



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



DOI:10.5377/revminerva.v6i1.16414

Artículo Científico | Scientific Article

Análisis cuantitativo de contenidos programáticos para la educación científica primaria y secundaria en El Salvador: una propuesta metodológica

Quantitative analysis of programmatic contents for primary and secondary scientific education in El Salvador: A methodological proposal

Tonatiuh Orantes¹

Jorge Avila^{2,3}

Marta Alicia Artiga-Hernández^{2,4}

Orlando Castillo^{2,5}

Melissa Martínez^{2,6}

Correspondencia
tonatiuh.ornates1@itres.science

Presentado: 19 de octubre de 2021
Aceptado: 13 de diciembre de 2022

1. Instituto de Investigaciones Tropicales de El Salvador (ITRES), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3253-3736>
2. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de El Salvador
3. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6483-5328>
4. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0285-0271>
5. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2406-7571>
6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9487-8230>

RESUMEN

Con el propósito de generar información objetiva sobre la composición y estructura general de la educación científica salvadoreña en los niveles de primaria y secundaria, ante la ausencia de fundamentos curriculares específicos y en el contexto de un currículo heterogéneo, se diseñó un método cuantitativo que emplea los contenidos programáticos y las horas clase de las asignaturas “Ciencia, Salud y Medio Ambiente” y “Ciencias Naturales” para exponer posibles énfasis disciplinares y su articulación teórica interna. Los resultados muestran contenidos altamente explícitos y recurrentes con proporciones que sugieren alta incidencia de la educación en salud, poca relevancia de las geociencias y déficit tecnológico. Los análisis de agrupamiento perfilan seis ejes globales de contenido, con un quiebre de enfoque entre primaria y secundaria. Mientras la primaria enfatiza las ciencias aplicadas e integradas, con alta multidisciplinariedad; la secundaria promueve las ciencias puras, dejando dispersas a las ciencias ambientales. Siendo el primer análisis cuantitativo teórico de contenidos programáticos que se realiza en El Salvador, estos resultados deberán confrontarse contra futura evidencia empírica.

Palabras clave: Plan de estudios, asignaturas de enseñanza básica, ciencias naturales, análisis estadístico, El Salvador.

ABSTRACT

In order to generate neutral data on the composition and general structure of Salvadoran scientific education at the primary and secondary levels, in the absence of specific curricular basis and in the context of a heterogeneous curriculum, a quantitative method was designed that uses syllabus content and class hours of the subjects “Science, Health and Environment” and “Natural Sciences”, to expose

their possible disciplinary emphases and theoretical inner articulation. Results show highly explicit and recurrent contents with proportions that suggest a high incidence of health education, little relevance of geosciences and a technological deficit. Clustering analyzes outlined 6 global content axes, with a break between primary and secondary. While primary school emphasizes applied and integrated sciences, with high multidisciplinary; high school promotes pure science, leaving environmental sciences scattered. Being the first theoretical quantitative analysis of programmatic contents carried out in El Salvador, these results must be compared against future empirical evidence.

Keywords: Curriculum, Basic study subjects, Natural sciences, Statistical analysis, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El Salvador reconoce un sistema educativo de dos modalidades: formal y no formal. La educación formal se imparte en establecimientos autorizados y corresponde a los niveles inicial, parvulario, básico, medio y superior (Ley general de educación, 1996). La educación básica se oferta desde los siete años, consta de nueve grados divididos en ciclos de tres años cada uno, es obligatoria y estandarizada; mientras que la educación media, se imparte desde los quince años y se vuelve diversificada. En ambos niveles (básico y medio), los saberes se organizan en asignaturas y sus programas de estudio especifican tanto contenidos como alcances esperados.

Los contenidos programáticos vigentes desde el año 2008 se clasifican en cuatro niveles jerárquicos: a) «asignaturas», b) «bloques de contenido», c) «áreas de contenido», y d) «unidades didácticas» (MINED, 2008a, 2008b, 2008c). Los bloques de contenido son las categorías que engloban todos los tópicos considerados afines y complementarios a una disciplina de estudio. Las áreas de contenido se emplean solo en tercer ciclo y educación media (secundaria), y su función es agrupar, de manera aún más específica, los temas dentro de cada

disciplina. Finalmente, las unidades didácticas pretenden articular la planificación docente, el planteamiento de situaciones de aprendizaje, y la integración entre disciplinas (MINED, 2008f, 2008g).

Asignaturas para la educación científica y tecnológica

El desglose por bloques y áreas de contenido para las asignaturas de Ciencia, Salud y Medio Ambiente (CSMA —en educación básica—), y Ciencias Naturales (CN —en educación media—), (2008a, 2008b); así como los once programas de estudio vigentes para dichas asignaturas, evidencian que en ellas se vierte el mayor peso curricular relativo a las áreas de ciencias naturales, tanto en número de contenidos, como en carga horaria, acumulando el 17.7 % de las 12 200 horas clase totales de escolaridad estandarizada. Cabe decir entonces que sobre dichas asignaturas descansa la formación base de la ciudadanía salvadoreña en ciencia y tecnología.

No obstante, si bien el Ministerio de Educación (MINED, 1999) proclama que el énfasis de la asignatura CSMA es la «formación científica, tecnológica, investigativa y creadora»; las asignaturas de Estudios Sociales y Cívica (ESC) y Educación Física (EF), también desarrollan algunos contenidos de ciencias naturales, especialmente en educación básica; mientras que, la asignatura de Informática (IN) lo hace en educación media. Por otro lado, la asignatura de Matemática (MA) proporciona sustento para diversos contenidos científicos, incluyendo la competencia «Aplicación de la matemática al entorno» (MINED, 2008j, 2018b, 2018a).

De las asignaturas con contenidos explícitos de ciencia y tecnología, la EF tiene la menor carga académica, con 80 horas en el primer grado (MINED, 2008b) y 120 en los demás niveles. Similar a IN, con 120 horas anuales en educación media. Por otra parte, ESC alcanza un máximo de 160 horas por grado en educación básica. Dichos casos contrastan con las 160 a 200 horas anuales para CSMA en educación básica y las

240 horas por año de CN en educación media (MINED, 2008c, 2008d, 2008i). En adelante, el análisis se centrará exclusivamente en CSMA y CN.

Diseño curricular de CSMA y CN

Los bloques de contenido de CSMA y CN están diseñados para la repetición sistemática de contenidos conceptuales, con una profundización y ampliación gradual de los mismos. Según el MINED (2013b), dicha distribución o concentricidad obedece a la transición desde los programas de estudio de 1996, hacia los de 2008; año en el que se introdujo el «enfoque por competencias», se adicionaron nuevos saberes y se readecuaron las cargas horarias (MINED, 2008b, 2008c, 2008e, 2008d, 2008h, 2008g). No obstante, si se reconoce que «la competencia como principio organizador del currículo es una forma de trasladar la vida real al aula» (Jonnaert et al., 2007), puede notarse que, al contrario, las competencias explícitas en los programas de estudio se perfilan dentro del ámbito disciplinar de las ciencias naturales, mientras que son los contenidos conceptuales, los que a menudo reflejan un fuerte componente situacional y cotidiano.

De esta forma, se infiere que, en El Salvador, la educación básica y media cuentan más bien con un currículo heterogéneo, donde se enuncian competencias, pero con una fuerte influencia de los contenidos conceptuales para brindar cercanía situacional; además, es necesario resaltar la presencia simultánea de objetivos de aprendizaje, competencias e indicadores de logros. El carácter heterogéneo podría sustentarse en el documento «Currículo al servicio del aprendizaje» (MINED, 2008a), donde se sostiene que «para orientar el currículo hacia el logro de competencias, se ha realizado una revisión y mejora de los objetivos, redactándolos —en formato de competencia—. Es decir, no se abandona completamente el formato anterior a la reforma educativa de 1995 (MINED, 1999), donde el enfoque curricular preponderaba

los contenidos conceptuales y los objetivos de aprendizaje.

En este contexto, durante los últimos años, el MINED ha realizado algunos intentos para estandarizar sus propios conceptos educativos y brindar claridad al modelo pedagógico, de manera que pueda acercarse lo más posible a la comunidad (MINED, 2013a). La definición conceptual, sumada a una evaluación objetiva del currículo, se vuelve especialmente relevante para la educación científica nacional, ante un aparente estancamiento en el logro de las competencias tal como ha sido mostrado por diagnósticos nacionales e internacionales (BID, 2010; Martín et al., 2008; MINED, 2019). No obstante, el país no ha desarrollado herramientas para cuantificar su propia estructura curricular, lo que dificulta la medición objetiva de sus logros y la orientación misma de las posibles transformaciones.

El presente estudio expone una primera aproximación metodológica para el análisis objetivo de programas de asignatura, en el contexto de un currículo heterogéneo, cuyos fundamentos suponen la inclusión de diversos ámbitos subjetivos de difícil medición. Los resultados obtenidos no pretenden ser un diagnóstico del estado de la educación en una disciplina particular y, de hecho, resultan ciegos al currículo real, pues no toman en cuenta el contexto del aula; más bien, buscan exponer y cuantificar posibles puntos enfáticos ocultos dentro de los programas de estudio en su conjunto, lo que puede servir como insumo para la toma de decisiones en cuanto a pertinencia, coherencia y gradualidad de la educación científica.

METODOLOGÍA

En un currículo heterogéneo la abundancia de variables cualitativas puede dotar de subjetividad a los programas de asignatura. Para reducir su influencia, sin prescindir de ellas, el método de estudio parte de dos supuestos clave: 1) que los contenidos conceptuales

pueden emplearse a manera de indicadores cuantitativos de la relevancia académica que adquieren las distintas áreas del conocimiento abordadas en dicha asignatura, siempre y cuando esta sea de carácter disciplinar; 2) que los mismos contenidos conceptuales podrían reflejar una aproximación a la intencionalidad del currículo si se evalúan como unidad vinculante de los contenidos actitudinales, contenidos procedimentales e indicadores de logro. Al cumplirse ambas condiciones, las variables cuantitativas más importantes del programa son el número contenidos (como unidad conjunta) y la cantidad de horas clase.

