Investigació comparada – Matemàtiques – Batxillerat Internacional – Batxillerat espanyol – Educació pre-universitària
Comparative Research – Mathematics – International Bacclaureate – Spanish Bacclaureate – Pre-university education

Índice

1. Introducción	12
1.1. Justificación	12
1.2. Objetivos.....	14
2. Marco teórico	15
2.1. Programa de Bachillerato en España	15
2.1.1. Estructura del programa.....	16
2.1.2. Metodología.....	17
2.1.3. Asignaturas y contenidos de matemáticas	18
2.1.4. Evaluación	20
2.2. Programa de diploma del IB.....	21
2.2.1. Estructura del programa.....	21
2.2.2. Metodología.....	23
2.2.3. Asignaturas y contenidos de Matemáticas	24
2.2.4. Evaluación	25
3. Metodología	28
3.1. Revisión metodológica de estudios comparados	28
3.2. Metodología de comparación.....	32
4. Resultados.....	40
4.1. Resultados agregados	40
4.2. Resultados por contenido curricular.....	47
4.3. Medidas de Alineamiento	54
4.4. Discusión	55
5. Conclusiones	61
5.1 Conclusiones	61
5.2. Limitaciones del estudio	63
5.3. Futuras líneas de investigación.....	64
Bibliografía.....	66

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura de acceso a la universidad	33
---	----

Índice de Tablas

Tabla 1. Materias comunes a todas las modalidades de Bachillerato.....	16
Tabla 2. Materias de matemáticas según modalidad de Bachillerato	17
Tabla 3. Materias del Programa de Diploma del IB según grupos de asignaturas	22
Tabla 4. Distribución de los contenidos de matemáticas por horas de docencia.....	25
Tabla 5. Distribución de los contenidos de matemáticas por % de docencia.....	25
Tabla 6. Temas y subtemas utilizados en el instrumento indirecto de codificación	35
Tabla 7. Niveles de demanda cognitiva.....	37
Tabla 8. Materia Matemáticas I según las horas de docencia	40
Tabla 9. Materia Matemáticas I según el porcentaje de docencia	40
Tabla 10. Materia Matemáticas II según las horas de docencia	41
Tabla 11. Materia Matemáticas II según el porcentaje de docencia	41
Tabla 12. Materia Matemáticas I y Matemáticas II según las horas de docencia	42
Tabla 13. Materia Matemáticas I y Matemáticas II según el porcentaje de docencia	42
Tabla 14. Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NM según las horas de docencia	43
Tabla 15. Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NM según el porcentaje de docencia	43
Tabla 16. Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NS según las horas de docencia	44
Tabla 17. Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NS según el porcentaje de docencia	44
Tabla 18. Porcentaje de docencia según la materia y el nivel de demanda cognitiva	46
Tabla 19. Porcentaje de docencia según la temática y la materia	47
Tabla 20. Subtemas de Sentido Numérico (100), Operaciones (200), Medición (300) y Aplicaciones cotidianas (400) según el porcentaje de docencia	48
Tabla 21. Subtemas de Álgebra básica (500) y Álgebra avanzada (600) según el porcentaje de docencia	49
Tabla 22. Subtemas de Conceptos geométricos (700) y Geometría avanzada (800) según el porcentaje de docencia	50
Tabla 23. Subtemas de Pantallas de datos (900) y Estadística (1000) y Probabilidad (1100) según el porcentaje de docencia.....	51
Tabla 24. Subtemas de Análisis (1200) y Trigonometría (1300) y Temas especiales (1400) según el porcentaje de docencia.....	52
Tabla 25. Subtemas de Funciones (1500) y Tecnología Educativa (1600) según el porcentaje de docencia	53
Tabla 26. Matriz de alineamiento entre planes curriculares	54
Tabla 27. Contenidos de Matemáticas de Bachillerato en el ámbito de integración.....	57
Tabla 28. Contenidos de Análisis y Enfoques en el ámbito de integración.....	57
Tabla 29. Contenidos de Análisis y Enfoques NS en el ámbito de límites y derivación.....	59
Tabla 30. Contenidos de Bachillerato en el ámbito de límites y derivación	59

1. Introducción

1.1. Justificación

La Organización del Bachillerato Internacional (en adelante, OBI) es una fundación internacional creada en 1968 que imparte programas educativos en colegios e institutos de todo el mundo. Aunque inicialmente su programa estaba dirigido a la etapa preuniversitaria, actualmente, la OBI ofrece un conjunto de programas educativos de *International Baccalaureate* (en adelante, IB) que permiten cubrir toda la enseñanza a lo largo de la vida escolar de los alumnos: Programa de la Escuela de Primaria (de 3 a 12 años), Programa de los Años intermedios (de 11 a 16 años), y el Programa de Diploma (de 16 a 19 años). Adicionalmente, desde el año 2012 también se ofrece un Programa de Orientación Profesional enfocado a los alumnos que optan por un aprendizaje profesional. La educación a los alumnos en base a los programas del IB permite que puedan cursar toda su vida escolar con una metodología y principios comunes, basados en programas transversales que favorecen el desarrollo académico y personal fomentando la diversidad y la curiosidad (International Baccalaureate Organization, s.f.-a).

El Programa de Diploma del IB, es el programa equivalente a la etapa preuniversitaria, y que en España corresponde a los dos últimos años de la educación secundaria que se cursan en el programa de Bachillerato. Además de su reconocido prestigio internacional por la calidad académica y habilidades que los alumnos desarrollan, el Programa de Diploma del IB proporciona a los estudiantes unos contenidos homogéneos y de calidad, con exámenes externos realizados a nivel mundial y con un sistema de evaluación que combina la interna con la externa (International Baccalaureate Organization, s.f.-b). Hay que tener en cuenta que el Programa de Diploma del IB es ampliamente aceptado a nivel mundial, pues, por ejemplo, los alumnos que lo cursan en cualquier parte del mundo pueden convalidarlo con el Programa de Bachillerato español, y, además, los alumnos españoles que lo cursan tienen la posibilidad de acceder tanto a las Universidades en España como a las del resto del mundo.

Actualmente, en septiembre del 2023, hay acreditados un total de 3.674 colegios en todo el mundo con el Programa de Diploma del IB. En España, hay 192 centros acreditados que imparten dicho programa, de los cuales 128 corresponden a colegios privados, y 64 a colegios públicos (International Baccalaureate Organization, s.f.-c). De los centros privados que ofrecen el Programa, la gran mayoría son colegios internacionales. En cuanto a número de alumnos, en el año 2022 más de 4.500 estudiantes en España realizaron los exámenes del Programa

de Diploma del IB (International Baccalaureate Organization, s.f.-d). Según los datos estadísticos disponibles en la OBI (International Baccalaureate Organization, s.f.-e), en mayo del 2023 se presentaron en el Programa de Diploma del IB un total de 5.274 estudiantes en España, lo que supone un incremento de un 14,5% más que el año anterior, que se presentaron 4.606 estudiantes. Si comparamos esta cifra respecto a los 1.982 estudiantes presentados en 2013 supone un incremento del 266% de los estudiantes presentados en España; es decir, estas cifras denotan que, en la actualidad, existe un gran interés entre los jóvenes por cursar el IB.

Avanzando en nuestra justificación, es importante mencionar que, como resultado de las competencias adquiridas en la etapa preuniversitaria, los estudiantes, deben estar preparados para un amplio conjunto de destrezas y habilidades independientemente de los estudios posteriores que acaben cursando (ya sean universitarios o no). En este sentido, en el Programa de Bachillerato de España, una de las asignaturas del ámbito científico, tecnológico y social que tiene una especial consideración es matemáticas. En la etapa preuniversitaria, los estudiantes reciben formación en un amplio conjunto de recursos y conceptos matemáticos, independientemente de los estudios universitarios que posteriormente realicen. Estos pueden ser del ámbito de la ingeniería, titulaciones del ámbito científico como Matemáticas, Física o Química; titulaciones de ciencias de la vida como Medicina, Farmacia, Biomedicina; o bien ámbitos aplicados a ciencias sociales donde las matemáticas también son muy relevantes, como, por ejemplo, en Economía. A pesar de que los estudios anteriormente mencionados requieren de habilidades y profundización en el ámbito matemático muy diverso, los estudios preuniversitarios tienen el reto de proporcionar una formación global en diversos ámbitos de las matemáticas. No obstante, es habitual que los currículos de las asignaturas de matemáticas preuniversitarias permitan una diferenciación en cuanto a las asignaturas de matemáticas que debe cursar en función de los intereses u orientación de los estudios que desean realizar los alumnos en la universidad o formación futura.

Así pues, la docencia de las matemáticas en la etapa preuniversitaria es de gran relevancia en el conjunto del sistema educativo; los contenidos, la metodología de enseñanza y las competencias adquiridas por los estudiantes serán determinantes en el aprendizaje, y, por tanto, muy relevantes para sus estudios posteriores. Adicionalmente, las matemáticas son una materia transversal, que requiere el desarrollo de habilidades transversales aplicables a otras materias, como la Biología, Química o la Física.

Por todo lo expuesto, en este Trabajo Fin de Máster (TFM) se propone realizar una descripción y contextualización del Programa de Diploma del IB y del Programa de Bachillerato Español, para posteriormente realizar un análisis comparativo del contenido curricular en la materia de matemáticas entre ambos programas con el objetivo de identificar puntos comunes, diferencias, así como poder proponer recomendaciones como resultado de la comparación entre los programas. Teniendo en cuenta el interés creciente en el Programa de Diploma del IB, así como la calidad internacionalmente reconocida del programa, el estudio y comparación del contenido curricular es un tema de gran relevancia en la sociedad actual, y, especialmente, en España que se encuentra en proceso de transición en materia de legislación educativa con un nuevo modelo curricular en la enseñanza de Bachillerato.

1.2. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es realizar un análisis comparativo entre la docencia de las matemáticas según el currículum de Bachillerato (impartido según las directrices del Ministerio de Educación del Gobierno de España) y el Programa del Diploma del IB. Concretamente, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Comparar los contenidos curriculares de las Matemáticas de la modalidad Ciencia y Tecnología con los contenidos de la asignatura Análisis y Enfoques del Programa de Diploma del IB.
- Identificar los niveles de demanda cognitiva requerida en ambos programas con el objetivo de poder comparar el enfoque del plan curricular.
- Proponer recomendaciones de mejora como resultado de la comparación de ambos programas.

2. Marco teórico

2.1. Programa de Bachillerato en España

La docencia de las matemáticas post-obligatorias o pre-universitarias en España se imparte en el programa de Bachillerato, correspondiente a la docencia de los dos años previos a la universidad o Ciclo formativo superior. El actual programa de Bachillerato que se imparte en España viene determinado por la LOMLOE 2020, Ley Orgánica que modifica LOE de 2006. Concretamente, el currículum de bachillerato fue aprobado en Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato (RD 243/2022). Debe tenerse en cuenta que la nueva modalidad de Bachillerato ha entrado en vigor el curso académico 2022/23 únicamente en primero de Bachillerato y, por lo tanto, no será hasta el curso 2023/24 hasta que entre en vigor en segundo de Bachillerato.

En este contexto y con el objetivo de mejorar el currículum escolar en el ámbito de las matemáticas, desde el Comité Español de Matemáticas se ha elaborado un documento que recoge las bases que se deberían tener en cuenta para la elaboración de un currículum escolar de Matemáticas en educación no universitaria, y que, por tanto, tiene en cuenta educación infantil, primaria, secundaria y bachillerato (Calvo et al., 2021). En esta propuesta, la enseñanza de las matemáticas se estructura en cinco sentidos matemáticos: sentido algebraico, espacial, estocástico, de la medida y numérico. Como se verá posteriormente, los saberes básicos del programa de Bachillerato en la materia de matemáticas están estructurados según los sentidos matemáticos anteriormente mencionados, con la salvedad de que se añade además el sentido socioafectivo.

Una de las principales novedades de la LOMLOE, consiste en implementar un planteamiento mediante un currículum competencial de aprendizaje por disciplinas que permita la integración transversal de cada una de las competencias del currículum antes mencionado. De este modo, se modifica el carácter estructurado y enciclopedista hacia un modelo más flexible, competencial e incorporando competencias necesarias en la sociedad actual, como las tecnologías de la información, el espíritu crítico o la igualdad de género (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020). En el preámbulo del RD 243/2022 se enfatiza que en la formación integral de los alumnos debe centrarse necesariamente en el desarrollo de las competencias de cada estudiante. Este se trata de uno de los aspectos relevantes del Bachillerato donde el objetivo va más allá de la formación y los conocimientos, pues también se centra en la madurez intelectual y humana, así como en las habilidades y actitudes de los alumnos.

2.1.1. Estructura del programa

En la LOMLOE, el currículum queda establecido en cuatro modalidades de Bachillerato: Ciencia y Tecnología, Artes (organizada en dos vías, Artes Plásticas, Imagen y Diseño, y la otra, Música y Artes Escénicas), General y Humanidades y Ciencias Sociales. Para cada una de las modalidades anteriores, las materias se clasifican en materias comunes y materias de modalidad (donde hay una obligatoria y dos optativas). En todas las modalidades de Bachillerato hay unas materias comunes que se presentan, a continuación, en la Tabla 1.

Tabla 1

Materias comunes a todas las modalidades de Bachillerato

Curso	Materias Comunes
1º	a) Educación Física. b) Filosofía. c) Lengua Castellana y Literatura I y, si la hubiere, Lengua Cooficial y Literatura I. d) Lengua Extranjera I.
2º	a) Historia de España. b) Historia de la Filosofía. c) Lengua Castellana y Literatura II y, si la hubiere, Lengua Cooficial y Literatura II. d) Lengua Extranjera II.

Nota. Elaboración propia a partir de RD 243/2022.

En cuanto a la materia de Matemáticas, existe la posibilidad de cursarse en tres modalidades distintas. En primer lugar, la asignatura de Matemáticas (se compone de Matemáticas I y Matemáticas II), siendo obligatoria en el Bachillerato de modalidad de Ciencia y Tecnología. En segundo lugar, la asignatura de Matemáticas Aplicadas (se compone de Matemáticas Aplicadas I y Matemáticas Aplicadas II) que puede cursarse de modo opcional en la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales, o bien como asignatura obligatoria de modalidad en el segundo curso de la modalidad de Ciencia y Tecnología. Finalmente, en tercer lugar, se imparte la asignatura Matemáticas Generales, obligatoria en la modalidad General y que únicamente tiene un año de duración. En la Tabla 2 se muestra la relación de asignaturas de matemáticas en Bachillerato según la modalidad; como puede observarse, es obligatoria en los dos cursos de “Ciencia y Tecnología”, optativa en “Humanidades y Ciencias Sociales”, obligatoria en el primer curso de la modalidad General, y no se imparte en la modalidad Artes.

Tabla 2*Materias de matemáticas según modalidad de Bachillerato*

Curso	Ciencia y Tecnología	Humanidades y Ciencias Sociales	General	Artes
1º	Matemáticas I (obligatoria de modalidad)	Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I (optativa)	Matemáticas Generales (obligatoria)	-
2º	Se debe cursar una de las dos: Matemáticas II Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II	Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II (optativa)	-	-

Nota. Elaboración propia a partir de la lectura de RD 243/2022.

Además de la asignatura obligatoria de modalidad y las dos asignaturas optativas de modalidad, el diseño curricular contempla la oferta de asignaturas optativas anuales y trimestrales, y cuyo diseño y oferta corresponde a las Administraciones Educativas. En este sentido, según indica el RD 243/2022 en su Artículo 18, los centros docentes serán quienes desarrollarán y completarán (en uso de su autonomía) el currículo del Bachillerato, cuya concreción formará parte de su proyecto educativo y que impulsará y desarrollará los principios, objetivos y metodología del aprendizaje competencial. A pesar de que el programa está estructurado en dos años académicos, puede cursarse en régimen ordinario durante un periodo máximo de cuatro cursos académicos. Además, es posible cursarlo en la modalidad de tres años académicos siempre que haya circunstancias que lo ameriten (como deportistas de alto rendimiento, necesidades educativas específicas, etc.).

Uno de los aspectos destacables que la nueva legislación modifica es referente a la distribución de competencias entre las Comunidades Autónomas y el Estado, correspondiendo al Gobierno la fijación de las competencias, contenidos y criterios de evaluación de los aspectos básicos del currículum.

2.1.2. Metodología

En el RD 243/2022 se mencionan algunos principios generales y pedagógicos sobre los cuáles debe basarse la enseñanza de Bachillerato; por ejemplo, se indica que las actividades deben fomentar la capacidad de los alumnos/as a aprender por sí

mismos, a trabajar en equipo y aplicar métodos de investigación adecuados. Adicionalmente, se menciona la necesidad de que las administraciones educativas promuevan actividades que estimulen el interés y hábito en la lectura y expresión en público.

