

Los proyectos integrados y las matemáticas en educación primaria.

Una revisión bibliográfica.

Integrated projects and mathematics in primary education. A bibliographic review,

Juan María García Valverde

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. Madrid

juanmgarcia@reggioexplora.com

ORCID 0009-0008-1977-9890

Resumen

El aprendizaje interdisciplinar, el aprendizaje integrado, el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo cooperativo se han convertido en modelos punteros dentro de las metodologías actuales en Educación Primaria. Sin embargo, es muy usual hoy en día encontrar estos términos confundidos, lo que da lugar a error y a trabajar de maneras que no necesariamente implican la integración deseada.

El presente trabajo es una revisión bibliográfica sobre los artículos que estudian los proyectos integrados y las Matemáticas. Se pretende ahondar en la definición de proyectos integrados y, más concretamente, en cómo el área escolar de las Matemáticas es integrada en dichos proyectos. La metodología usada para la revisión bibliográfica es la declaración PRISMA en su última edición. De esta manera, se establecerán definiciones en base a la bibliografía estudiada y se relacionarán con las Matemáticas en la etapa de la Educación Primaria. También se describirán varias experiencias con alumnos de estas edades derivadas de la revisión bibliográfica para establecer el grado de integración de las asignaturas, poniendo especial interés en las Matemáticas. Asimismo, se abordará la cuestión de su relación con el currículo de la nueva ley educativa, la LOMLOE.

Si bien el número de artículos encontrado fue menor de lo previsto, tuvieron calidad suficiente para su estudio; de ellos, la mayoría presentaron enfoques interdisciplinar o transdisciplinar. No obstante, se comprobó una falta de fundamentación teórica, consecuencia de que la Didáctica de las Matemáticas es un campo poco explorado. Se propone, por tanto, fomentar la investigación en esta disciplina y formar al profesorado en dos ámbitos: cómo enseñar Matemáticas y cómo diseñar proyectos integrados.

Abstract

Interdisciplinary learning, integrated learning, project-based learning and cooperative work have become leading models in current methodologies in Primary Education. However, it is very common nowadays to find these terms confused, which gives rise to error and to working in ways that do not necessarily imply the desired integration. This paper is a systematic review of articles that study integrated projects and Mathematics. It aims to delve into the definition of integrated projects and, more specifically, how the school area of mathematics is integrated into such projects. The methodology used for the systematic review is the PRISMA statement in its latest edition. In this way, definitions will be established based on the literature studied and related to Mathematics at the Primary Education stage. Several experiences with pupils of these ages derived from the literature review will also be described in order to establish the degree of integration of the subjects, with special interest in Mathematics. The question of its relationship with the curriculum of the new education law, the LOMLOE, will also be addressed. Although the number of articles found was lower than expected, they were of sufficient quality to be studied; most of them presented interdisciplinary or transdisciplinary approaches. However, there was a lack of theoretical foundations, a consequence of the fact that Didactics of Mathematics is an under-explored field. It is therefore proposed to encourage research in this discipline and to train teachers in two areas: how to teach Mathematics and how to design integrated projects.

Palabras clave

Proyectos integrados
Enfoque multidisciplinar
Enfoque interdisciplinar
Enfoque transdisciplinar
Matemáticas
Competencia matemática
Educación Primaria.

Keywords

Integrated projects
Multidisciplinary approach
Interdisciplinary approach
Interdisciplinary approach
Transdisciplinary approach
Mathematics
Mathematical competence
Primary Education.

Recibido: 10.07.2023

Aceptado: 18.12.2023



Cómo citar: García, J. (2024). Los proyectos integrados y las matemáticas en educación primaria. Una revisión bibliográfica. *Indiv. Boletín de estudios e investigación*. 24, 1-31. DOI 10.37382/INDIVISA.VI24.101

JUSTIFICACIÓN

Nos encontramos en un momento de profundo cambio en la Educación: todos los agentes implicados (familias, profesorado, alumnos, administraciones...) demandan una transformación necesaria y urgente. Es claro que el paradigma tradicional está dejando paso a nuevas metodologías, estilos y enfoques; sin embargo, muchos de estos no son nuevos, sino que llevan en desuso varias décadas, algunos incluso un siglo (Sebarroja, 2015).

En línea con este cambio están los proyectos integrados, el trabajo cooperativo y el trabajo por proyectos. Muchos centros educativos dicen trabajar con alguna de estas metodologías; sin embargo, toda acción de innovación educativa debería estar sostenida por una fuerte investigación y su posterior evaluación, y es fácil comprobar que no muchos de estos centros trabajan de esta manera. Es necesario estudiar cuánto se sabe acerca de estas cuestiones y establecer si es suficiente y se pueden tomar los aportes como certeros y seguros o si, por el contrario, hace falta una mayor investigación y divulgación en este campo.

Por ello, el presente trabajo pretende ahondar en la definición y aplicación de estas metodologías en Primaria. Más concretamente, en la definición de integración, enfoque multidisciplinar, enfoque interdisciplinar y enfoque transdisciplinar, las relaciones existentes entre ellos y la manera de llevarse al aula con una visión especial en el área de Matemáticas. Para hacer este estudio se ha planteado una revisión bibliográfica usando la declaración PRISMA. Asimismo, se abordará la cuestión de su relación con el currículo de la nueva ley educativa, la LOMLOE.

OBJETIVOS

1. Indagar en los trabajos publicados en el ámbito de los proyectos integrados y, más concretamente, aquellos que muestren cómo es el tratamiento de las Matemáticas en el proyecto integrado utilizando para ello el protocolo PRISMA para la revisión bibliográfica.
2. Indagar sobre aprendizajes integrados y los distintos enfoques: multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar. Dar una definición de cada uno y establecer las relaciones existentes entre ellos.
3. Relacionar el aprendizaje integrado con el currículo de la LOMLOE del área de Matemáticas y analizar su nivel de integración.
4. Describir las experiencias educativas llevadas a cabo en los artículos de investigación y establecer su grado de integración. Explicar cómo en las experiencias educativas se incorpora el área de Matemáticas con el resto de las áreas del currículo. Definir qué tipo de enfoque y qué nivel de integración se utiliza.

METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica de la literatura científica existente en materia de trabajos interdisciplinarios y en relación con el área de Matemáticas se ha llevado a cabo siguiendo las directrices marcadas por la declaración PRISMA 2020. La búsqueda sistemática se realizó entre abril y mayo de 2023 en EBSCO. Esta tiene incluidas las siguientes bases: Academic Search Premier, Education Source, ERIC, Library, Information Science & Technology Abstracts (LISTA), MEDLINE Complete, OpenDissertations, PSICODOC, Sociology Source Ultimate, Teacher Reference Center y The Serials Directory.

Tras el estudio de las combinaciones de diversos términos y los operadores booleanos, la frase finalmente escogida para introducir en el buscador fue la siguiente: ('aprendizaje interdisciplinar' OR 'interdisciplinary learning' OR 'integrated learning') NOT (university) NOT (college) NOT (higher education) AND Mathematics.

Se intentó que la búsqueda generara resultados aplicados a la Educación Primaria (o equivalente) y buscar estudios referidos a cualquier nivel de integración de las Matemáticas con cualquier asignatura. Por otro lado, usar el inglés permitió ampliar la búsqueda sin perder calidad. Así, se obtuvieron 286 resultados, que acabaron siendo 251 tras eliminar repeticiones.

A continuación, se definieron los criterios de inclusión y de exclusión para la selección de los artículos:

Criterios de inclusión:

- Que se dé una definición formal de al menos uno de estos términos: proyectos integrados; proyectos multidisciplinares; proyectos interdisciplinares; proyectos transdisciplinares.
- Que las investigaciones fueran empíricas.
- Que los artículos estuvieran relacionados con el currículo de Matemáticas.