En el presente estudio, las variables «número de contenidos» y «cantidad de horas clase» fueron analizadas para las asignaturas CSMA y CN, en los niveles de primaria, secundaria y de ambos niveles en conjunto (global). La «cantidad de horas clase» se extrajo directamente de los programas de estudio de las asignaturas y contrastada contra la Ley General de Educación (1996). El «número de contenidos conceptuales» se extrajo también de los programas de estudio y fue contrastada contra las mallas curriculares (2008b, 2008a).

El tratamiento metodológico propuesto consistió en una secuencia de cuatro etapas: 1) Caracterización de la carga horaria, 2) Clasificación de la naturaleza del contenido, 3) Caracterización de la riqueza de contenido por campo de estudio y 4) Análisis multivariable. La primera etapa es clave para estimar si el currículo prevé un énfasis en contenidos específicos, bien sea por duración o secuencia. Las tres etapas siguientes, permiten la extracción sucesiva de información para tipificar la articulación global de contenidos.

Caracterización de la carga horaria

Consistió en tabular la cantidad de horas clase previstas por unidad de estudio y por bloque de contenido, así como las horas semanales dedicadas a CSMA y CN, según nivel educativo y la cantidad de semanas contempladas en el año lectivo. Dicha información se confrontó

contra el número de contenidos de cada unidad de estudio y grado, encontrándose la proporción del tiempo en horas y semanas que se dedica en promedio a cada contenido por año de estudio y nivel educativo.

Clasificación de la naturaleza del contenido

La educación científica salvadoreña se sustenta en contenidos programáticos enmarcados dentro de las categorías lógicas del conocimiento científico más consolidado o tradicional (GGDC, 2008b); sin embargo, se ha sugerido que dicha clasificación está siendo desafiada por el incipiente y rápido desarrollo de comunidades científicas que generan caudales de conocimiento en campos aún inespecíficos o transversales que no necesariamente deberían evaluarse desde categorías previamente creadas por el razonamiento humano (Suominen & Toivanen, 2016). En este contexto, el mapeo científico resulta un proceso útil para el análisis y visualización de disciplinas o campos, al tener por objetivo los dominios de conocimiento científico que se forman por la agregación de contribuciones intelectuales entre miembros de una comunidad científica (Chen, 2017), especialmente por citaciones entre autores (Cobo et al., 2015); o bien, por la búsqueda de fuentes científicas a través de portales web, siendo aún más dinámica (Bollen et al., 2009).

Dado que el diseño curricular debería perfilarse a futuro, y con el propósito de emplear categorías de conocimiento comprensivas que permitieran comparar campos científicos tradicionales con los de consolidación más reciente; se consideró necesario estudiar la naturaleza de los contenidos de CSMA y CN con base en una clasificación de las ciencias compatible con los análisis de mapeo métrico. Así, se tomó como referencia el mapa de ciencias a partir de 60 tópicos de Suominen & Toivanen (2016), usando los 20 nodos de mayor peso en el mapa para integrar 6 categorías coincidentes con la clasificación tradicional, formando una clasificación mixta de las ciencias (Tabla 1).

Tabla 1

Clasificación mixta de las ciencias, empleada para el análisis de contenidos.

Categoría	Ramas principales	Ejemplos campos científicos consolidados
Ciencias naturales (Ciencias puras)	Ciencias físicas Ciencias de la vida	Física, Química, Ciencias de la tierra, Astronomía Biología, Anatomía, Botánica, Zoología, Neurobiología, Genética, Evolución
Ciencias formales Ciencias aplicadas	Ingenierías Ciencias de la salud	Matemática, Lógica, Estadística, Computación teórica Agrícola, Química, Física, Electrónica, Sistemas, Robótica, Civil, Industrial, Planificación Medicina, Enfermería, Nutrición, Epidemiología, Farmacología, Odontología, Veterinaria
Ciencias sociales Ciencias integradas		Antropología, Economía, Lingüística, Pedagogía Ambiente, Ecología, Biomédica, Modelación, Biología molecular, Biofísica
Filosofía e historia		Historia, Ciencias del método

Para validar la aplicabilidad de la clasificación mixta, primero se agrupó el número de contenidos que integraban cada bloque y área de contenido, conforme a las disciplinas contempladas en la malla curricular y los programas de estudio (GGDC, 2008a, 2008b). Estas agrupaciones preconcebidas en el diseño curricular del MINED se compararon contra las 6 categorías contempladas en la clasificación mixta, lo que permitiría garantizar que ningún bloque o área quedara fuera del análisis, y que no existieran alteraciones drásticas en la proporcionalidad disciplinar general del currículo, lo que podría desvirtuar el análisis. Asimismo, permitió estimar la densidad de contenidos presupuesta por año y nivel educativo.

Finalmente, para el ejercicio de análisis cuantitativo de la riqueza de «campos de estudio» a los que pertenecen los contenidos, se seleccionaron como marcadores de diversidad, la batería completa de «campos de estudio» contemplados en las clasificaciones de *Things Made Thinkable* (TMT) (Jeffery, 2014) y de *Higher Education Statistics Agency* (HESA, 2012). Para los campos de estudio de TMT se emplearon los niveles de agrupación 2 y 3, excluyéndose repeticiones. Para los campos de estudio de HESA se emplearon todas las asignaturas de los grupos 1 a 6, 9 y A, sin exclusiones. Para brindar homogeneidad y facilitar la comparativa entre

los marcadores de diversidad, ambas baterías de campos de estudio se agruparon en las categorías de clasificación mixta de las ciencias.

Caracterización de la riqueza de contenido por campo de estudio

Con el propósito de lograr un análisis más neutral y detallado de la naturaleza del contenido, durante esta etapa se obviaron las agrupaciones jerárquicas preconcebidas por el MINED, y se trabajó directamente con los contenidos conceptuales, como entidades cuantificables y vinculantes de conceptos, procedimientos, actitudes y su evaluación. Para la cuantificación, se establecieron matrices binarias del conjunto de contenidos por nivel (primaria y secundaria) versus el conjunto de «campos de estudio», organizados por categorías, tanto para las clasificaciones TMT como HESA.

La naturaleza de los contenidos se determinó mediante la metodología de criterio de expertos, por un equipo de 12 especialistas en distintas disciplinas científicas. Cada especialista marcó con «1» la presencia de relación entre un contenido independiente con los distintos campos de estudio, y con «0» la ausencia de relación (Tabla 2). Para establecer dichas relaciones «contenido-campo», se consideró a cada contenido como una variable integrada por su conjunto de subcontenidos, contenidos procedimentales, contenidos actitudinales

e indicadores de logro vinculados al mismo. El proceso de marcado se repitió por cada especialista y se consolidó en matrices de nivel, empleando finalmente los valores obtenidos de la moda.

El índice de multidisciplinariedad de contenido (IM) se calculó sumando las marcas que cada contenido obtuvo en relación al total de «campos de estudio», por 100. El peso relativo de campo (PR) se calculó sumando las marcas que cada campo de estudio obtuvo en relación al total de contenidos por 100. Ambos procesos se realizaron independientemente con las dos clasificaciones.

Tabla 2

Disposición de las matrices binarias empleadas para el análisis de contenidos.

Área de clasificación Contenido	Área A		Área B	
	Campo a	Campo b	Campo c	Sumatoria contenidos
Contenido 1	1	1	1	3
Contenido 2	1	0	1	1
Contenido 3	0	0	1	1
Sumatoria de campos	2	1	3	5

donde se practicaron análisis de agrupamiento jerárquico (HCA) bajo el método Ward y se construyeron dendrogramas para cada clasificación de campos de estudio. En todos los casos, la métrica empleada para estimar similitud entre variables fue la distancia euclidiana a 100 permutaciones. Para ampliar el panorama de relación entre variables, se practicaron adicionalmente análisis de componentes principales (PCA) por nivel educativo y genéricos, empleando en cada caso, la distancia euclidiana entre variables a 100 permutaciones. Para facilitar la visualización de contenidos individuales dentro de los grupos, estos fueron codificados y coloreados según su afinidad con las ramas y categorías de la clasificación mixta de las ciencias¹. La afinidad se determinó mediante

¹ Ciencias físicas: azul-verde, Ciencias de la vida: verde, Ciencias aplicadas: rojo, Ciencias integradas: naranja. Física: azul, Química: celeste, Biología: verde, Geociencias: verde-azul, Ingenierías: rosado, Ciencias de la salud: rojo, Ciencias ambientales: amarillo.

Adicionalmente, se estimó la recurrencia porcentual de los contenidos (RC) a partir de un análisis de la repetición y secuencia de palabras presentes en los contenidos conceptuales. Los recuentos se efectuaron con la herramienta wordcounter.net, bajo los parámetros estándar, excluyendo palabras conectoras de uso común. Se contabilizaron palabras individuales, así como secuencias en tándem de dos y tres palabras, considerando su posición en la secuencia.

Análisis multivariable

Las matrices binarias se procesaron en el software Past 3.20 (Hammer et al., 2009),

la proporción de coincidencias con «campos de estudio» de una rama principal o categoría, tiñéndose únicamente aquellos con proporción de afinidad del 0.5 o superior. Finalmente, los nombres de los grupos formados por análisis multivariable, se extrajeron igualmente del «campo de estudio» o rama principal más representativa del grupo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se exponen los hallazgos de la implementación de la secuencia metodológica para analizar cuantitativamente los contenidos de las asignaturas CSMA y CN.

