



## ¿INTEGRACIÓN REAL O VINCULACIONES FORZADAS?: PERSPECTIVAS DOCENTES SOBRE LA INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS BIOLÓGICOS Y MATEMÁTICOS EN EL CONTEXTO DE LA ESCUELA TELESECUNDARIA

**Yesenia Castaño Torres**

*Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav*

*yesenia.torres@cinvestav.mx*

**María Teresa Guerra Ramos**

*Cinvestav, Unidad Monterrey*

*tguerra@cinvestav.mx*

**Área temática:** Currículo

**Línea temática:** Curriculum como los procesos de apropiación, resignificación e interacción que realizan docentes, estudiantes e instituciones.

**Tipo de ponencia:** Reportes parciales de investigación



### Resumen

Se reporta un estudio cualitativo cuyo propósito fue explorar las perspectivas docentes sobre las vinculaciones entre contenidos de biología y matemáticas presentes en dos lecciones de los libros de telesecundaria y sus posibles implicaciones para la enseñanza. Para contextualizar las ideas, se propuso reflexionar sobre secuencias específicas a dos maestros de primer y segundo año de una escuela telesecundaria ubicada en una zona rural del estado de Tabasco, México. Se analizaron las interacciones verbales entre una investigadora y los maestros en una sesión de trabajo enmarcada en un proyecto de colaboración didáctica. A pesar del planteamiento curricular de una integralidad como vía para la enseñanza de los saberes escolares, los docentes lograron apreciar que se promueven vinculaciones entre la biología y las matemáticas que carecen de objetivos claros. Señalaron que se establecen conexiones entre las disciplinas que resultan forzadas y superficiales, además de que las vinculaciones propuestas les demandan la tarea de resolver cómo estas deben concretarse, dejándoles el reto de decidir cómo presentarlas para lograr experiencias significativas de aprendizaje para los estudiantes. Se discuten las implicaciones de estos resultados para la apropiación de propuestas curriculares.

**Palabras Clave:** Enseñanza de las ciencias, enseñanza de las matemáticas, integración curricular, telesecundaria, libros de texto.

## Introducción.

La ausencia de sentido sobre los saberes impartidos de manera fragmentaria en los contextos escolares ha sido tema de discusión de diversos autores y una de las principales preocupaciones entre los docentes, que en su trabajo cotidiano se esfuerzan por diseñar e implementar propuestas de enseñanza que ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de construir conocimientos cargados de significado para ellos (Delprato & Gerez, 2017). Para Chevallard (2013), el tratamiento de un contenido o una problemática desde la perspectiva de una sola disciplina genera un estudio incompleto del contenido, pues “tiende a ocultar las necesidades de conocimientos que atañen a otras disciplinas” (p. 78). Así pues, el saber impartido fragmentariamente carece de interés y sentido para los estudiantes porque implica estudiar un contenido sin saber muchas veces en respuesta a qué preguntas se estudia; el saber interesa y suscita sentido cuando logra responder a los interrogantes y a la curiosidad de los estudiantes (Motta, 2002). En este marco, la integración disciplinar aparece como una vía para la enseñanza de los saberes escolares.

No obstante, estas iniciativas de integrar conocimientos de diferentes disciplinas no es un asunto novedoso. Incluso, como señalan Bogdan & García-Carmona (2021), en el caso particular de las ciencias, se ha documentado su predominancia a la hora de diseñar propuestas de integración con otras disciplinas, pues casi siempre las demás disciplinas sólo aparecen para potenciar la comprensión de ideas científicas. En el ámbito específico de la integración de las ciencias y las matemáticas, el problema es el papel que cumplen las matemáticas en las propuestas de integración que se han documentado, pues dejan de ser una herramienta de modelización de un fenómeno científico y quedan a menudo relegadas a la realización de cálculos útiles para la actividad científica (Couso et al., 2021).