Además de los aspectos anteriores, el currículo concreta descriptores operativos para la adquisición de las competencias clave que deben adquirirse durante la etapa. Las competencias clave son transversales a todo el programa de Bachillerato y no se estructuran de un modo jerárquico, de modo que diversas materias en su conjunto contribuyen a la adquisición final de la competencia. Concretamente, las competencias clave que deben adquirir los alumnos a lo largo del Bachillerato son las siguientes:

- Competencia en comunicación lingüística. (CCL)
- Competencia plurilingüe. (CP)
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería. (STEM)
- Competencia digital. (CD)
- Competencia personal, social y de aprender a aprender. (CPSAA)
- Competencia ciudadana. (CC)
- Competencia emprendedora. (CE)
- Competencia en conciencia y expresión culturales. (CCEC)

Adicionalmente, para cada una de las materias del programa de Bachillerato, el plan curricular determina cuales son las competencias específicas que deben adquirirse, así como la relación de estas con las competencias clave.

2.1.3. Asignaturas y contenidos de matemáticas

Tal y como se ha explicado, en el currículum de Bachillerato hay 5 materias de matemáticas. Debe tenerse en consideración que las administraciones educativas podrían considerar la oferta de asignaturas optativas de ampliación en el ámbito de matemáticas o complementarias, como por ejemplo Robótica, asignatura optativa que ya se oferta en algunas Comunidades Autónomas. En resumen, las materias del ámbito de matemáticas son:

- Matemáticas I
- Matemáticas II
- Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I
- Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II
- Matemáticas Generales

Para cada una de las materias anteriores, el currículum establece una relación de nueve competencias específicas, que, a su vez, están relacionadas con algunas de las competencias clave anteriores. En el ámbito de las matemáticas, la gran mayoría de competencias específicas están relacionadas con la Competencia Digital y la Competencia Matemática y Competencia, Ciencia, Tecnología e Ingeniería. Sin embargo, en mayor o menor medida las competencias específicas del área de matemáticas están relacionadas con todas las competencias clave. A modo de ejemplo, las competencias específicas que se esperan adquirir con el plan curricular del programa de Bachillerato para las asignaturas Matemáticas I y Matemáticas II pueden resumirse del siguiente modo (RD 243/2022):

1. Modelización, uso de estrategias para la resolución de problemas en la ciencia, tecnología o la vida cotidiana.
2. Aplicación del razonamiento o argumentación como medio para la verificación de las posibles soluciones de un problema.
3. Generación de nuevo conocimiento mediante la formulación o investigación de conjeturas utilizando la creatividad, el razonamiento, la argumentación y herramientas tecnológicas.
4. Creación y generalización de algoritmos que resuelvan problemas matemáticos cotidianos o aplicados a la ciencia y tecnología mediante el uso del pensamiento computacional.
5. Vinculación y estructuración entre ideas matemáticas proporcionando conexiones y comprensión entre diferentes ideas.
6. Interrelación de procedimientos y conceptos profundizando las conexiones matemáticas con otras áreas o disciplinas.
7. Representación y visualización de conceptos e ideas mediante el uso de diferentes tecnologías.
8. Comunicación de los conocimientos matemáticos de un modo claro y con el rigor apropiado, tanto de modo individual como colectivo.
9. Consecución de objetivos en el aprendizaje matemático utilizando destrezas personales y sociales, gestionando las emociones, trabajando en equipo, aceptando el error y respetando a los demás.

Además de las competencias clave y las competencias específicas, el plan curricular del Programa de Bachillerato especifica cuáles son los criterios de evaluación para cada una de las competencias específicas, así como una lista de saberes básicos que deben adquirirse. Por tanto, el conjunto de objetivos, competencias, y contenidos enunciados en forma de saberes básicos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación constituyen el currículo de esta etapa de Bachillerato. Las

competencias de la materia de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales son prácticamente las mismas que en Matemáticas, con la única diferencia que en las competencias 1 y 4 se substituye la aplicabilidad en la ciencia y tecnología por el ámbito de las ciencias sociales. En todas las asignaturas del ámbito de Matemáticas de bachillerato, los saberes básicos se agrupan en los siguientes:

1. Sentido numérico
2. Sentido de la medida
3. Sentido espacial
4. Sentido algebraico
5. Sentido estocástico
6. Sentido socioafectivo

Es importante destacar que en los saberes básicos es donde se encuentra el contenido curricular, pues las competencias específicas son más bien genéricas. Además de este matiz, cabe mencionar que cada una de las asignaturas tiene la carga lectiva siguiente:

- Matemáticas I. 87,5 horas
- Matemáticas II. 87,5 horas
- Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I. 87,5 horas
- Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II. 87,5 horas
- Matemáticas Generales. 87,5 horas

Por tanto, la materia de matemáticas tendrá un total de 175h en las modalidades de Ciencia y Tecnología y en Humanidades y Ciencias Sociales de Bachillerato.

2.1.4. Evaluación

Según se establece en el RD 243/2022, la evaluación del Bachillerato será continua y diferenciada entre las distintas materias que lo conforman, siendo el profesor el que evaluará, al final del curso, si el alumno/a ha logrado los objetivos de las competencias correspondientes. Para ello, según se establece en la legislación, la adquisición de las competencias específicas deberá evaluarse según los criterios de evaluación anteriormente mencionados. Debe tenerse en cuenta que la legislación establece la “promoción” de instrumentos de evaluación que se adapten a las diversas situaciones de aprendizaje de los alumnos. Adicionalmente, se reconoce explícitamente el derecho del alumno a recibir una evaluación objetiva, siendo las administraciones educativas responsables de garantizarlo.

Para obtener el título de Bachillerato, es necesario que el estudiante tenga una evaluación positiva en todas las materias de los dos cursos de Bachillerato, aunque

excepcionalmente el equipo docente podría decidir la obtención del título de Bachillerato en el caso de que se hayan superado todas las materias salvo una y si se cumplen determinadas condiciones.

2.2. Programa de diploma del IB

El Programa de Diploma del IB es un programa de dos años de duración impartido por la OBI correspondiente a la etapa preuniversitaria (International Baccalaureate Organization, s.f.-b). Se trata de un programa aceptado mundialmente y puede cursarse en diversas lenguas como inglés, francés o español.

Debe tenerse en cuenta que, globalmente, el IB en todas sus etapas tiene un componente formativo en valores, habilidades y conocimientos con el objetivo de transmitir una actitud de aprendizaje durante toda la vida ejerciendo un impacto en el mundo. Por ello, todos los programas desde los 3 a los 19 años se basan en cuatro elementos fundamentales (Organización del Bachillerato Internacional, 2017); la mentalidad internacional, un perfil de aprendizaje donde se sitúa al alumno en el centro desarrollando una serie de atributos, un currículum amplio y conceptual, y, finalmente, un enfoque basado en la indagación, acción y reflexión. Por ejemplo, Zambrano-Caicedo (2022) afirma que el Programa de Diploma del IB aporta una especial relevancia en cuanto a la adquisición de habilidades y destrezas en el proceso de aprendizaje.

2.2.1. Estructura del programa

El Programa de Diploma del IB se estructura en un bloque común de asignaturas troncales, y 6 grupos de asignaturas optativas (International Baccalaureate Organization, n.d.-d). En cuanto a las troncales, los alumnos deben cursar “Teoría del Conocimiento”, “Monografía” y “Creatividad, Actividad y Servicio”. Estas asignaturas contribuyen en la adquisición de competencias y valores propios del IB. Por ejemplo, en Teoría del Conocimiento, se espera que los alumnos reflexionen acerca de la naturaleza y la generación del conocimiento, los diferentes tipos de conocimiento fomentando la reflexión y el espíritu crítico mediante preguntas con el objetivo que los estudiantes interioricen la naturaleza interpretativa del conocimiento. La asignatura Creatividad, Actividad, y Servicio, tiene como objetivo potenciar el desarrollo personal e interpersonal mediante el aprendizaje a través de la experiencia, de modo que los estudiantes deben realizar y reflexionar acerca de actividades más allá del mundo académico mostrando iniciativa, perseverancia y desarrollando habilidades de colaboración, resolución de problemas, etc.

Adicionalmente, a lo largo de los 2 años de programa se deben superar 6 asignaturas que deben corresponder a cada uno de los grupos que se muestran en la Tabla 3. Debe tenerse en cuenta que las asignaturas se estructuran en Nivel Medio (NM, equivale a 150 horas lectivas) y Nivel Superior (NS, equivale a 240 horas lectivas).

Tabla 3

Materias del Programa de Diploma del IB según grupos de asignaturas

Estudios de Lengua y Literatura	Lengua A: Literatura (NM y NS), Lengua A: Lengua y Literatura (NM y NS), Literatura y Representación Teatral (NM)
Adquisición de Lenguas	Lenguas clásicas (NM y NS), Lengua B (NM y NS), Lengua ab initio (NM)
Individuos y Sociedades	Gestión empresarial (NM y NS), Sociedad Digital (NM y NS), Economía (NM y NS), Geografía (NM y NS), Lengua y Cultura (NM y NS), Política Global (NM y NS), Historia (NM y NS), Tecnología de la información en una sociedad Global (NM y NS), Filosofía (NM y NS), Psicología (NM y NS), Antropología Social y cultural (NM y NS), Religiones del Mundo (NM)
Ciencias	Biología (NM y NS), Ciencias del deporte, ejercicio y Salud (NM y NS), Física (NM y NS), Informática (NM y NS), Química (NM y NS), Tecnología del Diseño (NM y NS), Sistemas Ambientales y Sociedades (NM)
Matemáticas	Matemáticas: Análisis y Enfoques (NM y NS), Matemáticas: Aplicaciones e Interpretación (NM y NS)
Artes	Danza (NS y NM) y Cine (NS y NM)

Nota. Elaboración propia a partir de International Baccalaureate Organization(s.f.-f).

Es importante mencionar que los alumnos deben cursar una asignatura de cada uno de los grupos, a excepción del grupo de Artes que pueden intercambiarla por cualquiera de los otros cinco grupos. Adicionalmente, tres de las seis asignaturas (y no más de cuatro) deben pertenecer al menos al nivel superior.

Una de las consecuencias directas que se derivan de la estructura anterior del programa resulta en que, para obtener el Programa de Diploma del IB, es obligatorio cursar una asignatura de cada uno de los ámbitos (excepto de artes), de modo que todos los estudiantes deben cursar asignaturas del ámbito de Matemáticas o Ciencias independientemente de los intereses de los estudiantes o de los estudios posteriores que deseen cursar. Este hecho pone de relevancia la importancia de la materia de matemáticas en el Programa de Diploma del IB, que favorece de un modo inherente a la formación del programa.

2.2.2. Metodología

Tal y como se indica en Organización del Bachillerato Internacional (2017), el IB tiene como finalidad “formar a jóvenes solidarios, informados y ávidos de conocimiento, capaces de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural” (p. 4). Por tanto, se trabaja en profundidad la mentalidad internacional, de forma que el alumno adquiera un grado elevado de responsabilidad, tanto a nivel personal como a nivel social.

El enfoque metodológico del IB es, además, la expresión de un amplio abanico de capacidades y responsabilidades humanas que van más allá del éxito académico. Estos atributos conllevan el compromiso de ayudar a todos los miembros de la comunidad escolar a aprender a respetarse a sí mismos, a los demás y al mundo que les rodea. Este perfil tiene como objetivo formar a alumnos que sean: indagadores, informados e instruidos, pensadores, buenos comunicadores, íntegros, de mentalidad abierta, solidarios, audaces, equilibrados y reflexivos (Organización del Bachillerato Internacional, 2017).

Uno de los pilares centrales de la metodología educativa del IB es el enfoque en la indagación y el pensamiento crítico. Los estudiantes son alentados a hacer preguntas, investigar, analizar y evaluar información de manera crítica. El programa se basa en la creencia de que los estudiantes deben ser una parte activa de su propio aprendizaje y que la capacidad de indagar y pensar críticamente es esencial para el éxito en la educación superior y en la vida en general.

Lo anterior se materializa en asignaturas donde se espera que los estudiantes no sólo memoricen hechos y fórmulas, sino que también sean capaces de comprender conceptos subyacentes y puedan aplicarlos de manera efectiva. Es por ello que los métodos de enseñanza en el aula suelen ser interactivos y participativos, lo que permite a los estudiantes discutir, cuestionar y explorar temas de manera más profunda.

Otro aspecto distintivo de la metodología educativa del IB es la promoción de la interconexión de asignaturas. Los estudiantes deben estudiar seis asignaturas académicas, que incluyen Matemáticas, Ciencias, Humanidades, Idiomas y Artes. Esta amplia gama de asignaturas fomenta la comprensión de cómo diferentes áreas del conocimiento están relacionadas entre sí y cómo pueden aplicarse de manera conjunta para abordar problemas complejos. Las asignaturas de idiomas, en particular, desempeñan un papel importante en este aspecto. Los estudiantes del IB generalmente deben estudiar al menos dos idiomas, lo que les permite comunicarse en un contexto global y apreciar la riqueza de la diversidad lingüística y cultural.

Sainz et al. (2018) resumen la propuesta pedagógica en cuatro características principales del IB:

- Está centrado en el estudiante con una propuesta pedagógica que busca el carácter holístico e integral afectando a todos los aspectos de la persona, fomentando el desarrollo cognitivo y bienestar físico, social y emocional.
- Busca desarrollar enfoques eficientes de enseñanza aprendizaje, mediante un enfoque constructivista promoviendo distintos modos de construir significados y entender el mundo. En este sentido, se promueve el aprendizaje durante toda la vida mediante la investigación, acción y reflexión.
- Trabaja con y en contextos globales, con una mentalidad internacional y desarrollando ambientes de aprendizaje que valoran el mundo como un contexto amplio de aprendizaje, destacando el multilingüismo y entendimiento cultural, y el compromiso global.
- Explora contenido significativo, proporcionando oportunidades para desarrollar el entendimiento siguiendo altos estándares fijados instituciones internacionales de referencia. Por ello, considera el currículum amplio que va más allá de las asignaturas académicas, equilibrado, conceptual y conectado.

2.2.3. Asignaturas y contenidos de Matemáticas

Debe tenerse en consideración que el plan de estudios de la asignatura de matemáticas del Programa de Diploma del IB se modificó en 2019, siendo la primera evaluación bajo el nuevo currículum en Mayo de 2021 (Organización del Bachillerato Internacional, 2019). Como se ha presentado anteriormente, el programa de Diploma del IB tiene cuatro asignaturas de matemáticas y para obtener el título es obligatorio cursar una de ellas:

- Matemáticas: Aplicaciones e Interpretación (NM)
- Matemáticas: Aplicaciones e Interpretación (NS)
- Matemáticas: Análisis y Enfoques (NM)
- Matemáticas: Análisis y Enfoques (NS)

En la Tabla 4 y Tabla 5 se muestra respectivamente, las horas lectivas y el porcentaje de horas lectivas recomendadas en las principales áreas de matemáticas para cada una de las asignaturas:

Tabla 4*Distribución de los contenidos de matemáticas por horas de docencia*

	Aplicaciones e Interpretación - NM	Aplicaciones e Interpretación - NS	Análisis y Enfoques - NM	Análisis y Enfoques - NS
Aritmética y álgebra	16	29	19	39
Funciones	31	42	21	32
Geometría y trigonometría	18	46	25	51
Estadística y probabilidad	36	52	27	33
Análisis	19	41	28	55
Habilidades	30	30	30	30

*Nota. Elaboración propia.***Tabla 5***Distribución de los contenidos de matemáticas por % de docencia*

	Aplicaciones e Interpretación - NM	Aplicaciones e Interpretación - NS	Análisis y Enfoques - NM	Análisis y Enfoques - NS
Aritmética y álgebra	11%	12%	13%	16%
Funciones	21%	18%	14%	13%
Geometría y trigonometría	12%	19%	17%	21%
Estadística y probabilidad	24%	22%	18%	14%
Análisis	13%	17%	19%	23%
Habilidades	20%	13%	20%	13%

Nota. Elaboración propia.

2.2.4. Evaluación

La OBI ha elaborado un documento de principios y prácticas en la evaluación que deben implantar los centros de enseñanza para estar acreditados (Organización del Bachillerato Internacional, 2018). Se trata de una guía extensa con el objetivo de explicar la metodología de evaluación de un estudiante del programa del IB; en dicho modelo se tiene en cuenta que la evaluación debe buscar un efecto de repercusión positivo, favoreciendo el aprendizaje de calidad, respaldando en todo caso los principios del IB. Adicionalmente, las evaluaciones del IB están orientados a medir las habilidades de pensamiento de orden superior, que van más allá de la memorización, de modo que están focalizados en la capacidad de evaluar y la capacidad de analizar (Organización del Bachillerato Internacional, 2018). El programa persigue el desarrollo de facultades mentales o nuevas formas de pensamiento para aplicar los conocimientos a nuevos pensamientos. Por ello, el

modelo de evaluaciones se centra en las habilidades cognitivas de orden superior y sigue el modelo de taxonomía de objetivos educativos basado en el modelo propuesto de la taxonomía de Bloom, de modo que para desarrollar las capacidades de síntesis, análisis y evaluación, a los alumnos se les debe evaluar en un contexto que exija sintetizar, analizar y evaluar.