Carga horaria

En cuanto a la duración del año lectivo, los programas de estudio están estandarizados a 40 semanas, previéndose un aumento gradual en el número de horas clase semanales. No obstante, la cantidad de contenido no acompaña la gradualidad en tiempo, habiendo

disparidades en la distribución de horas clase; por ejemplo, los grados de primaria distribuyen el tiempo de manera más homogénea (Tabla 3). Si bien las unidades de estudio tienen una duración variable, éstas en encuentran en función de la cantidad de contenido que presentan, más no en su naturaleza, por lo que el énfasis de contenido no pudo analizarse con la variable «cantidad de horas clase».

La secuencia de los «bloques de contenido» es completamente diferente para los niveles de primaria y secundaria. Durante toda la primaria, son las «unidades de estudio» las que organizan una secuencia, mientras que los «bloques de contenido» parecen distribuirse de forma aleatoria dentro de las unidades. Por otro lado, en la secundaria, los «bloques de contenido» se organizan siempre en la secuencia: a) física, b) química, c) biología, d) ecología, e) física. Finalmente, y en ambos niveles, cada año se

abordan todos los «bloques de contenido», por lo que tampoco se encontraron énfasis de contenido en cuanto a su secuencia.

Naturaleza del contenido

Se evaluó primero comparando la clasificación mixta de las ciencias versus la categorización de la malla curricular y programas de estudio. En este contexto, la clasificación mixta de las ciencias agrupó los contenidos de forma comprensiva y en proporciones semejantes a las del diseño curricular del MINED, especialmente en primaria (Tabla 4). Según la clasificación mixta, los contenidos de ambas asignaturas pertenecen tanto a campos de estudio altamente específicos de las ciencias puras, tales como anatomía, mecánica o astronomía; como a diversos campos de estudio de ciencias aplicadas, por ejemplo: medicina y agricultura. Asimismo, el currículo incluye varios

Tabla 3

Distribución de la carga horaria y número de contenidos

Nivel educativo		Ciclo	Grado	U	C	HS	HA	HC	SC	
PRIMARIA	EDUCACIÓN BÁSICA (CSMA)	I	Primero	6	32	3	120	3.75	1.25	
			Segundo	8	43	4	160	3.72	0.93	
			Tercero	8	62	5	200	3.23	0.65	
			Cuarto	8	65	5	200	3.08	0.62	
		II	Quinto	8	66	5	200	3.03	0.61	
			Sexto	8	66	5	200	3.03	0.61	
		Sumatoria/promedios I y II ciclo			46	334	4.5	1080	3.23	0.72
		III	Séptimo	12	26	5	200	7.69	1.54	
			Octavo	12	36	5	200	5.56	1.11	
			Noveno	13	30	5	200	6.67	1.33	
Sumatoria/promedios básica			83	426	4.67	1680	3.94	0.85		
SECUNDARIA*	EDUCACIÓN MEDIA (CN)	NA	Décimo	13	51	6	240	4.71	0.78	
			Undécimo	11	30	6	240	8.00	1.33	
		Sumatoria/promedios III ciclo y media			61	173	5.4	1080	6.24	1.16
TOTALES				107	507	4.91	2160	4.26		

Nota. U = Número de unidades, C = Número de contenidos, HS = Horas por semana, HA = Horas anuales, HC = Horas por contenido, SC = Semanas para desarrollar un contenido.

*No se incluyeron los subcontenidos en secundaria.

contenidos de ciencias integradas, enfatizando las ambientales.

La comparativa entre clasificaciones encontró que más del 67 % de los contenidos de primaria pertenecen a ciencias aplicadas e integradas afines a las ciencias de la vida (Figura 1), en cambio, los niveles de secundaria desarrollan con mucho más detalle las ciencias físicas, mientras las ciencias aplicadas e integradas son exiguas (Figura 2A). El hecho parece denotar un quiebre en el abordaje educativo entre primaria y secundaria que podría deberse a que los bloques de contenido de secundaria consisten básicamente de las ciencias puras tradicionales, pero también, a que en este nivel se incorporan las áreas de contenido y los subcontenidos, reforzando la inferencia de un currículo científico heterogéneo acuerpado en programas de estudio esencialmente contenidistas. Bajo dicha lógica, resulta interesante el limitado alcance de la química, siendo tan solo el 19 % en secundaria y de 15 % en primaria, donde son combinados con física.

Si bien los tópicos de secundaria se estructuran a partir de una clasificación tradicional de las ciencias (Figura 2A), las áreas de contenido no parecen congruentes con ella, lo que explicaría las leves discrepancias encontradas entre la

malla curricular y la clasificación mixta de las ciencias en secundaria; así también, parecen sobreestimarse algunos bloques de contenido (Figura 2B). El bloque de física reviste especial importancia dado que recoge contenidos comunes a todas las ciencias puras, lo que explicaría su alta proporción en contenidos (44 %), aun cuando deja fuera algunas áreas de importancia como «física moderna». Esta última habría sido contemplada preliminarmente en los programas de 2008 (GGDC, 2008b). Ambas situaciones refuerzan la postura de analizar los programas de estudio a partir de una clasificación de las ciencias renovada.

La Figura 3 muestra la distribución de contenidos conceptuales desde la clasificación mixta de las ciencias.

Riqueza del contenido por campos de estudio

La comparación de los contenidos contra los campos de estudio de las clasificaciones TMT y HESA, permitió calcular el IM de contenidos y el PR de los campos de estudio. El IM muestra cómo durante la primaria, los contenidos más multidisciplinares pertenecen a las ciencias aplicadas afines a las ciencias de la vida (Tabla 5); pero en la secundaria, estos pertenecen a las ciencias integradas y a ciencias aplicadas relacionadas con la producción. La disyuntiva

Tabla 4

Matriz de distribución de contenidos en primaria

Bloque de contenido MINED	Rama Tradicional	Rama de la clasificación mixta	1°	2°	3°	4°	5°	6°	Total
Anatomía y Fisiología Animal y Vegetal	Biología	Ciencias de la vida	4	5	9	4	4	10	36
Anatomía y Fisiología Humana	Medicina	Ciencia aplicada	5	7	17	17	16	9	71
Salud Alimentaria	Medicina	Ciencia aplicada	3	3	3	6	8	7	30
Profilaxis	Medicina	Ciencia aplicada	6	8	8	9	11	8	50
Ecología y Medio Ambiente	Ambiente	Ciencia integrada	7	10	12	15	13	17	74
Física-Química	Física-química	Ciencias físicas	5	6	8	9	10	12	50
Geología	Física	Ciencias físicas	1	3	3	3	3	1	14
Astronomía	Física	Ciencias físicas	1	1	2	2	1	2	9
Totales			32	43	62	65	66	66	334

Figura 1

Distribución relativa de los contenidos de primaria según su naturaleza. A: comparativa entre la clasificación mixta de las ciencias y los bloques de contenido (exterior). B: proporción disciplinar en los bloques de contenido.

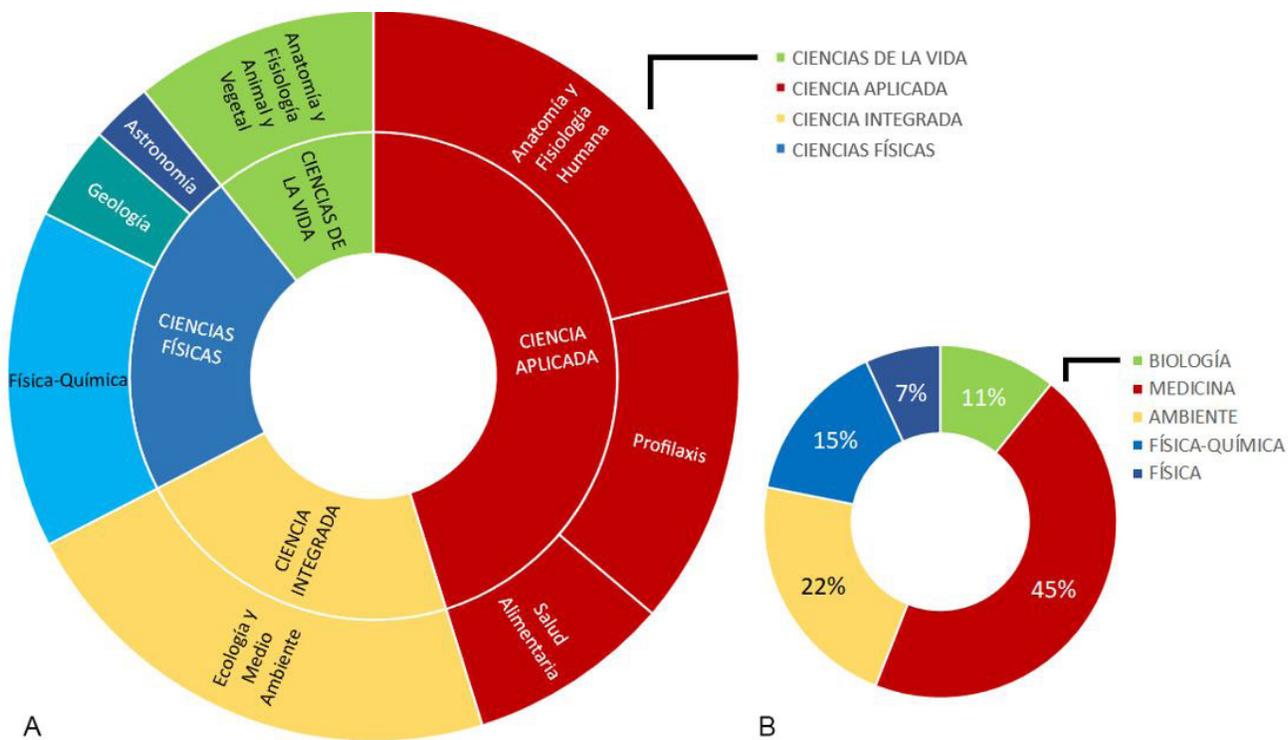
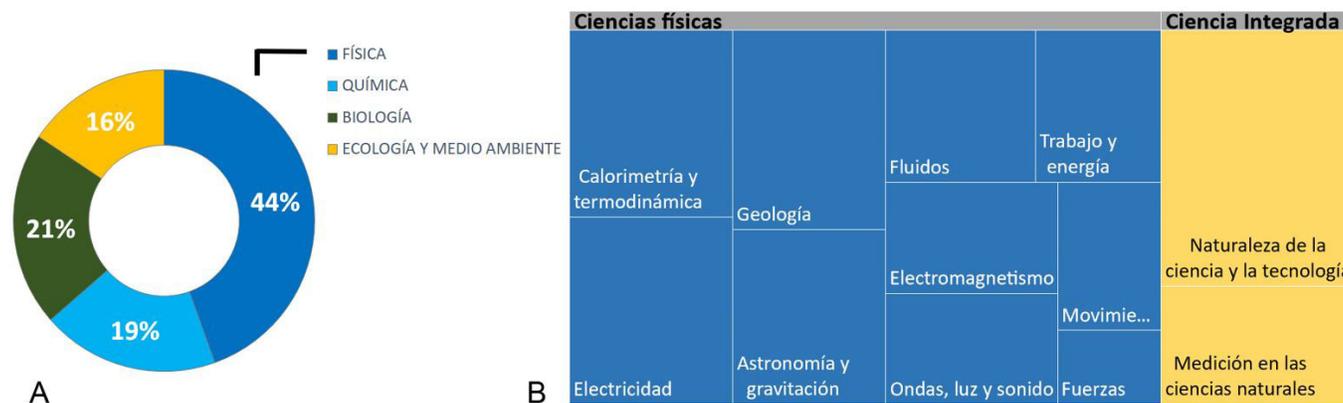