Los partidarios de la integración curricular argumentan un aprendizaje en los alumnos que les permita una comprensión más profunda de sus realidades. La integración se promueve como una forma de ayudar a los alumnos a establecer conexiones entre ideas y conceptos de las distintas disciplinas; se apoya en razones socioculturales, pues un currículo tradicional (segmentado o fragmentado en disciplinas) no es relevante para los estudiantes y no se centra en problemas y cuestiones reales (Czerniak et al., 1999). En esta misma dirección, Park-Rogers et al., (2007) señalan que las conexiones entre ciencia y matemáticas parecen naturales, ya que las matemáticas se pueden utilizar en ciencias para organizar y analizar datos en tablas y gráficos y, ayudar a representar fenómenos científicos y comprender conceptos científicos. Para estos autores, la ciencia ofrece ejemplos concretos de ideas matemáticas que son abstractas, así como las matemáticas ayudan a los estudiantes a lograr una comprensión profunda de los conceptos científicos. Por su parte, los detractores de la integración curricular remiten a la escasez de investigaciones que sustentan que un currículo integrado es más favorable que uno tradicional (Czerniak et al., 1999). Los argumentos se centran, sobre todo, en la ausencia de una definición común sobre el término de integración que sirviera como base para diseñar, implementar y analizar experiencias de integración en el aula.

Esta discusión sobre los aspectos que favorecen y sobre los que hay que estar alertas, adquiere sentido desde el modelo educativo de 2018, vigente en México. Este propone un enfoque para la educación básica que favorezca el desarrollo integral del conocimiento, “una formación que construya de manera más natural los conocimientos, las habilidades, las actitudes y la perspectiva del mundo que los alumnos van elaborando a través de los contenidos y las actividades para alcanzar su desarrollo formativo” (SEP, 2018b, p. 24). En consonancia, en las orientaciones didácticas de cada secuencia que aparecen en los libros para el maestro de telesecundaria, se dedica un rubro para señalar las vinculaciones con otras asignaturas (ver ilustración 1):

## Bloque 1

Secuencia 1	La biodiversidad mexicana
Número de sesiones	8
Eje	Diversidad, continuidad y cambio
Tema	Biodiversidad
Aprendizaje esperado	Explica la importancia ética, estética, ecológica y cultural de la biodiversidad en México.
Intención didáctica	Valorar los aspectos ético, estético, ecológico y cultural de la biodiversidad de México, para explicar su importancia.
Vínculo con otras asignaturas	<p><b>Geografía:</b> Por la ubicación de las regiones geográficas de México, el reconocimiento de las causas geográficas de la biodiversidad de México y la comprensión del concepto de sustentabilidad ambiental.</p> <p><b>Lengua Materna. Español:</b> A través de la elaboración de un texto narrativo que aborda algunos contenidos de la secuencia, y la elaboración de un cartel informativo.</p> <p><b>Matemáticas:</b> Al realizar operaciones aritméticas utilizando datos de biodiversidad de especies.</p>
Materiales	Cartulina, papel kraft u hojas de rotafolio para elaborar carteles; plumones o marcadores; recortes y/o dibujos de animales, plantas y/o ecosistemas; cinta adhesiva.
Audiovisuales o informáticos para el alumno	<p><b>Recursos audiovisuales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El llamado planeta azul</li> <li>• La franja de oro</li> <li>• La diversidad cultural de México</li> <li>• Maíz: de México para el mundo</li> <li>• Acciones en favor de la biodiversidad</li> </ul> <p><b>Recurso Informático</b></p>

### Ilustración 1: Ejemplo de vínculos señalados entre asignaturas.

#### Secuencia 1. Biología, primer año (SEP, 2018b, p. 48)

El interés por analizar qué vinculaciones curriculares y cómo se plantean a los maestros desde los materiales educativos oficiales, surgió en el marco de una investigación doctoral (apoyado por CONAHCYT) sobre procesos de colaboración entre docentes de telesecundaria. La finalidad amplia de tal investigación es la construcción de un diseño didáctico que involucre saberes de la biología y las matemáticas. En esta oportunidad se reportan las perspectivas docentes documentadas en relación con la posibilidad de integrar contenidos de ambas disciplinas como punto de partida.