Criterios de exclusión:

- Estar relacionados con CLIL (Content and Language Integrated Learning).
- Estar relacionados con Integrated Learning System.
- No incluir experiencias en clase,
- Que los alumnos no estuvieran en el rango de edad de la Educación Primaria: de 6 a 12 años.

Siguiendo estos criterios, tras la lectura del título se eliminaron 208 artículos, quedando, por tanto, 43; y tras la lectura del resumen, sólo se seleccionaron 18. Los descartados por su resumen lo fueron debido a que el objeto de su estudio era el Integrated Learning System (n = 12), CLIL (n = 8) y porque no ofrecían una investigación empírica (n = 5).

Finalmente, de los 18 artículos restantes se prescindió de uno (n = 1) porque estaba escrito en chino; otros hubo que descartarlos debido a que su descarga implicaba una suscripción de pago (n = 9) o que eran antiguos y las revistas de procedencia no se habían digitalizado (n = 2). El último descarte fue por no describir una experiencia de aula (n = 1). De esta manera, quedaron 5 artículos.

BÚSQUEDA MANUAL

Tras haber seleccionado los 5 estudios, se decidió incluir un artículo más que, aunque no fue resultado de la búsqueda sistemática, sus características encajaban con el resto de los criterios. Además, se trata de un artículo en castellano cuya propuesta se llevó a cabo en España, lo que resultó especialmente relevante.

Asimismo, tras la lectura de los artículos, se comprobó que en uno de ellos no se había realizado la experiencia en una clase; no obstante, se incluyó por tratarse de una propuesta que integra más de dos áreas, lo que aporta una dimensión adicional a su análisis.

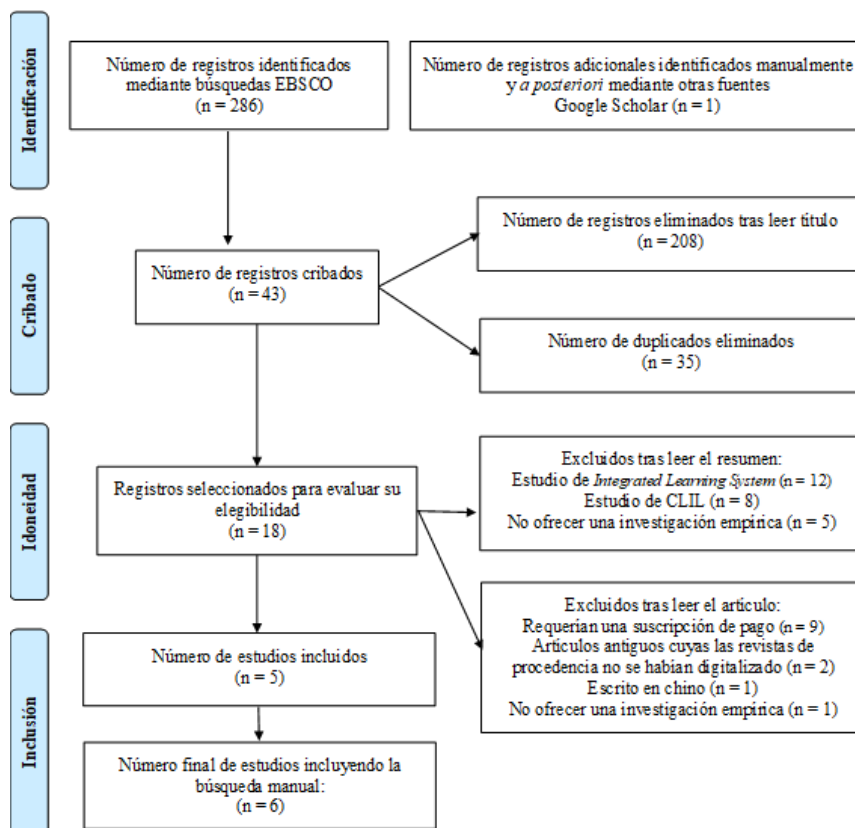
También se efectuó una búsqueda por la bibliografía de los proyectos seleccionados examinando artículos comunes que pudieran aportar calidad al estudio; sin embargo, no se encontraron, por lo que no se incluyó ningún artículo más. La lista final tuvo un total de 6 componentes.

La siguiente imagen corresponde al diagrama de flujo PRISMA en el que se puede ver una síntesis de la búsqueda y la selección:

Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles



Nota: Elaboración propia, extraído de Molins & Serrano, 2019.

ANÁLISIS DE LA BÚSQUEDA

Estudio de las definiciones

Introducción al concepto de integración

Cuando se habla de integración de asignaturas en el ámbito educativo, lo primero que acude a la mente es la unión, la mezcla, la combinación de varias asignaturas o áreas del conocimiento. Sin embargo, hay que abandonar esta aproximación a la interdisciplinariedad, ya caduca. La LOMLOE exige a los maestros “garantizar su formación integral [de los alumnos], contribuyendo al pleno desarrollo de su personalidad y preparándolos para el ejercicio pleno de los derechos humanos, de una ciudadanía activa y democrática en la sociedad actual” (LOMLOE, 2020, p. 17).

La integración de asignaturas pasa a ser un concepto mucho más profundo: este nuevo enfoque debe englobar no solo el aspecto puramente académico, sino también el personal. Debido a esto, el proceso de enseñanza-aprendizaje integrador involucra tanto al alumno como al profesor: los maestros deben crear las condiciones para que los alumnos sean capaces de ver el todo y las conexiones existentes sin que este intervenga de manera intrusiva (Helmane & Briška, 2017). Además, la motivación y la conciencia del propio aprendizaje es el gran motor de este nuevo paradigma educativo (Petere, 2014, p. 116).

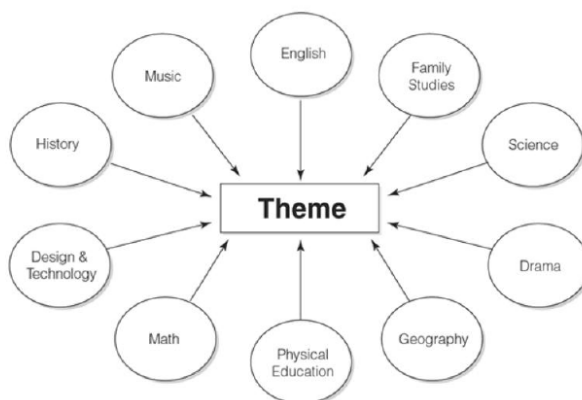
Con todo ello, se establece que el aprendizaje integrado debe contemplar “un trabajo estructurado con una concepción, métodos y principios claros, combinando varios paradigmas educativos de tal manera que ofrezca a cada alumno la posibilidad de aprender según su propio estilo y sus propios hitos” (Csorba, 2013, citado por Helmane & Briška, 2017, p. 8). Más aún, este aprendizaje tiene que ser capaz de, a través del trabajo conjunto de las asignaturas propias del currículo, ofrecer al alumno una enseñanza global, holística, que le sirva para integrar los aprendizajes de su etapa y para ser capaz de aplicarlos en su día a día (Helmane & Briška, 2017).

Según Drake y Burns (2004), existen tres enfoques distintos dentro del concepto de integración: el multidisciplinar, el interdisciplinar y el transdisciplinar.

Enfoque multidisciplinar

Este enfoque se centra, principalmente, en las asignaturas; de esta manera, se puede tener un proyecto multidisciplinar que involucre áreas centradas alrededor de un tema común. Por ello, su objetivo consiste casi exclusivamente en que los alumnos obtengan conocimiento del tema planteado, pero sin necesidad de ir más allá. Así pues, se descartan conectar conceptos de distintas áreas, así como las soluciones innovadoras y que impliquen un aprendizaje para la vida diaria; tampoco tiene en cuenta la reflexión de los estudiantes ni invita a cuestionarse el proceso (Helmane & Briška, 2017).