El sistema de evaluación es distinto en cada uno de los programas del IB; en el caso del Programa de Diploma del IB, la evaluación externa es principalmente sumativa, de modo que se obtiene una calificación para determinar el nivel de logro del alumno en una competencia. No obstante, durante la enseñanza y el aprendizaje se deben utilizar instrumentos formativos con el objetivo de orientar la enseñanza de los alumnos proporcionando de un modo continuo información precisa sobre el aprendizaje. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que se evalúan criterios de modo que se evalúa el trabajo de los estudiantes en relación a niveles de adquisición.

La nota del Programa de Diploma del IB tiene un máximo de 45 puntos, de los cuales 3 puntos corresponden a las asignaturas troncales, y 7 puntos a cada una de las asignaturas optativas. Para obtener el Diploma del IB, es necesario conseguir un mínimo de 24 puntos, y adicionalmente cumplir algunas restricciones internas que aseguren un conocimiento mínimo en todos los ámbitos del programa:

- No obtener ninguna asignatura con 1 sobre 7
- No obtener más de tres asignaturas con evaluación de 2 sobre 7.
- No obtener más de cuatro asignaturas con evaluación de 3 sobre 7.
- No obtener menos de 12 puntos en asignaturas de NS.
- No obtener menos de 9 puntos en asignaturas de NM.

En el Programa de Diploma del IB la evaluación es una combinación entre la evaluación interna y la externa, de modo que la evaluación interna la realizan profesores del centro educativo del alumno, mientras que la evaluación externa son evaluadores externos al centro (International Baccalaureate Organization, s.f.-g). En el caso de las asignaturas de matemáticas, el 20% corresponde con la evaluación interna y el 80% restante con la evaluación externa (Organización del Bachillerato Internacional, 2019).

En cuanto a la evaluación interna consiste en una “exploración individual”, es decir, un trabajo escrito individual en el área de las matemáticas, con una extensión aproximada de entre 12 y 20 páginas. Se plantean diversas temáticas del ámbito de las matemáticas, como la modelización, aplicaciones concretas o investigaciones. La exploración interna se evalúa internamente, pero es moderada externamente

mediante una rúbrica y criterios de evaluación detallados; cada uno de los criterios tiene un peso del 20% y son los siguientes: presentación, la comunicación matemática, el compromiso personal, la reflexión y el uso de las matemáticas.

Por otro lado, la evaluación externa son exámenes escritos, dos exámenes en las asignaturas de nivel medio (cada uno de 90 minutos) y tres exámenes en las de nivel superior (dos de 120 minutos y uno de 60 minutos). En todas las modalidades se incluyen dos exámenes escritos en los que hay una parte de pregunta de respuesta corta, y una segunda parte de pregunta de respuesta larga. En uno de los exámenes se pueden utilizar medios tecnológicos -como calculadora gráfica- mientras que en el otro no es posible. Adicionalmente, en la asignatura de nivel superior hay una tercera prueba que requiere la resolución de problemas.

3. Metodología

3.1. Revisión metodológica de estudios comparados

En el ámbito de la investigación en educación y didáctica de las matemáticas, la elaboración de unos contenidos matemáticos estándares que deban aprender los alumnos es un ámbito de una gran relevancia y de discusión científica. De hecho, los estudios y propuestas realizadas por entidades y sociedades académicas sobre los estándares académicos son habitualmente tenidos en cuenta en la elaboración de los contenidos curriculares que son actualizados en las distintas reformas educativas. Es por ello que en la comunidad científica existen actualmente debates y controversias en cuanto a las reformas curriculares en el ámbito de las matemáticas (Kanbir, 2016).

Uno de los conceptos que emerge para el buen funcionamiento de un sistema educativo, en general, es la alineación o alineamiento entre los distintos elementos que lo conforman. Webb (1997) presentó el concepto de alineamiento focalizando en dos principales elementos: las expectativas sobre lo que los estudiantes deben saber y de las evaluaciones realizadas sobre los estudiantes, proponiendo diversos métodos para medirlo. Näsström y Henriksson (2008) proponen el alineamiento desde un punto de vista más amplio, donde el alineamiento consiste en el estudio de la relación de tres principales componentes en el sistema educativo, como los estándares definidos, la docencia y las evaluaciones. Martone y Sireci (2009) resumen el alineamiento como el estudio de la conexión entre los contenidos (currículo), la docencia y las evaluaciones a los estudiantes. Es importante destacar la visión que presenta Porter (2005) acerca del currículo educativo y el alineamiento, ya que introduce nuevos elementos acerca de la visión del currículum y que tienen que ser tenidos en cuenta en las medidas de alineamiento; concretamente, el plan curricular podría representarse en distintos niveles, como sería el contenido académico que debería impartirse según los estándares curriculares (*intended*), el que se enseña por parte de los docentes (*enacted*), el evaluado realmente a los estudiantes (*assessed*), y el aprendido (*learned*), conformando distintas visiones del plan curricular, desde la definición del estándar hasta lo realmente aprendido. Al margen del alineamiento entre el contenido curricular y las evaluaciones de los alumnos, Porter et al. (2007) proponen la generalización de herramientas y procedimientos para la investigación más allá en distintos niveles de alineamiento, como, por ejemplo, en comparaciones entre estados, para las que se propone la creación de un índice de alineamiento que permite medir el nivel de similitud entre planes curriculares.

Generalmente, los métodos de investigación comparada para analizar el alineamiento consisten en categorizar el contenido del estándar académico, para posteriormente poderlo relacionar en una matriz de dos dimensiones donde se incluye la dimensión de contenido y la demanda cognitiva o expectativa de aprendizaje. En dicha matriz pueden clasificarse tanto los contenidos curriculares como las evaluaciones de los alumnos, siendo posible agregar más variables añadiendo complejidad y precisión al modelo. Generalmente, estos instrumentos (también llamados taxonomías), nos permiten relacionar los conocimientos o contenidos con los niveles de complejidad cognitivos de un modo objetivo, pudiendo obtener medidas de relación o alineamiento (Cohen et al., 2007; Näsström y Henriksson, 2008; Porter et al., 2007). Näsström y Henriksson (2008) realizaron una comparación entre la taxonomía revisada de Bloom y la taxonomía de Porter sobre datos empíricos en la evaluación de Bachillerato en el ámbito de Química, obteniendo que la taxonomía revisada de Bloom se adecúa significativamente mejor. Hay muchas aportaciones en la literatura en cuanto a las taxonomías para evaluar los niveles cognitivos, incluso recientemente se ha propuesto una revisión de la taxonomía revisada de Bloom (Darwazeh y Branch, 2015). En cuanto a la categorización de las temáticas, es importante destacar la contribución de Porter y Smithson (2001), que proporciona una taxonomía de temáticas en el ámbito de las matemáticas adecuadas para el nivel preuniversitario.

Un enfoque similar al del alineamiento puede utilizarse para comparar currículos educativos con un estándar. Tran et al. (2016) analizan los principales métodos utilizados por los investigadores para analizar y comparar estándares educativos en el ámbito de las matemáticas, concretamente analizando y comparando los estudios realizados sobre el *Common Core State Standards for Mathematics* (CCSSM). En resumen, las distintas metodologías utilizadas se agrupan en dos grandes métodos: enfoques de comparación indirecta, y los enfoques de comparación directa. Generalmente, los métodos de comparación indirecta consisten en el uso de un marco predefinido de conceptos para codificar el estándar, y así poder hacer la comparación. En este caso, cada uno de los currículos comparados incluyen el análisis de dos dimensiones: contenidos matemáticos y expectativas de aprendizaje, que podrían abarcar desde educación infantil hasta la finalización de estudios preuniversitarios. Por otro lado, los métodos comparación directa comparan estándares curriculares con otro estándar curricular directamente; para realizar esta comparación se analizan varios métodos, como el uso de un criterio experto donde varios investigadores evalúan el alineamiento mediante métricas de modo

independiente, o relacionando los conceptos de un currículo origen en el destino, ya sea directamente o mediante expectativas de aprendizaje.

En cuanto a estudios comparados con el Programa de Diploma del IB y otros currículos de distintos países, se han realizado algunos estudios que analizan el alineamiento curricular entre el IB y el programa de determinados países en el ámbito de la asignatura de matemáticas. A continuación, se presentan aquellos estudios comparados o de alineamiento que se han realizado en el Programa de Diploma del IB con otros currículos y siempre que la asignatura de matemáticas haya sido objeto de análisis. Faas y Friesenhahn (2014) realizaron un análisis comparativo con dos cantones suizos en las asignaturas de matemáticas (concretamente, *Mathematics Higher Level*), geografía, historia, biología y español. En paralelo, Faas y Friesenhahn (2014a) realizaron otro estudio comparado con la misma metodología en Alemania. En ambas comparaciones se realiza un análisis de documentos de las guías educativas del IB con los planes de estudios de los países objeto de estudio. Como método de comparación utilizaron una metodología mixta basada en el análisis de contenidos y en el marco metodológico *Surveys of Enacted Curriculum* (SEC) Model (Porter, 2002; Porter et al., 2007; Porter y Smithson, 2001). Una vez se clasifican los temas de según el contenido, se categoriza en categorías cognitivas como: 1) Memorizar hechos, definiciones o fórmulas, 2) Resolver el procedimiento, 3) Comunicar la comprensión del concepto y 4) Resolver problemas y hacer conexiones.

Otra de las contribuciones relevantes en estudios de alineamiento con el Programa de Diploma del IB en el ámbito de matemáticas, es el estudio realizado por Dixon et al. (2014) en Australia. El objetivo del estudio consiste en el mapeo curricular y la explicación comparativa entre ambos currículos. En el ámbito de las matemáticas, se analizaron los contenidos de las asignaturas *Mathematical Studies Standard Level*, *Mathematics Standard Level*, *Mathematics Higher Level* y *Further Mathematics Higher Level*. El estudio se planteó en tres fases; primero se realizó una uniformidad del lenguaje para describir el currículum realizar un mapeo curricular entre los currículums. En la segunda fase se analizaron los estándares, principios y objetivos de aprendizaje de ambos currículos, incorporando encuestas a coordinadores educativos. Finalmente, en la tercera fase se incorporaron casos de estudios que permiten entender en detalle y profundidad la didáctica del Programa de Diploma del IB.

Ateskan et al. (2015) también han realizado una comparación de alineamiento del Programa de Diploma del IB con el programa de Turquía, estudiando tres esferas: el alineamiento curricular (se incluye el análisis de contenidos y demanda cognitiva),

los resultados académicos y las percepciones de los estudiantes en cuanto a la preparación para el acceso a la universidad. Las asignaturas analizadas han sido *Mathematics Standard Level* y *Mathematics Higher Level*, utilizando la metodología de análisis de contenido propuesta por Schreier (2013). En cuanto a la demanda cognitiva, se ha utilizado la taxonomía propuesta por Wiggins y McTighe que categorizan en 6 dominios no jerárquicos de la comprensión: explicación, interpretación, aplicación, perspectiva, empatía y autoconocimiento (McTighe y Seif, 2003).

Otro de los estudios de alineamiento relevantes son los realizados por *The National Recognition Information Centre for the United Kingdom* (NARIC), Agencia Nacional responsable de proporcionar información y opinión experta en el ámbito académico. En este caso, podemos destacar las aportaciones de estudio de alineamiento del Programa de Diploma del IB con Noruega (UK NARIC, 2018a), Suecia (UK NARIC, 2018b) y Pakistán (UK NARIC, 2016), que entre otras asignaturas, se realiza el alineamiento con la asignatura de Matemáticas. Los estudios realizados en Suecia y Noruega se plantean bajo la misma metodología (UK NARIC, 2018b, 2018a); entre otras asignaturas, se realiza un alineamiento con las asignaturas del IB *Mathematics Higher Level*, *Mathematics Standard Level* y *Mathematical Studies Standard Level*. Por otro lado, se proponen tres niveles de análisis comparativo. Primero, el sistema educativo en el que se comparan los objetivos y principios filosóficos subyacentes del programa del IB con lo establecido en la legislación educativa. Segundo, el nivel de cualificación, en el que se comparan los principios, estándares pedagógicos y enfoques de aprendizajes. Tercero, se hace un análisis de contenido comparando ambos currículos. Los dos primeros niveles de análisis se abordan mediante un análisis de temático e interpretativo. Sin embargo, la comparación de los planes de estudio se aborda de otro modo; se listan los contenidos del programa educativo de Suecia y Noruega, y se evalúa si el contenido está incluido en el Programa de Diploma del IB. En el caso del análisis de alineamiento realizado en Pakistán (UK NARIC, 2016), se realiza una comparación similar del currículum Pakistani con la asignatura *Mathematics Higher Level*; se listan los objetivos de aprendizaje y contenidos del programa Pakistani, siendo relacionados con Programa de Diploma del IB en el caso de que se encuentren incluidos.

Como se ha presentado en la revisión de la metodología de comparación curricular, se han encontrado estudios comparativos y de alineamiento del contenido de la asignatura de Matemáticas (en distintos niveles) del Programa de Diploma del IB en países como Alemania, Suiza, Noruega, Suecia, Pakistán, Turquía y Australia. Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio comparativo de

alineamiento de las asignaturas de matemáticas con las del Programa de Diploma del IB en España.

Debe tenerse en cuenta, que, además de las taxonomías y métodos de comparación presentados anteriormente, hay otras posibilidades de comparación en función del área de las matemáticas que sea objeto de estudio. Por ejemplo, Zhou et al. (2022) realizaron una comparativa entre los estándares de geometría en el currículum de Estados Unidos y China. Dicha comparativa se realizó categorizando las expectativas de aprendizaje de ambos currículums según los niveles de pensamiento de Van Hiele, cuyos niveles explican cómo se produce de un modo progresivo y jerarquizada la evolución del razonamiento geométrico en el aprendizaje.

En el trabajo de Espinosa Ares (2014) se presenta una aproximación al IB, introduciendo una comparación cualitativa con los principales aspectos del Bachillerato español sin entrar en los contenidos fundamentales. Debe tenerse en cuenta que el artículo se escribió en el contexto educativo de la LOE de 2006 aunque algunos de sus planteamientos continúan teniendo vigencia en el sistema educativo actual. Los elementos diferenciales mencionados son:

- El Programa de Diploma del IB es un modelo abierto, permitiendo una mayor optatividad a los alumnos que el bachillerato español.
- El IB plantea un conocimiento intensivo, profundo y riguroso de la asignatura mientras que el bachillerato español tiene un enfoque extensivo.
- La evaluación del IB es más completa con gran variedad de exámenes, prácticas de laboratorio. El modelo de evaluación del currículum español se basa en exámenes escritos y en su mayoría memorísticos.
- El IB busca una educación integral en valores como la tolerancia o conciencia internacional, algo que considera que el sistema español no promueve.

Finalmente, es importante destacar la contribución realizada por Dickson et al. (2018) en la que se aborda una revisión sistemática sobre diversos aspectos del IB analizando el impacto en los estudiantes y en el aprendizaje, y el impacto en los profesores y en la docencia.

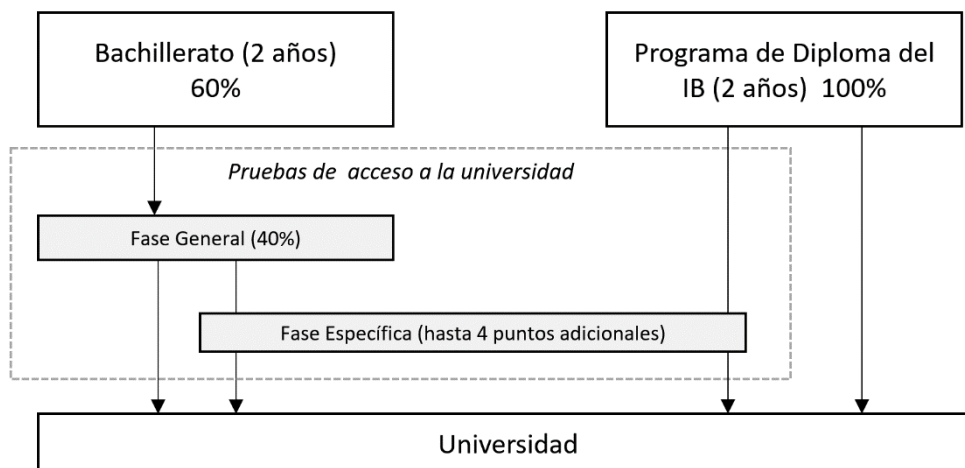
3.2. Metodología de comparación

A efectos de la comparación que se va a realizar en este TFM, es importante tener en cuenta que, a pesar de las similitudes entre los programas de Bachillerato español y Diploma del IB anteriormente expuestos, no son equivalentes en términos de evaluación y posibilidades de acceso a la universidad.