## Aproximación metodológica.

Bajo un enfoque de investigación colaborativa (Desgagné et al., 2001), se realizó un estudio exploratorio de las perspectivas sobre la integración de contenidos de los docentes de una escuela telesecundaria ubicada en una zona rural del estado de Tabasco, México. En esta ponencia se reporta el análisis de los sentidos y significados manifiestos en las interacciones verbales desplegadas en una sesión de trabajo realizada con dos maestros y la primera autora como parte de un proyecto más amplio. Las interacciones analizadas se vinculan a la experiencia, cuyo propósito fue reflexionar sobre algunas vinculaciones entre biología y matemáticas que se sugieren en los respectivos libros de texto gratuitos para telesecundaria del modelo educativo de 2018. Las secuencias en cuestión fueron: i) Biología, secuencia 8, *La célula: Unidad estructural de los seres vivos* y ii) Matemáticas, secuencia 3, *Fracciones y decimales 1*. Los datos aquí analizados provienen de la transcripción de las discusiones que tuvieron lugar en una sesión de trabajo. El análisis del contenido de las interacciones verbales permitió establecer tres categorías en relación con el propósito de identificar algunas características percibidas de las vinculaciones a partir de la discusión de las secuencias mencionadas contenidas en los libros de texto y sus posibles implicaciones didácticas, desde la perspectiva de los profesores. Los nombres reales de los profesores han sido sustituidos para proteger su identidad.

## Resultados y discusión.

A continuación, se desarrollan cada una de las categorías.

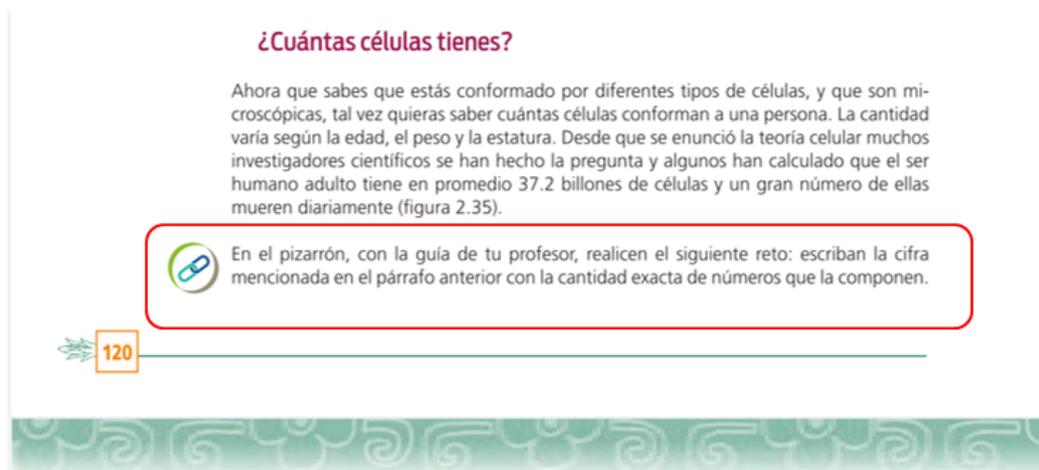
### 1. Vinculaciones frágiles y la necesidad de un trabajo del maestro

La secuencia 8, *La célula: Unidad estructural de los seres vivos*, del libro de biología para el maestro, presenta las siguientes especificaciones didácticas:

Secuencia 8	La célula: Unidad estructural de los seres vivos
Número de sesiones	6
Eje	Materia, energía e interacciones
Tema	Propiedades
Aprendizaje esperado	Identifica a la célula como unidad estructural de los seres vivos.
Intención didáctica	Identificar la unidad de vida de la cual están formados todos los seres vivos: la célula.
Vínculos con otras asignaturas	<b>Historia.</b> A partir de las relaciones que se establecen entre los avances técnicos y científicos del siglo XVI con acontecimientos de la época. <b>Matemáticas.</b> Mediante las habilidades de escritura de cifras muy grandes.

**Ilustración 2: Orientaciones didácticas para la secuencia 8. Biología, primer año (SEP, 2018b, p. 84)**

La vinculación con matemáticas señalada se materializa en el libro de texto del alumno de la siguiente manera:



**Ilustración 3: Vinculación con matemáticas. Secuencia 8. Biología, primer año (SEP, 2018a, p. 120)**

Tras la revisión individual de la secuencia, el centro de la reflexión fue entender el sentido de la vinculación que se propone:

**Investigadora:** ¿Y qué ganamos escribiendo esto [escribiendo el número con todas sus cifras]? O sea, ellos pasan al pizarrón y escriben el número y eso, ¿qué nos está diciendo respecto a las células?