Figura 2
Esquema del enfoque multidisciplinar



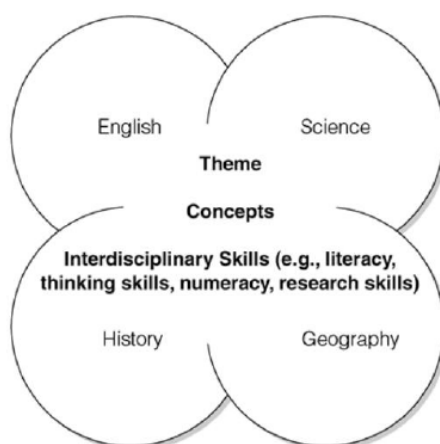
Nota: Extraído de Helmane & Briška, 2017.

Si bien este enfoque supone un avance respecto al enfoque disciplinar tradicional, se observa que carece de la concepción holística; por ello, hay que seguir ahondando en los niveles de integración.

Enfoque interdisciplinar

Este enfoque profundiza más en la cuestión holística de la integración. Las asignaturas se diluyen y dejan paso a las competencias y a los conceptos interdisciplinares; así, los estudiantes pueden aprender destrezas y aptitudes como el trabajo cooperativo, la organización, la investigación... (Drake & Burns, 2004).

Figura 3
Esquema del enfoque interdisciplinar



Nota: Extraído de Helmane & Briška, 2017.

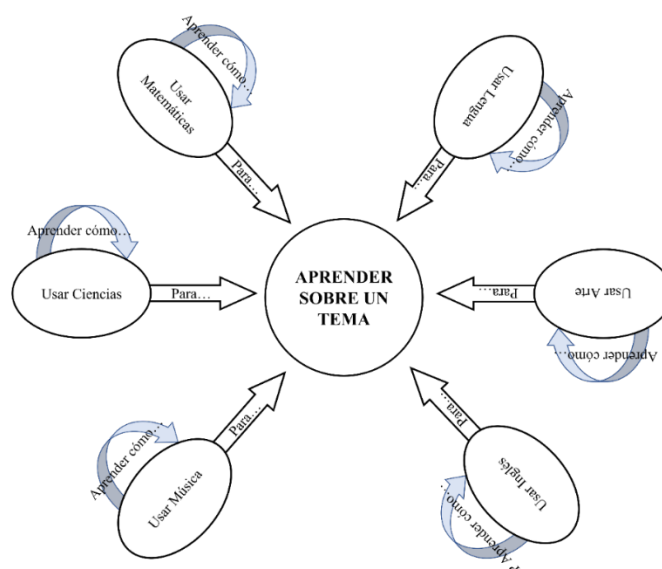
En el proceso de enseñanza-aprendizaje no se debe usar una única área para resolver las tareas propuestas. Asimismo, hay que hacer un trabajo de discernimiento de las soluciones y del proceso para llevarlas a cabo. También, una evaluación que incluya tanto conocimientos como habilidades adquiridos y mejorados, no solo en uno mismo, sino la contribución propia al desarrollo de otros pares: “la enseñanza/aprendizaje interdisciplinar

Enfoque transdisciplinar

El último de los enfoques es el transdisciplinar. Este incluye todo lo anterior, pero, además, implica romper las barreras tradicionales, haciendo que los profesores orienten y organicen el temario para aproximarse desde los centros de interés del alumnado (Helmane & Briška, 2017). Como punto distintivo, todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se da en contextos de la vida real, para que contenidos, aptitudes y habilidades puedan ser llevados a la práctica.

Figura 4

Esquema del enfoque transdisciplinar



Nota: Elaboración propia, extraído de Helmane & Briška, 2017.

El aprendizaje transdisciplinar “es la exploración de un tema o problema relevante que integra las perspectivas de múltiples disciplinas con el fin de conectar nuevos conocimientos y una comprensión más profunda con experiencias de la vida real” (Helmane & Briška, 2017)

La crítica inmediata es la dificultad de llevar a cabo proyectos realmente transdisciplinares. La complejidad de estos proyectos, unida a problemas como la ratio de alumnos-profesor o la falta de presupuesto, deriva en que estos no acaben realizándose.

Análisis de los artículos

Este apartado consiste en una descripción de las experiencias de los artículos seleccionados y un análisis del nivel de integración de las Matemáticas en cada uno. Para ello, se hará uso de la tabla resumen de los distintos enfoques a modo de rúbrica, decidiendo qué ítems concuerdan mejor con cada experiencia.

Tabla 1
Rúbrica de evaluación

	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplines do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: tomado de Helmane & Briška, 2017.

Assessment of an interdisciplinary project in science and mathematics: Opportunities and challenges (Huber et al., 2022).

Este estudio se llevó a cabo en Victoria (Australia) con 2 profesores y 24 alumnos de 8º año (12 años). Las asignaturas trabajadas fueron Matemáticas y Ciencias, y usaron STEM: “una experiencia de aprendizaje en un contexto real que abarca los planes de estudios Matemáticas y Ciencias” (Huber et al., 2022, p. 13).

- El problema propuesto fue diseñar un circuito de canicas con una serie de especificaciones: de al menos 2 m de longitud
- que permitiera a una canica desplazarse durante al menos 10 segundos
- que incluyera un punto alto un 105% más alto que el punto más alto anterior
- que incluyera 6 cambios de altura no triviales
- con una bonificación al terminar en una copa o vaso suspendida en el aire (Huber et al., 2022, p. 16).

Los profesores dividieron a la clase en grupos de 3 o 4 personas. El circuito de cada grupo, una vez finalizado, se presentó a la clase a modo de producto, explicando su diseño, su construcción y haciendo que una canica lo recorriera.

Figura 5

Presentación de los alumnos (izquierda); alumnos construyendo (derecha).



Nota: recuperado de Huber et al., 2022.

evaluación, los profesores se valieron de una rúbrica que incluía no sólo ítems de contenido, sino también relacionados con habilidades extracurriculares. Además, los investigadores hicieron preguntas tanto a los profesores como a los alumnos, unas orientadas a la experiencia con STEM, y otras como autoevaluación. Algunos ejemplos son:

- ¿Qué aspectos considera importantes de la tarea que la convirtieron en una experiencia de aprendizaje STEM para los alumnos?" (profesores);
- ¿Cuáles han sido sus experiencias y percepciones al enseñar en este proyecto?" (profesores);
- ¿Cuáles fueron algunos de los retos que tuvieron al completar el proyecto?" (alumnos);
- ¿Viste alguna conexión entre las matemáticas y la ciencia al completar tu proyecto de la carrera de canicas?" (alumnos);
- Además de aprender sobre matemáticas y ciencias, ¿qué otras cosas aprendiste al completar el proyecto de la carrera de canicas?" (alumnos) (Huber et al., 2022, p. 16).

En cuanto a los ítems de la rúbrica, se observa que los primeros tres corresponden al enfoque interdisciplinar: la tarea planteada no tiene que ver con la vida real, ni presenta un problema social o cultural; no obstante, ambas asignaturas están relacionadas entre sí y la tarea pone al alumno en el centro, lo cual hace descartar el enfoque multidisciplinar. Este enfoque, por cierto, solo se corresponde con el ítem Starting point, ya que no se tienen en cuenta los conocimientos previos de los alumnos. Por otro lado, las preguntas que los investigadores dirigen a alumnos y profesores indican transdisciplinariedad en los ítems Decisions y Feedback, puesto que insta a los alumnos pensar y reflexionar sobre su propio aprendizaje y la relación con el problema.

Por tanto, aunque se aprecia que algunos ítems pueden corresponderse con el enfoque transdisciplinar, el que mejor encaja en esta experiencia es el interdisciplinar. El problema propuesto no es un problema del mundo real ni de actualidad y la mayoría de los ítems descartan este enfoque. Así, el artículo presenta un enfoque interdisciplinar.