Una vez un estudiante obtiene o aprueba el Programa de Diploma del IB, tiene posibilidad de acceder directamente a la universidad española, dado que se convalida con el título de Bachillerato español y con la Fase General de las Pruebas de Acceso a la Universidad. Sin embargo, la obtención del título de Bachillerato en España no da acceso directo a la universidad, dado que es necesario superar la Fase General de las Pruebas de Acceso a la Universidad con al menos un 4 sobre 10, y obtener una media global superior a 5, teniendo en cuenta que el título de Bachillerato contribuye con un 60% de la nota, mientras que la nota de las pruebas de acceso constituye el 40% restante. Por ello, a pesar de que podemos considerar ambos programas equivalentes en cuanto al nivel académico al pertenecer ambos programas al último periodo de los estudios de secundaria, es importante tener en cuenta este matiz, dado que el Programa de Diploma del IB exige superar una evaluación externa y permite acceder directamente a la Universidad, algo que no sucede con la aprobación del Bachillerato español. En caso de que los estudiantes del Programa de Diploma del IB deseen puntuar en el acceso a la universidad sobre 14 puntos, tienen la posibilidad de hacerlo superando de un modo opcional los exámenes correspondientes a la fase específica. En la Figura 1 se muestra de un modo esquemático este proceso.

Figura 1

Estructura de acceso a la universidad según el Bachillerato y el Programa de Diploma del IB



Nota. Elaboración propia.

En la primera parte del trabajo –Marco Teórico de este TFM– se ha realizado una descripción de ambos programas de Bachillerato Español y el Programa de Diploma del IB, dando una visión global y contextualización en los siguientes ámbitos:

- Estructura del programa
- Metodología
- Asignaturas y contenidos
- Evaluación

En esta segunda parte, se realizará una comparación de los contenidos curriculares de las asignaturas de matemáticas, con el objetivo de establecer una comparación equitativa entre la asignatura en matemáticas ambos programas. Así pues, en este TFM se va a realizar una comparación entre la asignatura de Matemáticas I y Matemáticas II de la modalidad de Ciencia y Tecnología con la asignatura Matemáticas: Análisis y Enfoques (Nivel Medio y Nivel Superior) del Programa de Diploma del IB. Se propone esta comparación dado que son las dos asignaturas con conceptos matemáticos de mayor profundidad y que dedican, en mayor medida, temario relacionado con el análisis matemático. La comparación del temario de ambas asignaturas se hará mediante el siguiente material:

- Bachillerato español:
 - Competencias específicas y saberes básicos del RD 243/2022 (2022)
- Programa de Diploma del IB
 - Guía de la asignatura Matemáticas: Análisis y Enfoques (Organización del Bachillerato Internacional, 2019)

Dado que el enfoque de este TFM se centra en la comparación del currículo académico del Bachillerato español con el Programa de Diploma del IB, se propone el procedimiento de análisis de contenido mediante el método de comparación indirecta SEC, concretamente, siguiendo el marco metodológico propuesto por Porter et al. (2011). Tal y como el nombre de esta metodología indica, se desarrolló para la medición del alineamiento del currículum impartido (*Enacted*) de modo que se pudiera realizar un alineamiento entre el estándar y el currículum impartido por parte de los docentes, y, por lo tanto, permite tanto la clasificación del estándar como del currículum impartido. No obstante, el enfoque de dicha metodología ha sido validado y reconocido en la literatura por su capacidad para comparar documentos de estándares curriculares (Martone y Sireci, 2009; Porter et al., 2011; Tran et al., 2016).

Esta metodología requiere un análisis documental, en el que se analiza el contenido y, tras ello, se estructura. El estándar curricular se categoriza según una lista estándar de temas matemáticos y niveles de demanda cognitiva, de modo que la metodología que se utiliza en este TFM proporciona una matriz que permite

comparar los contenidos y la demanda cognitiva entre el currículum de España y el currículum del IB, y así medir el alineamiento.

Los contenidos curriculares se clasifican según una lista de 16 temáticas matemáticas, donde cada una de las temáticas se divide entre cuatro y diecinueve subtemas (Wisconsin Center for Education Research, 2014). Para poder hacer la clasificación, se han seleccionado el listado de temas y subtemas y se han traducido a la lengua castellana, dado que ambos planes curriculares objeto de comparación se encuentran redactados en lengua castellana. En la Tabla 6 se incluyen el listado de temas y subtemas utilizados traducidos al castellano.

Tabla 6

Temas y subtemas utilizados en el instrumento indirecto de codificación

100	Sentido numérico	800	Geometría avanzada
101	Valor posicional	801	Lógica, razonamiento y pruebas.
102	Números enteros y enteros	802	Lugares
103	Operaciones	803	Esferas, conos y cilindros.
104	Fracciones	804	Geometría de coordenadas
105	decimales	805	Vectores
106	Porcentajes	806	Geometría analítica
107	Razón y proporción	807	Geometría no euclidiana
108	Patrones	808	Topología
109	Números reales y/o racionales	890	Otro
110	Exponentes y notación científica.	900	Pantallas de datos
111	Factores, múltiplos y divisibilidad.	901	Resumir datos en una tabla o gráfico.
112	Números impares/pares/primos/compuestos/cuadrados	902	Gráfico de barras e histogramas.
113	Estimación	903	Gráficos circulares y gráficos circulares
115	Orden de operaciones	904	Pictografías
114	Comparaciones numéricas (orden, magnitud, tamaño relativo, inversas, opuestos, formas equivalentes, escala o número	905	Gráficos de líneas
116	Algoritmos computacionales	906	Diagramas de tallo y hojas
117	Relaciones entre operaciones	907	Gráfico de dispersión
118	Teoría de números (por ejemplo, sistemas base diez y no base diez)	908	Diagramas de caja
119	Propiedades matemáticas (por ejemplo, propiedad distributiva)	909	Gráficos de líneas
190	Otro	910	Clasificación y diagramas de Venn.
200	Operaciones	911	Diagramas de árbol
201	Sumar/restar números enteros y enteros	990	Otro
202	Multiplicar números enteros y enteros	1000	Estadística
203	Dividir números enteros y enteros	1001	Media, mediana y moda
204	Combinaciones de operaciones sobre números enteros o números enteros	1002	Variabilidad, desviación estándar y rango.
205	Fracciones equivalentes y no equivalentes	1003	Línea de mejor ajuste
206	Sumar/restar fracciones	1004	Cuartiles y percentiles
207	Multiplicar fracciones	1005	Distribución bivariada
208	Dividir fracciones	1006	Intervalos de confianza
209	Combinaciones de operaciones sobre fracciones.	1007	Correlación
210	Razón y proporción	1008	Evaluación de la hipótesis
211	Representaciones de fracciones	1009	Chi Cuadrado
212	Equivalencia de decimales, fracciones y porcentajes.	1010	Transformación de datos
213	Sumar/restar decimales	1011	Teorema del límite central
214	Multiplicar decimales	1090	Otro
215	Dividir decimales	1100	Probabilidad
216	Combinaciones de operaciones con decimales.	1101	Probabilidad simple
217	Calcular con porcentajes	1102	Probabilidad compuesta

218	Calcular con exponentes y radicales.	1103	La probabilidad condicional
290	Otro	1104	Probabilidad empírica
300	Medición	1105	Muestreo y espacios muestrales.
301	Uso de instrumentos de medición.	1106	Eventos independientes versus dependientes
302	Teoría (arbitraria, unidades estándar y tamaño de unidad)	1107	Valor esperado
303	Conversiones	1108	Distribución binomial
304	Sistema métrico (SI)	1109	Curva normal
305	Longitud y perímetro	1190	Otro
306	Área y volumen	1200	Análisis
307	Área de superficie	1201	Secuencias y series
308	Dirección, Ubicación, Navegación	1202	Límites
309	Anglos	1203	Continuidad
310	Círculos (por ejemplo, pi, radio, área)	1204	Tasas de cambio
311	Masa (peso)	1205	Máximos, mínimos y rango
312	Tiempo y temperatura	1206	Diferenciación
313	Dinero	1207	Integración
314	Medidas derivadas (por ejemplo, tasa y velocidad)	1290	Otro
315	Calendario	1300	Trigonometría
316	Exactitud y precisión	1301	Ratios básicos
390	Otro	1302	Medida en radianes
400	Aplicaciones cotidianas	1303	Trigonometría de triángulo rectángulo
401	Interés simple	1304	Ley de senos y cosenos
402	Interés compuesto	1305	Identidades
403	Tasas (por ejemplo, descuento y comisión)	1306	Ecuaciones trigonométricas
404	Hojas de cálculo	1307	Coordenadas polares
490	Otro	1308	Periodicidad
500	Álgebra básica	1309	Amplitud
501	Valor absoluto	1390	Otro
502	Uso de variables	1400	Temas especiales
503	Evaluación de expresiones	1401	Conjuntos
504	Ecuaciones de un paso	1402	Lógica
505	Planos de coordenadas	1403	Inducción matemática
506	Patrones	1404	Programación lineal
507	Ecuaciones de varios pasos	1405	Redes y grafos
508	Desigualdades	1406	Iteración y recursividad
509	Relaciones lineales y no lineales.	1407	Combinaciones de permutaciones
510	Tasa de cambio/pendiente/línea	1408	Simulaciones
511	Operaciones con polinomios	1409	Fractales
513	Raíces cuadradas y radicales.	1490	Otro
512	Factorización	1500	Funciones
514	Operaciones sobre radicales.	1501	Notación
515	Expresiones racionales	1502	Relaciones
516	Múltiples representaciones	1503	Lineal
590	Otro	1504	Cuadrática
600	Álgebra avanzada	1505	Polinómicas
601	Ecuaciones cuadráticas	1506	Racional
602	Sistemas de ecuaciones	1507	Logarítmica
603	Sistemas de desigualdades	1508	Exponencial
604	Desigualdades compuestas	1509	Trigonométrica y circular
605	Matrices y determinantes	1510	Inversa
606	Secciones cónicas	1511	Composición
607	Racionales, exponentes negativos/radicales	1590	Otro
608	Reglas para exponentes	1600	Tecnología Educativa
609	Números complejos	1601	Uso de calculadoras
610	Teorema del binomio	1602	Uso de calculadoras gráficas.
611	Teorema del factor/resto	1603	Uso de computadoras e internet.
612	Propiedades del sistema de números reales.	1604	Programación de computadoras
613	Múltiples representaciones	1605	Uso de hojas de cálculo
690	Otro	1690	Otro
700	Conceptos geométricos		
701	Terminología básica		
702	Puntos, rectas, rayos, segmentos y vectores.		
703	Patrones		
704	Congruencia		
705	Semejanza		

706	Paralelas
707	Triángulos
708	Cuadriláteros
709	Círculos
710	Ángulos
711	Polígonos
712	Poliedros
713	Modelos
714	Relaciones tridimensionales
715	Simetría
716	Transformaciones
717	Teorema de Pitágoras
790	Otro

Nota. Traducción propia a partir de Wisconsin Center for Education Research (2014).

Por otro lado, en cuanto a la demanda cognitiva, en este trabajo se ha seguido la metodología de clasificación no jerárquica desarrollada por Porter et al. (2011) en el ámbito de las matemáticas desarrollada por. En la Tabla 7 se muestran las definiciones de demanda cognitiva realizadas por Porter et al. (2011) y que son necesarias para una correcta clasificación.

Tabla 7

Niveles de demanda cognitiva

Memorizar.	<ul style="list-style-type: none"> a) Recitar datos matemáticos básicos. b) Recordar términos y definiciones matemáticas. c) Recordar fórmulas y procesos computacionales.
Realizar procedimientos.	<ul style="list-style-type: none"> a) Usar números para contar, ordenar o denotar. b) Realizar procedimientos o algoritmos computacionales. c) Seguir procedimientos/instrucciones. d) Hacer mediciones, hacer cálculos. e) Resolver ecuaciones/fórmulas, problemas escritos de rutina. f) Organizar o mostrar datos. g) Leer o producir gráficos y tablas. h) Ejecutar construcciones geométricas.
Demostrar comprensión.	<ul style="list-style-type: none"> a) Comunicar nuevas ideas matemáticas. b) Usar representaciones para modelar ideas matemáticas. c) Explicar los hallazgos y resultados del análisis de datos. d) Desarrollar/explicar relaciones entre conceptos. e) Explicar la relación entre modelos, diagramas y otras representaciones.
Conjeturar, generalizar, probar.	<ul style="list-style-type: none"> a) Comunicar nuevas ideas matemáticas. b) Usar representaciones para modelar ideas matemáticas. c) Explicar los hallazgos y resultados del análisis de datos. d) Desarrollar/explicar relaciones entre conceptos. e) Explicar la relación entre modelos, diagramas y otras

	representaciones.
Resolver problemas no rutinarios, hacer conexiones.	<ul style="list-style-type: none"> a) Aplicar y adaptar una variedad de estrategias apropiadas para resolver problemas. b) Aplicar las matemáticas en contextos fuera de las matemáticas. c) Reconocer, generar o crear patrones. d) Sintetizar contenidos e ideas de varias fuentes.

Nota. Elaboración propia a partir del trabajo de Porter et al. (2011).

Conviene subrayar que el instrumento de recogida de información en este TFM es la matriz en la que se tiene en consideración tanto los niveles de demanda cognitiva (columnas) como los temas y subtemas del contenido (filas) para realizar la comparación entre el Bachillerato español y el Diploma del IB. En la sección de “Resultados” se muestran las matrices aquí mencionadas. Asimismo, es importante clarificar que, a efectos de codificación, cada una de las temáticas se codifican mediante tres o cuatro dígitos (los dos últimos corresponden al subtema, y el primero o los dos primeros a la temática). A continuación, se muestra el listado de temáticas:

1. Sentido numérico / Propiedades / Relaciones
2. Operaciones
3. Medición
4. Aplicaciones
5. Álgebra básica
6. Álgebra avanzada
7. Conceptos geométricos
8. Geometría avanzada
9. Visualización de datos
10. Estadísticas
11. Probabilidad
12. Análisis
13. Trigonometría
14. Temas especiales
15. Funciones
16. Tecnología Educativa

Una vez presentada la metodología de codificación, se ha procedido a clasificar cada uno de los contenidos del estándar de Bachillerato y del Programa de Diploma del Bachillerato Internacional. Siguiendo el análisis de contenido SEC, se ha realizado una clasificación relacionando el contenido del estándar con la temática y

el nivel de demanda cognitiva. Es importante destacar que la relación de la definición de los estándares con la codificación es una relación N:M, es decir, un elemento del estándar puede estar mapeado con más de una relación de la categorización SEC, o bien N elementos del estándar pueden estar relacionados únicamente con una categorización SEC. Una vez codificados los estándares, es posible realizar medidas de alineamiento y realizar comparaciones entre ambos currículos. El resultado de la codificación SEC resulta en una matriz bidimensional de contenido por expectativas de desempeño, en la que cada una de las celdas representan la proporción de contenido, evaluaciones o estándares en esa celda (Martone y Sireci, 2009). A pesar de que la categorización curricular se ha realizado según la taxonomía, a efectos de presentación y comparación del alineamiento, se presenta al nivel de una de las 16 principales temáticas de la metodología SEC. Esta metodología de comparación es la utilizada por Ertl (2014).

Las unidades temáticas analizadas se han ponderado según las horas a dedicar indicadas en el currículum. En el caso del Programa de Diploma del IB, se proporcionan horas a dedicar para cada uno de los bloques curriculares. En el caso del programa de Bachillerato, no se indica un número de horas a cada temática, debiendo ser adaptado por los centros educativos; por ello, se ha realizado una estimación uniforme asumiendo que cada uno de los saberes básicos incluidos en el plan curricular requiere la misma dedicación.

Es por ello por lo que el número de códigos individuales de cada intersección dividido por el número total de códigos por categoría conceptual nos puede dar una idea del nivel de proporción que representa ese contenido en el plan de estudios, o la proporción según la demanda cognitiva.

4. Resultados

4.1. Resultados agregados

A continuación, se muestran los resultados de las tablas comparativas según la temática y el nivel de demanda cognitiva, para Matemáticas I de 1º de Bachillerato (Tabla 8 y Tabla 9), Matemáticas II de 2º de Bachillerato (Tabla 10 y Tabla 11), el agregado de matemáticas de Bachillerato (Tabla 12 y Tabla 13), y las tablas de la asignatura de Análisis y Enfoques del programa de Diploma del IB, tanto NM (Tabla 14 y Tabla 15) como NS (Tabla 16 y Tabla 17). Debe tenerse en cuenta que los datos mostrados del nivel superior incluyen los del nivel medio, dado que los estudiantes cursan ambas partes.