Figura 2

Distribución relativa de los contenidos de secundaria según su naturaleza. A: proporción de los bloques de contenido. Nótese el énfasis en el bloque de física. B: áreas de contenido que componen el bloque de física. En amarillo los contenidos que no pertenecen a ciencias físicas según la clasificación mixta de las ciencias.



en cuanto al énfasis multidisciplinar, indica nuevamente un quiebre en el abordaje de asignatura entre primaria y secundaria. Los años más multidisciplinarios resultaron ser segundo y onceavo grado.

El PR de los campos de estudio reconocidos en las clasificaciones TMT y HESA reveló un claro énfasis programático en las ciencias de la vida y en las ciencias de la salud, ocupando el primer y segundo lugar del ranquin para ambas clasificaciones. Asimismo, los campos de estudio con PR más alto están dominados por las ciencias físicas, las ciencias ambientales y la ingeniería química, variando su lugar en el ranquin según la clasificación empleada. La agricultura se muestra como campo relevante únicamente en la clasificación TMT (Figura 4).

También se identificaron los campos de estudio ausentes de los programas. Se consideraron relevantes aquellos de naturaleza tecnológica y de las geociencias, entre ellos: inteligencia artificial, informática, efectos visuales y de audio, ingeniería de software, ingeniería computacional, telecomunicaciones, ingeniería de redes, tecnología de materiales,

nanotecnología, química de polímeros, ingeniería aeroespacial, geodesia, oceanografía, ciencias forenses y arqueológicas.

Ya que el PR se ve influenciado por la recurrencia de contenidos (RC), el indicador se acompañó con un análisis de repetición y secuencia de palabras (Tabla 6). En cuanto a la repetición individual, las palabras con mayor número de repeticiones están relacionadas con las ciencias biológicas y a las ciencias aplicadas afines. La palabra «agua» es la más recurrente en los contenidos, pero también, existe cierto énfasis en el «ser humano», siendo más notable al analizar las palabras por tándem.

El análisis en tándem de dos palabras es significativo para encontrar intencionalidad. En este respecto, los tándems «seres vivos» y «ser humano» presentan el mayor RC. En general hay alta recurrencia de las ciencias biológicas y de las ciencias aplicadas afines a ellas, resultando importante la educación alimentaria y la profilaxis. Los tándems de tres palabras reafirman la tendencia; este tipo de secuencia muestra que los contenidos frecuentemente incorporan al ser humano en su sintaxis.

Figura 3

Distribución relativa de los contenidos de secundaria según la clasificación mixta de las ciencias. Nótese la aparente desaparición de las ciencias aplicadas y una baja relevancia de las geociencias

Ciencias físicas				Ciencia integrada		Ciencias de la vida	
Mezclas y reacciones químicas	Calorimetría y termodinámica	Astronomía y gravitación	Fluidos	Naturaleza de la ciencia y la tecnología		Los seres vivos	La célula y los niveles de organización de los seres vivos
	Electricidad	Características y propiedades del átomo	Trabajo y energía	Problemática y legislación ambiental	Medición en las ciencias naturales		
Química orgánica e inorgánica		Geología	Electromagnetismo			Introducción a la ecología	Ecología de poblaciones
	Ondas, luz y sonido	Movimi... periódica	Fuerzas	Taxonomía			

Tabla 5

Listado de los 5 contenidos con mayor IM

G	U	Primaria	IM	G	U	Secundaria	IM
3	8	Efectos de las quemas y los insecticidas en el suelo y los seres vivos	12.96	11	1	Avances científicos y tecnológicos y su impacto sobre la vida del planeta.	13.77
2	4	Alimentos naturales y procesados.	10.12	11	7	Funciones orgánicas relacionadas con la industria y procesos biológicos	12.55
4	3	Nutrición y alimentación en los animales, las plantas y el ser humano	10.12	10	1	Magnitudes físicas	10.53
2	3	Formas de protección del suelo: barreras vivas y muertas.	9.72	9	9	Aplicaciones de la ingeniería genética	10.12
2	4	Origen de los alimentos: animal, vegetal y mineral.	9.72	7	2	Propiedades y magnitudes físicas.	9.72

G = Grado, U = Unidad de estudio, IM = Índice de multidisciplinarietàad porcentual.

Figura 4

Ranquin de los 10 campos de estudio con mayor PR. A: clasificación TMT. B: clasificación HESA

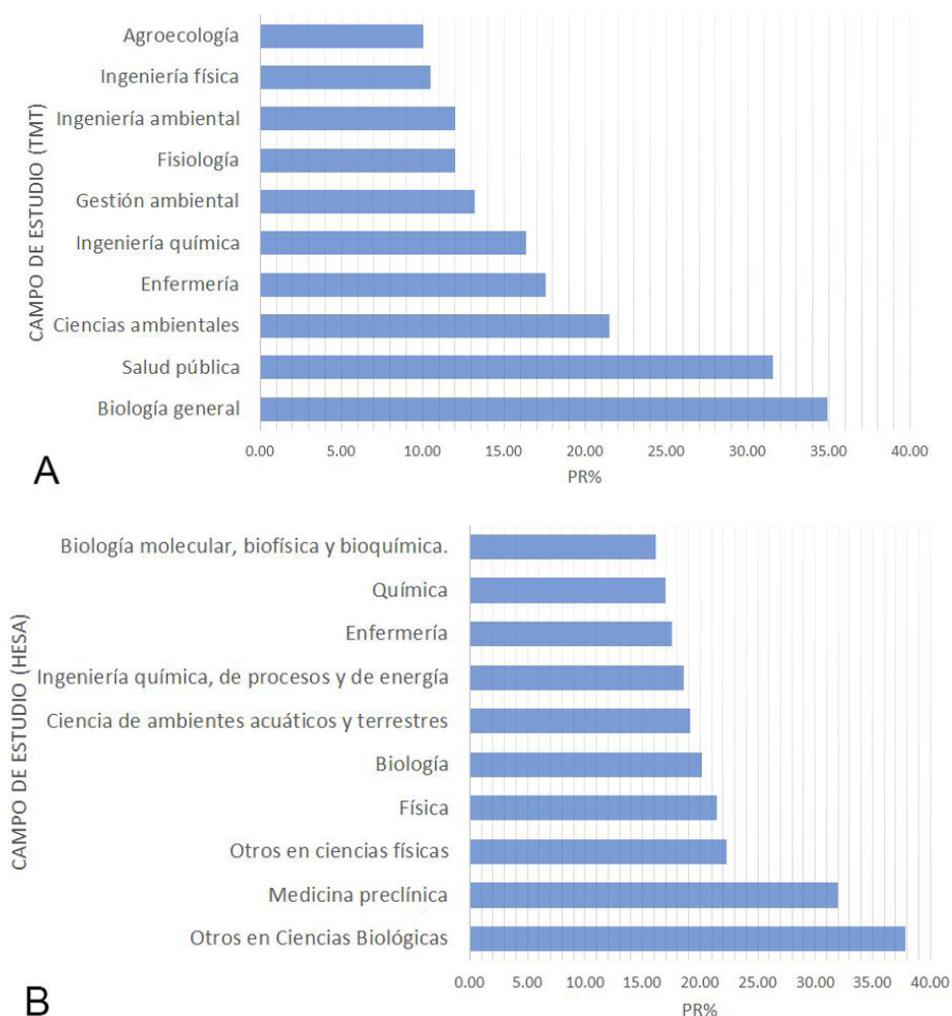


Tabla 6

Ranquin de repetición y secuencia de palabras presentes en los contenidos conceptuales

N	Palabra única	R	RC (%)	Tándem de dos palabras	R	RC (%)	Tándem de tres palabras	R	RC (%)
1	Agua	28	2.10	Seres vivos	16	3.16	Alimentos forman grupo	6	1.94
2	Animales	25	1.87	Ser humano	16	3.16	Partes externas cuerpo	3	0.97
3	Humano	24	1.80	Hábitos higiénicos	10	1.97	Humano seres vivos	3	0.97
4	Medidas	23	1.72	Animales plantas	7	1.38	Importancia vacuna evitar	3	0.97
5	Sistema	21	1.57	Forman grupo	6	1.18	Relacionados uso agua	3	0.97
6	Alimentos	20	1.50	Alimentos forman	6	1.18	Animales vertebrados invertebrados	3	0.97
7	Tipos	20	1.50	Animales vertebrados	6	1.18	Externas cuerpo humano	3	0.97
8	Plantas	17	1.27	Medidas preventivas	6	1.18	Animales vertebrados ser	3	0.97
9	Ser	16	1.20	Medio ambiente	6	1.18	Vertebrados ser humano	3	0.97
10	Tierra	16	1.20	Cuerpo humano	5	0.99	Medidas proteger sentido	3	0.97

Se resaltan las palabras relacionadas al ser humano.