**Mo. Marco:** (...) más que nada es para que el alumno sepa manejar ciertas cantidades, entonces, si el alumno no tiene conocimiento de esas cantidades va a tener una problemática para poder posicionar el número. En relación con eso, se supone que eso es de primer grado, el alumno que viene de sexto se supone que debe tener ese conocimiento previo (...)

**Mo. Iván:** Bueno, al menos yo aquí lo que veo es que al ser un reto lo toman como un ejercicio para llamar la atención del alumno, pero la parte de las vinculaciones se dan muy por encima. Por ejemplo, aquí nada más es escribir la cifra, pero sin darle como tal un significado. En este caso de la asignatura que es ciencia, el alumno escribe, pero no tiene realmente para él un significado esa cifra con el tema que se está realizando que en este caso es la célula, entonces ahí es donde a veces la vinculación se da muy superficial. ¿Qué sería conveniente así pensando rápido? que se realizara una comparación, o sea darle algo más concreto al alumno como por ejemplo... hubieran colocado una tabla, se me ocurre: cantidad de células del ser humano, de un animal, o no sé si por ejemplo, nos cambian las células de cuando son niños, fetos y todo eso y cómo van cambiando las células en nuestro cuerpo, que escriban el número y que ubiquen en qué etapa de su vida tiene cada número de célula, pero también, otra columna donde ya vayan

identificando por qué cambia o cómo los afecta ese cambio y creo que ahí habría una mejor comparación y una mejor vinculación, pienso yo.

El reto planteado puede ser interesante desde las ciencias porque permite a los alumnos tener una idea del tamaño de la cantidad de células de una persona adulta, aunque ciertamente no nace como respuesta a una problemática genuina, ni de una necesidad para representar y explicar un fenómeno biológico. Desde el lado de las matemáticas, escribir un número con esta cantidad de cifras, implica no sólo reflexionar sobre el significado y el valor que tienen los números decimales en el contexto de las células, sino interpretar el valor de la fracción decimal para una unidad que implica las decenas de billón. Visto de esta manera, no parece ser muy problemática la vinculación aquí propuesta, el problema aparece cuando estas precisiones no son explícitas para el maestro y aún más, cuando queda a su cargo desarrollarlas en el aula.

En el episodio, los maestros dejaron ver dos aspectos importantes respecto al papel de las matemáticas en la vinculación. Por un lado, Marco señaló la necesidad de un conocimiento previo sobre la escritura decimal por parte de los alumnos, mientras que Iván destacó la superficialidad del vínculo. En efecto, de acuerdo con los planes y programas (SEP, 2017), este contenido matemático asociado a la lectura, escritura y orden de números naturales hasta de cualquier cantidad de cifras, fracciones y números decimales se estudia en el tercer ciclo de primaria; esto puede justificar el por qué plantearlo en el libro como un reto para primer año de secundaria desde la asignatura de ciencias. Sin embargo, no asegura que los alumnos puedan enfrentarse a esta tarea de manera satisfactoria.

En relación con lo señalado por Iván, y ante la ausencia de guía en el libro de texto para el maestro, aparece la necesidad de movilizar estrategias y recursos adicionales para lograr hacer sentido a la vinculación y desarrollarla en el aula; por ejemplo, poner en juego diferentes estrategias como el uso de una tabla de valores, así como identificar y retomar los errores y dudas que los estudiantes presenten en relación con el sistema decimal. Iván avanzó en esta dirección, proponiendo la escritura de números con muchas cifras en un posible escenario de comparación y variación de la cantidad de células de un ser humano en diferentes etapas de su vida.

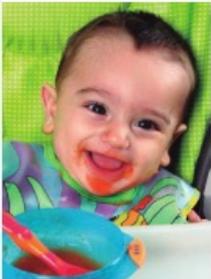
Poner a los alumnos en situaciones en las que puedan revisar antiguos contenidos a la luz de nuevas tareas, retomar algo que no se terminó de entender y resignificarlo puede ser una oportunidad de aprendizaje (Sadovsky, 2019), en este caso, de la escritura decimal. El problema, es que no se ofrece ningún tipo de apoyo a los docentes para atender a la solicitud de vincular estos contenidos. Entonces ¿qué opciones tienen para abordarlas en el aula? Advertimos que ignorarlas, abordarlas superficialmente o, intentar desarrollarlas poniendo en marcha sus ideas sobre lo que es la integración y echando mano de sus conocimientos sobre la enseñanza del contenido matemático en juego, como parece ocurrir con Iván.