Tabla 8

Materia Matemáticas I según las horas de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0	0,86	1,29	1,29	0	3,43
200	Operaciones	0	0,86	0	0	0	0,86
300	Medición	0	0	0	0	0	0
400	Aplicaciones cotidianas	0	1,14	0	0	1,14	2,29
500	Álgebra básica	0	2,79	3,86	2,57	2,57	11,80
600	Álgebra avanzada	0	1,50	3,86	0	2,57	7,94
700	Conceptos geométricos	0	2,14	4,83	1,72	0,86	9,54
800	Geometría avanzada	0	2,14	2,57	4,72	2,57	12,01
900	Pantallas de datos	0	0,64	0	0	0	0,64
1000	Estadística	0	4,07	5,15	0	1,29	10,51
1100	Probabilidad	0	0,64	3,22	0	0	3,86
1200	Análisis	0	2,57	4,50	0	0,64	7,72
1300	Trigonometría	0	2,57	0	0	0	2,57
1400	Temas especiales	0	1,29	0	0	0,86	2,14
1500	Funciones	0	0	6,43	0	0	6,43
1600	Tecnología Educativa	0	4,79	0,97	0	0	5,75
Total		0	28,02	36,67	10,29	12,51	87,50

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 9

Materia Matemáticas I según el porcentaje de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0 %	1,0 %	1,5 %	1,5 %	0 %	3,9 %
200	Operaciones	0 %	1,0 %	0 %	0 %	0 %	1,0 %
300	Medición	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
400	Aplicaciones cotidianas	0 %	1,3 %	0 %	0 %	1,3 %	2,6 %
500	Álgebra básica	0 %	3,2 %	4,4 %	2,9 %	2,9 %	13,5 %
600	Álgebra avanzada	0 %	1,7 %	4,4 %	0 %	2,9 %	9,1 %
700	Conceptos geométricos	0 %	2,5 %	5,5 %	2,0 %	1,0 %	10,9 %
800	Geometría avanzada	0 %	2,5 %	2,9 %	5,4 %	2,9 %	13,7 %
900	Pantallas de datos	0 %	0,7 %	0 %	0 %	0 %	0,7 %

1000	Estadística	0 %	4,7 %	5,9 %	0 %	1,5 %	12,0 %
1100	Probabilidad	0 %	0,7 %	3,7 %	0 %	0 %	4,4 %
1200	Análisis	0 %	2,9 %	5,1 %	0 %	0,7 %	8,8 %
1300	Trigonometría	0 %	2,9 %	0 %	0 %	0 %	2,9 %
1400	Temas especiales	0 %	1,5 %	0 %	0 %	1,0 %	2,5 %
1500	Funciones	0 %	0 %	7,4 %	0 %	0 %	7,4 %
1600	Tecnología Educativa	0 %	5,5 %	1,1 %	0 %	0 %	6,6 %
Total		0 %	32,0 %	41,9 %	11,8%	14,3 %	100 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 10

Materia Matemáticas II según las horas de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0	0,73	2,19	0	0,73	3,65
200	Operaciones	0	1,46	0	0	0	1,46
300	Medición	0	1,94	0,36	0	0,73	3,04
400	Aplicaciones cotidianas	0	0	0	0	1,46	1,46
500	Álgebra básica	0	0	0,97	0	2,92	3,89
600	Álgebra avanzada	0	6,56	6,81	0	5,10	18,47
700	Conceptos geométricos	0		5,83	1,46	0	7,29
800	Geometría avanzada	0	6,08	2,92	1,46	0,73	11,18
900	Pantallas de datos	0	0	0,73	0	0	0,73
1000	Estadística	0	0	0	0	0	0
1100	Probabilidad	0	6,08	3,65	0	0,97	10,69
1200	Análisis	0	4,74	6,68	0	0,36	11,79
1300	Trigonometría	0	0	0	0	0	0
1400	Temas especiales	0	0	0	0	0	0
1500	Funciones	0	0	5,83	0	1,46	7,29
1600	Tecnología Educativa	0	1,70	4,86	0	0	6,56
Total		0	29,29	40,83	2,92	14,46	87,50

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 11

Materia Matemáticas II según el porcentaje de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0 %	0,8%	2,5%	0 %	0,8%	4,2%
200	Operaciones	0 %	1,7%	0 %	0 %	0 %	1,7%
300	Medición	0 %	2,2%	0,4%	0 %	0,8%	3,5%
400	Aplicaciones cotidianas	0 %	0 %	0 %	0 %	1,7%	1,7%
500	Álgebra básica	0 %	0 %	1,1%	0 %	3,3%	4,4%
600	Álgebra avanzada	0 %	7,5%	7,8%	0 %	5,8%	21,1%
700	Conceptos geométricos	0 %	0 %	6,7%	1,7%	0 %	8,3%
800	Geometría avanzada	0 %	6,9%	3,3%	1,7%	0,8%	12,8%
900	Pantallas de datos	0 %	0 %	0,8%	0 %	0 %	0,8%
1000	Estadística	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
1100	Probabilidad	0 %	6,9%	4,2%	0 %	1,1%	12,2%
1200	Análisis	0 %	5,4%	7,6%	0 %	0,4%	13,5%
1300	Trigonometría	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

1400	Temas especiales	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
1500	Funciones	0 %	0 %	6,7%	0 %	1,7%	8,3%
1600	Tecnología Educativa	0 %	1,9%	5,6%	0 %	0 %	7,5%
Total		0 %	33,5%	46,7%	3,3%	16,5%	100,0%

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 12

Materias Matemáticas I y Matemáticas II según las horas de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0	1,59	3,48	1,29	0,73	7,08
200	Operaciones	0	2,32	0	0	0	2,32
300	Medición	0	1,94	0,36	0	0,73	3,04
400	Aplicaciones cotidianas	0	1,14	0	0	2,6	3,75
500	Álgebra básica	0	2,79	4,83	2,57	5,49	15,69
600	Álgebra avanzada	0	8,06	10,67	0	7,67	26,41
700	Conceptos geométricos	0	2,14	10,66	3,18	0,86	16,83
800	Geometría avanzada	0	8,22	5,49	6,18	3,3	23,19
900	Pantallas de datos	0	0,64	0,73	0	0	1,37
1000	Estadística	0	4,07	5,15	0	1,29	10,51
1100	Probabilidad	0	6,72	6,87	0	0,97	14,55
1200	Análisis	0	7,31	11,18	0	1	19,51
1300	Trigonometría	0	2,57	0	0	0	2,57
1400	Temas especiales	0	1,29	0	0	0,86	2,14
1500	Funciones	0	0	12,26	0	1,46	13,72
1600	Tecnología Educativa	0	6,49	5,83	0	0	12,31
Total		0	57,31	77,5	13,21	26,97	175

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 13

Materias Matemáticas I y Matemáticas II según el porcentaje de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0 %	0,9%	2,0%	0,8%	0,4%	4,1%
200	Operaciones	0 %	1,4%	0 %	0 %	0 %	1,4%
300	Medición	0 %	1,1%	0,2%	0 %	0,4%	1,8%
400	Aplicaciones cotidianas	0 %	0,7%	0 %	0 %	1,5%	2,2%
500	Álgebra básica	0 %	1,6%	2,8%	1,5%	3,1%	9,0%
600	Álgebra avanzada	0 %	4,6%	6,1%	0 %	4,4%	15,1%
700	Conceptos geométricos	0 %	1,3%	6,1%	1,9%	0,5%	9,6%
800	Geometría avanzada	0 %	4,7%	3,1%	3,6%	1,9%	13,3%
900	Pantallas de datos	0 %	0,4%	0,4%	0 %	0 %	0,8%
1000	Estadística	0 %	2,4%	3,0%	0 %	0,8%	6,0%
1100	Probabilidad	0 %	3,8%	4,0%	0 %	0,6%	8,3%
1200	Análisis	0 %	4,2%	6,4%	0 %	0,6%	11,2%
1300	Trigonometría	0 %	1,5%	0 %	0 %	0 %	1,5%
1400	Temas especiales	0 %	0,8%	0 %	0 %	0,5%	1,3%

1500	Funciones	0 %	0 %	7,1%	0 %	0,9%	7,9%
1600	Tecnología Educativa	0 %	3,7%	3,4%	0 %	0 %	7,1%
Total		0 %	32,8%	44,3%	7,6%	15,4%	100,0%

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 14

Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NM según las horas de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0	0	2,11	0	0,35	2,46
200	Operaciones	0	1,06	2,11	0	0	3,17
300	Medición	0	0,49	0	0	0	0,49
400	Aplicaciones cotidianas	0	0,70	0	0	0	0,70
500	Álgebra básica	0	3,48	0,46	1,06	0,91	5,91
600	Álgebra avanzada	0	1,97	3,41	0	0	5,38
700	Conceptos geométricos	0	1,47	0,98	0	0	2,45
800	Geometría avanzada	0	0,98	0	0	0	0,98
900	Pantallas de datos	0	0,23	2,48	0	0	2,70
1000	Estadística	0	3,60	7,88	0	0,45	11,93
1100	Probabilidad	0	3,60	7,73	0	0,30	11,63
1200	Análisis	0	14,14	12,22	0,88	3,30	30,54
1300	Trigonometría	0	5,88	14,46	0	1,47	21,81
1400	Temas especiales	0	0	1,06	0	0	1,06
1500	Funciones	0	5,48	6,44	0	1,57	13,49
1600	Tecnología Educativa	0	0,53	4,79	0	0	5,31
Total		0	43,61	66,10	1,94	8,35	120,00

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 15

Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NM según el porcentaje de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0 %	0 %	1,8 %	0 %	0,3 %	2,1 %
200	Operaciones	0 %	0,9 %	1,8 %	0 %	0 %	2,6 %
300	Medición	0 %	0,4 %	0 %	0 %	0 %	0,4 %
400	Aplicaciones cotidianas	0 %	0,6 %	0 %	0 %	0 %	0,6 %
500	Álgebra básica	0 %	2,9 %	0,4 %	0,9 %	0,8 %	4,9 %
600	Álgebra avanzada	0 %	1,6 %	2,8 %	0 %	0 %	4,5 %
700	Conceptos geométricos	0 %	1,2 %	0,8 %	0 %	0 %	2,0 %
800	Geometría avanzada	0 %	0,8 %	0 %	0 %	0 %	0,8 %
900	Pantallas de datos	0 %	0,2 %	2,1 %	0 %	0 %	2,3 %
1000	Estadística	0 %	3,0 %	6,6 %	0 %	0,4 %	9,9 %
1100	Probabilidad	0 %	3,0 %	6,4 %	0 %	0,3 %	9,7 %
1200	Análisis	0 %	11,8 %	10,2 %	0,7 %	2,7 %	25,4 %
1300	Trigonometría	0 %	4,9 %	12,1 %	0 %	1,2 %	18,2 %
1400	Temas especiales	0 %	0 %	0,9 %	0 %	0 %	0,9 %
1500	Funciones	0 %	4,6 %	5,4 %	0 %	1,3 %	11,2 %

1600	Tecnología Educativa	0 %	0,4 %	4,0 %	0 %	0 %	4,4 %
Total		0 %	36,3 %	55,1 %	1,6 %	7,0 %	100,0 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 16

Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NS según las horas de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0	0	2,11	0	0,35	2,46
200	Operaciones	0	1,06	2,11	0	0	3,17
300	Medición	0	0,49	0	0	0	0,49
400	Aplicaciones cotidianas	0	0,70	0	0	0	0,70
500	Álgebra básica	0	5,48	0,46	1,06	0,91	7,91
600	Álgebra avanzada	0	9,98	8,34	1,41	0	19,72
700	Conceptos geométricos	0	5,73	1,91	0	0	7,64
800	Geometría avanzada	0	8,72	7,17	0,62	3,71	20,22
900	Pantallas de datos	0	0,23	2,48	0	0	2,70
1000	Estadística	0	5,60	7,88	0	0,45	13,93
1100	Probabilidad	0	5,10	10,23	0	0,30	15,63
1200	Análisis	0	30,48	18,61	0,88	3,30	53,28
1300	Trigonometría	0	8,41	15,13	0	1,47	25,00
1400	Temas especiales	0	0	1,06	7,00	0	8,06
1500	Funciones	0	9,55	12,66	0	1,57	23,79
1600	Tecnología Educativa	0	0,53	4,79	0	0	5,31
Total		0	92,06	94,91	10,96	12,07	210,00

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Tabla 17

Materia Matemáticas Análisis y Enfoques NS según el porcentaje de docencia

Código	Temática	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalizar	Conexiones	Total
100	Sentido numérico, propiedades, relaciones	0 %	0 %	1,0 %	0 %	0,2 %	1,2 %
200	Operaciones	0 %	0,5 %	1,0 %	0 %	0 %	1,5 %
300	Medición	0 %	0,2 %	0 %	0 %	0 %	0,2 %
400	Aplicaciones cotidianas	0 %	0,3 %	0 %	0 %	0 %	0,3 %
500	Álgebra básica	0 %	2,6 %	0,2 %	0,5 %	0,4 %	3,8 %
600	Álgebra avanzada	0 %	4,8 %	4,0 %	0,7 %	0 %	9,4 %
700	Conceptos geométricos	0 %	2,7 %	0,9 %	0 %	0 %	3,6 %
800	Geometría avanzada	0 %	4,2 %	3,4 %	0,3 %	1,8 %	9,6 %
900	Pantallas de datos	0 %	0,1 %	1,2 %	0 %	0 %	1,3 %
1000	Estadística	0 %	2,7 %	3,8 %	0 %	0,2 %	6,6 %
1100	Probabilidad	0 %	2,4 %	4,9 %	0 %	0,1 %	7,4 %
1200	Análisis	0 %	14,5 %	8,9 %	0,4 %	1,6 %	25,4 %
1300	Trigonometría	0 %	4,0 %	7,2 %	0 %	0,7 %	11,9 %
1400	Temas especiales	0 %	0 %	0,5 %	3,3 %	0 %	3,8 %

1500	Funciones	0 %	4,5 %	6,0 %	0 %	0,7 %	11,3 %
1600	Tecnología Educativa	0 %	0,3 %	2,3 %	0 %	0 %	2,5 %
Total		0 %	43,8 %	45,2 %	5,2 %	5,7 %	100,0 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Los resultados obtenidos muestran que, en general, los planes curriculares de las materias de Bachillerato y del Programa de Diploma del IB, se focalizan en el procedimiento y en la comprensión, y, en menor medida, en la generalización y en las conexiones, no habiéndose encontrado en el plan curricular conocimientos que requieran de un modo explícito la memorización.

La Tabla 18 muestra los resultados presentados en las tablas anteriores agregados según la materia y el nivel de demanda cognitiva. Como podemos observar, en el programa de Bachillerato se han obtenido resultados muy similares en ambos cursos, indicando cierta continuidad y coherencia en la materia. La demanda cognitiva predominante ha sido la comprensión (44,3%), seguida de los procedimientos (32,8%) y de las conexiones fuera de las matemáticas (15,4%), sin olvidar la generalización de contenidos (7,6%). En esta distribución se pone de manifiesto el enfoque competencial, focalizando en la comprensión y en las conexiones de las matemáticas.

En cuanto a la asignatura de Análisis y Enfoques NM, observamos un alta de dedicación a la comprensión (55,1%) y a los procedimientos (36,3%), pero con un porcentaje menor en las conexiones (7,0%) y en la generalización (1,6%). Al introducir el contenido de las matemáticas de Análisis y Enfoques NS, observamos que el porcentaje curricular destinado a la realización de procedimientos se eleva significativamente (43,8%) así como el de la generalización de contenidos (5,2%), rebajando ligeramente la dedicación en porcentaje en la comprensión (45,2%) y en conexiones (5,7%). Esto es debido a que, generalmente, los contenidos incluidos en el nivel superior profundizan en procedimientos con más métodos para resolver problemas (por ejemplo, los métodos de integración por partes, por sustitución, etc.), o bien presentan nuevos ámbitos de las matemáticas en los que no es posible llegar a profundizar a un nivel de comprensión, como por ejemplo las ecuaciones diferenciales o las funciones de densidad de probabilidad. Adicionalmente, parte del contenido que se añade en la materia NS también es destinado a probar y generalizar contenidos, y por ello aumenta el porcentaje destinado a la generalización.

Tabla 18*Porcentaje de docencia según la materia y el nivel de demanda cognitiva*

	Memorizar	Procedimientos	Comprensión	Generalización	Conexiones
Matemáticas I	0 %	32,0 %	41,9%	11,8 %	14,30 %
Matemáticas II	0 %	33,5 %	46,7 %	3,3 %	16,50 %
Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)	0 %	32,8 %	44,3 %	7,6 %	15,40 %
Análisis y Enfoques NM	0 %	36,3 %	55,1 %	1,6 %	7,00 %
Análisis y Enfoques NS	0 %	43,8 %	45,2 %	5,2 %	5,70 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

En cuanto a la distribución de la enseñanza por temática y materias que se muestra en la Tabla 19, observamos algunas con un porcentaje de dedicación bastante similar, como es el caso del Sentido Numérico, Operaciones, Medición, Pantalla de Datos, Estadística y Probabilidad. La gran diferencia entre programas radica en el álgebra y la geometría. Mientras que el programa de Bachillerato destina un 24,10% del plan curricular al álgebra y un 22,9% a la geometría, en el Programa de Diploma del IB únicamente corresponde en Análisis y Enfoques NM el 9,4% al álgebra, y un 2,8% a la geometría. En la asignatura Análisis y Enfoques NS estos porcentajes se elevan hasta un 13,2% en el álgebra y 13,2% en la geometría. No obstante, es importante destacar que en el Programa de Diploma del IB hay una dedicación muy relevante a la trigonometría, y que supone un 18,2% del tiempo del temario de la asignatura Análisis y Enfoques NM y un 11,9% de Análisis y Enfoques NS, destinándose únicamente un 1,5% en el temario de Bachillerato.