N = Posición en el ranquin. R = Repeticiones. RC = Recurrencia porcentual de contenido.

Análisis multivariable

Para explorar la articulación de contenidos, se empleó la data de las matrices binarias campo-contenido para efectuar sucesivos análisis multivariables. Ante un posible quiebre en el abordaje de las asignaturas entre primaria y secundaria, los análisis se efectuaron por ambos niveles y de forma general.

En la primaria, el HCA para la clasificación TMT (Figura 5A) permitió distinguir 4 grupos a una distancia de 0.25, y 7 subgrupos a una distancia de 0.15. Los grupos C (ciencias de la salud) y D (ciencias de la vida y sus aplicaciones), son los más extensos; mientras que el grupo A (ecología y ambiente), es el más reducido. Es importante mencionar que 3 subgrupos: C1 (nutrición), C2 (medicina preventiva y salud pública) y D2 (anatomía y fisiología humana), están directamente vinculados con las ciencias de la salud; mientras que el subgrupo D1 (biología y agricultura) es una mezcla de ciencias biológicas y sus aplicaciones (Figura 5A).

El HCA para la clasificación HESA (Figura 5B), también permite interpretar 4 grupos a una

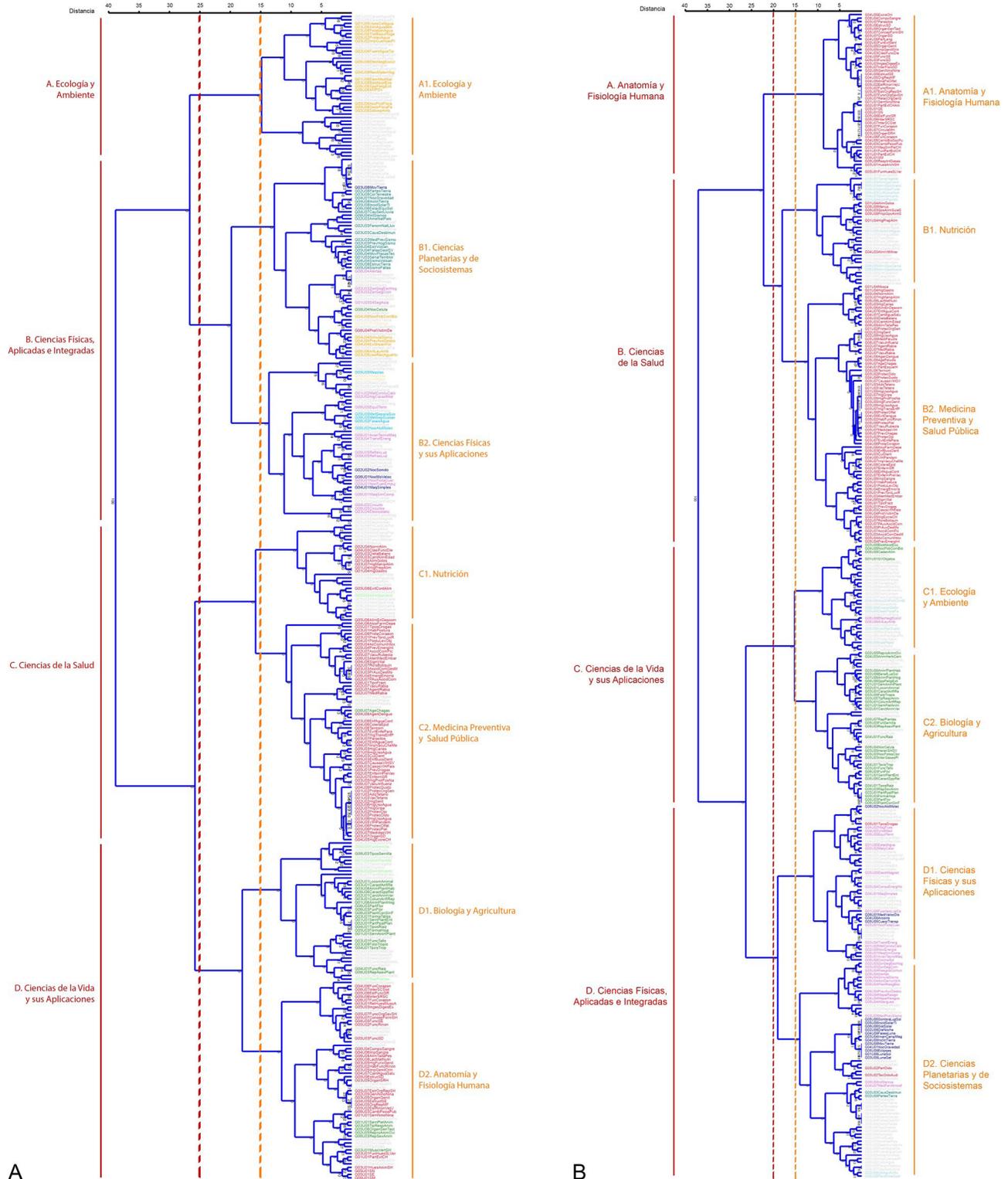
distancia de 0.20 y 7 a una distancia de 0.15. Los grupos A (anatomía y fisiología humana) y B (ciencias de la salud), contienen prácticamente la totalidad de contenidos relacionados con ciencias de la salud. Al comparar ambas clasificaciones, es notable que los grupos son muy semejantes, aun cuando la clasificación HESA resultó menos sensible a las ciencias integradas y a las geociencias, y más sensible a las aplicaciones ingenieriles de las ciencias físicas.

Los PCA para ambas clasificaciones muestran que los grupos más consolidados son aquellos formados por contenidos afines a las ciencias de la salud y a las ciencias físicas y sus aplicaciones (Figura 6), aunque estos son los más lejanos entre sí, reforzando lo visto en los dendrogramas. Asimismo, el grupo “Ecología y ambiente” es el más disperso entre sí; mientras la clasificación TMT lo relaciona más con las ciencias biológicas, la clasificación HESA lo hace con las geociencias.

En el nivel de secundaria, el HCA para la clasificación TMT permite distinguir 4 grupos a una distancia de 0.17, donde A (química) y

Figura 5

Dendrograma para los contenidos de primaria con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas continuas (izquierda) perfilan los grupos a distancias 0.25 – 0.20, y las líneas naranjas (derecha) a los subgrupos (distancia 0.15).



B (ciencias físicas y conocimiento científico) aglomeran al 60.12 % de los contenidos (Figura 7A). A una distancia de 0.10 se distinguen 8 subgrupos, donde A1 (química) y C1 (ciencias de la vida y sus aplicaciones), se conservan íntegros, lo que podría denotar una segregación disciplinar en este conjunto de contenidos. Los grupos B y D (ecología, ambiente y aplicaciones científicas) están muy ramificados, lo que podría deberse a la naturaleza de la clasificación TMT o a una superespecialización disciplinar en los programas de estudio, por lo que se comparó con la clasificación HESA.

El HCA para la clasificación HESA permitió perfilar 4 grupos a una distancia de 0.13, donde A (ciencias físicas) incluye al 47.40 % de los contenidos, confirmando la preponderancia de las ciencias físicas en la secundaria (Figura 7B). Asimismo, únicamente el grupo B (ciencias de la vida y sus aplicaciones) y el subgrupo A1 (química) se agrupan de forma muy semejante que con la clasificación TMT (Figura 7A), lo que

fortalece la idea de segregación disciplinar en este conjunto de contenidos. A una distancia 0.10 se perfilan 7 subgrupos donde nuevamente se forma un subgrupo de ciencias planetarias y conocimiento científico (D2), pero esta vez más relacionado con las ciencias ambientales y biológicas que con las ciencias físicas.

El PCA para la clasificación TMT muestra una clara separación entre los contenidos de ciencias físicas y los de ciencias biológicas. El grupo A (química) parece consolidarse con parte del subgrupo B1 (física) y con B2 (electricidad). Mientras el grupo C (ciencias de la vida y sus aplicaciones) es claramente distinguible, no es posible reconocer los demás subgrupos debido a su dispersión. El PCA efectuado con la clasificación HESA refuerza la idea de una dicotomía entre las ciencias físicas y biológicas, pero no permite una identificación clara de grupos.

Figura 6

PCA para los contenidos de primaria con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas continuas perfilan los grupos a distancias 0.25 – 0.20, y las líneas punteadas a los subgrupos (distancia 0.15)

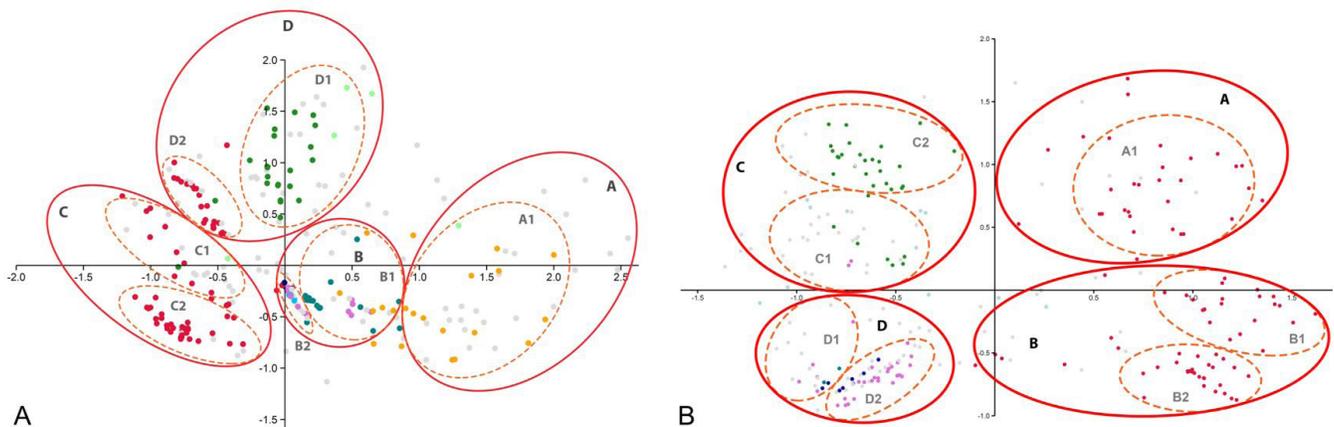


Figura 7

Dendrograma para los contenidos de secundaria con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas (abajo) perfilan los grupos a distancias 0.13 – 0.17, y las líneas naranjas a los subgrupos (distancia 0.10).

*Aplicaciones científicas.

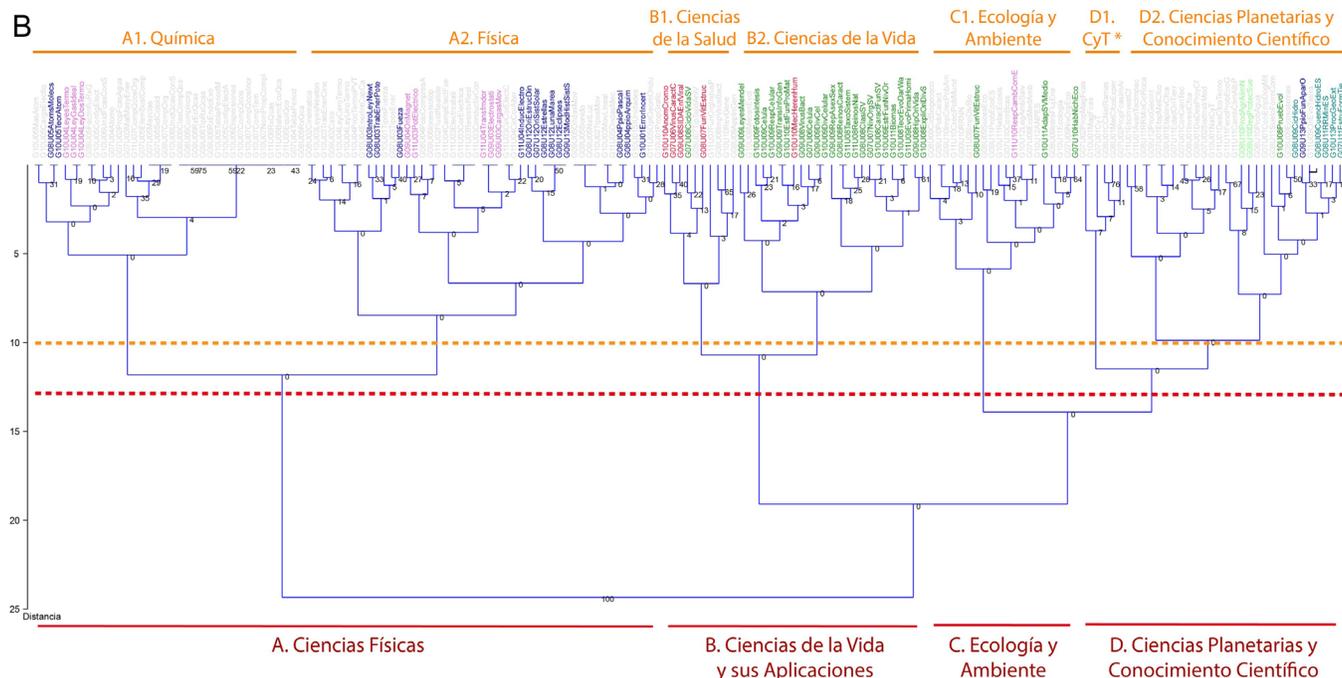
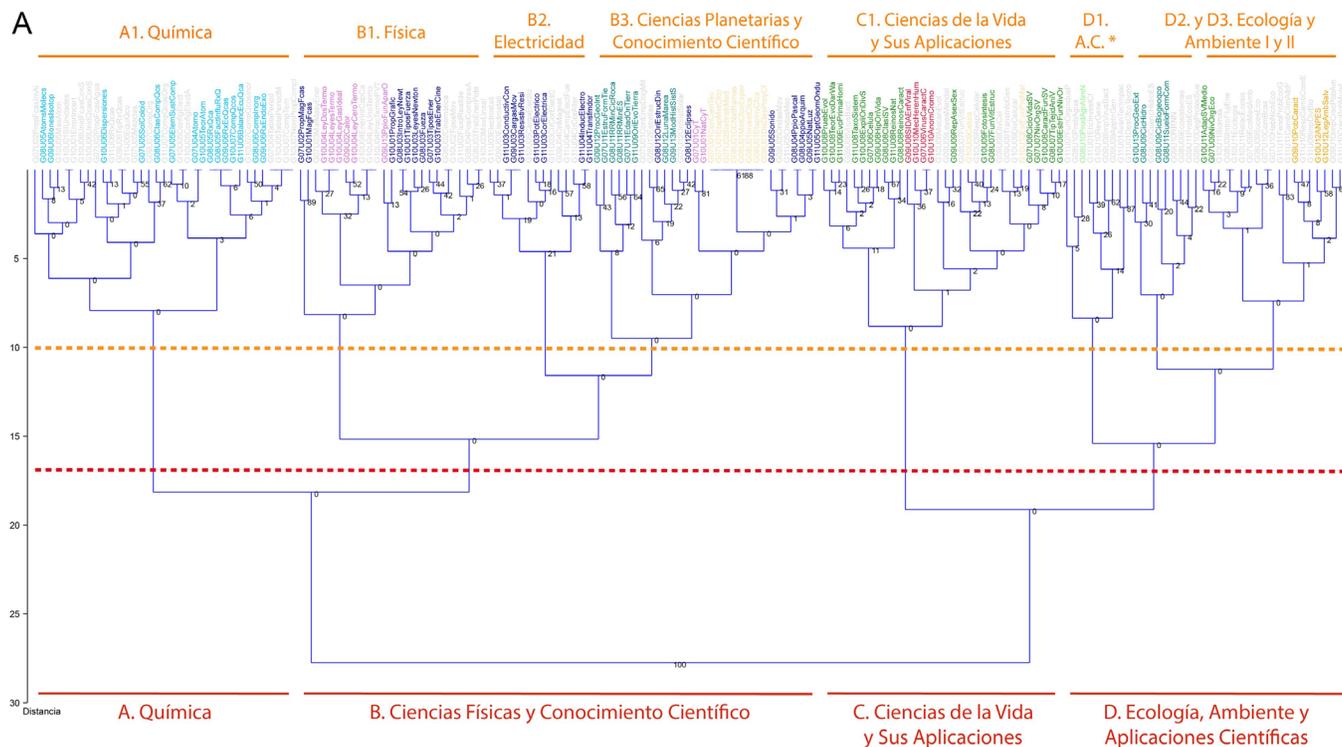
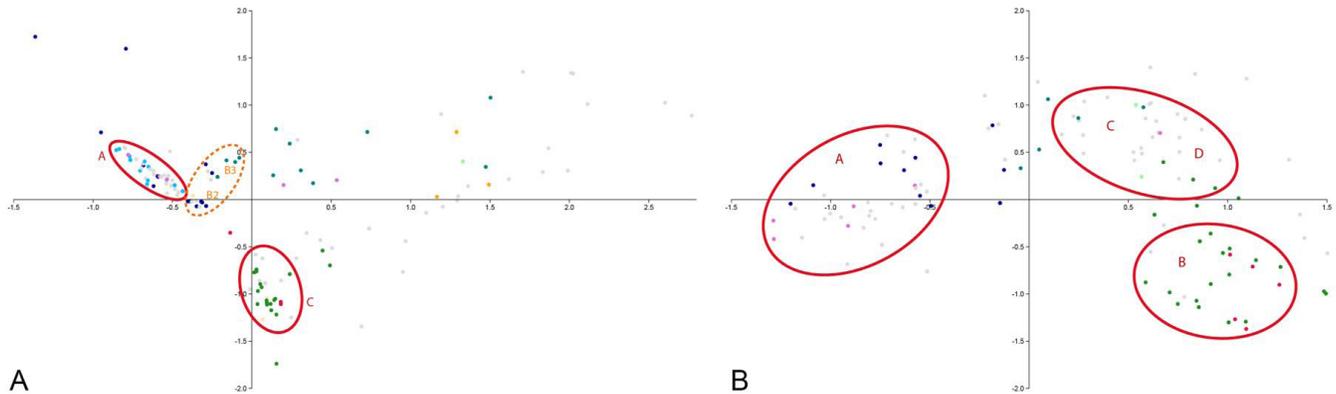


Figura 8

PCA para los contenidos de secundaria con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas continuas perfilan los grupos a distancias 0.25 – 0.20, y las líneas naranjas punteadas a los subgrupos (distancia 0.15)



Al efectuar un HCA consolidado es notable una alta incidencia de la primaria en la globalidad del pensum. El impacto en abundancia de contenidos se explica con el hecho de que en primaria no hay distinción entre contenidos y subcontenidos, por lo que el método los considera más numerosos; sin embargo, lo anterior no debería influir en la conformación de los grupos, lo que podría explicarse por el énfasis de la secundaria en contenidos afines a las ciencias físicas, así como la continuidad que se brinda a los contenidos de las ciencias biológicas y sus aplicaciones, contra la disminución abrupta de las ciencias de la salud.