## 2. Vinculaciones artificiosas, fugaces, desconectadas.

La secuencia 3 del libro de matemáticas para el alumno: Fracciones y decimales 1, propone una vinculación entre la situación problemática que se presenta y el tema de “La dieta correcta, ejercicio y salud” del libro de biología, en particular, con la actividad *el Plato del Bien Comer*.

### 3. Fracciones y decimales 1

Sesión 1



**■ Para empezar**

Los números fraccionarios y los decimales tienen gran utilidad en diversos ámbitos. Por ejemplo, sin ellos los nutriólogos no podrían determinar las porciones necesarias para la alimentación adecuada de los bebés, ni podrían determinar en los alimentos la cantidad de sustancias nutritivas que hay en cada porción. En estas sesiones trabajarás con fracciones y su notación decimal.

**■ Manos a la obra**

Se reparte todo y no sobra

- Trabaja individualmente esta actividad y las dos siguientes. En una guardería se preparó una taza de puré que se va a repartir entre cuatro bebés; a todos les debe tocar igual y no debe sobrar. ¿Qué cantidad de puré le toca a cada bebé? \_\_\_\_\_
- La tabla contiene los datos de otros posibles repartos en partes iguales; anota lo que falta. No se vale usar calculadora.

**Vinculo con... Biología**

En el tema “La dieta correcta, ejercicio y salud” se presenta el Plato del Bien Comer, para que sepas que resulta fundamental tener una dieta correcta para un sano desarrollo físico, incluso desde los primeros meses de vida.

Cantidad de tazas	Cantidad de bebés	¿Cuánto le toca a cada bebé?	Comprobación
1	2		
1	5		
1	8		
2	5		
3	4		

**Ilustración 4: Vinculación con biología desde el tema de fracciones y decimales 1. (SEP, 2018d, p. 26)**

La vinculación aparece en una situación de reparto equitativo de papilla para bebés que resulta artificiosa y poco interesante. Al respecto, Iván señaló lo siguiente:

**Mo. Iván:** Aquí podemos encontrar una relación con *El plato del bien comer* (...), pero yo veo muy superficial el tema de las porciones de alimentación para los bebés, por ejemplo, aquí menciona que en las guarderías, la tasa de puré que se va a repartir... y ese es el ejemplo como tal digamos concreto, la vinculación con el plato del bien comer, el tipo de alimentación que le dan a los bebés, pero es lo único que maneja, ya de ahí en adelante [en la misma secuencia 3] ,ya son otro tipo de situaciones, pero nada enfocado en biología. Acá busqué el libro de biología como para ver que podía aparecer, pero, (...) como tal no nos da la apertura para trabajarlo con estas fracciones, ahí nos da de manera general los alimentos que necesita.

(...)

Lo que yo interpreto es que quizá cuando estaban diseñando [la secuencia 3] se les hizo un ejemplo fácil para presentarlo y como vieron que era más o menos un problema de salud entonces vino la vinculación, pero más allá de eso no existe como tal la vinculación. Ya para desarrollar objetos de aprendizaje de las dos asignaturas ya es otra situación, al menos aquí no.

Hay dos asuntos que llaman la atención. El primero, que esta vinculación va en una sola dirección, de las matemáticas hacia las ciencias, porque desde la secuencia de biología a la que refieren no se señala ningún vínculo con matemáticas. El segundo, como lo señaló el maestro Iván, mientras en matemáticas hay una situación de reparto, en biología se tratan los grupos de alimentos que favorecen una dieta correcta. ¿Cómo lograr el puente entre una y otra? ¿a cargo de quién o quiénes queda esta tarea? Ciertamente, de no ser trabajada por el maestro, esta vinculación deja la idea de que no es más que un dato informativo del cual los alumnos deben descifrar las conexiones entre el problema que se les plantea y el tema de biología.