Otra de las grandes diferencias entre programas corresponde a la distribución del temario destinado a Funciones y Análisis, siendo en el programa de Bachillerato de un 19,1%, porcentaje de dedicación que resulta mucho más elevado en la asignatura de Análisis y Enfoques NM (36,6%) y en Análisis y Enfoques NS (36,7%). También resulta importante destacar el uso de la tecnología educativa como parte del plan curricular, teniendo una mayor dedicación porcentual en el programa de Bachillerato (7,1%) que en el Programa de Diploma del IB (entre el 2,5% y el 4,4%).

En ámbitos como la estadística y probabilidad se han obtenido resultados similares en cuanto a la distribución curricular en Bachillerato (14,3%) y en la asignatura de Análisis y Enfoques NM (19,6%) y Análisis y Enfoques NS (14,0%).

Tabla 19

Porcentaje de docencia según la temática y la materia

	Matemáticas I	Matemáticas II	Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)	Análisis y Enfoques NM	Análisis y Enfoques NS
Sentido numérico, propiedades, relaciones	3,90 %	4,20 %	4,10 %	2,10 %	1,20 %
Operaciones	1,00 %	1,70 %	1,40 %	2,60 %	1,50 %
Medición	0 %	3,50 %	1,80 %	0,40 %	0,20 %
Aplicaciones cotidianas	2,60 %	1,70 %	2,20 %	0,60 %	0,30 %
Álgebra básica	13,50 %	4,40 %	9,00 %	4,90 %	3,80 %
Álgebra avanzada	9,10 %	21,10 %	15,10 %	4,50 %	9,40 %
Conceptos geométricos	10,90 %	8,30 %	9,60 %	2,00 %	3,60 %
Geometría avanzada	13,70 %	12,80 %	13,30 %	0,80 %	9,60 %
Pantallas de datos	0,70 %	0,80 %	0,80 %	2,30 %	1,30 %
Estadística	12,00 %	0 %	6,00 %	9,90 %	6,60 %
Probabilidad	4,40 %	12,20 %	8,30 %	9,70 %	7,40 %
Análisis	8,80 %	13,50 %	11,20 %	25,40 %	25,40 %
Trigonometría	2,90 %	0 %	1,50 %	18,20 %	11,90 %
Temas especiales	2,50 %	0 %	1,30 %	0,90 %	3,80 %
Funciones	7,40 %	8,30 %	7,90 %	11,20 %	11,30 %
Tecnología Educativa	6,60 %	7,50 %	7,10 %	4,40 %	2,50 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

4.2. Resultados por contenido curricular

En este apartado se muestra el detalle de los resultados según el porcentaje de docencia estimada para el programa de Bachillerato (entendido como la acumulación de la asignatura Matemáticas I y Matemáticas II), Matemáticas Análisis y Enfoques NM y Matemáticas Análisis y Enfoques NS. Por simplicidad únicamente se muestran aquellos subtemas donde se ha mapeado algún contenido curricular.

La Tabla 20 muestra el detalle de la dedicación porcentual en el ámbito de sentido numérico, operaciones, medición y aplicaciones cotidianas. Como se puede observar, ninguno de estos ámbitos resulta un eje central en el temario, si no, más bien herramientas complementarias y de soporte. En este sentido, el Programa de Diploma del IB focaliza en ámbitos más operativos como los exponentes y notación científica o las operaciones con exponentes y radicales. En el programa de

Bachillerato, este contenido no aparece entre los saberes básicos y destacan las relaciones entre operaciones (aplicadas a vectores) y el estudio de algoritmos computacionales; dentro del ámbito pensamiento computacional los saberes básicos establecen criterios de evaluación como la comparación y el análisis algorítmico. El resto de dedicación es baja y está relacionada principalmente con conexiones transversales en la medición o en aplicaciones cotidianas que se tratan en ambos programas.

Tabla 20

Subtemas de Sentido Numérico (100), Operaciones (200), Medición (300) y Aplicaciones cotidianas (400) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
108	Patrones	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
109	Números reales y/o racionales	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %
110	Exponentes y notación científica.	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
113	Estimación	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
114	Comparaciones numéricas	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
116	Algoritmos computacionales	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,4 %	0,7 %	0,4 %	1,6 %
117	Relaciones entre operaciones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %
204	Combinaciones de operaciones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
218	Calcular con exponentes y radicales.	0,9 %	1,8 %	0,0 %	0,0 %	2,6 %	0,5 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
290	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %
305	Longitud y perímetro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %
306	Área y volumen	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,6 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	1,0 %
307	Área de superficie	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %
401	Interés simple	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %
402	Interés compuesto	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %
403	Tasas	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %
404	Hojas de cálculo	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %
490	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,8 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

En la Tabla 21 se muestra el detalle comparativo en el ámbito de álgebra y álgebra avanzada. Primero de todo y como se ha mostrado anteriormente, la dedicación de álgebra es notablemente superior en Bachillerato a la del Programa de Diploma del IB. En Bachillerato, destaca la dedicación a la generalización de patrones algebraicos y a las matrices y determinantes, temario ausente en ambas asignaturas del Programa de Diploma del IB. También destacan otros ámbitos con menor dedicación también ausentes, como las desigualdades, las múltiples representaciones en álgebra simbólica, los sistemas de ecuaciones con desigualdades o las secciones cónicas. Los sistemas de ecuaciones son un temario extensivamente estudiado en Bachillerato y también forma parte de la asignatura de Análisis y Enfoques NS, pero no de la asignatura Análisis y Enfoques NM. En cuanto a temario que sí se estudia en el Programa de Diploma, pero no forma parte de los saberes básicos del Bachillerato, destaca el Teorema del binomio y el estudio de expresiones algebraicas concretas como las racionales o con radicales.

Tabla 21

Subtemas de Álgebra básica (500) y Álgebra avanzada (600) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
503	Evaluación de expresiones	0,8 %	0,4 %	0,4 %	0,8 %	2,3 %	0,4 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	1,3 %	0,9 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %
506	Patrones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	1,7 %	3,1 %
507	Ecuaciones de varios pasos	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
508	Desigualdades	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
509	Relaciones lineales y no lineales.	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %
513	Raíces cuadradas y radicales.	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
514	Operaciones sobre radicales.	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
515	Expresiones racionales	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %	1,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
516	Múltiples representaciones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %
590	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	1,5 %
601	Ecuaciones cuadráticas	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
602	Sistemas de ecuaciones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,3 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	2,7 %	0,9 %	2,0 %	0,0 %	1,3 %	4,2 %
603	Sistemas de desigualdades	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,8 %	1,8 %
604	Desigualdades compuestas	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
605	Matrices y determinantes	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	2,2 %	0,0 %	0,4 %	4,0 %
606	Secciones cónicas	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
609	Números complejos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %
610	Teorema del binomio	0,9 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %	2,2 %	0,5 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
611	Teorema del factor/resto	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

La Tabla 22 muestra la distribución de la dedicación porcentual en el ámbito de los conceptos geométricos y la geometría avanzada. De modo similar al ámbito de álgebra, el programa de Bachillerato tiene una dedicación muy superior a los contenidos geométricos que el Programa de Diploma del IB. En el programa de Bachillerato hay una dedicación importante a los modelos geométricos y a la representación geométrica que no se observa en el resto de las asignaturas. En los ámbitos de geometría de coordenadas, geometría analítica y vectores, la dedicación entre el Bachillerato y la asignatura de Análisis y Enfoques NS es similar, pero es prácticamente ausente en Análisis y Enfoques NM.

Tabla 22

Subtemas de Conceptos geométricos (700) y Geometría avanzada (800) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
702	Puntos, rectas, rayos, segmentos y vectores.	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
703	Patrones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
704	Congruencia	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
705	Semejanza	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
707	Triángulos	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
708	Cuadriláteros	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
709	Círculos	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
710	Ángulos	0,2 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,1 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
711	Polígonos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
713	Modelos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	1,4 %	0,0 %	0,5 %	2,4 %
714	Relaciones tridimensionales	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
715	Simetría	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
716	Transformaciones	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
717	Teorema de pitágoras	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,5 %	0,5 %	0,0 %	1,0 %
790	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,0 %	0,7 %	0,8 %	1,3 %	0,0 %	2,9 %
801	Lógica y razonamiento y pruebas.	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	1,6 %	0,0 %	2,4 %
803	Esferas, conos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %
804	Geometría de coordenadas	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	2,6 %	0,0 %	0,5 %	1,2 %	4,3 %
805	Vectores	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	3,1 %	0,3 %	0,9 %	5,0 %	0,7 %	1,5 %	0,5 %	0,7 %	3,4 %
806	Geometría analítica	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	3,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	3,9 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %
890	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	1,0 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

La Tabla 23 muestra la distribución de la dedicación porcentual en el ámbito de pantallas de datos, estadística y probabilidad. Un aspecto que se debe destacar es que, a pesar de la incorporación de la tecnología educativa en el programa de Bachillerato en determinados ámbitos del temario, hay una ausencia de contenidos en la interpretación de gráficos, como los diagramas de caja, histogramas, diagramas de Venn, etc. Estos contenidos sí están presentes en ambas asignaturas

del Programa de Diploma del IB. En el ámbito de estadística, el programa de Bachillerato se focaliza en el estudio de la correlación, pero sorprende la ausencia del estudio de medidas de tendencia central (como media, mediana o moda) o medidas de dispersión que sí forman parte del temario del Programa de Diploma del IB. En cuanto a la probabilidad, en Bachillerato hay un foco en la interpretación de la probabilidad y la comprensión de eventos dependientes e independientes, observándose menor profundidad en otros aspectos de la probabilidad.

Tabla 23

Subtemas de Pantallas de datos (900) y Estadística (1000) y Probabilidad (1100) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
901	Resumir datos en una tabla o gráfico.	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
902	Gráfico de barras e histogramas.	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
907	Gráfico de dispersión	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
908	Diagramas de caja	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
909	Gráficos de líneas	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
910	Clasificación y diagramas de Venn.	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
911	Diagramas de árbol	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1001	Media, mediana y moda	0,8 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	2,3 %	0,4 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
1002	Variabilidad	0,8 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,9 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1003	Línea de mejor ajuste	1,1 %	0,8 %	0,0 %	0,4 %	2,3 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	1,3 %	0,4 %	0,7 %	0,0 %	0,4 %	1,5 %
1004	Cuartiles y percentiles	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1005	Distribución bivariada	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1006	Intervalos de confianza	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
1007	Correlación	0,4 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,4 %	0,7 %	0,0 %	0,4 %	1,5 %
1008	Evaluación de la hipótesis	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
1010	Transformación de datos	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1090	Otro	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,5 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
1101	Probabilidad simple	0,8 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	0,4 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1102	Probabilidad compuesta	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1103	La probabilidad condicional	0,8 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	0,4 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1104	Probabilidad empírica	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %
1105	Muestreo	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1106	Eventos ind.vs dependientes	0,8 %	1,1 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %	0,4 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	1,2 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %
1107	Valor esperado	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,5 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1108	Distribución binomial	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,3 %	0,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,3 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %
1109	Curva normal	0,8 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	2,4 %	0,4 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	0,4 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %
1190	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	1,0 %	0,6 %	0,0 %	0,6 %	2,1 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

La Tabla 24 muestra para cada una de las materias la distribución de la dedicación porcentual en el ámbito de Análisis, Trigonometría y Temas especiales. Primero, debe tenerse en cuenta que la dedicación en el análisis de funciones es aproximadamente el doble en el Programa de Diploma del IB que en el Bachillerato. En el programa de Bachillerato, el estudio del análisis se centra en los límites, la continuidad y la diferenciación; de hecho, la dedicación al estudio de límites es muy superior en Bachillerato (2,9%) que en las asignaturas del Programa de Diploma del IB (entre el 0,7% y el 1,2%). Sin embargo, hay ámbitos como las secuencias y series que son estudiadas en profundidad en el IB, pero que no forman parte del temario de Bachillerato. Además, la dedicación en integración (entre el 7,4% y el 7,6%) y derivación (entre el 7,3% y 7,4%) es muy superior a la dedicación en el programa de Bachillerato, donde la diferenciación representa un 2,7% y la integración un 0,6% del porcentaje de docencia.

En cuanto a la trigonometría, podemos decir que, salvo herramientas transversales necesarias que se mencionan puntualmente en los saberes básicos, no forma parte del programa de Bachillerato. Así, contenidos como las coordenadas polares, ley del seno y coseno, identidades trigonométricas, ecuaciones trigonométricas o conceptos como periodicidad o amplitud, sí son estudiados en el Programa de Diploma del IB con una dedicación relevante, pero no en Bachillerato.

En la Tabla 24 se incluyen adicionalmente temas de las matemáticas “especiales” que también son tratados en los programas. Es preciso destacar en la asignatura Análisis y Enfoques NS tanto el uso de la lógica para hacer demostraciones por contradicción o mediante el uso de contraejemplos, como el uso de la inducción matemática para demostraciones como el Teorema de Moivre y su ampliación al caso de exponentes racionales. Ninguno de estos ámbitos es estudiado en la asignatura Análisis y Enfoques NM ni en el programa de Bachillerato.

Tabla 24

Subtemas de Análisis (1200) y Trigonometría (1300) y Temas especiales (1400) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
1201	Secuencias y series	0,7 %	2,1 %	0,7 %	0,3 %	3,8 %	1,8 %	1,8 %	0,4 %	0,2 %	4,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1202	Límites	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	2,3 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	2,9 %
1203	Continuidad	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	2,4 %	0,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	2,0 %
1204	Tasas de cambio	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
1205	Máximos, mínimos y	0,6 %	1,4 %	0,0 %	1,2 %	3,2 %	0,4 %	0,8 %	0,0 %	0,7 %	1,8 %	0,6 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %

	rango															
1206	Diferenciación	3,7 %	3,1 %	0,0 %	0,6 %	7,4 %	3,8 %	3,1 %	0,0 %	0,4 %	7,3 %	0,6 %	1,8 %	0,0 %	0,4 %	2,7 %
1207	Integración	5,5 %	1,2 %	0,0 %	0,6 %	7,4 %	6,5 %	0,7 %	0,0 %	0,4 %	7,6 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,6 %
1290	Otro	1,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,6 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %
1301	Ratios básicos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1302	Medida en radianes	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1303	Trigonometría de triángulo rectángulo	1,2 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %	0,7 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1304	Ley de senos y cosenos	0,0 %	6,1 %	0,0 %	0,0 %	6,1 %	0,0 %	3,5 %	0,0 %	0,0 %	3,5 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1305	Identidades	1,2 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %	3,7 %	1,6 %	1,4 %	0,0 %	0,0 %	3,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1306	Ecuaciones trigonométricas	1,8 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	2,5 %	1,1 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1307	Coordenadas polares	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1308	Periodicidad	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,6 %	1,2 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1309	Amplitud	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,6 %	1,2 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1390	Otro	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1402	Lógica	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1403	Inducción matemática	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,4 %	0,0 %	1,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1405	Redes y grafos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,5 %
1407	Combinaciones de permutaciones	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Finalmente, la Tabla 25 muestra el porcentaje de docencia para las materias de funciones y tecnología educativa. De un modo similar a lo que sucede en el análisis, el tema de Funciones tiene un peso relativo mayor en ambas asignaturas del Programa de Diploma del IB que en el Bachillerato. En general, todos los contenidos (a excepción de la función inversa y la composición de funciones) son tratados en Bachillerato, pero con una menor dedicación y profundidad. Respecto a la Tecnología Educativa, es una herramienta transversal a los saberes matemáticos y que se utiliza generalmente en combinación con otras materias, como es el caso de representaciones geométricas, resolución gráfica de ecuaciones, etc. La dedicación estimada en el programa de Bachillerato es superior al Programa de Diploma del IB.