Tabla 2

Rúbrica de Assessment of an interdisciplinary project in science and mathematics: Opportunities and challenges (Hubber, Widjaja, & Aranda, 2022).

		Integrated teaching/learning		
		Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners			
Basis for integration	Topic		Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.		Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented		On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier		To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise		Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills		Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic		Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period		What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?		Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student		Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge		Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017.

Correlation of Mathematics and Physical Education (Dejić & Martinović, 2012)

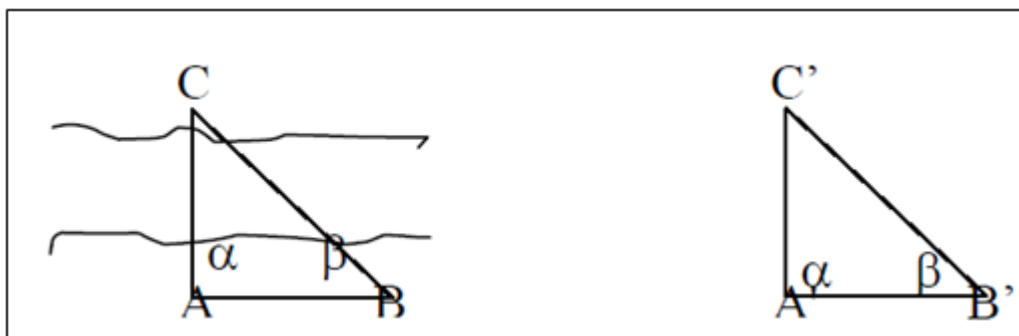
Este artículo serbio presenta una experiencia que relaciona la Educación Física con las Matemáticas. En ella, se aprovecha una salida al campo para integrar las dos asignaturas: “cómo las Matemáticas pueden ayudar a superar los obstáculos en la naturaleza” (Dejić & Martinović, 2012).

El problema consiste en calcular una distancia usando el teorema de Tales y trigonometría básica. Se pide:

- La distancia entre los puntos A y C que están divididos por el río, y el punto C es visible.
- Determinaremos un punto arbitrario B y mediremos la longitud AB, así como los ángulos α y β . Construimos el triángulo A'B'C' en la orilla del río. Ahora la distancia A'C' presentará la anchura del río AC.
- La distancia del punto A al punto B, si la longitud AB no se puede medida directamente.
- La distancia del punto A desde el punto B si algún obstáculo se encuentra o está situado entre ellos (Dejić & Martinović, 2012, pp. 221-222).

Figura 6

Esquema del problema del triángulo rectángulo.



Nota: Recuperado de Dejić & Martinović, 2012

En este artículo solamente el problema citado se llevó a cabo con los alumnos. Además, en varios apartados se trabaja sobre supuestos, lo que resta realismo e impide trabajar un problema realista. Por tanto, en los primeros ítems se ha marcado el enfoque multidisciplinar.

Igualmente, el proceso de resolución matemático no ayuda necesariamente a la comprensión de la Educación Física ni es lo suficientemente complejo como para desarrollar un razonamiento profundo. Por tanto, en los ítems relativos al aprendizaje se ha vuelto a seleccionar el enfoque multidisciplinar.

Por último, no existe rúbrica de evaluación ni preguntas que hagan cuestionarse sobre las habilidades o el conocimiento adquirido; por tanto, los ítems finales también se han marcado con el enfoque multidisciplinar.

Por todo ello, el grado de integración corresponde al enfoque multidisciplinar.

Tabla 3
Rúbrica de Corellation of Mathematics and Physical Education (Dejić & Martinović, 2012)

	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017.

Integrated learnings: zoetropes in the classroom (Merril, 2002)

Esta experiencia pone a los alumnos delante del zootropo. Las asignaturas aquí trabajadas son las Ciencias (funcionamiento de la vista), la Historia (origen y desarrollo del zootropo) y las Matemáticas (geometría, medida y resolución de problemas) (Merril, 2002). El producto final de la propuesta consiste crear un zootropo, una justificación de por qué funciona y un breve repaso de su historia.

Al analizar este artículo, hubo problemas para decidir su grado de integración. Esto fue debido a que no todas las asignaturas están igual de integradas: Matemáticas y Ciencias están muy bien integradas, relacionadas y, durante el desarrollo de la actividad, los avances en una pueden llegar a afectar a la otra. Esto demuestra que su grado de integración es grande; sin embargo, Historia no goza de tal grado de integración, puesto que, como se puede comprobar, su exclusión apenas afecta a las otras dos asignaturas ni al desarrollo de la actividad.

En ningún ítem se ha marcado el enfoque transdisciplinar, puesto que no es una cuestión relacionada con la vida real; tampoco incita a pensar soluciones creativas ni innovadoras, puesto que se da a los alumnos el esquema para hacer el zootropo; por último, no anima a que los alumnos reflexionen sobre la actividad, su aprendizaje ni sus estrategias.

En cuanto al enfoque multidisciplinar, solo se han marcado tres ítems: Focus, Learning outcomes y Starting point. El primero, porque la propuesta se centra en las asignaturas; el segundo, porque la actividad es muy dirigida y apenas permite creatividad; el tercero, porque parte de los conceptos de Ciencias y Matemáticas de manera separada. El resto de los ítems sí corresponden al enfoque interdisciplinar.

Por tanto, Ciencias y las Matemáticas sí presentan un enfoque interdisciplinar. No obstante, el grado de inclusión de la Historia corresponde a la multidisciplinariedad.

Tabla 4
Rúbrica de Integrated learnings: zoetropes in the classroom (Merril, 2002)

	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017.

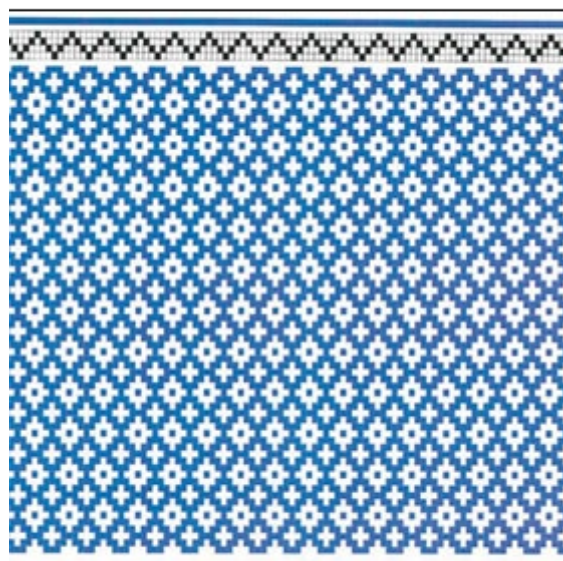
Weaving the Arts into Math Curriculum (Trimble, 2019)

Esta propuesta consiste en diseñar un programa de residencia de dos semanas para 12 alumnos de 3er grado de una escuela rural en Pennsylvania (EE. UU.). El objetivo es “aprender cómo se planifica, mide y ejecuta un tejido en telar de cuatro lisos” (Trimble, 2019, p. 62). Además, se pretendió que los alumnos escogidos enseñaran a sus compañeros a la vuelta al colegio. Las asignaturas involucradas fueron Arte y Matemáticas.

Así, “para desempeñar su nuevo papel de profesores, los 12 alumnos utilizaron habilidades básicas ya dominadas de suma y resta, así como regla y la cinta métrica. Los nuevos conceptos matemáticos introducidos incluían la división y los porcentajes” (Trimble, 2019, p. 63). Asimismo, introdujeron a los alumnos el concepto de mosaicos, al trabajar con ellos patrones con repetición

Figura 7

Patrón para bordado a punto de perdiz en sarga.



Nota: (Obtenido de Trimble, 2019).

Por supuesto, se enseñó a los alumnos el “concepto de dibujo de un patrón de tejido, es decir, graficar el diseño exacto que se programará en el telar y posteriormente se tejerá” (Trimble, 2019, p. 63).

Los ítems del primer bloque, (cómo se conecta la actividad con el mundo real, los valores presentes, etc.) se marcaron todos en el enfoque transdisciplinar. La profesora quiso recuperar la tradición de tejer en telar y enseñar a los alumnos cómo hacerlo (Trimble, 2019)

En los ítems centrales hubo mayoría de enfoque transdisciplinar, puesto que los conceptos matemáticos usados sirvieron para orientar la parte artística y complementarla. Por último, el hecho de enseñar lo aprendido al resto de compañeros supone una forma de autoevaluación muy potente, así como de interiorización y asimilación de los contenidos.

Por tanto, este es un claro ejemplo de enfoque transdisciplinar: no solo integra ambas asignaturas, sino que da respuesta a un problema real, recuperando un arte con varios siglos de antigüedad. Por último, involucrar a agentes no exclusivos de la comunidad educativa hace que la experiencia tenga mucho más valor.

Tabla 5
Rúbrica de Weaving the Arts into Math Curriculum (Trimble, 2019)

	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017.

La competencia matemática en Educación Primaria mediante el aprendizaje basado en proyectos (Izaguirre et al., 2020)

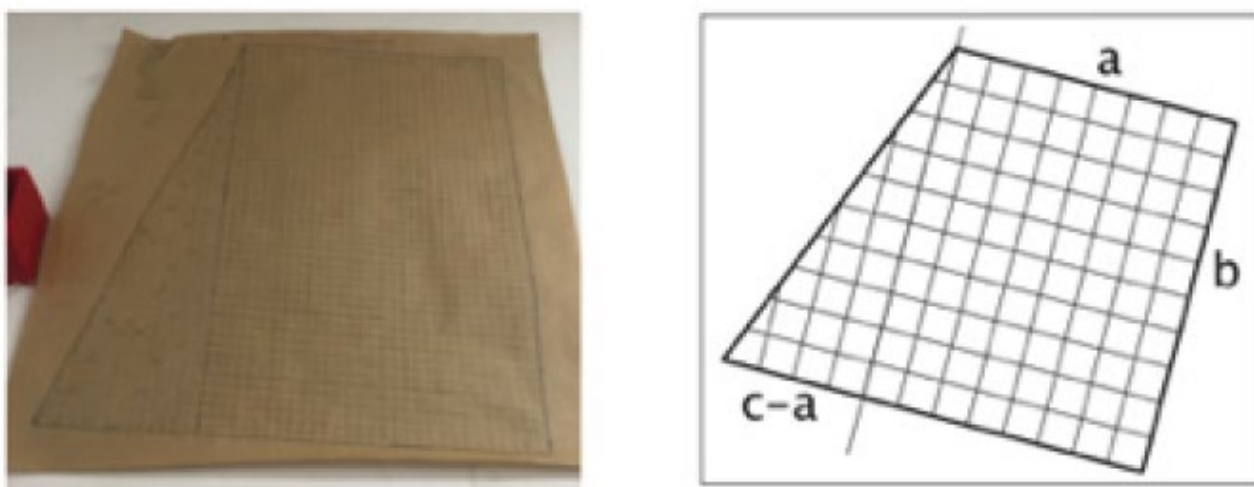
Este artículo presenta una experiencia llevada a cabo en la escuela Antzuola Herri Eskola en la que participaron un total de 18 alumnos de 6º de Primaria, cuyo tema vertebral fue la cocina (Izaguirre et al., 2020).

La actividad consistió en trabajar la competencia matemática a través del diseño y confección de delantales, involucrando, así, las asignaturas de Arte y Matemáticas. Los alumnos, organizados en grupos heterogéneos, diseñaron delantales; luego, mediante una votación, se escogieron tres y se procedió a organizar su confección (Izaguirre et al., 2020).

Se les dio a los alumnos una única pieza de tela por grupo, que tuvieron que gestionar adecuadamente para que el patrón cupiese entero. Además, se les pidió información extra, como áreas y perímetros. Posteriormente, cada grupo presentó sus resultados, tanto de la parte matemática como el mismo delantal (Izaguirre et al., 2020).

Figura 8

Elaboración original y aproximación con Geogebra (creada por los autores)



Nota: Extraído de Izaguirre et al. (2020).

Si bien las conclusiones del estudio dan por demostrado “que mediante el aprendizaje basado en proyectos se están formando ciudadanos matemáticamente competentes” (Izaguirre et al., 2020, p. 258), comparando la experiencia con la tabla de referencia, se puede ver que el abordaje no ha sido a un nivel de integración tan alto como en el ejemplo anterior. Efectivamente, las asignaturas empleadas (Arte y Matemáticas) se han encontrado más separadas, puesto que los problemas y habilidades adquiridas de una apenas afectaban a la otra. El momento de la experiencia donde se mejor se han integrado ha sido a la hora de dibujar el patrón dentro de la tela dada.

Con todo y con ello, la actividad sí lleva a los niños a plantear soluciones creativas e ingeniosas (cómo distribuir los dibujos en la tela); les hace desarrollar estrategias propias para resolver problemas (calcular el área de una figura irregular), además de que las decisiones y soluciones de una asignatura repercuten en la otra (como en el diseño del delantal o al dibujar los patrones). Por ello, si bien muchos ítems no llegan al enfoque transdisciplinar, sí se marcaron los correspondientes a la interdisciplinariedad.

Por tanto, se considera que esta actividad tiene un grado de integración correspondiente al enfoque interdisciplinar.

Tabla 6

Rúbrica de la competencia matemática en Educación Primaria mediante el aprendizaje basado en proyectos (Izagirre et al., 2020).

	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: (Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017)

Vínculos integradores en la enseñanza del Medio Ambiente, las Matemáticas y la Informática en 1er grado¹ (Христова et al., 2022).

¹ Traducción propia

Esta experiencia se hizo con alumnos de 1er grado, que corresponde a los 7 años (Centro Estudios Cervantinos, 2020). Integra las áreas de Matemáticas, Medio Ambiente e Informática; adicionalmente, se incluye de manera implícita el Búlgaro (equivalente a Lengua Castellana y Literatura), pues también se incide en la competencia comunicativa.

La actividad consiste en que los alumnos, por grupos, deberán programar una abeja por un tablero cuadriculado en el que hay representaciones de objetos relacionados con la educación vial: semáforos, señales, aceras, calzadas, etc. Los profesores piden a los alumnos que programen la abeja en base a una serie de directrices:

Ejemplo para la tarea 1: Programar la abeja para que salga del autobús y hasta la parada del autobús. Su recorrido debe pasar por un semáforo.

¿Cuál es la ruta más larga?

¿Cuál es el camino más corto?

¿Por cuántos vuelos es el camino más largo que el más corto?

Ejemplo para el problema 2: Programa la abeja para que pase por todas las señales de tráfico redondas. Explica su significado.

Ejemplo para el problema 3: Programa a la abeja para que lleve al niño hasta al hombre, siguiendo una ruta segura (Христова et al., 2022, p. 297).

Además, una vez que han resuelto el problema, lo exponen delante de toda la clase y entre ellos se corrigen y se dan soluciones extra (Христова et al., 2022). Gracias a esta actividad, los niños no solo desarrollan las competencias propias de cada área, sino que además entrenan otro tipo de habilidades:

Los alumnos de 1er grado:

- desarrollarán habilidades de trabajo en equipo organizando y distribuyendo actividades, desempeñando roles, contribuyendo individualmente al producto creado que perciben como un trabajo común;
- utilizarán las herramientas de la tecnología de la información para realizar tareas de aprendizaje;
- buscarán sus propias soluciones originales para completar las tareas;
- desarrollarán el pensamiento algorítmico mediante el uso del programa interactivo;
- mejorarán sus habilidades de orientación espacial y determinarán identificar la ubicación de un objeto (Христова et al., 2022, p. 296).

Figura 9*Dos alumnas programan la abeja.*

Nota: Extraído de Христова et al., 2022.

Por tanto, se concluye que se trata de un aprendizaje integrado con enfoque transdisciplinar: los problemas presentados afectan a la vida diaria de los estudiantes, lo que permitió marcar los primeros ítems del nivel transdisciplinar; además, el hecho de que puedan contar cómo han llegado a la solución permite a los alumnos desarrollar estrategias más complejas para la resolución de estos problemas y reflexionar sobre lo aprendido, tanto a nivel de contenido como de habilidades. Tanto el enfoque de la actividad como el objetivo y el punto de partida están dirigidos a resolver un problema real aprovechando las habilidades y conocimientos previos de los alumnos, así como los contenidos comunes de las asignaturas involucradas. La existencia de soluciones múltiples permite que exista un debate en el que puedan interactuar, enseñándose las distintas soluciones a las que cada grupo ha llegado. Por último, involucra no solo al personal del centro, sino a miembros de la comunidad en la que se enmarca el colegio.

Por todo ello, y siguiendo la rúbrica, se puede afirmar que estamos ante un proyecto integrado con enfoque transdisciplinar.

Tabla 7
Rúbrica de Vínculos integradores en la enseñanza del Medio Ambiente, las Matemáticas y la Informática en 1er grado (Xpucmova et al., 2022)

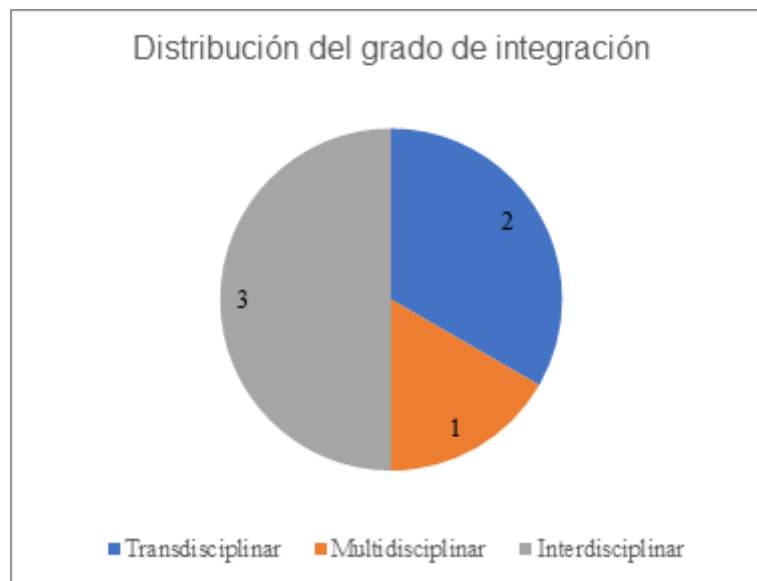
	Integrated teaching/learning		
	Multidisciplinary	Interdisciplinary	Transdisciplinary
Commonalities	Includes more than one subject Pretends to be more effective than learning each subject separately Builds a holistic system Students are active learners		
Basis for integration	Topic	Skills and concepts common for two disciplines	Actual social/ economical/ cultural/ ecological problem from actual life
Connections	Topic has interconnections with each discipline.	Processes and concepts of one discipline help to develop understanding about the other one	All disciplines have particular sense in life context
Focus	On specific subject knowledge and skills Subject-oriented	On student's skills development Student-oriented	On complex problem-solving meeting values and actual needs of society Problem-oriented
Aim	To obtain new knowledge easier	To indicate, use and develop particular general skills	To solve a problem, using content knowledge and skills
Results	Understanding the topic from perspective of different disciplines. Disciplined do not influence each other Routine expertise	Concepts and skills of one discipline change the methods of other discipline. Adaptive interdisciplinary expertise	Innovative solutions of a problem by developing the content and tools of different disciplines
Learning outcomes	Different discipline knowledge and skills	Deeper levels of conceptual coherence, varied set of reasoning and meta cognitive strategies	Life skills and understanding the sense of learning
Starting point	Relation of concepts and processes of one-subject to the topic	Reflecting students' skills and competences – possessing and lacking ones	Questioning in order to indicate the problem – reflecting students' life experience and world actualities
Decisions	What content must be learned? Common topic for particular period	What concepts and skills are necessary for me – my needs, interests, competences?	Which skills and content can help to solve the problem?
Feedback	To what extent did I learn the content?	Which my skills are developed?	How my learning helped to resolve the problem?
Cooperation	Student–teacher Student–student	Student–teacher Student–student Teacher–teacher	Student–teacher Student–student Mutual cooperation of all teachers School–community
Critics	Structured, closed set of knowledge	Individualism, lack of interest in actual knowledge	Complex content and activities

Nota: Elaboración propia, tomado de Helmane & Briška, 2017.

CONCLUSIONES

Tras describir y analizar los seis artículos, se puede advertir que solamente uno de ellos tiene el grado de integración más bajo, mientras que los otros cinco corresponden a los enfoques transdisciplinar (dos de ellos) y multidisciplinar (tres). Esto supone un grado medio-alto de integración en los artículos revisados. Cabe destacar, no obstante, que en la experiencia de los zootropos, el grado de inclusión de las Matemáticas con las Ciencias sí fue interdisciplinar, pero no así el de Historia. El aumento del número de asignaturas a integrar aumenta la dificultad de dicha integración (Helmane & Briška, 2017).

Figura 10
Distribución del grado de integración.



Nota: Elaboración propia.

Además, se ha hecho un estudio de los diez ítems de la rúbrica empleada, analizando su incidencia en relación con el enfoque y viceversa:

Tabla 8
Distribución del grado de integración.

	Multidisciplinar	Interdisciplinar	Transdisciplinar
Basis for integration	1	3	2
Connections	1	3	2
Focus	2	1	3
Aim	1	1	4
Results	1	4	1
Learning outcomes	2	2	2
Starting point	4	1	1
Decisions	1	4	1
Feedback	1	1	4
Cooperation	1	3	2

Nota: Elaboración propia.

Esta tabla informa del número de veces que un ítem ha sido señalado en cada uno de los enfoques; se puede comprobar que el enfoque multidisciplinar ha sido marcado en alguno de sus ítems un total de 15 veces, mientras que los enfoques interdisciplinar y transdisciplinar, 23 y 22 veces, respectivamente. El hecho de que el enfoque multidisciplinar haya sido marcado menos veces que los otros dos concuerda con las conclusiones sobre el tipo de enfoque que presenta cada experiencia descrita en los artículos. Además, podemos ver qué enfoque ha sido más repetido en cada ítem, haciendo notar que en la mayoría de los artículos analizados se categoriza Starting point como multidisciplinar, pese a que en su globalidad estén más enfocados en la inter o transdisciplinariedad. Podría decirse que este ítem tiene margen de mejora al elaborar propuestas de enfoque inter y transdisciplinar.

Currículo LOMLOE

En este apartado se pretende dar respuestas a las siguientes preguntas usando las herramientas y definiciones anteriormente trabajadas: ¿Ayuda a desarrollar una enseñanza integrada, los documentos curriculares españoles tienen un enfoque integrado? ¿Qué grado de integración pueden tener las situaciones de aprendizaje (LOMLOE, 2022) según los contenidos curriculares (competencias, saberes básicos, criterios de evaluación)? ¿Ayuda a mejorar la competencia matemática?

A efectos de PISA 2015 (OCDE, 2017), la competencia matemática se define de esta manera:

La capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y predecir fenómenos. Esto ayuda a las personas a reconocer la presencia de las matemáticas en el mundo y a emitir juicios y decisiones bien fundamentados que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos (p. 64).

El inicio del currículo ya orienta, pues dice que las matemáticas “tienen un marcado carácter instrumental que las vincula con la mayoría de las áreas de conocimiento: las ciencias de la naturaleza, la ingeniería, la tecnología, las ciencias sociales e incluso el arte o la música” (LOMLOE, 2020). Así pues, ya desde el principio parece que se propone su abordaje desde una perspectiva integradora.

Analizando las competencias, no solo se establecen el grado de acercamiento a un enfoque u otro, sino que también se añaden dos categorías adicionales: una, referida a competencias propias y exclusivas del área; la segunda, relacionada con el crecimiento personal del alumno.

Tabla 9*Clasificación de las competencias del área de Matemáticas (LOMLOE, 2020).*

Competencias clave de la etapa de Primaria	Clasificación: competencia con enfoque...
Competencia en comunicación lingüística	Multidisciplinar
Competencia plurilingüe	Multidisciplinar
Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)	Transdisciplinar
Competencia digital	Transdisciplinar
Competencia personal, social y de aprender a aprender.	Competencia personal
Competencia ciudadana	Competencia personal
Competencia emprendedora	Transdisciplinar
Competencia en conciencia y expresión culturales	Competencia personal

Nota: Elaboración propia.

El análisis de las competencias específicas quedaría como sigue:

Tabla 10*Clasificación de las competencias del área de Matemáticas (LOMLOE, 2020).*

Competencias específicas del área de Matemáticas	Clasificación: competencia con enfoque...
1. Interpretar situaciones de la vida cotidiana, proporcionando una representación matemática de las mismas mediante conceptos, herramientas y estrategias, para analizar la información más relevante.	Transdisciplinar
2. Resolver situaciones problematizadas, aplicando diferentes técnicas, estrategias y formas de razonamiento, para explorar distintas maneras de proceder, obtener soluciones y asegurar su validez desde un punto de vista formal y en relación con el contexto planteado.	Transdisciplinar
3. Explorar, formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de tipo matemático en situaciones basadas en la vida cotidiana, de forma guiada, reconociendo el valor del razonamiento y la argumentación, para contrastar su validez, adquirir e integrar nuevo conocimiento.	Transdisciplinar

<p>4. Utilizar el pensamiento computacional, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada, para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana.</p>	<p>Interdisciplinar</p>
<p>5. Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana, interrelacionando conceptos y procedimientos, para interpretar situaciones y contextos diversos.</p>	<p>Competencia propia del área</p>
<p>6. Comunicar y representar, de forma individual y colectiva, conceptos, procedimientos y resultados matemáticos, utilizando el lenguaje oral, escrito, gráfico, multimodal y la terminología apropiados, para dar significado y permanencia a las ideas matemáticas.</p>	<p>Multidisciplinar (Lengua Castellana y Literatura)</p>
<p>7. Desarrollar destrezas personales que ayuden a identificar y gestionar emociones al enfrentarse a retos matemáticos, fomentando la confianza en las propias posibilidades, aceptando el error como parte del proceso de aprendizaje y adaptándose a las situaciones de incertidumbre, para mejorar la perseverancia y disfrutar en el aprendizaje de las matemáticas.</p>	<p>Competencia personal</p>
<p>8. Desarrollar destrezas sociales, reconociendo y respetando las emociones, las experiencias de los demás y el valor de la diversidad y participando activamente en equipos de trabajo heterogéneos con roles asignados, para construir una identidad positiva como estudiante de matemáticas, fomentar el bienestar personal y crear relaciones saludables.</p>	<p>Competencia personal</p>

Nota: Elaboración propia.

Por tanto, se comprueba que hay competencias clave que admiten integración con el área de Matemáticas, como aquellas directamente relacionadas con esta asignatura, pero no sólo: las competencias lingüística y plurilingüe, por ejemplo, también se relacionan con las Matemáticas.

Por otro lado, sí se da el caso de otras cuyo grado de integración es más complejo, especialmente aquellas de carácter personal. Si bien su integración con las Matemáticas no es inmediata, debe hacerse un esfuerzo para ello.

En cuanto a las competencias específicas, al ser las Matemáticas un área de conocimiento que está presente en muchos campos, su integración es fácil en cuanto a las competencias no personales se refiere. De estas últimas, se concluye lo mismo que en el párrafo anterior con las competencias clave de carácter personal.

CONCLUSIONES

En primer lugar, hay que señalar la falta de bibliografía relacionada con estos temas: tanto la Didáctica de las Matemáticas como la base teórica de los proyectos integrados son áreas poco exploradas, que tiene una consecuencia muy clara: la falta de cimientos para futuras investigaciones. Por ello, todo aquel que plantee una innovación educativa en este campo, o que quiera una fundamentación teórica, deberá buscar mucho y con cuidado para no incurrir en el error. Además, apenas hay bibliografía en español, lo que puede suponer una barrera de entrada.

También se ha observado que algunos de los artículos seleccionados presentan falta de profundización teórica. Si bien la mayoría cimienta las experiencias y propuestas en una bibliografía fuerte y bien surtida, resulta extraño que no hayan ahondado en el nivel de integración, cuestionándose si es adecuada la cota alcanzada. Así, no se sabe si el nivel de integración corresponde a una decisión consciente, si fue por seguir la bibliografía escogida, o si se trata de mera intuición. Para evitar este tipo de situaciones se ha de incrementar la formación del profesorado, dotándolos de herramientas y conocimientos para aumentar la efectividad de su trabajo.

Un aspecto destacable es que casi todos los trabajos incluyen un método de evaluación: para los profesores, para los estudiantes o incluso para la propia actividad. Esto es primordial, pues de nada sirve una fundamentación teórica potente que lleve a una propuesta sólida si después no se evalúa. Los profesores e investigadores deben ser conscientes de los puntos fuertes de su propuesta, pero también de los puntos susceptibles de mejora. Por ello se ha valorado muy positivamente aquellos trabajos que incluyen un apartado con una autoevaluación, propuestas de mejora, o apuntes para futuras investigaciones o propuestas.

En cuanto la educación en España se observa que, poco a poco, hay un viraje que nos aleja de la metodología más tradicional, dándose un cambio en el paradigma educativo, desplazando los roles del maestro y del alumno. De esta manera, el alumno va tendiendo a estar en el centro del proceso enseñanza-aprendizaje.

El primer objetivo propuesto se ha logrado, aunque la búsqueda bibliográfica arrojara menos resultados de los esperados. En comparación con otros trabajos de referencia, el número de artículos fue un dato que al principio preocupó; además, tras la aplicación de todos los criterios quedó un número muy bajo. No obstante, los artículos finalmente seleccionados tuvieron la calidad deseada.

El segundo objetivo también se ha conseguido. Las definiciones son coherentes, aplicables a las experiencias de aula y sus relaciones están muy claras. No obstante, casi la totalidad de este objetivo está basado en un único artículo². Por ello, las definiciones tienen margen de mejora y se pueden prestar al cambio si en un futuro se encontraran más artículos que las desarrollen.

Sobre el objetivo relacionado con la LOMLOE, se ha podido establecer una relación entre las competencias (claves y específicas) y su grado de integración. La conclusión es que, al haber muchas de ellas enfocadas a la transdisciplinariedad, el currículo, de manera implícita, insta a trabajar las Matemáticas desde un punto de vista integrador. Por tanto, es labor de maestros tomar esta propuesta y llevarla al aula.

Por último, sí se ha cumplido el cuarto objetivo, categorizando las actividades y propuestas metodológicas de los seis artículos seleccionados. Utilizando las definiciones del objetivo 2, junto con la rúbrica, se han podido encuadrar todas las propuestas en uno de los tres enfoques estudiados. La gran mayoría de artículos presentaban claramente los rasgos definidos de su categoría que, cotejados con la tabla, han hecho fácil determinar su rango de integración.

Por tanto, solo queda decir que es muy necesario dar un empuje a un área de conocimiento tan importante como es la Didáctica de las Matemáticas. Es un terreno casi completamente vacío, muy inexplorado y que, sin embargo, ofrece muchas posibilidades. Actualmente se demanda ser competente en aspectos inherentemente matemáticos más allá de los operacionales: detección de patrones, estrategias de resolución de problemas, análisis e interpretación de resultados... Por tanto, se hace fundamental no perder a los niños, formándoles y haciendo que cojan gusto a las matemáticas. Para ello hace falta formar a los maestros, y para formar a los maestros, mucha más investigación.

Multitud de alumnos acaban la Primaria con una aversión casi total a la asignatura, y eso debe cambiar. Una de las pretensiones de este trabajo es evitar que los niños salgan decepcionados con las Matemáticas, que descubran las maravillas que esta asignatura ofrece y, que, independientemente de su trayectoria académica, acaben adquiriendo la competencia matemática que les sirva para desenvolverse en el día a día.

LIMITACIONES

La primera limitación ha consistido en la falta de tiempo: los meses empleados han sido insuficientes para llevar a cabo una revisión más profunda. También se han hallado problemas relacionados con el fenómeno del paywall: hubo artículos inicialmente seleccionados, pero que tuvieron que descartarse por este motivo. Se intentó contactar con los autores mediante el correo electrónico y la plataforma LinkedIn, pero los intentos fueron infructuosos.

No obstante, la mayor de las limitaciones ha estado relacionada con el contenido: en español apenas hay estudios que satisficieran los requisitos y, por tanto, se ha acudido al inglés como idioma principal; también se ha trabajado con artículos en húngaro y turco, y descartado en chino. Aun así, la base bibliográfica es reducida.

Muchos de los artículos tenían limitaciones que han impedido extrapolar las conclusiones de estos a un entorno más amplio: sobre todo, problemas relacionados con el número de individuos y con la falta de tiempo. Por tanto, es difícil e inadecuado establecer una norma general que vertebré los estudios escogidos en el presente trabajo. De esta manera, se hace necesario un incremento de los estudios que se orienten en esta área para así poder mejorar la calidad de la enseñanza de las Matemáticas.

Otro de los problemas es una cuestión inherente a la declaración PRISMA: por cómo se configura su metodología, es posible descartar artículos válidos. Aunque PRISMA trata de evitar estas elusiones, puede llegar a prescindirse de alguno útil para la revisión.

Muchos de estos problemas se pueden solventar empleando más tiempo: los criterios de inclusión, por ejemplo, pasarían a ser menos restrictivos, trasladando parte del peso de cribado a la lectura del artículo. Por otro lado, se podría investigar aspectos descartados en el presente trabajo: STEM, CLIL, o Integrated Learning System.

Para finalizar, se propone formar al profesorado en el aprendizaje integrado. Esto implicaría no solo enseñar a diseñar adecuadamente proyectos integrados, sino también formar en la teoría que los vertebrá, con el objetivo de que los maestros y profesores sean autónomos, capaces de autoevaluarse y distinguan correctamente los tipos de integración, siempre de manera acorde al currículo.

CONTINUIDAD Y FUTURAS INVESTIGACIONES

Este trabajo de revisión bibliográfica pretende sentar los fundamentos para un trabajo de investigación más grande basado en Didáctica de las Matemáticas y en los proyectos integrados. La metodología es precisa, fácil de seguir y objetiva.

El área del conocimiento investigada está todavía por explorar, con lo que las posibilidades de investigación son enormemente amplias; además, la demanda cada vez mayor de este tipo de metodologías hace que este trabajo cobre valor de cara a ser usado como cimiento para investigaciones futuras.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses. Esta investigación no ha recibido ninguna subvención específica de organismos de financiación del sector público, comercial o sin ánimo de lucro.

Referencias

- Balim, S., & Yürümezoğlu, K. (2023). STEAM Bütünleşik Öğrenme Modeli Üstün/Özel Yetenekli Öğrencilerde Yaratıcılığı Destekler. *The Journal of Buca Faculty of Education*, 55,140-153.
- Centro Estudios Cervantinos. (2020). Sistema educativo de Bulgaria. Obtenido de https://www.centroestudioscervantinos.es/sistema-educativo-bulgaria/#Etapas_educativas_en_Bulgaria
- Csorba, C. (2013). Design and delivery of a training program for teachers in primary education: interdisciplinary organization for key competences training for young schoolchildren, from pre-school class to class IV. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 76, 285-290.
- Dejić, M., & Martinović, D. (2012). Corellation of Mathematics and Physical Education. *Journal Plus Education*, 7(1), 218-224.
- Drake, S., & Burns, R. (2004). Meeting Standards Through Integrated Curriculum. *Association for Supervision & Curriculum Deve.*
- Helmane, I., & Briška, I. (2017). What is Developing Integrated or Interdisciplinary or Multidisciplinary or Transdisciplinary Education in School? *Signum Temporis*, 9(1), 7-15.
- Hubber, P., Widjaja, W., & Aranda, G. (2022). Assessment of an interdisciplinary project in science and mathematics: Opportunities and challenges. *Teaching Science*, 68(1). Obtenido de <https://www.cerebriti.com/juegos-de-lengua/palabras-compuestas>
- Integrative links in the teaching of environment, mathematics and information technology in grade I. (2022). *Vocational Education*, 24(3).
- Izagirre, A., Caño, L., & Arguiñano, A. (2020). La competencia matemática en Educación Primaria mediante el aprendizaje basado en proyectos. *Educación Matemática*, 32(3), 241-262.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (20 de diciembre de 2020). *Boletín Oficial del Estado*, 340, 122868-122953. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Martínez-González, A., & Gómez Gutiérrez, J. L. (2011). Aprender cooperando: de la fundamentación a la práctica. Una propuesta metodológica. *Indivisa, boletín de estudios e investigación*, 12, 163-186.
- Merril, C. (2002). Integrated learning: zoetropes in the classroom. *The technology teacher*, 7-12.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, t. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Plos Medicine*.
- Molins, F., & Serrano, M. A. (2019). Bases neurales de la aversión a las pérdidas en contextos económicos: revisión sistemática según las directrices PRISMA. *Neurol*, 68, 47-58.
- OCDE. (2017). Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias. Recuperado el 17 de mayo de 2023, de https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf
- Page, M. J., McKenziea, J. E., Bossuytb, P. M., Boutronc, I., Hoffmannnd, T. C., Mulrowe, C. D. Glanvillej, J. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.
- Petere, A. (2014). Studentu gatavība mācību procesā īstenot integrētu atklājuma mācību modeli jaunākā skolas vecuma. *Teorija praksei mūsdienu sabiedrības izglītībā. RPIVA.*

Sánchez-Serrano, S., Pedraza-Navarro, I., & Donoso-González, M. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA? Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón*, 74(3), 51-66.

Sebarroja, J. C. (2015). *Pedagogías del siglo XXI: alternativas para la innovación educativa*. Barcelona: Ediciones Octaedro.

Trimble, S. (2019). Weaving the Arts Into Math Curriculum. *Teaching Artist Journal*, 17(1-2).

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2013). La declaración PRISMA: un paso adelante en la mejora de las publicaciones de la revista española de salud pública. *Revista española de salud pública*, 87, 99-102.

Христова, Д., Сребрева, Т., & Георгиева, В. (2022). ИНТЕГРАТИВНИ ВРЪЗКИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ОКОЛЕН СВЯТ, МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В I КЛАС. *Vocational Education*, 24(3), 294-301.