Esta situación deja ver que existe el interés en los planes de estudio en que los alumnos puedan comprender otros aprendizajes de diversa índole y puedan servir de apoyo para la construcción del conocimiento (SEP, 2018c), sin embargo, hay un enorme vacío que parte incluso de un problema de operación en la elaboración de programas y de libros de texto (como la ausencia de diálogo entre los autores de las lecciones de las distintas asignaturas), como vimos en este ejemplo. Por supuesto, es un problema que pasa a los maestros y que ellos, como puedan, deben resolver. Esto se acentúa aún más para estos maestros que pertenecen a la modalidad de telesecundaria y el libro de texto se vuelve un recurso fundamental de su quehacer docente.

### **3. “Hay más matemáticas en la física y en la química que en la biología”. Vinculaciones escasas y difíciles de identificar.**

Las reflexiones sobre los episodios anteriores destacaron no sólo lo problemáticos que pueden resultar los vínculos, sino la imperante necesidad de que los maestros reelaboren estas vinculaciones y profundicen en ellas para lograr un trabajo significativo respecto al contenido de las disciplinas en juego. Pensar en cómo y cuándo un contenido de otra disciplina “visitante” entra a apoyar el estudio de otro contenido, se vuelve una tarea difícil y, además, exclusiva de los maestros. Sin embargo, pensar en qué contenidos pueden vincularse de manera orgánica y significativa, puede resultar aún más difícil. Con esta idea circulando, los maestros señalaron la dificultad de encontrar vinculaciones entre biología y matemáticas:

**Mo. Marco:** Yo lo que digo es que entra más lo que es física y química que matemáticas a la biología, porque creo que es mínimo

**Investigadora:** ¿Por qué crees eso?

**Mo. Iván:** Porque lo ves más natural

**Mo. Marco:** Exactamente

**Mo. Iván:** Porque ya empleas ahí fórmulas, medir densidades, medir velocidades, medir tiempo, ya ahí no hay nada forzado

**Mo. Marco:** Sí, ya así lo puedes vincular porque vas a ver números enteros, números decimales, divisiones, multiplicaciones

**Mo. Iván:** Porcentajes

**Mo. Marco:** Fracciones, potencias, entonces tiene una mayor amplitud que en biología, que es un poco más mínimo, más cerrado

**Mo. Iván:** Por ejemplo, cuando ves velocidad, haces una gráfica circular, [analizas] quién usa menos tiempo, y eso ya es un tema de matemáticas como tal y tiene que aplicar la fórmula primero para ver cuánto corrió, cuánto tiempo y ahí lo puedes ver.

Para los maestros parece ser más fácil advertir temas o tareas de matemáticas como la medición, la aplicación de fórmulas, las operaciones con diferentes conjuntos numéricos y la proporcionalidad. Habría que tener cuidado de no caer en una visión utilitarista de las matemáticas donde estas se reduzcan a un papel instrumental y no posibiliten la enseñanza de nuevos conocimientos matemáticos (Block et al., 2023). Sin embargo, más allá de los contenidos y de los vínculos que se puedan establecer con física y química (ciertamente aún poco elaborados por los dos maestros), lo que destacan es la naturalidad y la frecuencia con la que ellos pueden advertir vinculaciones de matemáticas con estas disciplinas. ¿Qué pasa entonces con la biología? ¿por qué les resulta más difícil a los maestros advertir conexiones entre esta disciplina y las matemáticas? Hay aquí un importante asunto para seguir indagando.

En este punto hacen eco las ideas de Lonning & DeFranco (1997), que señalan que los esfuerzos de integración para la enseñanza sólo pueden justificarse cuando la conexión de los conceptos de ciencias y matemáticas garantiza una mejora en la comprensión de las disciplinas, ya que puede que en algunos casos sea mejor que se enseñen por separado.

### Reflexiones finales.

El modelo educativo de 2018 promueve un enfoque para la educación básica con miras a una formación con aprendizajes clave para el desarrollo integral del conocimiento en lugar de una enseñanza por asignaturas separadas y desvinculadas. En este marco, el libro de texto gratuito presenta vínculos entre asignaturas que se proponen responder a situaciones didácticas concretas que favorezcan el aprendizaje integral de los alumnos (SEP, 2018b). Sin embargo, como vimos, estos esfuerzos por avanzar hacia una integralidad como una vía para la enseñanza de los saberes escolares, es percibida por los docentes como vinculaciones poco genuinas, con tratamientos muy superficiales de los contenidos, sobre todo, en matemáticas y, la difícil tarea para ellos de descifrar cómo desarrollar las conexiones para lograr vinculaciones

significativas para el aprendizaje de los alumnos. Lo preocupante es que estos aspectos representan dificultades de un enfoque de integración para la enseñanza que ya han sido ampliamente documentadas en la literatura especializada (Czerniak et al., 1999), e incluso, ya se han identificado en propuestas recientes como la versión preliminar de la NEM [Nueva Escuela Mexicana] presentada por la Secretaría de Educación Pública en 2022 (ver, por ejemplo, Block et al., 2023).