Tabla 25

Subtemas de Funciones (1500) y Tecnología Educativa (1600) según el porcentaje de docencia

		Análisis y enfoques NM					Análisis y enfoques NS					Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)				
		Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total	Proc.	Comp.	Gen.	Conex.	Total
1501	Notación	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %
1502	Relaciones	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	0,6 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	2,9 %	0,0 %	0,0 %	2,9 %
1503	Lineal	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	1,5 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,9 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1504	Cuadrática	0,8 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,4 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1505	Polinómicas	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,2 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1506	Racional	0,8 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	1,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1507	Logarítmica	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,3 %	0,8 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %

1508	Exponencial	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,3 %	0,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1509	Trigonométrica y circular	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
1510	Inversa	1,5 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	2,3 %	1,5 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1511	Composición	0,8 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	0,4 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1590	Otro	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	0,8 %	2,8 %
1601	Uso de calculadoras	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
1603	Uso de computadoras e internet.	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %
1605	Uso de hojas de cálculo	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
1690	Otro	0,4 %	4,0 %	0,0 %	0,0 %	4,4 %	0,3 %	2,3 %	0,0 %	0,0 %	2,5 %	1,8 %	3,3 %	0,0 %	0,0 %	5,2 %

Nota. Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

4.3. Medidas de Alineamiento

En los anteriores apartados se han mostrado los resultados de la comparación curricular entre el Programa de Diploma del IB y el programa de Bachillerato, habiendo utilizado un instrumento de comparación indirecta como herramienta de análisis. Ese instrumento es una matriz donde las filas corresponden a temáticas de las matemáticas, las columnas a los niveles de demanda cognitiva y el contenido de las celdas una estimación de la dedicación mostrado como un porcentaje de la dedicación total. Con esta información, es posible realizar medidas de alineamiento entre las matrices, donde en el caso en que dos planes curriculares fueran iguales, el valor del alineamiento sería 1, mientras que si son totalmente distintos sería 0. Por tanto, siguiendo la medida de alineamiento propuesta por Porter (2002), el valor de alineamiento entre dos planes curriculares puede calcularse del siguiente modo:

$$\text{Alineamiento} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M |x_{ij} - y_{ij}|}{2}$$

donde x_{ij} corresponde con la celda de la fila i y columna j de la matriz que contiene el análisis curricular X . La Tabla 26 muestra las medidas de alineamiento según los planes curriculares analizados:

Tabla 26

Matriz de alineamiento entre planes curriculares

	Matemáticas II	Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)	Análisis y enfoques NM	Análisis y enfoques NS
Matemáticas I	0,47	0,74	0,30	0,37
Matemáticas II	-	0,73	0,32	0,39
Bachillerato (Matemáticas I y Matemáticas II)	-	-	0,36	0,47
Análisis y enfoques NM	-	-	-	0,67

Nota. Elaboración propia, calculada a partir del análisis comparativo.

Analizando en detalle los resultados del alineamiento curricular, observamos altos niveles de alineamiento entre el programa de Bachillerato completo (entendido como la acumulación de la asignatura Matemáticas I y Matemáticas II) y la asignatura Matemáticas I (0,74) y las asignaturas del Programa de Diploma del IB Análisis y Enfoques NM y NS (0,67). El alineamiento el programa de Bachillerato es superior dado que el objetivo es más continuista y persigue ampliar conocimientos, mientras que en Análisis y Enfoques NS se introducen una mayor proporción de contenidos complementarios. Adicionalmente, comparando ambas asignaturas del programa de Matemáticas de Bachillerato con el Programa de Diploma del IB, obtenemos un mayor nivel de alineamiento con la asignatura de Análisis y Enfoques NS (0,47) que con la asignatura Análisis y Enfoques NM (0,36). Realizando esta comparación con ambas asignaturas por separado, obtenemos niveles de alineamiento inferiores. Estos niveles de alineamiento son coherentes con la literatura, ya que habitualmente los niveles de alineamiento entre estándares curriculares se encuentran entre el 0.25 y el 0.40 (Polikoff et al., 2019).

4.4. Discusión

Tal y como se ha visto en estudios comparativos, las asignaturas de Análisis y Enfoques del Programa de Diploma del IB tienen el foco en el análisis, las funciones y la trigonometría, mientras que el programa de Bachillerato español se centra en el álgebra, la geometría y el análisis. Por tanto, son dos programas de un nivel educativo similar, pero con una orientación claramente distinta. Adicionalmente, y como se ha visto en términos de demanda cognitiva, tienen un enfoque parecido centrándose en la comprensión y en los procedimientos. En el programa de Bachillerato se ha obtenido un mayor porcentaje de tiempo destinado a hacer conexiones (15,4%) respecto a la asignatura de Análisis y Enfoques (entre el 5,7% y el 7,0%). Esta diferencia puede sorprender teniendo en cuenta la naturaleza transversal y aplicada de los principios del IB, pero sólo se han tenido en cuenta las conexiones indicadas en el currículum en sí mismo como contenido obligatorio. Adicionalmente, el currículum de las asignaturas de matemáticas proporciona indicaciones para hacer conexiones en cada uno de los saberes, pero es el docente el que decide su impartición. Probablemente, el plan curricular del IB incluye menos contenidos de conexiones dado que siguiendo los propios principios del IB, éstas ya deben llevarse a cabo por parte del docente. Sin embargo, en el plan curricular en España estas conexiones han sido enfatizadas como un saber básico.

Si tenemos en cuenta las horas de docencia de cada una de las asignaturas podemos observar que no son equivalentes, ya que el programa de Bachillerato se encuentra a efectos de horas de enseñanza, entre las asignaturas de Nivel Medio y Nivel Superior del Programa de Diploma del IB:

- Matemáticas I Bachillerato: 87,5 horas
- Matemáticas II Bachillerato: 87,5 horas
- Matemáticas Bachillerato (programa completo): 175 horas
- Matemáticas Análisis y Enfoques NM: 150 horas (120 horas de enseñanza más 30 para habilidades de indagación, modelización e investigación)
- Matemáticas Análisis y Enfoques NS: 240 horas (210 horas de enseñanza más 30 para habilidades de indagación, modelización e investigación)

En cuanto al análisis curricular, es importante destacar que ambos planes curriculares han sido redactados con enfoques que no son equivalentes. En el programa de Bachillerato, la descripción de los saberes mínimos tiene un enfoque competencial, mientras que en el Programa de Diploma del IB tiene un enfoque conceptual, los contenidos curriculares son muy concretos para cada una de las materias, indicando con un elevado nivel de detalle el alcance del conocimiento a transmitir y con orientaciones acerca del mismo. Probablemente esto sea debido al enfoque internacional del programa del IB y el gran número de colegios y alumnos que siguen el programa cada año, hecho que requiere un programa que detalle con precisión los contenidos impartidos y el enfoque.

En el Programa de Diploma del IB, además del contenido detallado para cada una de las materias, se muestra un ejemplo u orientación de las competencias que se espera que los estudiantes sean capaces de adquirir, de modo que deja muy poco margen de discrecionalidad al docente proporcionando un contenido preciso.

Una de las diferencias que se observan al comparar ambos programas, radica en el hecho de que el currículum de Bachillerato tiene un enfoque competencial. Los saberes básicos se centran en la visualización, comprensión, interpretación, etc. pero no detallan claramente los contenidos ni la profundidad con la que deben ser impartidos; por ejemplo, en la Tabla 27 se presentan los términos con los que se indican los contenidos en el ámbito de integración de la asignatura Matemáticas II de Bachillerato.

Tabla 27

Contenidos de Matemáticas de Bachillerato en el ámbito de integración

B. Sentido de la medida	1. Medición	Interpretación de la integral definida como el área bajo una curva.
		Cálculo de áreas bajo una curva: técnicas elementales para el cálculo de primitivas.
		Técnicas para la aplicación del concepto de integral a la resolución de problemas que impliquen cálculo de superficies planas o volúmenes de revolución.

Nota. Obtenido a partir de RD 243/2022.

Sin embargo, no hay ninguna referencia a los teoremas fundamentales que deben explicarse, propiedades de la integración, ni qué tipología de funciones los estudiantes deberían ser capaces de integrar. Desde el punto de vista curricular, el Programa de Diploma del IB sí que determina claramente los aspectos mencionados. Como se puede observar en la Tabla 28 (los contenidos NM corresponden al Nivel Medio, mientras que los TANS al Nivel Superior), el temario y contenidos que deben impartir los profesores queda claramente determinado dejando poco margen a la discrecionalidad en cuanto a los contenidos (Organización del Bachillerato Internacional, 2019). Por ello, la metodología utilizada nos puede ayudar a entender el nivel de demanda cognitiva y los contenidos, pero no es posible determinar el nivel de profundidad con el que los contenidos son impartidos.

Tabla 28

Contenidos de Análisis y Enfoques en el ámbito de integración

Unidad	Contenidos	Orientación
NM.5.5	Introducción a la integración como primitiva de funciones que son de la forma $f(x) = ax^n + bx^{n-1} + \dots$, donde $n \in \mathbb{Z}$, $n \neq -1$.	Los alumnos deben tener presente la relación que existe entre primitivas, integrales definidas y área bajo la curva.
NM.5.5	Integración con una restricción para determinar el término constante	Ejemplo: Si $dy/dx = 3x^2 + x$ e $y = 10$ cuando $x = 1$, entonces $y = x^3 + (1/2)x^2 + 8, 5$.
NM.5.5	Integrales definidas utilizando medios tecnológicos. Área de una región delimitada por una curva $y = f(x)$ y el eje x , donde $f(x) > 0$.	Se espera que los alumnos primero escriban una expresión correcta, antes de, por ejemplo, calcular el área. Se recomienda utilizar programas de geometría o de representaciones gráficas dinámicas durante la enseñanza de este concepto.
NM.5.9	Problemas de cinemática donde interviene el desplazamiento s , velocidad v , aceleración a y la distancia total recorrida.	$v = \frac{ds}{dt}; a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$ El desplazamiento desde t_1 a t_2 viene dado por $\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$ La distancia entre t_1 a t_2 viene dada por

		$\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$. La rapidez es el módulo de la velocidad
NM.5.10	Integral indefinida de $\frac{1}{x}, \text{sen}x, \text{cos}x, e^x, x^n$	Ejemplo $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + C$
NM.5.10	La composición de alguna de estas funciones con la función lineal $ax + b$.	Ejemplo $f'(x) = \cos(2x + 3) \rightarrow$ $f(x) = \frac{1}{2}\text{sen}(2x + 3) + C$
NM.5.10	Integración por comparación (regla de la cadena inversa) o por sustitución para expresiones que sean de la forma: $\int kg'(x)f(g(x))dx$	Ejemplos $\int 2x(x^2 + 1)^4 dx \int 4x\text{sen}x^2 dx \int \frac{\text{sen}x}{\text{cos}x} dx$
NM.5.11	Integrales definidas, incluido un enfoque analítico a este tema.	$\int_a^b g'(x)dx = g(b) - g(a)$ Hay algunas integrales definidas cuyo valor solo se puede hallar recurriendo a medios tecnológicos.
NM.5.11	Áreas de una región delimitada por una curva $y = f(x)$ y el eje x , donde $f(x)$ puede tener valores positivos o negativos, sin recurrir al uso de medios tecnológicos. Área entre curvas	Se espera que los alumnos escriban primero una expresión correcta antes de calcular el área. Los medios tecnológicos se pueden utilizar para que el alumno comprenda mejor la relación que existe entre las integrales y las áreas.
TANS.5.15	Integral indefinida de la derivada de alguna de las funciones anteriores. La composición de alguna de estas funciones con una función lineal.	La integral indefinida interpretada como una familia de curvas.
TANS.5.15	Uso de fracciones parciales para reorganizar el integrando	$\int \frac{1}{x^2 + 3x + 2} dx = \ln \left \frac{x+1}{x+2} \right + C$
TANS.5.16	Integración por sustitución	En las pruebas de examen a los alumnos se les dará la sustitución que se ha de hacer si la integral no es de la forma $\int kg'(x)f(g(x)) dx$
TANS.5.16	Integración por partes	Ejemplos $\int \ln x dx \int x \text{sen} x dx$ $\int \text{arcsen} x dx$
TANS.5.16	Integración por partes reiterada	Ejemplos $\int e^x x^2 dx \int e^x \text{sen} x dx$
TANS.5.17	Área de la región que está delimitada por una curva y por el eje y en un intervalo dado. Volúmenes de revolución alrededor del eje x o del eje y .	

Nota. Obtenido a partir de Organización del Bachillerato Internacional (2019).

Uno de los aspectos que pueden sorprender del enfoque del Programa de Diploma del IB, es la impartición focalización en la resolución y en la comprensión de un modo paralelo, algo que no se observa en el Bachillerato, siendo el foco la comprensión. En el Programa de Diploma del IB, incluso es posible el cálculo procedimental sin entender por completo los conceptos. A modo de ejemplo, esto puede verse en la asignatura de Análisis y Enfoques Nivel Estándar. En dicha asignatura, el cálculo de límites y derivadas forma parte del programa; sin embargo,

la comprensión del concepto no forma parte del temario, siendo únicamente del Nivel Superior como puede verse en la Tabla 29.

Tabla 29

Contenidos de Análisis y Enfoques NS en el ámbito de límites y derivación

Unidad	Contenidos	Orientación
TANS.5.12	Comprensión informal de la continuidad y la derivabilidad de una función en un punto.	En los exámenes, a los alumnos no se les pedirá que pongan a prueba la continuidad y la derivabilidad.
TANS.5.12	Entender el concepto de límite (convergencia y divergencia). Definición formal de la derivada	Enlace a las progresiones geométricas infinitas (NM 1.8). Uso de esta definición únicamente para polinomios

Nota. Obtenido a partir de Organización del Bachillerato Internacional (2019).

Por otro lado, como se puede comprobar en la Tabla 30, el programa de Bachillerato los contenidos relacionados con la derivación están enfocados a la comprensión.

Tabla 30

Contenidos de Bachillerato en el ámbito de límites y derivación

B. Sentido de la medida	2. Cambio	Derivadas: interpretación y aplicación al cálculo de límites.
		Aplicación de los conceptos de límite, continuidad y derivabilidad a la representación y al estudio de situaciones susceptibles de ser modelizadas mediante funciones.
		La derivada como razón de cambio en la resolución de problemas de optimización en contextos diversos.

Nota. Obtenido a partir de RD 243/2022.

Uno de los aspectos relevantes que se han identificado en el planteamiento curricular del Programa de Diploma del IB y que no se menciona en los saberes del Bachillerato, consiste en la focalización y conocimiento de la notación y simbología del lenguaje matemático para la representación de conceptos.

En cuanto al Programa de Diploma del IB, hay algunos aspectos que no se encuentran mencionados en los saberes de Bachillerato. Del resultado comparativo, destacan los siguientes contenidos en el Nivel Medio:

- Progresiones y series aritméticas o geométricas
- Propiedades y resolución de ecuaciones mediante logaritmos
- Identidades y ecuaciones trigonométricas

- Análisis de datos: técnicas de muestreo, interpretación de valores atípicos, etc.
- Tratamiento y análisis de datos, especialmente, diagramas de caja, histograma, Clasificación y diagramas de Venn, Diagramas de árbol...
- Funciones inversa y composición de funciones

Además de los anteriores, los siguientes contenidos del Nivel Superior no forman parte del programa de matemáticas de Bachillerato.

- Fórmula de Euler, Coordenadas polares
- Demostraciones por inducción, contradicción, contraejemplos
- Variables aleatorias continuas y discretas, funciones densidad de probabilidad de variables aleatorias continuas.
- Ecuaciones diferenciales de primer orden.
- Series de Maclaurin

Además de la notación, el Programa de Diploma del IB hace énfasis en los conocimientos básicos necesarios mencionando los teoremas que deben explicarse, algo que no sucede el programa de Bachillerato donde únicamente se mencionan los teoremas en el ámbito de la geometría (conjeturas geométricas en el plano: validación por medio de la deducción y la demostración de teoremas).

Del mismo modo, hay contenidos propios del programa de Bachillerato que no se han encontrado en el Programa de Diploma del IB, entre los que destacan los siguientes:

- Pensamiento computacional (formulación y resolución de problemas de la vida cotidiana, comparación y análisis de algoritmos)
- Sistemas ecuaciones e inecuaciones no lineales.
- Modelización mediante sistemas de ecuaciones, relaciones cuantitativas, matrices y determinantes.
- Modelos geométricos y representación geométrica.

5. Conclusiones

5.1 Conclusiones

En esta investigación se ha realizado un análisis comparativo entre estándares curriculares de Matemáticas preuniversitarias; concretamente, se ha realizado una comparación entre las asignaturas Análisis y Enfoques Nivel Medio y Análisis y Enfoques Nivel Superior del Programa de Diploma del IB y la materia de Matemáticas (correspondiente al ámbito de Ciencia y Tecnología) del programa de Bachillerato.

El primer objetivo de la investigación consistió en realizar una comparación identificando las principales diferencias a nivel curricular entre ambos programas. En los resultados se observan diferencias relevantes en la orientación de los contenidos curriculares; en el programa de Bachillerato predominan las materias de álgebra (24,1%), geometría (22,9%) y análisis y funciones (19,1%). Sin embargo, en la asignatura de Análisis y Enfoques NM del Diploma del IB predominan las materias de análisis y funciones (36,6%), trigonometría (18,2%) y estadística (9,9%), mientras que en Análisis y Enfoques NS predominan análisis y funciones (36,7%), seguido de álgebra (13,2%) y geometría (13,2%). Por tanto, las matemáticas de Bachillerato están más centradas en el álgebra y la geometría, mientras que ambas asignaturas del Programa de Diploma del IB profundizan en análisis y funciones.

En cuanto al análisis comparativo más detallado a nivel de contenidos, también hemos identificados diferencias relevantes. Por ejemplo, en Bachillerato el pensamiento computacional (comparación y análisis de algoritmos), los modelos geométricos o las matrices y determinantes forman parte del temario, mientras que estos contenidos no se incluyen en ninguna de las asignaturas del Programa de Diploma del IB. Por otro lado, también se han identificado contenidos en Análisis y Enfoques NM que no forman parte del temario de Bachillerato, como las progresiones y series aritméticas, la trigonometría o la composición de funciones y la función inversa. Además, en Análisis y Enfoques NS hay temario más especializado que tampoco forma parte del Bachillerato, como las coordenadas polares, las demostraciones por inducción, las variables aleatorias o las ecuaciones diferenciales de primer orden.

En cuanto al segundo objetivo de identificar los niveles de demanda cognitiva requerida en cada programa para comparar el enfoque del plan curricular, se ha obtenido que, tanto el plan curricular de Bachillerato como del Programa de Diploma del IB, ponen el foco y la comprensión en los contenidos y en los procedimientos, y con una dedicación menor a la generalización y a las conexiones con otros ámbitos.

En este sentido, el programa de Bachillerato muestra un mayor contenido curricular en conexiones de las matemáticas con otros ámbitos que en las asignaturas de Análisis y Enfoques NS y NM del IB.

Al realizar la comparación curricular, podemos observar que el enfoque con el que están redactados ambos planes curriculares, es muy distinto; el programa de Bachillerato está orientado a las habilidades de los estudiantes para que las adquieran de un modo competencial, mientras que la redacción de los contenidos de matemáticas del Programa de Diploma del IB tienen un enfoque conceptual y constructivista.

En las medidas de alineamiento considerando como dimensiones las materias y la demanda cognitiva, hemos obtenido que la materia de Matemáticas de Bachillerato tiene un mayor alineamiento con la asignatura de Análisis y Enfoques NS (alineamiento 0,47) que con la asignatura de Análisis y Enfoques NM (alineamiento 0,36). Por lo tanto, podemos concluir que, en los términos del análisis realizado, la materia de Matemáticas de Bachillerato tiene mayor similitud con la asignatura Análisis y Enfoques NS que con Análisis y Enfoques NM.

Finalmente, como tercer objetivo se propuso sintetizar el análisis comparativo realizado en una serie de recomendaciones entre la materia de Matemáticas de Bachillerato y Análisis y Enfoques del Programa de Diploma del IB. A continuación, tras el análisis lo más exhaustivo posible de ambos programas, se presentan algunas recomendaciones fruto de este TFM:

- El programa de Bachillerato tiene un enfoque competencial y los contenidos se enuncian en forma de saberes básicos centrados en la visualización, comprensión, interpretación, etc. A pesar de que la concreción del contenido curricular es responsabilidad de los centros educativos, en algunos ámbitos sería necesaria una mayor concreción acerca de la profundidad y alcance de los contenidos con el objetivo de homogeneizar en la medida de lo posible el plan curricular impartido para obtener las competencias descritas.
- En el nuevo programa de Bachillerato se ha incluido el uso de la tecnología educativa para facilitar la comprensión y hacer conexiones en distintas áreas de las matemáticas, habiéndose estimado esta dedicación en aproximadamente el 7,1% del tiempo de docencia. Debe tenerse en cuenta que en Bachillerato hay 175 horas de docencia, y el tiempo destinado a la tecnología educativa puede restar profundidad a aspectos más formales de las matemáticas. Es por ello por lo que debería concretarse el alcance de la

dedicación a este ámbito, y, en caso de ser muy relevante, podría concretarse como una asignatura adicional de soporte u optativa.

- Uno de los elementos diferenciales del Programa de Diploma del IB es la evaluación. Es formativa y sumativa a lo largo del IB, y mayoritariamente externa en el Programa de Diploma. En el programa de Bachillerato, la evaluación es continua y la realiza el centro docente. Al margen de las pruebas de acceso a la universidad, el carácter competencial del programa de Bachillerato debería permitir realizar una evaluación externa que permitiera evaluar la adquisición de las competencias.
- Desde el punto de vista de los contenidos, deberían revisarse algunos de los contenidos curriculares de ambos programas. En el Programa de Diploma del IB sorprende el poco peso del álgebra y la geometría y la ausencia total en ambas asignaturas de Análisis y Enfoques de contenidos como las Matrices y Determinantes. En el programa de Bachillerato también hay ausencias de temario significativas como la trigonometría o el estudio series y sucesiones. Sería muy adecuado realizar un alineamiento con estudios universitarios para hacer esta revisión del temario.

5.2. Limitaciones del estudio

Los resultados que se han presentado deben ser contextualizados adecuadamente teniendo en cuenta las limitaciones de la propia metodología, y que un análisis en mayor profundidad requeriría complementarse con otros métodos. Debe tenerse en cuenta que, a pesar de contener más de 200 temáticas, la taxonomía utilizada en el estudio puede resultar superficial en algunos ámbitos, dificultando la comparabilidad curricular. Por ejemplo, algunas temáticas como diferenciación o integración que son ampliamente estudiadas en Bachillerato corresponden cada una con una única unidad temática. La demanda cognitiva nos permite categorizar el enfoque con el que se estudia la temática, pero no es posible determinar el nivel de profundidad real con el objetivo de hacer una comparación efectiva. En cuanto a la taxonomía, hay que tener en cuenta que la categorización ha sido realizada únicamente por el autor de este TFM; para la validación y mejorar la fiabilidad, sería adecuado que dos investigadores o expertos en el ámbito realizaran la categorización, y en caso necesario, se profundizara en las diferencias detectadas con el objetivo de obtener un mayor grado de rigor en el trabajo.

Como método de comparación curricular se ha utilizado un método de comparación indirecta con un instrumento ampliamente utilizado y validado por la comunidad

científica. Adicionalmente y para obtener una mejor comprensión de la relación entre ambos currículums, se debería complementar con un método de comparación directa.

Debe tenerse en cuenta que únicamente se ha hecho un alineamiento curricular entre estándares, comparando un currículo de saberes mínimos para cada uno de los dos años de Bachillerato, con el currículo del Programa de Diploma del Bachillerato Internacional, único para todo el periodo y que se estructura en dos modalidades (estándar y avanzado). Adicionalmente, en ningún caso este estudio nos permite realizar conclusiones acerca del currículum impartido a los estudiantes o acerca de lo que aprenden los estudiantes, ya que para ellos sería necesario otro tipo de estudios.

5.3. Futuras líneas de investigación

El alineamiento entre estándares y el Programa de Diploma del Bachillerato Internacional es un tema de gran interés, y especialmente en el ámbito de las matemáticas preuniversitarias, asignatura transversal en todas las titulaciones universitarias científicas y tecnológicas y gran parte de las de ciencias de la salud y ciencias sociales. Es por ello, que esta línea de investigación iniciada en este TFM tiene mucho recorrido e interés tanto desde el punto de vista investigador como aplicado. Como futuras líneas de investigación se propone:

- Además de la comparación indirecta realizada, utilizar métodos alternativos que nos permitan evaluar otros puntos de vista, como otras taxonomías o comparaciones directas.
- Realizar un alineamiento con el currículo impartido, por ejemplo, utilizando libros de texto o mediante encuestas a profesores.
- Analizar la asignatura de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, que no se ha tenido en cuenta en este estudio, pero pertenece al currículum de matemáticas preuniversitarias de Bachillerato.
- Estudiar la posibilidad de utilizar las pruebas de evaluación externa como herramienta de comparación acerca de las evaluaciones curriculares a los estudiantes de ambos programas.

Además del alineamiento con el estándar del Programa de Bachillerato Internacional, sería interesante estudiar alineamientos con estándares de otros países referentes en el ámbito de las matemáticas y profundizar en los contenidos que deberían impartirse.

Finalmente, una de las preguntas que emanan de este trabajo, es plantearnos qué contenidos matemáticos debería tener el estándar. En el análisis realizado se han encontrado diferencias relevantes en la enseñanza de los contenidos e incluso en el propio contenido. Por ello, además de los alineamientos entre estándares y otros métodos de comparación, debería ponerse foco en determinar cuáles son los contenidos que debería tener un estándar en las matemáticas preuniversitarias, y para ello sería necesario alinear el currículum en múltiples aspectos, como entender las necesidades transversales de las matemáticas en otras materias, realizar un alineamiento con las matemáticas de la Educación Secundaria Obligatoria y extender el estudio a las materias Universitarias de los distintos ámbitos.

Bibliografía

- Ateskan, A., Onur, J., Sagun, S., Sands, M., y Corlu, M. S. (2015). *Alignment between the DP and MoNEP in Turkey and the effects of these programmes on the achievement and development of university students*. <http://www.ibo.org/>
- Calvo, C., Carrillo de Albornoz, A., de la Fuente, A., de León Rodríguez, M., González López, M. J., Gordaliza Ramos, A., Guevara Casanova, I., Lázaro del Pozo, C., Monzó del Olmo, O., Moreno Verdejo, A. J., Rodríguez Muñiz, L. J., Rodríguez Taboada, J., y Serradó Bayés, A. (2021). Bases para la elaboración de un currículo de Matemáticas en Educación no Universitaria. En *Comité Español de Matemáticas (CEMat)*. <https://fespm.es/index.php/2021/06/15/bases-para-la-elaboracion-de-un-curriculo-de-matematicas-en-educacion-no-universitaria/>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315158501-17>
- Darwazeh, A. N., y Branch, R. M. (2015). A Revision to The Revised Bloom's Taxonomy. *Annual Proceedings–Indianapolis*, 2(19), 220–225. <https://doi.org/10.23918/ijsses.v10i3p290>
- Dickson, A., Perry, L. B., y Ledger, S. (2018). Impacts of International Baccalaureate programmes on teaching and learning: A review of the literature. *Journal of Research in International Education*, 17(3), 240–261. <https://doi.org/10.1177/1475240918815801>
- Dixon, M., Charles, C., Moss, J., Hubber, P., y Pitt, P. (2014). *The International Baccalaureate Diploma Programme: Alignment with the Australian Curriculum and Australian Qualifications Framework*.
- Ertl, H. A. (2014). *An Analysis and Comparison of the Common Core State Standards for Mathematics and the Singapore Mathematics Curriculum Framework* (Issue 402) [The University of Wisconsin-Milwaukee]. <https://curriculumanalysis.org/Reference/CodingProcedures2014.pdf>
- Espinosa Ares, J. M. (2014). Una aproximación al Bachillerato Internacional. *Revista De Investigación E Innovación Educativa*, 43(2), 225–234. <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/285>
- Faas, D., y Friesenhahn, I. (2014a). *Curriculum Alignment Between the Ib Dp and National Systems: Germany*. <http://www.ibo.org/globalassets/publications/ib-research/dp/curric-alignment-germany-en.pdf>
- Faas, D., y Friesenhahn, I. (2014b). *Curriculum Alignment between the IB DP and national systems: Switzerland*.
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-a). *¿Qué es el Programa de Diploma?* Retrieved July 31, 2023, from <https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/what-is-the-dp/>
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-b). *Programa del Diploma del Bachillerato Internacional*. Recuperado el 1 de marzo de 2023 de <https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/>

- International Baccalaureate Organization. (s.f.-c). *Buscar un Colegio del Mundo del IB*. Recuperado el 31 de julio de 2023 de <https://www.ibo.org/es/programmes/find-an-ib-school/?SearchFields.Region=ibaem&SearchFields.Country=ES&SearchFields.Keywords=&SearchFields.BoardingFacilities=&SearchFields.SchoolGender=&SearchFields.ProgrammeD=true&SearchFields.TypePublic=true&SearchFiel>
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-d). *España alcanza los 200 Colegios del Mundo del IB*. Recuperado el 31 de julio de 2023 <https://www.ibo.org/es/news/news-about-schools-and-programmes/spain-reaches-200-ib-world-schools/>
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-e). *Boletines estadísticos del Programa del Diploma y el Programa de Orientación Profesional*. Recuperado el 31 de julio de 2023 <https://www.ibo.org/es/about-the-ib/facts-and-figures/statistical-bulletin/diploma-programme-and-career-related-programme-statistical-bulletin/>
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-f). *El currículo del PD*. Recuperado el 2 de agosto de 2023 from <https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/curriculum/>
- International Baccalaureate Organization. (s.f.-g). *Evaluación y exámenes*. <https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/assessment-and-exams/>
- Kanbir, S. (2016). Major Curriculum Reforms and Controversies in the United States. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.17278/ijesim.2016.03.001>
- Martone, A., y Sireci, S. G. (2009). Evaluating alignment between curriculum, assessment, and instruction. *Review of Educational Research*, 79(4), 1332–1361. <https://doi.org/10.3102/0034654309341375>
- McTighe, J., y Seif, E. (2003). A Summary of Underlying Theory and Research Base for Understanding by Design. *Unpublished Manuscript*, 1–21.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). *La reforma del currículo en el marco de LOMLOE*.
- Näsström, G., & Henriksson, W. (2008). Alignment of standards and assessment: A theoretical and empirical study of methods for alignment. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 6(16), 667–690. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v6i16.1296>
- Organización del Bachillerato Internacional. (2017). ¿Qué es la educación del IB? *International Baccalaureate*, 1–18.
- Organización del Bachillerato Internacional. (2018). *Principios y prácticas de evaluación del IB: evaluaciones de calidad en la era digital*. 297.
- Organización del Bachillerato Internacional. (2019). *Guía de Matemáticas: Análisis y Enfoques*. 107. <https://n9.cl/idtpn%0Ahttp://www.apc.edu.ec/wp-content/uploads/2020/06/Guia-Matematicas-2021.pdf>
- Polikoff, M. S., Gamboa, M., Porter, A. C., y Garet, M. S. (2019). Flexibly Using the Surveys of Enacted Curriculum to Study Alignment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 39(2), 38–47.

- Porter, A. C. (2002). Measuring the Content of Instruction: Uses in Research and Practice. *Educational Researcher*, 31(7), 3–14. <https://doi.org/10.1080/08821127.2003.10677918>
- Porter, A. C. (2005). Curriculum Assessment. In J. L. Green, G. Camili, y P. P. Elmore (Eds.), *Handbook of Complementary Methods in Education Research*. American Educational Research Association.
- Porter, A. C., McMaken, J., Hwang, J., y Yang, R. (2011). Common core standards: The new U.S. intended curriculum. *Educational Researcher*, 40(3), 103–116. <https://doi.org/10.3102/0013189X11405038>
- Porter, A. C., Smithson, J., Blank, R., y Zeidner, T. (2007). Alignment as a teacher variable. *Applied Measurement in Education*, 20(1), 27–51. https://doi.org/10.1207/s15324818ame2001_3
- Porter, A. C., y Smithson, J. L. (2001). Defining, developing, and using curriculum indicators. *CPRE Research Reports*, 44. http://www.cpre.org/sites/default/files/researchreport/788_rr48.pdf
- Sainz, T. A., Martos, R. G., Alonso, T., Rocío, S., y Martos, G. (2018). El estudiante IB en España. *Journal of Supranational Policies Of Education*, 7, 55–82. <https://doi.org/10.15366/jospoe2018.7>
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 82, de 6 de abril. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con>
- Schreier, M. (2013). Qualitative Content Analysis in Practice. In *SAGE Publications*. Sage Publications.
- Tran, D., Reys, B. J., Teuscher, D., Dingman, S., y Kasmer, L. (2016). Analysis of curriculum standards: An important research area. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(2), 118–133. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.47.2.0118>
- UK NARIC. (2016). *The International Baccalaureate (IB) Diploma Programme (DP): Alignment with the Pakistan National Curriculum for years XI and XII* (Issue December). <https://www.ibo.org/globalassets/publications/ib-research/dp/naric-dp-in-pakistan-full-report-2017-en.pdf>
- UK NARIC. (2018a). *The International Baccalaureate Diploma Programme: Alignment with Norwegian upper secondary education* (Issue September). <https://www.ibo.org/globalassets/publications/ib-research/dp/dp-norway-naric-final-report-2019-en.pdf>
- UK NARIC. (2018b). *The International Baccalaureate Diploma Programme: Alignment with Swedish upper secondary education* (Issue March). <https://www.ibo.org/globalassets/publications/ib-research/dp/dp-norway-naric-final-report-2019-en.pdf>
- Webb, B. N. L. (1997). Determining Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education. *Reporting on Issues and Research in Science, Mathematics, Engineering and Technology Education*, 1(2), 1–8.
- Wisconsin Center for Education Research. (2014). *Coding Procedures for Curriculum Content Analyses*. <https://curriculumanalysis.org/Reference/CodingProcedures2014.pdf>

- Zambrano-Caicedo, M. F. (2022). Las prácticas metodológicas del programa del Bachillerato Internacional y la incidencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje. *Dominio de Las Ciencias*, 8, 1003–1020.
- Zhou, L., Liu, J., y Lo, J. J. (2022). A Comparison of U.S. and Chinese Geometry Standards through the Lens of van Hiele Levels. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(1), 38–56. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1848>