Para la clasificación TMT, es posible interpretar 6 grupos a una distancia de 0.25 y 13 subgrupos a una distancia de 0.15. El grupo A (medicina preventiva y salud pública) está completamente conformado por contenidos afines a las ciencias de la salud, mientras que los grupos B (biología general, anatomía y fisiología) y C (seguridad alimentaria y nutricional), también incluyen varios contenidos de este tipo, todos característicos de la primaria. El grupo E (ciencias físicas y sus aplicaciones) está conformado casi exclusivamente por contenidos de secundaria y, en coherencia, se desagrega de forma muy semejante con el HCA de dicho nivel (Figura 9A).

El HCA para la clasificación HESA permite

interpretar también 6 grupos principales a una distancia de 0.20 y 10 subgrupos a una distancia de 0.15 (Figura 9B). Es notorio que la mitad de grupos (C, E y F), concuerdan directamente con la clasificación TMT; asimismo, los grupos A y B se componen casi exclusivamente por contenidos de ciencias de la salud. Los subgrupos B1 (medicina preventiva y salud pública), B2 (nutrición), C1 (química) y D1 nuevamente concuerdan con el análisis efectuado para la clasificación TMT, pero no sucede lo mismo con los contenidos relacionados con las ciencias físicas.

Los PCA consolidados muestran que los contenidos con mayor afinidad por una disciplina en particular, tienden a conjuntarse, así, en ambas clasificaciones se pueden interpretar 3 grandes grupos bien diferenciados: ciencias físicas y sus aplicaciones, ciencias de la salud y ciencias de la vida. Fuera de dichas áreas, existe una considerable dispersión de contenidos, cuya afinidad depende en gran medida de la clasificación empleada; no obstante, los contenidos afines a las ciencias ambientales y a las geociencias parecen los más dispersos (Figura 10).

La comparación entre los análisis multivariados de las dos clasificaciones (Tabla 7) resume los ejes de contenido de los programas de estudio

Figura 9

Dendrograma para los contenidos globales con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas punteadas perfilan los grupos a distancias 0.20 – 0.25, y las líneas naranja a los subgrupos (distancia 0.15).

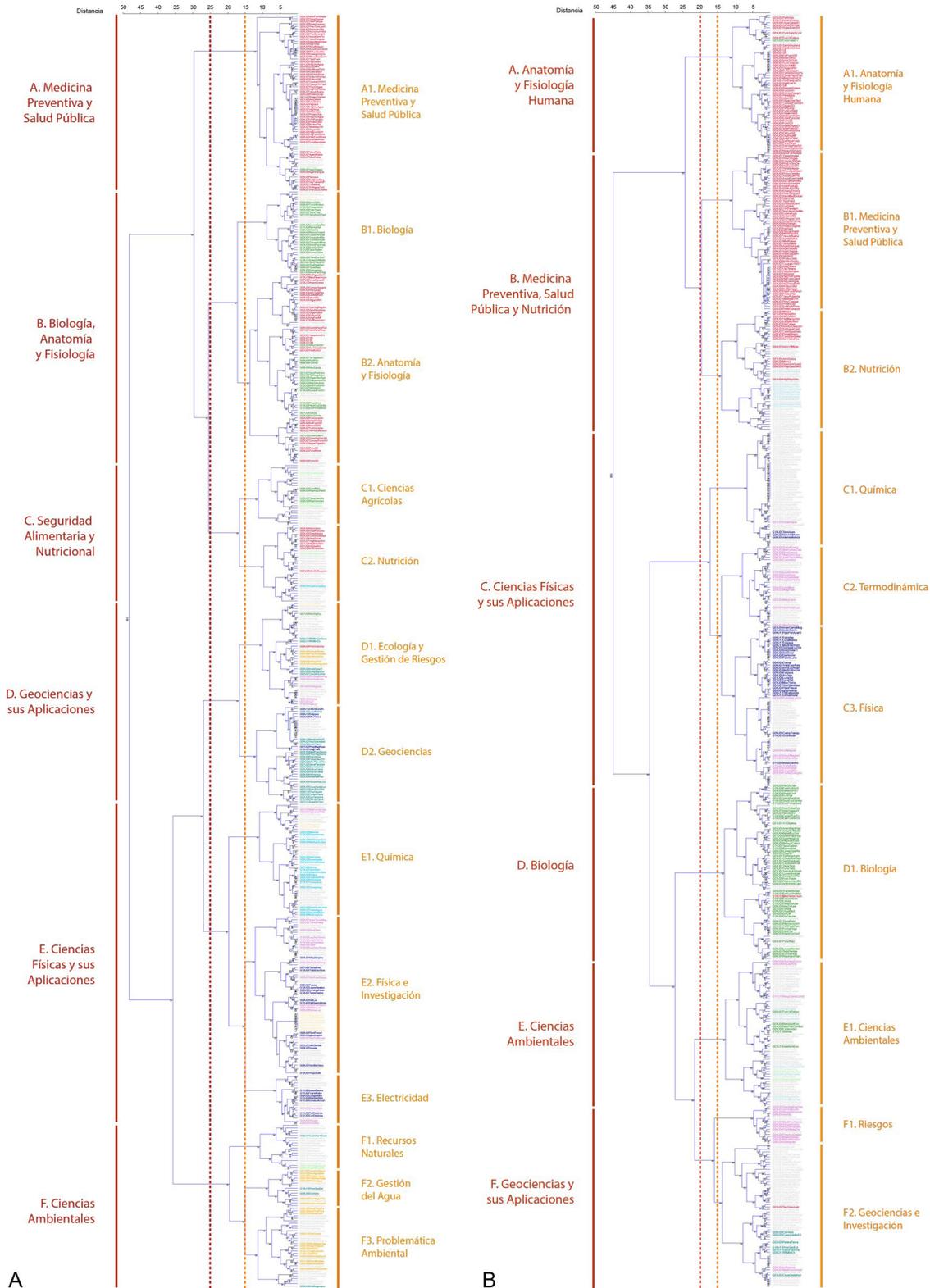


Figura 10

PCA para los contenidos globales con las clasificaciones TMT (A) y HESA (B). Las líneas rojas continuas perfilan los grupos a distancias 0.25 – 0.20, y las líneas naranjas punteadas a los subgrupos (distancia 0.15).

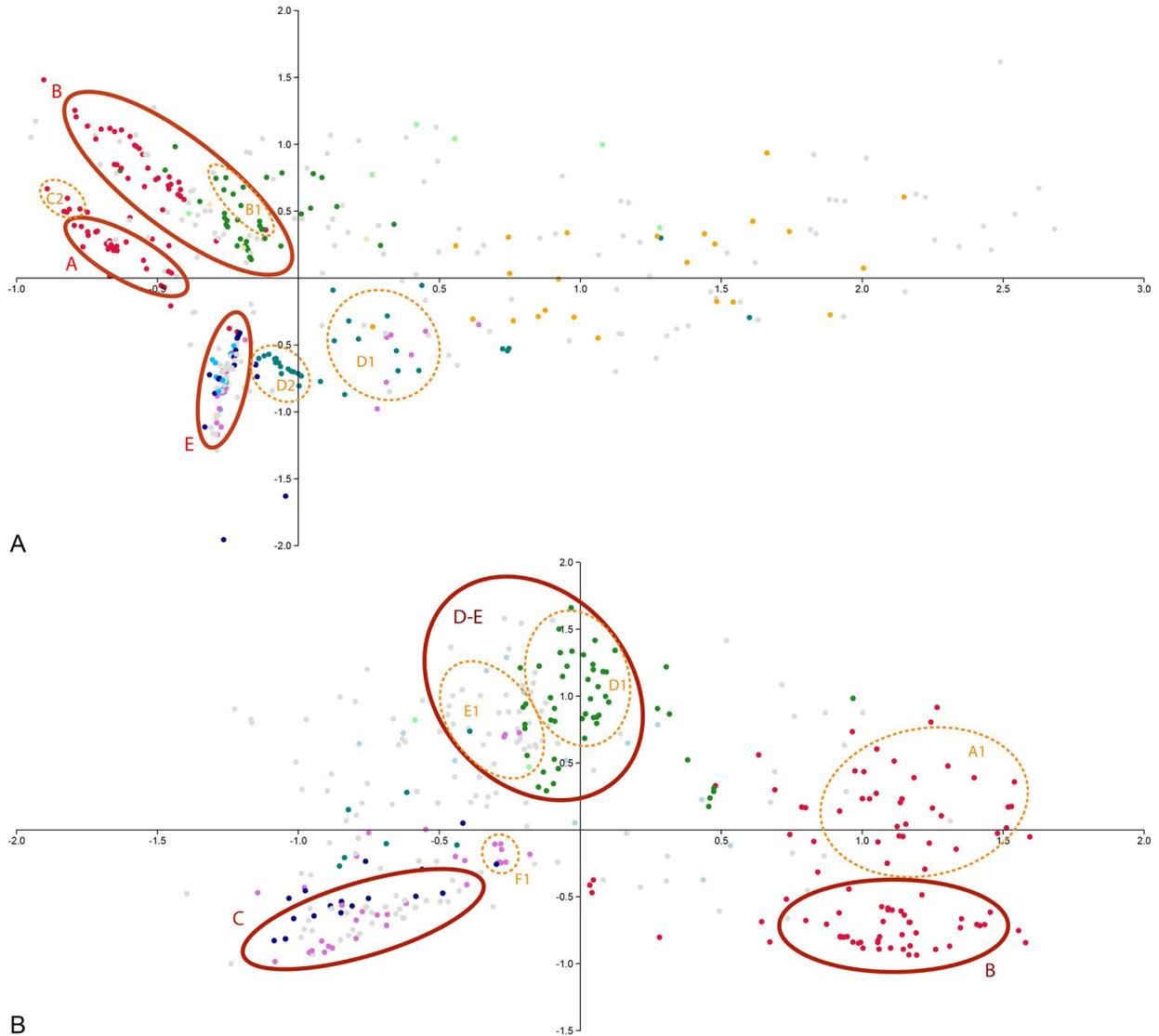


Tabla 7

Ejes de contenido comunes entre las clasificaciones TMT y HESA

Clasificación TMT	Clasificación HESA
Medicina preventiva y salud pública	Anatomía y fisiología humana
Biología, anatomía y fisiología	Medicina preventiva, salud pública y nutrición
SAN	Ciencias físicas y sus aplicaciones
C2 Nutrición	C1 química
Geociencias y sus aplicaciones	C3 física
D1 Ecología y gestión de riesgos	Biología
Ciencias físicas y sus aplicaciones	Ciencias ambientales
E1 química	Geociencias y sus aplicaciones
E2 física e investigación	F1 gestión de riesgos
Ciencias ambientales	

a partir de sus puntos comunes de agrupación. Destaca en gran medida la ausencia de tecnología y la abundancia de contenidos afines a ciencias de la salud.

CONCLUSIONES

En contexto de un currículo heterogéneo y en ausencia de un documento oficial de fundamentos curriculares para la educación científica y tecnológica de El Salvador, la implementación y evaluación de estrategias educativas en dicho ámbito depende en gran medida de cómo los distintos actores interpreten los programas de estudio. Este ejercicio presenta un fuerte componente subjetivo, por lo que una estrategia de análisis estandarizado y objetivo resulta deseable. El método aquí descrito fue capaz de extraer gran cantidad de información cuantitativa a partir de los programas de asignatura, la cual es susceptible de procesarse mediante técnicas estadísticas para efectuar posteriores evaluaciones objetivas acerca del énfasis y articulación teórica de los contenidos.

El método de estudio es susceptible de replicarse y extenderse al currículo global, lo que podría proveer de información clave para sustentar la toma de decisiones en procesos de actualización, enriquecimiento o priorización curricular, así como de vinculación entre asignaturas. Para ello, se debe tomar en cuenta que la precisión de la información será directamente proporcional a la robustez del equipo que participe en el análisis, por lo que se recomienda la participación de múltiples y variados actores. De igual manera, los resultados presentaran las limitantes propias de un estudio teórico y sólo serán vinculantes con el currículo real en la medida que se conjunten con evidencia empírica.

En el caso particular de CSMA y CN, la variable «número de contenidos» resultó altamente informativa, especialmente al categorizar los contenidos por su naturaleza, lo que permitió efectuar distintos análisis estadísticos. Caso contrario sucedió con la variable «cantidad de

horas clase», lo que probablemente se deba a la limitada información ofrecida por los programas de estudio que, a su vez, recuerda la importancia de acompañar el estudio teórico con evidencias empíricas.

El análisis multivariable refuerza el quiebre entre niveles educativos. Mientras en la primaria se interpretan dos grupos afines a las ciencias de la salud, acompañados de un grupo de ciencias de la vida y sus aplicaciones; en la secundaria, el protagonismo es de los grupos afines a las ciencias físicas, con disgregamiento en especialidades. Los contenidos afines a ecología y ciencias ambientales también tienen un tratamiento distinto; en la primaria, están medianamente consolidados en torno a las geociencias o a las ciencias de la vida, según la clasificación empleada, pero durante la secundaria, se dispersan grandemente.

De manera global, los contenidos de primaria tienen un alto peso relativo, lo que probablemente se acentúa por el énfasis de la secundaria en las ciencias físicas. Ambos hechos parece que condicionan la articulación de contenidos, de tal manera que el pénsum actual privilegia a las ciencias aplicadas e integradas, especialmente las ciencias de la salud. Como ciencias puras, la biología y las geociencias presentan varios contenidos orientados a aplicaciones cotidianas, mientras que la física y la química son más disciplinares. Gran parte de los contenidos de ciencia integrada muestran dispersión, probablemente debido a la consolidación independiente de las ciencias físicas y biológicas, así como al alto PR de las ciencias de la salud.

Ambas clasificaciones empleadas para determinar la riqueza de campos de estudio presentes en los programas de asignatura, coinciden en la exigua relevancia de contenidos tecnológicos en todos los niveles, así como un bajo PR de las geociencias, las cuales no son consideradas como ciencias puras dentro de los bloques de contenido.

REFERENCIAS

- BID. (2010). Evaluación del Programa de País: El Salvador 2004-2008. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/evaluacion-del-programa-de-pais-el-salvador-2004-2008>
- Bollen, J., van de Sompel, H., Hagberg, A., Bettencourt, L., Chute, R., Rodriguez, M. A., & Balakireva, L. (2009). Clickstream data yields high-resolution Maps of science. *PLoS ONE*, 4(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004803>
- Chen, C. (2017). Science Mapping: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Data and Information Science*, 2(2), 1–40. <https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0006>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., & Herrera-Viedma, E. (2015). A relational database model for science mapping analysis. *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(6), 43–62. <https://doi.org/10.12700/APH.12.6.2015.6.3>
- Gerencia de Gestión y Desarrollo Curricular. (2008a). Cartel de alcance y secuencia de contenidos de I y II Ciclo. <https://bit.ly/3vb7wvk>
- Gerencia de Gestión y Desarrollo Curricular. (2008b). Cartel de alcance y secuencia de contenidos de III Ciclo y Bachillerato. <https://bit.ly/3veHbwB>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2009). PAST—Palaeontological statistics, ver. 1.89. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9. <https://folk.uio.no/ohammer/past/>
- HESA. (2012). JACS 3.0: Principal subject codes. www.hesa.ac.uk/. <https://www.hesa.ac.uk/support/documentation/jacs/jacs3-principal>
- Jeffery, M. (2014). Field of Knowledge. [www.Thingsmadethinkable.Com/](http://www.thingsmadethinkable.com/). http://www.thingsmadethinkable.com/item/fields_of_knowledge.php
- Jonnaert, P., Masciotra, D., Barrette, J., Morel, D., & Mane, Y. (2007). From competence in the curriculum to competence in action. *Prospects*, 37(2), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s11125-007-9027-9>
- Ley general de educación de la República de El Salvador, Pub. L. No. 242, 29 (1996). <https://www.asamblea.gob.sv/decretos/details/3309>
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades. TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://doi.org/10.1080/13642520600649408>
- MINED. (1999). Fundamentos Curriculares de la Educación Nacional (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA_VIRTUAL/LIBROS/F/ADMF0000411.pdf
- MINED. (2008a). Currículo al Servicio del Aprendizaje. Aprendizaje por competencias. (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 2da ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. https://www.oei.es/historico/pdfs/curriculo_aprendizaje_salvador.pdf
- MINED. (2008b). Programa de Estudio: Primer Grado. Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/2SsLyFR>
- MINED. (2008c). Programa de Estudio. Segundo Grado. Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3bSsWWE>

- MINED. (2008d). Programa de Estudio. Sexto Grado. Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3vuMMPy>
- MINED. (2008e). Programa de Estudio. Tercer Grado. Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3wyDO3z>
- MINED. (2008f). Programas de Estudio. Ciencia, Salud y Medio Ambiente. Tercer Ciclo de Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3vq6f3M>
- MINED. (2008g). Programas de Estudio. Ciencias Naturales. Educación Media (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/2RFzocl>
- MINED. (2008h). Programas de Estudio. Matemática. Tercer Ciclo de Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. https://www.mined.gob.sv/descarga/programas-estudio/Matematica_Tercer_0_Ciclo.pdf
- MINED. (2008i). Programas de estudio Educación Física: Tercer Ciclo de Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3hUdqNz>
- MINED. (2008j). Programas de Estudio Informática: Educación Media (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/3vjeChr>
- MINED. (2013a). Modelo pedagógico del sistema educativo nacional. Versión final (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mined/documents/117043/download>
- MINED. (2013b). Módulo EITP (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://bit.ly/34hFi6b>
- MINED. (2018a). Matemática. Programas de Estudio Primer Ciclo de Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <https://www.mined.gob.sv/materiales-educativos/item/1014902-esmate.html>
- MINED. (2018b). Programas de estudio Matemática [recurso electrónico]: Tercer Ciclo de Educación Básica (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. <http://www.mined.gob.sv/index.php/esmate>
- MINED. (2019). Informe de resultados PAES 2019. Prueba de Aprendizaje y Aptitudes para Egresados de Educación Media (Ministerio de Educación de El Salvador (ed.); 1a ed.). Ministerio de Educación de El Salvador. http://www.mined.gob.sv/jdownloads/PAES/PAES_2019/INFORME_RESULTADOS_PAES.pdf
- Suominen, A., & Toivanen, H. (2016). Map of science with topic modeling: Comparison of unsupervised learning and human-assigned subject classification. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(10), 2464–2476. <https://doi.org/10.1002/asi.23596>