Es probable que un currículo con enfoque interdisciplinar tenga mayor factibilidad en una modalidad como telesecundaria donde un mismo docente está a cargo de la enseñanza de varias disciplinas. Sin embargo, la formación inicial de estos docentes en México, al igual que los docentes especialistas en un área, no han incursionado en estos enfoques para la enseñanza integrada (López-Mota & Sandoval, 2021). No podemos minimizar el hecho de que una enseñanza significativa con enfoque de integración requiere del dominio conceptual, procedimental y epistemológico de las diferentes disciplinas a integrar (Bogdan & García-Carmona, 2021). En este contexto y a punto de entrar en vigor el plan de estudios 2023, queda por investigar qué tipo de vinculaciones entre contenidos disciplinares se van a promover y cuál será la percepción de estas por parte de los profesores. También será necesario explorar las herramientas didácticas y de contenidos disciplinares que podrían tener los docentes para asumir el diseño e implementación de propuestas con enfoque interdisciplinar.

## Referencias.

- Block, Balbuena y Castaño (2023). Las matemáticas en el prospecto del plan de estudios 2022 de la educación básica mexicana. Una disciplina desmantelada. En *La educación en peligro: Análisis crítico de la reforma educativa 2022*. Pp. UdeG. Guadalajara, México.
- Bogdan, R., & García-Carmona, A. (2021). «STEM». *Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80.
- Chevallard, Y. (2013). *La matemática en la escuela: Por una revolución epistemológica y didáctica*. Libros del Zorzal.
- Couso, D., Mora, L., & Simarro, C. (2021). De las mates como instrumento a las mates como práctica. Su papel en los proyectos STEM. *UNO. Rev. Didáctica Matemáticas*, 93, 8–14.
- Czerniak, C., Weber, W., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A Literature Review of Science and Mathematics Integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421–430. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17504.x>
- Delprato, M., & Gerez, N. (2017). Las mediciones en la escuela: desarmando la frontera entre Matemática y ciencias naturales. In *La escuela construye aprendizajes. Experiencias y propuestas para la enseñanza de Matemática y Ciencias Naturales*. Martín, G. & Zamanillo, A. (Editores). (pp. 61–79). Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba.

Desgagné, S., Bednarz, N., Lebuis, P., Poirier, L., & Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue Des Sciences de l'éducation*, 27(1), 33–64.

Lonning, R. A., & DeFranco, T. C. (1997). Integration of Science and Mathematics: A Theoretical Model. *School Science and Mathematics*, 97(4), 212–215. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1997.tb17369.x>

López-Mota, A., & Sandoval, I. (2021). Science, Technology , Engineering & Mathematics ( STEM ): enredo curricular y desafíos que presenta.

Motta, R. (2002). Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Polis. Revista Latinoamericana*, 3.

Park Rogers, M., Volkmann, M. J., & Abell, S. K. (2007). Science and Mathematics: A Natural Connection. *Science and Children*, 45(2), 60–61.

Sadovsky, P. (2019). La Teoría de la Transposición Didáctica como marco para pensar la vida de los saberes en las instituciones. In *Bitácoras de la innovación pedagógica* (Ministerio, Vol. 1, Issue, pp. 1–476).

SEP. (2017). Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Plan y programas de estudio para la educación básica. Secretaría de Educación Pública.

SEP. (2018a). Ciencias y Tecnología. Biología. Telesecundaria. Primer grado. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública.

SEP. (2018b). Libro para el maestro. Ciencias y tecnología. Biología. primer grado. Telesecundaria. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública.

SEP. (2018c). Libro para el maestro. Matemáticas. Primer grado. Telesecundaria. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública.

SEP. (2018d). Matemáticas. Telesecundaria. Primer grado. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública.