



**MINERALES EN EL TRABAJO POR AMBIENTES EN LOS CURSOS DE TRANSICIÓN:
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INTEGRACIÓN DESDE LAS CIENCIAS Y LA PERCEPCIÓN DE
LAS DOCENTES PARTICIPANTES**

*Minerals in work by environments in transition courses: Evaluation of the level of integration
from the sciences and perceptions of participating teachers*

María José Sáez-Bondía [msaezbo@unizar.es]

Ester Mateo González [emateog@unizar.es]

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza.
C/Pedro Cerbuna 12. 50009. Zaragoza (España)

Maria de Marco Vicente [mariademarcovicente@gmail.com]

Centro de Educación Infantil y Primaria Pirineos - Pirénéas
C/ Corona de Aragón, 2. 22005 Huesca (España)

Pedro Lucha López [plucha@unizar.es]

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza.
C/Valentín Carderera 4. 22003. Huesca (España)

Resumen

La integración desde las ciencias permite al alumnado dotar de significado el aprendizaje de determinados temas desde diferentes puntos de vista. Este trabajo, contextualizado en aulas multigrado que trabajan por ambientes, evalúa el nivel de integración detectado en una actividad sobre minerales y la percepción de las maestras participantes sobre las fortalezas y dificultades observadas en esta integración. Para ello, se ha analizado la aplicación de la actividad empleando un cuaderno de investigador, grabaciones realizadas durante las asambleas y el uso de un cuestionario abierto en el que se planteaba a las maestras participantes preguntas relacionadas con las fortalezas y dificultades detectadas. Los resultados muestran un nivel de integración interdisciplinar que es percibido por la mayoría de las maestras participantes. Respecto a las fortalezas declaradas, las maestras detectan que los aprendizajes adquiridos sobre minerales durante el proceso de diseño han contribuido a incrementar en cierta medida su seguridad ante la temática. Sin embargo, detectan como problemático encontrar conexiones con algunas disciplinas, en parte, debido a su percepción sobre el conocimiento sobre el tema. Consideran fundamental los apoyos externos y de compañeros, así como la presencia de literatura sobre enseñanza de los minerales para poder desarrollar la actividad desde un enfoque integrado. Estos resultados, recogidos en otros contextos, se discuten, ampliando frentes sobre los que investigar las ventajas e inconvenientes del trabajo por ambientes en las primeras etapas educativas para alcanzar una integración.

Palabras-Clave: Trabajo por ambientes; minerales; interdisciplinariedad; transiciones educativas.

Abstract

Integration from science allows students to give meaning to the learning of certain topics from different points of view. This work, contextualized in multi-grade classrooms working in environments, evaluates the level of integration detected in an activity on minerals and the perception of the participating teachers on the strengths and difficulties observed in this integration. For this purpose, the application

of the activity has been analyzed using a researcher's notebook, recordings made during the assemblies and the use of an open questionnaire in which the participating teachers were asked questions related to the strengths and difficulties detected. The results show a level of interdisciplinary integration that is perceived by most of the participating teachers. Regarding the declared strengths, the teachers detect that the learning acquired about minerals during the design process has contributed to increase to a certain extent their confidence in the subject matter. However, they detect as problematic to find connections with some disciplines, partly due to their perception of the knowledge on the subject. They consider external and peer support, as well as the presence of literature on the teaching of minerals, to be essential in order to develop the activity from an integrated approach. These results, collected in other contexts, are discussed, widening fronts on which to investigate the advantages and disadvantages of working by environments in the first educational stages in order to achieve integration.

Keywords: Working by environments; minerals; interdisciplinarity; educational transitions.

INTRODUCCIÓN

La transición desde la etapa de Educación Infantil a la de Educación Primaria es objeto de estudio y preocupación desde la comunidad educativa (Abellán, 2019). Aunque lo que diferencia a los niños de Educación Infantil cuando pasan a Educación Primaria es tan solo un verano, existen cambios sustanciales en el modo en el que se aborda la educación en estos dos niveles educativos (Tamayo, 2014). Entre ellos se pueden destacar algunos como la reducción del tiempo de permanencia del tutor por la presencia de especialistas, el cambio en la organización del aula, de las metodologías, de los horarios o la mayor rendición de cuentas por parte del alumnado con la realización de exámenes (Abellán, 2019; Tamayo, 2014).

Para reducir estos cambios bruscos en la transición entre etapas se han propuesto diferentes estrategias facilitadoras, tales como la coordinación entre el profesorado de los diferentes niveles planteando actividades con un formato similar y con una coherencia metodológica y organizativa o la realización de actividades conjuntas entre grupos de tercero de Educación Infantil y primero de Educación Primaria (Tamayo, 2014).

Aunque el profesorado es conocedor de la existencia de estos saltos tanto didácticos como organizativos y de las repercusiones negativas que pueden generar en el alumnado, es poco frecuente que éstos planteen soluciones que consigan resolver esta problemática (Castro, Ezquerro, & Argos, 2012). Pese a ello, nos encontramos con equipos docentes ilusionados que adaptan su organización para tratar de homogeneizar metodologías y evitar los cambios bruscos en este salto de etapa. Es el caso con el que nos encontramos con las maestras del CEIP Asunción Pañart, centro escolar en el que se contextualiza el presente trabajo. Así, la solución que plantearon este grupo de docentes fue un cambio en la organización de las aulas a través del establecimiento de grupos multigrado y la generación de cuatro ambientes de aprendizaje que agrupan las materias curriculares presentes en Educación Primaria en ámbitos (de Marco, Vázquez-Prada, & Lucha-López, 2022).

La multigradación es una estrategia de agrupamientos escolares que, en muchas ocasiones, está presente en las escuelas rurales por circunstancias asociadas a una tasa baja de matriculados dentro de una determinada edad escolar. No obstante, la decisión de plantear agrupamientos multigrado, es decir, con alumnado de diferentes edades educativas, puede partir de principios pedagógicos (Bustos-Jiménez, 2010; Macpherson-Parrott & Cohen, 2021). La generación de grupos multigrado parece presentar beneficios en el aprendizaje del alumnado: existe un aprendizaje contagiado, donde el alumnado está inmerso en situaciones donde se adelantan o se repasan contenidos y se genera un espíritu de cooperación y trabajo en equipo (Bustos-Jiménez, 2010) que favorece un clima social que promueve la autonomía del alumnado (Boix, 2011; Schleicher, 2015).

Uno de los aspectos que puede caracterizar al trabajo por ambientes es que en él se localicen niños de diferentes edades. El trabajo por ambientes puede considerarse como una estrategia metodológica que nace de la necesidad de respetar el ritmo individual del alumnado. La organización espacial se modifica, transformando los espacios físicos disponibles del centro escolar en ambientes de aprendizaje que se preparan para el desarrollo de determinadas propuestas educativas (Kokko & Hirsto, 2020). Esto supone repensar el diseño de los espacios, la organización de tiempos y la elección

didáctica de materiales para generar ambientes ricos en interacción y aprendizajes (Riera, Ferrer, & Ribas, 2014). Sin embargo, las particularidades de cada centro hacen que en la organización del trabajo por ambientes se puedan observar diferencias significativas (Riera et al., 2014). En este sentido, existen centros educativos que organizan el trabajo por ambientes en torno a determinadas áreas curriculares, tal y como sucede en el caso que presentamos.

Pero ¿se puede favorecer una integración y visión global de las diferentes áreas curriculares si se trabaja por ambientes? La integración curricular desde las disciplinas científicas es un tema de creciente interés que se ha visto acusado con el auge de enfoques como el STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, en sus siglas en inglés). El trabajo por ambientes trata de fomentar un aprendizaje global e integrado (Riera et al., 2014). Sin embargo, dadas las posibles variaciones de este tipo de organización, se hace necesario evaluar determinados contextos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el grado de integración desde las ciencias en el contexto de una actividad sobre minerales en el que se trabaja por ambientes en aulas multigrado. En concreto, los objetivos que se plantea son:

- 1.- Evaluar el nivel de integración de la actividad diseñada y aplicada sobre minerales.
- 2.- Conocer las percepciones de las maestras participantes sobre las dificultades, fortalezas y apoyos detectados al tratar de integrar la actividad sobre minerales en los diferentes ambientes referidos a diferentes áreas de conocimiento.

MARCO TEÓRICO

Integración de aprendizajes y trabajo por ambientes

Desde la legislación vigente donde se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de Educación Infantil y Educación Primaria en España (Real Decreto 95/2022 y 157/2022, respectivamente), se aboga por que los contenidos educativos se organicen en áreas intrínsecamente relacionadas entre sí y se aborden a través de propuestas globalizadas y significativas para los niños y las niñas. En ambos niveles se incorpora el término de ámbito que integra diferentes áreas.

En la enseñanza integrada se combinan dos o más áreas curriculares pretendiendo ser más efectivo y enriquecedor que enseñar o aprender cada materia por separado (You, 2017). La integración facilita el pensamiento crítico, creativo, analógico y de orden superior e influye en las actitudes y en la motivación por aprender por parte del alumnado (Sormunen *et al.*, 2023).

Dentro de la integración se pueden presentar tres niveles que tienen una línea divisoria semipermeable. Son los enfoques multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar (Menken & Keestra, 2016). Helmane y Brisca (2017) identifican características diferenciadoras de estos enfoques que pueden resumirse en: (1) “elemento o base” generador de la integración; (2) los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar a partir de los objetivos; (3) el modo en el que se orienta al alumnado hacia la integración y (4) el nivel de interacción entre los agentes que participan en el proyecto o secuencia educativa con intencionalidad integradora (Cuadro 1).

Tal y como se sintetiza en el Cuadro 1, estos elementos delimitan la diferenciación entre los tres enfoques. Mientras que la multidisciplinariedad se orienta a un tema, la interdisciplinariedad amplía el punto de vista a las habilidades y estrategias disciplinares sobre conceptos que tienen un punto de intersección entre, al menos, dos áreas de conocimiento. El enfoque transdisciplinar, amplía la mirada, orientándose a problemas complejos en los que la propuesta de soluciones requiere de las distintas disciplinas para su comprensión. Otra diferencia remarcable son los agentes implicados. La transdisciplinariedad incorpora relaciones escuela y sociedad, la interdisciplinariedad atiende las relaciones entre docentes, entre alumnado y entre ellos y finalmente, la multidisciplinariedad acota las relaciones al alumnado entre sí y con el docente.

Cuadro 1. Algunas características distintivas de los enfoques multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar (adaptado de Helmane & Brisca, 2017).

Características	Enfoque		
	Multidisciplinar	Interdisciplinar	Transdisciplinar
Base de integración y grado de conexión	El tema es el punto de integración y es lo que conecta cada disciplina.	Las herramientas, destrezas y conceptos comunes de dos o más disciplinas.	Problema complejo que requiere de diferentes disciplinas para su comprensión.
Objetivos y resultados esperados	Comprensión del tema desde la perspectiva de diferentes áreas curriculares para aprender conceptos y destrezas de cada una de ellas.	Desarrollar destrezas y emplear estrategias de las disciplinas para establecer conexiones coherentes entre conceptos, y poner en juego estrategias de razonamiento y metacognitivas.	Resolver un problema utilizando los diferentes conceptos y estrategias de diferentes disciplinas para desarrollar habilidades para la vida y dotar el aprendizaje de significados.
Orientaciones para la integración en el aula	Se plantea un tema común para un periodo determinado en el que se valora la adquisición de contenidos disciplinares.	Se buscan puntos de intersección entre habilidades y contenidos de las disciplinas implicadas, atendiendo a las necesidades e intereses y se valoran las habilidades desarrolladas.	Se consideran las habilidades y conceptos necesarios para resolver el problema y se valora cómo lo aprendido ha contribuido en su resolución.
Agentes que colaboran	Estudiante-docente Estudiante-estudiante	Estudiante-docente Estudiante-estudiante Docente-docente	Estudiante-docentes Estudiante-estudiante Todos los docentes Escuela-sociedad

Cuando se hace referencia a la integración desde disciplinas científicas no podemos obviar los enfoques STEM. Este movimiento “de moda” aunque no tan nuevo enfatiza en la relevancia de la integración científica-tecnológica (y otras áreas) que favorezca el establecimiento de relaciones entre estrategias y contenidos de diferentes áreas curriculares, muchas veces compartimentalizadas (Bodgan-Toma & García-Carmona, 2021).

Así, algunas tendencias de este movimiento consisten en incorporar una o más disciplinas (como arte, STEAM o lectura, STREAM) o incorporar todos los dominios. Estas tendencias no siempre son bien vistas porque no es justificable añadir algunas materias y otras no o porque el movimiento STEM no es lugar para enriquecer todavía más algunas materias que ya ocupan muchas horas en los planes de estudios. Por ello, algunos autores defienden mantener los dominios STEM porque tanto en el contenido de las materias como en los contextos educativos, existe un vínculo estrecho y coherente entre las materias (Clements & Sarama, 2021).

Los enfoques STEM no solo buscan integrar conceptos entre áreas curriculares, sino que persiguen el desarrollo de destrezas propias de las áreas implicadas y la generación en el alumnado de actitudes positivas hacia el aprendizaje de estas materias. De este modo, existen propuestas que tratan de integrar el desarrollo de prácticas científicas como la indagación, la argumentación y la modelización, desde el aprendizaje basado en proyectos en las áreas ST(R)E(A)M (Domènech-Casal, 2018; Ferrada *et al.*, 2023).

Las dificultades detectadas en la integración STEM han generado la necesidad de plantear estrategias que permitan evaluar el funcionamiento de los proyectos que se desarrollan bajo estas siglas (Domènech-Casal, 2018; Pérez-Torres, Couso, & Márquez, 2021). De entre los elementos contemplados para su evaluación se incorporan los referidos al reto que plantea el proyecto al alumnado, la integración de contenidos entre asignaturas o la relevancia y significatividad científica que se alcanza (Pérez-Torres *et al.*, 2021). Sin embargo, no se contemplan los posibles escenarios organizativos y su implicación en la facilitación de esta integración desde el punto de vista curricular.

No obstante, sí se localizan estudios centrados en la evaluación del carácter disciplinar de secuencias de enseñanza y aprendizaje que toman como referencia la normativa que regula las enseñanzas en la etapa en la que se contextualiza (Sáez-Bondía y Clavero-Pagés, 2016) o bien que valoran la integración desde las ciencias con otras materias como tecnología o matemáticas (Gresnigt *et al.*, 2014; Tytler *et al.*, 2021).

La Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), en su manual sobre escuelas para estudiantes del siglo XXI, propone utilizar nuevos ambientes de aprendizaje que favorezcan el desarrollo social y personal del alumnado. Para conseguir esto, plantea la necesidad de realizar reagrupamientos (de profesorado, de alumnado de diferentes edades escolares), la generación de horarios flexibles, la conexión de materias o el planteamiento de enfoques metodológicos que favorezcan la interacción e integración (Schleicher, 2015).

Desde la literatura, se observan trabajos referidos a los “ambientes de aprendizaje”, de su traducción al habla inglesa de “learning environments” (Fraser, 2023). Sin embargo, el término alberga numerosos dominios (“incidental sciencing”, “learning landscapes”, “learning by design environments”, entre otros) que dificultan una clasificación de determinados enfoques que suponen, en algunas ocasiones, un cambio en la organización espacial y que repercuten en los aprendizajes y la interacción del alumnado.

Sin adentrarnos en aspectos terminológicos, en este trabajo, toma como referencia el trabajo de Riera *et al.* (2014) para definir el “aprendizaje por ambientes”. Consideramos el aprendizaje por ambientes como un enfoque metodológico en el que la organización de una o varias aulas de un centro educativo se modifica. Dicha organización, plantea el agrupamiento de las aulas por ámbitos de conocimiento afines. Esto supone que es el alumnado el que se desplaza de aula, atendiendo a las tareas y actividades a realizar durante la jornada escolar. Dentro de cada aula, la organización puede ser diversa y dinámica tanto en interacciones, como en aprendizajes y en recursos y materiales. Se pueden preparar pequeños rincones que se disponen a lo largo de un periodo relativamente largo en el tiempo, donde los niños libremente pueden hacer observaciones, clasificar elementos relacionados con la temática que están trabajando o consultar libros (entre otros). Sin embargo, pueden existir zonas del aula que cambian atendiendo al proyecto o la actividad que se está llevando en ese momento: propuestas con materiales que invitan a la realización de retos, zonas donde se realizan comprobaciones o determinadas construcciones. Es decir, el dinamismo y las características del ambiente son dependientes de las necesidades educativas en un determinado momento. Así, este tipo de organización parece favorecer el respeto por el ritmo individual del alumnado, el desarrollo de la autonomía y un aprendizaje globalizado e integrado (Riera *et al.*, 2014).

Percepciones del profesorado sobre la integración desde las Ciencias Naturales

La integración de las ciencias con otras áreas de conocimiento es un tema controvertido y que en muchas ocasiones se hace visible a través de estudios que muestran la percepción del profesorado (Margot & Kettler, 2019; You, 2017). De estos trabajos se pueden extraer algunas fortalezas, limitaciones y retos relacionados con la integración que son percibidos desde las aulas.

La integración resulta enriquecedora para el aprendizaje del alumnado: favorece un pensamiento más complejo, crítico, creativo y analógico, ayuda a que el alumnado se haga consciente de que la comprensión de determinados fenómenos y problemas requiere del uso de ideas y destrezas de diferentes disciplinas, hace el aprendizaje más tangible y aproximado a la realidad y parece tener una influencia positiva en las actitudes y motivación hacia el aprendizaje (Sormunen *et al.*, 2023). Respecto a la integración desde las ciencias, You (2017) afirma que las disciplinas científicas no están aisladas unas de las otras y que la separación en áreas de conocimiento genera una forma de enseñar ciencia que no es el reflejo de su propia naturaleza. Este hecho parece ser detectado por el profesorado que percibe que la enseñanza por disciplinas contribuye a un aprendizaje del alumnado fragmentado.

Sin embargo, el profesorado detecta que la integración desde las ciencias requiere tiempo del que no disponen, preparación sobre el conocimiento disciplinar de las áreas integradas, confianza y seguridad, apoyo administrativo y entre compañeros. Además, a todo ello, se unen otras dificultades percibidas propias del contexto del aula, como la diversidad presente en la mayoría de las aulas (Park *et al.*, 2017). En este sentido, cobra importancia la competencia profesional percibida o autoeficacia por parte del profesorado. Parece que una mayor experiencia en integrar las áreas STEM genera más seguridad en el profesorado de las primeras etapas educativas y contribuye a que éstos les den más

valor (Park *et al.*, 2017). Una mayor autoeficacia otorga al profesorado una mayor implicación en la organización y desarrollo curricular de las ciencias, una visión positiva de su enseñanza, que lleva a que este profesorado plantee más actividades promotoras del desarrollo de destrezas científicas (Hadtke & Bögeholz, 2019).

Son muchos los desafíos y posibles apoyos necesarios para la integración desde disciplinas científicas. Margot y Kettler (2019) plantean algunos como: (1) diseñar un currículo que favorezca la integración y oriente en la evaluación interdisciplinar; (2) promover el desarrollo profesional del profesorado tanto de estrategias para su enseñanza como de sus contenidos para aportarles experiencia; y (3) dar tiempos al profesorado dentro de sus horarios para trabajar coordinadamente y poder plantear las clases de forma transversal.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se enmarca en un Estudio de Caso (Simons, 2011; Yin, 2014). Siguiendo la línea divisoria que separa “el contexto” del “caso”, evalúa la integración desde las ciencias observada tanto desde la acción de los escolares como desde la percepción de las docentes participantes (el caso) en el desarrollo de una actividad sobre minerales llevada a cabo a través del trabajo por ambientes en aulas multigrado (el contexto).

Atendiendo a la clasificación planteada por Yin (2014), se trata de un estudio de caso descriptivo, donde se pretende evaluar el grado de integración desde las ciencias de la secuencia presentada. Para ello, se emplea una triangulación desde las fuentes de datos (Simons, 2011). Es decir, para el mismo caso, se recogen datos contemplando la acción planificada y desarrollada y las percepciones de las docentes, lo que nos permite evaluar el grado de integración considerando una visión externa e interna de la secuencia. Es decir, el foco de la integración desde las ciencias se enmarca desde una perspectiva de evaluación “externa” llevada a cabo por los investigadores y una perspectiva de valoración interna (considerando las opiniones de las docentes participantes). De ese modo, se valora globalmente el nivel de integración de la secuencia desarrollada y los aspectos que, desde las percepciones de las docentes, han podido facilitar o dificultar dicho ejercicio.

Contexto

La situación de partida

La actividad fue diseñada y aplicada en colaboración entre profesorado del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza (España) y cuatro maestras del colegio público CEIP Asunción Pañart (Ainsa, Huesca) a través de un proyecto de formación del profesorado que promueve la colaboración entre centros educativos y la universidad mediante estancias formativas bidireccionales¹.

El centro educativo donde se llevó a cabo la actividad dispone de dos vías y se ubica en una zona rural ganadera y turística. Tal y como se ha comentado en la introducción del trabajo, a algunos docentes de este centro les preocupaba la falta de respeto al proceso evolutivo del alumnado en el paso de Educación Infantil a Educación Primaria. Por ello, con el objetivo de que el cambio fuera gradual y seguir cuidando el ritmo de cada niño y niña, se realizan agrupamientos multigrado en 3º de Educación Infantil (5 años) y 1º de Educación Primaria (6 años) en cuatro aulas diferenciadas por ambientes: científico (aula Tierra, que incorpora las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales), matemático (aula Fuego, que incorpora las áreas de Matemáticas y Música), artístico (aula Aire, que incorpora Educación Plástica y Visual e idioma extranjero, Francés) y lingüístico (que incorpora el área instrumental de Lengua Castellana y Literatura, aula Agua). Se hacen llamar “los cuatro elementos”. Cada grupo tiene una tutora de referencia y realiza una rotación organizada para pasar por todos los ambientes a lo largo de la jornada escolar (Figura 1).

¹ Asimismo, el trabajo se contextualiza dentro de un proyecto de investigación que tiene aprobación por parte del comité de ética, habiendo sido firmados los consentimientos correspondientes (código PI23-011 del CEICA, Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón, <https://www.iacs.es/investigacion/comite-de-etica-de-la-investigacion-de-aragon-ceica/>).

Las tutoras de cada ambiente tienen diferente formación académica: la maestra del ambiente científico además de Graduada en Magisterio en Educación Primaria es diplomada en Geología y licenciada en Ciencias Ambientales; la maestra del ambiente matemático es Diplomada en el Grado de Maestro en Educación Primaria en la antigua especialidad de Música; las maestras del ambiente artístico y del ambiente lingüístico son Diplomadas en Magisterio en Educación Infantil. La organización basada en agrupamientos multigrado y trabajo por ambientes lleva en marcha desde hace dos cursos académicos, donde las cuatro maestras se coordinan para desarrollar diferentes proyectos desde entonces.

Tras reuniones de coordinación entre profesorado universitario y las maestras de los cuatro ambientes, se decidió llevar a cabo una actividad sobre minerales y sus propiedades de forma interdisciplinar, inspirado en el trabajo de Mateo y Sáez-Bondía (2022a). Es decir, se pretendía trabajar un mismo tema en los cuatro ambientes adaptando los contenidos a las áreas que se trabajan en cada uno de ellos.

El diseño de los ambientes para trabajar sobre minerales

El proceso de diseño fue muy enriquecedor, ya que se produjo una maravillosa sinergia entre docentes de diferentes áreas y centros educativos donde cada uno aportaba su punto de vista. En las reuniones compartidas, se eligieron los contenidos a trabajar sobre el modelo de mineral y se consensuó la distribución de dichos contenidos en los diferentes ambientes. Tras el acuerdo por parte de las personas implicadas en el diseño, se realizó la distribución de las aulas, para transformarlas en ambientes de aprendizaje que permitiesen trabajar la temática desde una perspectiva interdisciplinar (Figura 1).



Figura 1 – Aulas y su distribución para trabajar sobre minerales interdisciplinariamente.

Cada ambiente incorporó tres o cuatro propuestas experimentales (o rincones experimentales) que planteaban un reto a resolver que era presentado por la maestra responsable del aula. Para buscar una explicación a cada reto se requiere una manipulación con implicación intelectual, es decir, se pretende que el alumnado constantemente haga, piense y comunique (Pedreira, 2006).

En las figuras 2 y 3 se muestran los objetivos y los materiales utilizados en cada propuesta, así como una imagen de la propuesta experimental y la pregunta que se plantea como reto dentro de cada ambiente diseñado. Como se puede observar, se trabajan algunas de las propiedades de los minerales como son la dureza, la raya, el color, la diafanidad, la forma, las propiedades magnéticas, la fluorescencia, la masa y algunas propiedades ópticas. Además, como las rocas están formadas por minerales, se plantea una propuesta donde pueden comparar rocas y minerales. Asimismo, se incorporan algunos instrumentos de observación (como el estereomicroscopio o lupa binocular), de medida (como la balanza) y otros utensilios como el imán, porcelana y pizarra (para determinar la raya),

tijeras de acero y moneda de cobre (para determinar la dureza), una mesa de luz (para comparar la diafinidad) y una linterna de luz ultravioleta (para ver la fluorescencia).

Propuestas del ambiente lingüístico. Aula Agua		Propuestas del ambiente artístico. Aula Aire	
8. Propiedades ópticas	<p>Reto: ¿Qué mensaje secreto lees a través de estos minerales?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y describir el efecto de observar a través de cada mineral.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> calcita (espato de Islandia), ulexita (efecto televisión), halita, aragonito. <u>Papeles con letras o símbolos.</u></p>	11. Raya	<p>Reto: ¿Todos los minerales dejan la misma marca?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar los minerales según su raya.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> yeso, hematites, pirita, galena, calcita, galena. <u>Instrumentos:</u> porcelana no pulida y pizarra</p>
9. Minerales y rocas	<p>Reto: ¿En qué se parecen los minerales y las rocas?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar, describir, clasificar y nombrar minerales y rocas.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> calcita, halita, pirita, cuarzo, yeso. <u>Rocas:</u> conglomerados, granito. <u>Cajas para clasificar</u></p>	12. Color	<p>Reto: ¿De qué color son los minerales?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar los minerales según su color.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> yeso, rodocrosita, pirita, galena, azurita, malaquita, calcita, florita, cuarzo, halita, cobre, esfalerita, talco, hematites, Escala de colores</p>
10. Biblioteca	<p>Reto: ¿Qué más puedo saber sobre estos minerales?</p> <p>Objetivos: Escribir y leer nombres y propiedades de los minerales. Asociar los minerales con las fotografías de los libros y revistas. Fomentar el placer por la lectura.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> pirita, halita, aragonito, galena, cuarzo, magnetita, calcopirita. <u>Libros y revistas de minerales.</u> <u>Papel, pizarras y lapiceros.</u></p>	13. Diafanidad	<p>Reto: ¿Se puede ver a través de los minerales?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar los minerales según su diafanidad.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> moscovita, yeso, calcita, halita, cuarzo, fluorita, sepiolita, Mesa de luz.</p>

Figura 2 – Propuestas incorporadas en las aulas Agua y Aire.

Propuestas del ambiente científico. Aula Tierra		Propuestas del ambiente matemático. Aula Fuego	
1. Dureza	<p>Reto: ¿Quién es el más duro?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar minerales según su dureza.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> Talco, yeso, calcita, cuarzo, aragonito, halita, sepiolita, fluorita. <u>Instrumentos:</u> Moneda de cobre, tijeras, uñas.</p>	5. Modelos cristalográficos	<p>Reto: ¿Qué podemos contar en los modelos cristalográficos?</p> <p>Objetivos: Observar, contar y relacionar el número de elementos cristalográficos con los números. Relacionar los modelos cristalográficos con los minerales de la propuesta 6.</p> <p>Materiales: Modelos cristalográficos de diferentes sistemas cristalinos. Números del 1 al 20.</p>
2. Lupa binocular	<p>Reto: ¿Qué arena es?</p> <p>Objetivos: Observar y comparar diferentes arenas de playa con la lupa binocular y asociarlas con las fotografías.</p> <p>Materiales: Arenas de diferentes playas. Fotos ampliadas de las arenas. <u>Instrumentos:</u> lupa binocular.</p>	6. Lados, caras y vértices	<p>Reto: ¿Cuál es el número secreto de cada mineral?</p> <p>Objetivos: Observar, contar y relacionar el número de elementos cristalográficos con los números. Relacionar los minerales con los modelos cristalográficos de la propuesta 5.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> halita, aragonito, cuarzo, yeso, granate, fluorita, hematites alotriomorfo. Números del 1 al 20.</p>
3. Magnetismo	<p>Reto: ¿En qué se diferencian?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar minerales según sus propiedades magnéticas.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> magnetita, pirita oxidada, galena, hematites, skuterudita. <u>Instrumentos:</u> imanes, clips.</p>	7. Masa	<p>Reto: ¿Qué mineral pesa más?</p> <p>Objetivos: Observar, comparar y clasificar los minerales según su masa.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> sepiolita, calcita, yeso, barita, cuarzo, magnetita, galena, dolomita. <u>Instrumentos:</u> dos balanzas.</p>
4. Fluorescencia	<p>Reto: ¿Qué colores se observan con esta luz?</p> <p>Objetivos: Observar y comparar los colores de la fluorescencia de los minerales.</p> <p>Materiales: <u>Minerales:</u> corindón, ópalo, fluorita, adamita, cerusita, willemita, haüyna, franklinita, hackmanita. <u>Instrumentos:</u> caja con luz negra, luz UV de onda corta.</p>		

Figura 3 – Propuestas incorporadas en las aulas Tierra y Fuego.

Aplicación de la actividad sobre minerales

La actividad se realizó con 29 alumnos/as de 3º de Educación Infantil y 28 alumnos/as de 1º de Educación Primaria (5-7 años) divididos en 4 grupos multigrado, tal y como se organizaban habitualmente en el centro. Cada grupo estuvo una hora en cada ambiente a lo largo de una jornada escolar.

El funcionamiento dentro de cada ambiente de aprendizaje era similar: se realizaban pequeñas agrupaciones de 3-4 niños y niñas de diferentes edades escolares que debían responder a las preguntas que planteaba cada propuesta de experimentación. Transcurrido un tiempo aproximado de 10-15 minutos, los pequeños grupos rotaban a otra propuesta de experimentación. El papel del docente en el desarrollo de la sesión consistía en aclarar dudas o aportar pistas que ayudasen al alumnado a enfrentarse al reto planteado en la propuesta experimental. Así, previo a que los pequeños grupos de alumnos trabajasen de forma autónoma en cada propuesta, se reunía todo el grupo en una asamblea, donde la maestra presentaba los retos. Tras el tiempo de trabajo autónomo, cuando todos los grupos de niños y niñas se habían enfrentado a todas las propuestas de experimentación, se dedicaba un tiempo a compartir sus hallazgos.

Con posterioridad al trabajo por ambientes, atendiendo a la maestra responsable, se continuó con la profundización de algunas de las propiedades trabajadas. Por ejemplo, en el aula Fuego, sirvió como repaso de aspectos geométricos ya trabajados con anterioridad, por lo que la actividad propuesta servía como cierre. Sin embargo, en el aula Tierra, se aprovechó para continuar trabajando la diferenciación de rocas y minerales o el magnetismo, enlazando así, lo trabajado en durante la actividad propuesta. En el caso de las aulas de Agua y Aire la temática fue trabajada de forma puntual para introducir el texto informativo y promover la competencia en comunicación oral (ambiente lingüístico) o para trabajar el comportamiento de los materiales ante la luz y los colores (ambiente artístico).

Instrumentos y procedimientos de análisis de los datos del caso

Integración de la actividad desde las ciencias

Para evaluar el nivel de integración desde las ciencias en los cuatro ambientes se emplearon como instrumentos de registro de la información: (1) el diseño de los ambientes construidos; (2) cuaderno de campo donde dos investigadoras anotaban los principales hallazgos siguiendo a uno de los cuatro grupos durante toda la jornada; (3) grabaciones de audio de las asambleas posteriores realizadas en cada ambiente de uno de los grupos.

Considerando los elementos que definen el nivel de integración propuestos por Helmane y Brisca (2017), expuestos en el Cuadro 1, se valoró la base de integración, definida por el diseño de la actividad y los agentes que colaboraron en el desarrollo de la actividad. La valoración referida a los objetivos y resultados esperados se extrajo del diseño de la actividad previamente planteada, donde se consideraban los objetivos de cada una de las propuestas que se incorporaban en cada aula. En cuanto a las orientaciones para integración en el aula, se valoró con el análisis de las acciones durante la aplicación de la actividad en el aula.

Para este último punto, con el objetivo de evaluar el nivel de integración durante el desarrollo de la actividad, se recopiló tanto de los cuadernos de las investigadoras como de las grabaciones realizadas durante la asamblea aquellos aspectos que hacían referencia al aprendizaje de conceptos o destrezas de las diferentes disciplinas presentes en currículo. Es decir, acciones o expresiones verbales del alumnado que en cada aula tenían lugar y que se relacionaban con aprendizajes curriculares. Además, se contempló si la actividad fomentaba otro tipo de competencias transversales. En el caso del ambiente científico (aula Tierra), se valoraba el tipo de integración existente entre disciplinas científicas, tales como Biología, Física o Química, partiendo de que la base de integración partía de una temática relacionada con las Ciencias de la Tierra.

Tras ello, se fueron cotejando si correspondían con saberes básicos presentes en cada una de las materias del primer ciclo de Educación Primaria que se disponen en el Real Decreto 157/2022. Esto fue realizado por dos investigadoras y en caso de discordancias en la interpretación, se acordó si hacía referencia a un área curricular en concreto o no.

En España, el Real Decreto 157/2022 que regula las enseñanzas mínimas en la etapa de Educación Primaria plantea como materias: Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, que puede ser dividido en Ciencias Naturales (CC.NN.) y Ciencias Sociales (CC.SS.), Lengua Castellana y Literatura (Lengua), Matemáticas, Educación Artística, que puede ser dividido en Educación Plástica y Visual (Ed. Artística) y Educación Musical, Educación Física (E.F.) y Lengua Extranjera (Inglés o Francés). Cada materia incorpora unos saberes básicos, que incluyen los conocimientos, habilidades y actitudes que el alumnado debe aprender en cada uno de los tres ciclos que conforman la etapa de Educación Primaria. Estos se conectan con competencias específicas que permiten evaluar el nivel de desempeño del alumnado al enfrentarse a situaciones que requieren usar estos saberes.

Percepciones de las maestras participantes en cuanto a la integración desde las ciencias

Para conocer las percepciones de las docentes participantes sobre la integración desde las ciencias en la actividad desarrollada se empleó como instrumento de recogida de la información un cuestionario de respuesta abierta que incorporaba preguntas referidas al proceso de diseño del ambiente y de la actividad y su aplicación en el aula. Dentro de esas cuestiones se preguntaba a cada maestra por las siguientes dimensiones: (1) objetivos y resultados: los aprendizajes pretendidos y observados, (2) fortalezas detectadas, (3) dificultades detectadas y (4) apoyos percibidos.

Los aprendizajes pretendidos y observados daban información sobre la consideración por parte de las maestras de integrar la temática con las disciplinas correspondientes a su aula o con las subdisciplinas dentro del área (en el caso del aula Tierra), lo que permitía visualizar el nivel de integración considerado, complementando la información relativa al nivel de integración de la actividad analizada desde las acciones observadas durante el desarrollo de la actividad. En cuanto a las fortalezas, debilidades y apoyos fueron analizados atendiendo a los antecedentes referidos a la percepción del profesorado sobre la integración con la construcción de un sistema de categorías (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categorías consideradas para el análisis de las percepciones de las maestras participantes.

Dimensión	Categoría	Descripción
Objetivos y resultados	Visión multidisciplinar	Considera la comprensión del tema desde diferentes áreas curriculares para aprender conceptos y destrezas de cada una de ellas.
	Visión interdisciplinar	Considera en los objetivos y en la evaluación la conexión entre áreas desde el desarrollo de contenidos y competencias.
Fortalezas	Aprendizajes del docente	Hace referencia a los aprendizajes propios generados durante el desarrollo de la actividad como un aspecto positivo.
	Aprendizaje y capacidades del alumnado	Da valor al aprendizaje o a las capacidades del alumnado durante el desarrollo de la actividad.
Dificultades	Coordinación entre profesorado	Indica dificultades para establecer coordinación entre profesorado en el proceso.
	Tiempo para diseñar	Considera el tiempo como un hándicap en el diseño de la actividad o en su desarrollo.
	Encontrar relaciones entre áreas	Considera problemático integrar la actividad en algunas áreas curriculares.
	Obtención y elección didáctica de materiales	Encuentra como dificultad la obtención y elección didáctica de minerales o de otros materiales para la preparación de las propuestas experimentales.
	Conocimientos sobre el tema	Considera que sus conocimientos sobre el tema han dificultado el poder integrar en otras áreas las ciencias
Apoyos	Compañeros	Valora la colaboración entre compañeras del centro para el desarrollo de la actividad.
	Agentes externos	Valora las aportaciones de agentes externos al centro (universidad, centros de profesorado) para el diseño de la actividad o la obtención de materiales.
	Literatura sobre el tema	Considera importante la existencia de trabajos sobre los que poder plantear el diseño o conocer los materiales que se pueden utilizar para trabajar sobre la temática en el aula.

RESULTADOS

Integración de la actividad desde las ciencias

Considerando los elementos propuestos por Helmane y Brisca (2017) para evaluar el nivel de integración, en el contexto descrito, el nivel de integración detectado se situaría en el interdisciplinar (Cuadro 3). Tal y como se comenta en el contexto del estudio, la base sobre la que se trató de generar la integración fue el tema “minerales”, lo que correspondería con un nivel multidisciplinar: cada disciplina toma ese tema y lo adapta para trabajar destrezas y conceptos relacionados con el área correspondiente al ambiente con el que se relaciona. Sin embargo, el enfoque dado en el ambiente matemático (Aula Fuego), aunque tomaba como punto de partida los minerales, incorporaba las herramientas y destrezas desde las matemáticas que contribuyen a la comprensión de una propiedad de los minerales: identificación de la forma de un mineral teniendo en cuenta los conocimientos geométricos y el desarrollo del sentido espacial. Por tanto, en ese ambiente la base de integración generada, aunque parte del tema, se enfoca desde las herramientas y destrezas que tienen en común las áreas de Matemáticas y de Ciencias de la Naturaleza. Este aspecto no se observó de forma tan clara en el resto de los ambientes de aprendizaje diseñados, donde de la temática planteaba la conexión con el arte (colores y comportamiento ante la luz de los minerales), las habilidades cognitivo-lingüísticas (comunicar y leer sobre el tema de minerales) o el uso de destrezas científicas para la identificación de algunas propiedades de los minerales como el magnetismo, la dureza o la fluorescencia.

En cuanto a los objetivos de aprendizaje, los resultados esperados con la actividad realizada se sitúan en un nivel interdisciplinar. En los cuatro ambientes se pretende que el alumnado utilice estrategias de las diferentes áreas para establecer conexiones. El reto planteado en cada una de las propuestas experimentales implicaba la puesta en marcha de destrezas vinculadas, al menos, a dos áreas de conocimiento, además de trabajar otras competencias más transversales como el trabajo en equipo.

Cuadro 3. Nivel de integración global identificado para cada característica (sombreada la zona en gris)

Elementos	Nivel de integración alcanzado
Base de integración	<u>Multidisciplinar</u> : aulas Agua, Aire y Tierra. En el diseño y presentación de la actividad se consideró la relación entre el tema minerales y otros temas. En concreto, en el aula Agua: textos informativos, aula aire: colores y en el aula Tierra: herramientas históricas. <u>Interdisciplinar</u> aula Fuego. En el diseño y presentación de la actividad se consideraron conexiones con destrezas científicas y matemáticas asociadas a los minerales: uso de instrumentos de medida, desarrollo del sentido espacial.
Objetivos y resultados de aprendizaje esperados	<u>Interdisciplinar</u> : en el diseño se plantearon objetivos y resultados esperados implicaban el uso de destrezas de las diferentes áreas de forma predominante. No obstante, en el aula Tierra se observa el predominio de destrezas científicas, pero relacionadas con otros fenómenos (magnetismo, fluorescencia...)
Orientaciones para la integración	<u>Interdisciplinar</u> : en la puesta en marcha se observa el trabajo de destrezas y contenidos de dos o más áreas en todas las propuestas (Cuadro 4)
Agentes que colaboran	<u>Interdisciplinar</u> : colaboran niños y niñas con adultos y entre ellos. No hay implicaciones sociales fuera de la escuela.

Respecto a las orientaciones para la integración, se observa que en la puesta en marcha de la actividad se trabajan destrezas y contenidos de dos o más áreas curriculares. El Cuadro 4 muestra ejemplos de situaciones de cada una de las propuestas experimentales en las que se observa cómo el alumnado establece conexiones y utiliza estrategias de algunas de las áreas para resolver los retos propuestos. Se han indicado aquellas áreas que se trabajan predominantemente, considerando los elementos curriculares del primer ciclo de Educación Primaria. Es importante señalar que, aunque el área de Lengua Castellana y Literatura podría contemplarse en cualquiera de las propuestas experimentales, ya que incorpora como competencia y saber la comunicación e interacción oral, ha sido considerada en los casos en los que las necesidades de expresión oral requieren del uso de estructuras lingüísticas más elaboradas y que son necesarias para comprender los hallazgos y

observaciones. Para una mejor comprensión del Cuadro 4, en la Figura 4 se muestran imágenes de los niños y las niñas trabajando en las propuestas experimentales a lo largo de la jornada. En ellas se observa cómo respetan los turnos entre compañeros y trabajan en equipo o hacen comprobaciones más allá de las planteadas y demandadas inicialmente.

Cuadro 4. Conexiones entre áreas en las propuestas experimentales presentadas en los ambientes a partir de las observaciones realizadas. Las siglas CC.NN. hacen referencia al área de Ciencias de la Naturaleza y Ed. Artística hace referencia al área de Educación Plástica y Visual.

Propuestas (P)	Observaciones	Áreas trabajadas
P1. Dureza	Para comprobar qué mineral era el más duro, utilizaban sus propias uñas (ya se lo habían visto hacer a la maestra en alguna ocasión) y tijeras con punta roma. Los niños jugaban a establecer un orden, viendo si “ganaba la tijera (rayaba al mineral) o no”, haciendo seriaciones de dureza.	CC.NN. Matemáticas
P2. Lupa binocular	Los niños y las niñas declaraban durante la asamblea que era una propuesta difícil. Requería “saber qué observar” para poder comparar la imagen con la muestra y asociarla. Cada niño que establecía asociaciones hacía descripciones que permitían asociar la muestra con la fotografía ampliada.	CC.NN. Lengua
P3. Magnetismo	Los niños comprobaban qué minerales eran atraídos por el imán y cuales no: “éste se pega” y trataban explicar dialogando los motivos por los que era atraído el imán o no: “es como si tuviera un metal”	CC.NN. Lengua
P4. Fluorescencia	Al introducir bajo la luz oscura observaban los colores: “ala, es naranja”, “brilla por dentro” y trataban de emitir explicaciones sobre los motivos de las observaciones: “brilla porque tiene luz”	CC.NN. Ed. Artística Lengua
P5. Modelos	Los niños y niñas buscaban números en los modelos, considerando las caras: “porque tiene 8 caras o los vértices “porque solo tiene una” y los iban colocando sobre el tablero preparado. Esto los preparaba o les permitía retomar la propuesta 6, donde asociarían minerales reales con aspectos geométricos,	Matemáticas Lengua CC.NN.
P6. Lados	Se buscaban las relaciones entre los minerales y sus lados y caras. Las asociaciones que hacían se relacionaban generalmente con el número de caras: “5 porque tiene 5 lados” o con el número de vértices: “en el cero porque no tiene puntitas”	CC.NN. Matemáticas Lengua
P7. Masa	Cada grupo se organizaba para averiguar cuál era el mineral con mayor masa, utilizaban la balanza para ir descartando minerales: “éste no pesa nada”	CC.NN. Matemáticas
P8. Propiedades ópticas	Encontrar el mensaje secreto de los minerales con propiedades ópticas obligaba a leer mensajes sencillos y compartir sus hallazgos, conociendo a su vez esta propiedad: “si giras se ve una raya y luego dos rayas”, “se ve lo que has dibujado, parece que has pintado en el mineral”	Lengua CC.NN.
P9. Rocas	Parar diferenciar rocas de minerales debían dar sus compañeros los motivos de la clasificación, esto obligaba a hacerse preguntas: “¿en qué se diferencia de la roca?” o describir sus características “es roca porque tiene piedrecitas”, “es un mineral porque está duro”, “Los minerales son lisos y las piedras son duras”	Lengua CC.NN.
P10. Biblioteca	Averiguar el nombre del mineral, buscar información en libros y revistas y escribir su nombre y algunas de sus características es lo que realizaban en la biblioteca. Además, lo exteriorizaban: “pesa más la galena que el cuarzo”, “es blandito como el jabón, ¡es tan suave!”	Lengua CC.NN.
P11. Raya	Hacían predicciones sobre el color del mineral en polvo: “Creo que pintará amarillo” y tras “pintar” con el mineral sobre la porcelana o pizarra (y decidir sobre qué superficie pintar), lo comprobaban y veían si su color correspondía con el de su raya. Todo ello dirigido por la maestra.	Ed. Artística CC.NN.
P12. Color	Asociaban y comunicaban los colores de los minerales en una escala, debatiendo sobre las tonalidades con las que asociar el mineral: “Éste va con el azul clarito”, “es como dorado y no sale”	Ed. Artística CC.NN.
P13. Diafanidad	De forma guiada hacía predicciones sobre la diafanidad del mineral y lo asociaban: “Deja pasar la luz, mucha”	CC.NN. Ed. Artística Lengua

En las observaciones realizadas por las investigadoras se hizo patente que los niños y las niñas de estas aulas están acostumbrados a trabajar en pequeños equipos y tienen mucha autonomía. Además, ya habían utilizado en alguna ocasión previa algunos de los instrumentos de observación y medida y, por tanto, no tuvieron problemas a la hora de manejarlos. Por ejemplo, para resolver el reto “¿qué mineral es más pesado?” en la propuesta 7 (masa), los niños hablaron y decidieron que iban a ir poniendo un mineral en cada recipiente de las balanzas, los compararían y clasificarían, disponiendo en una cesta los minerales que “fuesen ganando” (más pesados). Una vez probados todos los minerales, continuarían pesando los minerales “ganadores” hasta conseguir el mineral más pesado. Este tipo de acciones eran realizadas sin ninguna orientación por parte de la docente, acordando las decisiones a tomar entre los componentes del equipo. Otro ejemplo reseñable es el uso de la uña para identificar la dureza del mineral (propuesta 1). A pesar de no dar indicaciones sobre cómo comprobar cuál era el mineral más duro, muchos de los infantes rayaban con la uña el mineral, ya que en alguna ocasión lo habían visto realizar a la maestra del aula.

Además, las propuestas experimentales del aula Tierra generan retos no contemplados inicialmente que conectan con fenómenos relacionados con la Física, además de las Ciencias de la Tierra (disciplina con la que se relaciona directamente el tema de minerales). En la propuesta 2 (magnetismo) el alumnado intenta mantener en el aire los minerales magnéticos con la ayuda de todos los imanes, haciendo comprobaciones sobre el magnetismo (polos del imán y fuerzas atractivas y repulsivas). También se observa en la propuesta 4 (fluorescencia), donde prueban a meter sus manos y sus zapatillas en la caja negra para ver si son fluorescentes y cambian de color, evaluando las propiedades de otros objetos y materiales.

Por último, retomando el Cuadro 3, en cuanto a los agentes colaboradores, la actividad se ubicaría en un nivel interdisciplinar, donde tanto en el proceso de diseño como en la aplicación en el aula, la colaboración fue entre profesorado, entre alumnado, y entre profesorado y alumnado.



Figura 4 – Fotografías del alumnado trabajando en las propuestas de experimentación. Se marca con un código de colores las aulas en las que se situaron las diferentes propuestas de experimentación (verde, aula Tierra; naranja, aula Fuego; azul, aula Agua y; blanco, aula Aire).

Percepción de las maestras sobre la integración desde las ciencias

Las percepciones de las maestras sobre la integración de la actividad de minerales muestran visiones ligeramente diferentes atendiendo al ambiente de aprendizaje en el que trabajaron. El Cuadro 5 sintetiza las declaraciones de cada una de las maestras en el proceso de diseño y aplicación de la actividad. Atendiendo a los objetivos y resultados de aprendizaje declarados, la visión de las maestras se sitúa entre los enfoques multidisciplinar e interdisciplinar, siendo las maestras de los ambientes matemático (aula Fuego) y artístico (aula Agua) las que se aproximan a una visión interdisciplinar.

En el primer caso, la maestra del aula Fuego plantea entre sus objetivos interconexiones entre las Ciencias de la Naturaleza y las Matemáticas, tanto en conceptos como en destrezas: comparar pesos y formas geométricas de minerales, utilizar instrumentos de medida para trabajar los minerales. Asimismo, declara que la actividad ha permitido reforzar aspectos matemáticos (dentro del tema de minerales) trabajados previamente, promover el trabajo en equipo y desarrollar de la autonomía del alumnado. En el caso del ambiente artístico (aula Agua), aunque la maestra declara que no observa un enfoque interdisciplinar en lo referido a trabajar la lengua extranjera (francés), en los objetivos y resultados de aprendizaje declarados en referencia al área artística sí se observa una integración. En este caso, la maestra incorpora saberes básicos contenidos en el currículo del área de Educación Artística (diafanidad y vocabulario referido al color) a partir de los que establece criterios de evaluación que relacionan el conocimiento descriptivo de propiedades de los minerales referidas al color y la diafanidad con destrezas científicas como clasificar, asociar o describir minerales.

Cuadro 5. Percepciones de las maestras sobre la integración de las ciencias en la actividad sobre minerales desarrollada.

Dimensión	Categoría	Aula de referencia de las maestras			
		Tierra	Fuego	Aire	Agua
Objetivos y resultados	Visión multidisciplinar				
	Visión interdisciplinar				
Fortalezas	Aprendizajes del docente				
	Aprendizaje y capacidades del alumnado				
Dificultades	Coordinación entre profesorado				
	Tiempo para coordinar y diseñar				
	Encontrar relaciones entre áreas				
	Obtención y elección didáctica de materiales				
Apoyos	Conocimientos sobre el tema				
	Compañeros				
	Agentes externos				
	Literatura sobre el tema				

Por el contrario, las maestras del ambiente científico (Tierra) y lingüístico (Agua) se sitúan en un enfoque multidisciplinar, planteando en los objetivos destrezas y conceptos relativos a una de las áreas que se trabaja en su ambiente. En el caso de la maestra del aula Tierra, la actividad pretende que el alumnado utilice estrategias para conocer algunas propiedades de los minerales. No obstante, al contrario de lo que sucede en los otros ambientes, la maestra plantea un hilo conductor anterior y posterior para la actividad desarrollada que involucra otras áreas de conocimiento: parte del tema “la prehistoria” y algunas herramientas que se empleaban en aquella época (como el sílex), para continuar con el conocimiento de los materiales empleados (los minerales) y terminar trabajando, tras la observación de las propiedades magnéticas de los minerales, con el fenómeno de magnetismo. Es decir, aunque el enfoque de la actividad no involucra simultáneamente más de un área de conocimiento, dentro de los objetivos y resultados de aprendizaje declarados, la línea temporal planteada invita a pensar en que esta maestra trata de generar una progresión temática en la que se observa la necesidad de ampliar conocimientos poniendo la mirada a diferentes disciplinas a medida que surge la necesidad de profundizar sobre aspectos relacionados. En el caso de la maestra del aula Agua, declara que la actividad se plantea para trabajar la competencia oral y escrita e introducir al

alumnado en el uso de textos informativos, sin hacer énfasis en el aprendizaje relacionado con los minerales.

Respecto a las fortalezas detectadas, las maestras de los ambientes artístico, matemático y lingüístico enfatizan en los aprendizajes como docentes sobre la temática (*“siento que he aprendido de forma más significativa que cuando estudié este tema (de minerales) en mi formación”*) y sobre el incremento en su seguridad sobre la temática (*“no es tan difícil afrontarlo (el tema) con los peques”*). Además, del propio aprendizaje sobre el tema, las maestras declaran como puntos positivos los cambios en percepción sobre las capacidades del alumnado (*“me siento más segura en las capacidades de los niños y niñas. En ocasiones, como tienen 5 y 6 años pienso que no van a ser capaces de hacer ciertas actividades con autonomía”*) o los aprendizajes de los niños y las niñas (*“ha servido para reforzar lo trabajado (desde otro punto de vista)”*).

En las dificultades detectadas, la maestra del aula Tierra detecta una falta de coordinación entre los cuatro ambientes, derivado, en parte, de la inseguridad que detecta en sus compañeras para trabajar el tema (*“el manejo del tema es desigual entre nosotras, creo que mis compañeras se han sentido inseguras”*). Sin embargo, la mayoría de las maestras detectan más dificultad en encontrar tiempo para diseñar las actividades de forma coordinada, debido, en cierta medida, a la inseguridad/desconocimiento sobre la temática (*“el desconocimiento de los minerales y no contar con suficientes ejemplares en el colegio ha sido el principal obstáculo. Hemos necesitado mucho tiempo de preparación, y, aun así, tenía la sensación de falta de tiempo y prisa”*). Otra dificultad detectada por la maestra del aula Aire se asocia con la búsqueda de puntos de intersección de la temática trabajada con el trabajo de destrezas y conceptos relacionados con otras áreas de conocimiento (*“esta propuesta relacionada con minerales y rocas pensamos que puede estar más relacionada con áreas de ciencias y matemáticas. Desde plástica se puede trabajar como punto de partida para trabajar otros temas como el color, pero resulta forzado. En francés lo vemos inviable”*). Así, plantea que la problemática puede estar relacionada con que el planteamiento de esta temática utilizando el trabajo por ambientes puede hacer que se pierda el carácter interdisciplinar (*“esta unidad temática creo que resulta interesante realizarla de forma interdisciplinar cuando es la misma persona la que imparte las distintas áreas. Al estar tan compartimentalizado nuestras áreas en ambientes, resulta complicado globalizar, perdiéndose incluso esa globalidad que se busca”*). Otra de las dificultades que detectan las maestras se relaciona con la obtención y elección didáctica de los materiales a incorporar en las propuestas experimentales (*“en las propuestas (experimentales) nos ha costado pensar qué minerales utilizar considerando su disponibilidad”*), donde enfatizan la importancia del apoyo de algunas compañeras (*“para la selección de materiales he necesitado mucha ayuda de mis compañeras”*).

Además del apoyo de la compañera del aula Tierra, que, según declaran el resto de las maestras, ha sido fundamental, contar con agentes externos para el préstamo de materiales o para el apoyo en el proceso de diseño también es considerado como algo fundamental para la actividad desarrollada. Otro apoyo declarado se relaciona con la disponibilidad de literatura relacionada con la enseñanza y aprendizaje de los minerales, que dicen haber sido de gran apoyo (*“me ha ayudado mucho disponer del artículo de minerales en el que contaba la experiencia previa (...)”*).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La posibilidad de integración entre áreas desde las ciencias en las aulas supone contemplar las características del contexto educativo en el que puede tener lugar el desarrollo de actividades que pretenden dicha integración. Así, el presente trabajo, enmarcado en un estudio de caso, evalúa el nivel de integración y las dificultades, fortalezas y apoyos percibidos por las maestras participantes en el contexto de una actividad sobre minerales llevada a cabo en aulas multigrado que trabajan por ambientes de aprendizaje.

Dicha actividad planteaba el trabajo interdisciplinar con la utilización de propuestas de experimentación en las que los niños y las niñas, de forma autónoma y en pequeños grupos multigrado, debían afrontar una serie de retos relacionados con algunas propiedades de los minerales. Las propuestas diseñadas fueron distribuidas en cuatro aulas tratando de agruparlas por afinidad con determinadas áreas de conocimiento: (1) masa y forma de los minerales se incorporaron en el aula Fuego, donde habitualmente se trabajan las áreas de Matemáticas y Música; (2) el color, la raya y diafanidad en el aula Aire, donde se trabaja Educación Plástica y Francés; (3) las propiedades ópticas, la diferenciación de rocas y minerales y una biblioteca con información sobre minerales fueron

incorporadas en el aula Agua, donde se trabaja el área de Lengua Castellana y Literatura y; (4) las propiedades referidas al magnetismo, dureza, fluorescencia y el uso de instrumentos de observación se incorporaron en el aula Tierra, donde se trabajan habitualmente las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales. A lo largo de una jornada escolar los escolares rotaban por las diferentes aulas, enfrentándose a los retos propuestos.

Tal y como plantean Helmane y Brisca (2017), los niveles de integración no deben verse como categorías excluyentes en las que el todo o nada definen su carácter, sino que se trata de un continuo en el que, atendiendo a las características de la actividad propuesta, ésta pueda estar enmarcada en varios niveles. Es lo que hemos observado al evaluar el caso analizado. El planteamiento de la actividad desde un “tema” y no “un problema” hace que la actividad desarrollada se enmarque en lo referido con la base de integración en un nivel multidisciplinar. Sin embargo, los objetivos planteados invitan a que el alumnado tenga que poner en juego estrategias y conceptos relacionados con al menos dos áreas curriculares, enmarcándose para estas características en un nivel interdisciplinar.

Este último punto encaja con las características definidas por Pérez-Torres *et al.* (2021) dentro de los proyectos STEM, donde los contenidos de diferentes asignaturas se integran a lo largo de la actividad. No obstante, esta característica no solo se contempla en programas denominados bajo la etiqueta de STEM, sino que hay otros trabajos publicados que plantean la integración desde las ciencias naturales o desde otras disciplinas teniendo en consideración los contenidos curriculares de las diferentes materias, tal y como se ha planteado en el presente trabajo (Gresnigt *et al.*, 2014; Tytler *et al.*, 2021; Sáez-Bondía & Clavero-Pagés, 2016).

El planteamiento de propuestas experimentales trataba de buscar relación entre las Ciencias Naturales y otras áreas curriculares, buscando cierta afinidad con el aula en la que se desarrollaban. No obstante, en muchas ocasiones, se observan relaciones con otras áreas de conocimiento no contempladas en el diseño. Es el caso del área de Lengua Castellana, donde la comunicación y el uso de destrezas comunicativas que implican el empleo de descripciones o explicaciones se muestra presente cuando el alumnado se enfrenta a los diferentes retos planteados. Es decir, el alumnado utiliza términos científicos en lectoescritura y utiliza vocabulario específico, aspecto poco frecuente en las aulas de ciencias las primeras etapas educativas (Cantó, de Pro Bueno, & Solbes, 2016).

Así, desde la percepción de las maestras, se observan visiones que se dividen entre los niveles interdisciplinar y multidisciplinar. La estrecha relación existente entre las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales (Clements & Samara, 2021) se hace patente en el aula Fuego, donde la identificación de las formas de los minerales requiere de la movilización de conocimientos relacionados con la geometría. En el caso del ambiente artístico, aunque existen claras conexiones entre Educación Plástica y Visual y Ciencias Naturales, la maestra parece observar una relación forzada, tal vez debido a la inseguridad que presenta ante el tema. En los ambientes lingüístico y científico las maestras consideran como objetivos y evalúan aprendizajes desde un enfoque multidisciplinar, a pesar de que durante el desarrollo de la actividad se observa el trabajo conectado con más de un área de conocimiento en estas aulas. Este hecho puede ser debido a que la compartimentalización de disciplinas en los ambientes haga que las maestras centren su atención en los saberes y competencias curriculares que tienen que trabajar en “sus áreas”, sin considerar que en el desarrollo de la actividad se pueden estar trabajando otras.

Es decir, no solo se une la necesidad de un conocimiento sobre temas específicos de la disciplina para que el profesorado tenga capacidad de integrar conceptos (You, 2017), sino que es importante que esta integración esté planteada inicialmente en los objetivos y en los resultados de aprendizaje. En este sentido, aunque la organización del centro en el que se contextualiza el estudio separa aulas en áreas de conocimiento, en el proceso de diseño de las diferentes aulas, debería haberse considerado inicialmente no solo la vinculación con las áreas a las que esta aula está adscrita, sino con todas las presentes curricularmente.

Para realizar este ejercicio de integración en aulas en las que se trabajan determinadas áreas curriculares es necesaria una coordinación entre todo el profesorado implicado que permita dotar de una visión global la actividad. En este sentido, en la actividad desarrollada, la inseguridad inicial por parte de las maestras hizo que mucho del peso en el diseño recayese sobre la maestra del aula Tierra, que posee conocimientos sobre minerales. Este hecho abre cuestiones relativas a si la organización del trabajo por ambientes planteado facilita el desarrollo de actividades que promuevan un aprendizaje integrado o si, tal y como propone la maestra del aula Aire, para según qué temas sería preferible que

una misma maestra desarrollase conjuntamente las demandas curriculares asociadas a la etapa. Tal vez es cuestión de favorecer el incremento de la seguridad y la autoeficacia del profesorado ante determinados temas (Hadtke & Bögeholz, 2019), lo que podría reducir las dificultades percibidas en lo relativo a la búsqueda de conexiones con determinadas áreas o la reducción en los tiempos de preparación de las actividades.

Los minerales son un tema que en la educación obligatoria española no se aprecia una progresión continua a lo largo de las etapas educativas (Laita *et al.*, 2018). Así, cuando los docentes en formación llegan a las aulas, suelen poseer un conocimiento superficial y fragmentado sobre el modelo de mineral. Existen en la literatura propuestas que plantean secuencias fundamentadas que tratan de introducir progresivamente el modelo de mineral a lo largo de la escolarización obligatoria (Mateo & Sáez-Bondía, 2022b) o en la formación inicial de maestros (Mazas *et al.*, 2018) y que pueden ser servir de inspiración para ser trasladadas a las escuelas. De hecho, uno de los apoyos que contemplaban algunas de las maestras para poder abordar la actividad de forma interdisciplinar, fue la existencia de literatura que ayudase a conocer cómo implementar esta temática en sus aulas.

Otro apoyo contemplado por las maestras fue la propia colaboración con agentes externos en el proceso de diseño de las propuestas experimentales. La cooperación entre docentes-investigadores universitarios y maestras permite generar contextos para tratar el diseño, aplicación y evaluación de los ambientes, conectando los fundamentos didácticos del área con la realidad educativa (Blanco-López, Martínez-Peña, & Jiménez-Liso, 2018). Esta colaboración también facilitó la obtención de minerales con los que trabajar. Es más, la elección didáctica de los materiales coherente con los objetivos pretendidos y la obtención de los minerales fue otra de las dificultades detectadas por parte de las maestras participantes. En el diseño de propuestas experimentales como las planteadas, en las que es el alumnado el que autónomamente se enfrenta al reto propuesto, se considera imprescindible una elección adecuada de los materiales. Dichos materiales se recomiendan que sean naturales y que permitan aislar variables de una en una (Pedreira *et al.*, 2019), aspecto no siempre fácil conseguir.

A pesar de las inseguridades iniciales declaradas por parte de las maestras, tras el desarrollo de la actividad, declaran cierto incremento en su seguridad a la hora de trabajar los minerales que parece relacionarse con un mayor conocimiento sobre éstos. Tal y como se ha visto en otros contextos, la inseguridad se reduce conforme se incrementan los aprendizajes sobre el tema (Jiménez-Liso *et al.*, 2019). También se detecta el incremento en la confianza en las capacidades de los niños y niñas, donde las maestras declaran que éstos son capaces de enfrentarse autónomamente a los retos planteados y de forma organizada dentro de los pequeños grupos. La organización de pequeños grupos dentro de grandes grupos ofrece una unidad organizativa más manejable y más compromiso entre los estudiantes (Schleicher, 2015), aspecto que también se ha podido ver favorecido por las dinámicas de aula generadas gracias al trabajo por ambientes. En este sentido, la colaboración entre docentes, entre alumnado y docentes, además de entre alumnos, propia de este tipo de organización, enmarca la actividad en un nivel interdisciplinar. Es decir, pensamos que este tipo de organización, tal y como indican Riera *et al.* (2014), promueve el aprendizaje autónomo del alumnado que se ve favorecido por la realización de grupos multigrado, donde se genera un clima de colaboración (Boix, 2011).

Los resultados que emergen de la evaluación de la actividad invitan a afirmar que, en el contexto descrito, es posible integrar un tema relacionado con las ciencias en otras áreas de conocimiento cuando se trabaja por ambientes agrupados en áreas de conocimiento. No obstante, la seguridad ante el tema abordado por parte de algunas maestras supone un esfuerzo adicional de preparación y búsqueda de conexiones con otras áreas que requiere de apoyos por parte de compañeras y agentes externos. Este hecho hace cuestionarse la necesidad de una mayor formación científica y de su didáctica tanto en la formación inicial de maestros y maestras como en su formación continua (Cantó *et al.*, 2016; de Pro, de Pro, & Cantó, 2022) y de compartir trabajos y publicaciones que ayuden al profesorado en el desarrollo de secuencias que puedan ser transferibles a sus aulas.

Por último, los resultados derivados de este trabajo abren puertas a nuevas cuestiones relacionadas con el desarrollo de actividades o proyectos integrados en contextos como el descrito: ¿en qué medida se favorece la integración en este tipo de organizaciones?, ¿cuáles son las ventajas frente al desarrollo de proyectos con un mismo docente?, ¿qué inconvenientes se observan?

Agradecimientos

Proyecto PID2021-1236150A-I0 del MIMECO y el Grupo de referencia Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27_23R, Gobierno de Aragón), perteneciente al IUCA. Agradecemos a los niños, las niñas y maestras del CEIP Asunción Pañart. Agradecemos el trabajo de los revisores anónimos que ha contribuido a una mejora sustancial del manuscrito inicial.

REFERENCIAS

- Abellán, C. A. (2019). Las transiciones educativas y su influencia en el alumnado. *Edetania. Estudios y propuestas socioeducativos*, 55, 223-248. https://doi.org/10.46583/edetania_2019.55.444
- Blanco-López, A., Martínez-Peña, B., & Jiménez-Liso, M.R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 15-28. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>
- Bogdan-Toma, R., & García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Boix, R. (2011). ¿Qué queda de la escuela rural? Algunas reflexiones sobre la realidad del aula multigrado. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 15(2), 13-23. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/2025>
- Bustos-Jiménez, A. (2010). Aproximación a las aulas de escuela rural: heterogeneidad y aprendizaje en los grupos multigrado. *Revista de educación*, 352, 353-378. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-0034-8082-RE>
- Cantó, J., de Pro Bueno, A., & Solbes, J., (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Castro, A., Ezquerro, P., & Argos, J. (2012). La transición entre la Escuela de Educación Infantil y la de Educación Primaria: perspectivas de niños, familias y profesorado. *Revista española de pedagogía*, 70(253), 537-552. <https://www.jstor.org/stable/23767030>
- Clements, D., & Sarama, J. (2021). STEM or STEAM or STREAM? Integrated or interdisciplinary? Embedding STEAM. En Cohrssen and Garvis (Eds.), *Early Childhood Education and Care* (pp. 261-275). Palgrave Macmillan.
- de Marco, M., Vázquez-Prada, D., & Lucha-López, P. (2022). Los ambientes de un aula internivelar de Ciencias. En A. Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 395-401). Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada, España.
- de Pro, A., de Pro, C. & Cantó, J. (2022). Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 97(36.1), 185-202. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D., & Silva-Díaz, F. (2023). Una ciudad sostenible STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias y las matemáticas en estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(1), 111–126. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p111>
- Fraser, B. J. (2023). The evolution of the field of learning environments research. *Education Sciences*, 13, 257-267. <https://doi.org/10.3390/educsci13030257>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>

- Handtke, K., & Bögeholz, S. (2023). Self-Efficacy Beliefs as well as perceived advantages and challenges of Interdisciplinary Science teaching from a Longitudinal Perspective. *Education Science*, 13, 212. <https://doi.org/10.3390/educsci13020212>
- Helmane, I., & Brisca, I. (2017). What is developping integrated or interdisciplinary or multidisciplinary or transdisciplinary education in school? *Signum Temporis*, 9(1), 7-15. <http://dx.doi.org/10.1515/sigtem-2017-0010>
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L., & López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science and Technological Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>
- Kokko, A. K., & Hirsto, L. (2021). From physical spaces to learning environments: processes in which physical spaces are transformed into learning environments. *Learning Environments Research*, 24(1), 71-85. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09315-0>
- Laita, E., Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B., & Lucha, P. (2018). ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Análisis del modelo de mineral implícito en el currículo y en los libros de texto en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 256-256.
- Macpherson-Parrott, H., & Cohen, L.E. (2021). Advantages of mixed-age free play in elementary school: perceptions of students, teachers, and parents. *International Journal of Play*, 10(2), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1080/21594937.2021.1878774>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mateo, E., & Sáez-Bondía, M. J. (2022a). Experimentar con minerales en Educación Infantil: evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 19(2), 2801-2801. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801
- Mateo, E., & Sáez-Bondía, M.J. (2022b). Progresión del modelo de mineral desde las prácticas científicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 110, 8-16.
- Mazas, B., Bravo, B., Mateo, E., Lucha, P., Cortés, Á., & Martínez-Peña, B. (2018). Llevamos los minerales al aula: actividades para trabaja la modelización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 340-351.
- Menken, S., & Keestra, M. (Eds) (2016). *An Introduction to Interdisciplinary Research*. Amsterdam, Netherlands: Amsterdam University Press
- Park, M. H., Dimitrov, D. M., Patterson, L. G., & Park, D. Y. (2017). Early childhood teachers' beliefs about readiness for teaching science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of Early Childhood Research*, 15(3), 275-291. <https://doi.org/10.1177/1476718X15614040>
- Pedreira M., Brugarolas I., Cantons J., García D., Garriga M., Lemkow G., Llebaria M., Llenas P., Mampel S., Montiel C., Mur B., Torreguitart L., Vázquez L., & Vilaseca N. (2019). *Ciencia en la primera infancia. 49+1 propuestas de libre elección*. Barcelona, España: Graó.
- Pedreira, M. (2006). *Dialogar con la realidad. Cuadernos Praxis para el profesorado. Educación Infantil. Orientaciones y Recursos*. Barcelona, España: CISS_Praxis.
- Pérez-Torres M., Couso D., & Márquez C. (2021) ¿Como diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado* (2 de marzo de 2022), 52. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3296>
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *Boletín Oficial del Estado* (2 de febrero de 2022), 28. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-1654>

- Riera, M.A., Ferrer, M., & Ribas, C. (2014). La organización del espacio por ambientes de aprendizaje en la Educación Infantil: significados, antecedentes y reflexiones. *RELAdeI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 3(2), 19-39.
- Sáez-Bondía, M J., & Clavero-Pagés, N. (2016). Hipatia de Alejandría: La Dama de las Ciencias. Una propuesta interdisciplinar en primaria a través del uso de textos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 628-642. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.09
- Schleicher, A. (2015). *Schools for 21st-Century Learners: Strong Leaders, Confident Teachers, Innovative Approaches. International Summit on the Teaching Profession*. OECD Publishing. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=ED573711>
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid, España: Morata.
- Sormunen, K., Vehmaa, S., Seitamaa-Hakkarainen, P, Lavonen, J. Hakkarainen, K., & Juuti, K. (2023). Learning science through a collaborative invention project in primary school. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5.6. <https://doi.org/10.1186/s43031-023-00074-5>
- Tamayo, S. (2014). La transición entre etapas educativas: de Educación Infantil a Educación Primaria. *Participación educativa*, 3(5), 131-137.
- Tytler, R., Mulligan, J., Prain, V., White, P., Xu, L., Kirk, M., ... & Speldewinde, C. (2021). An interdisciplinary approach to primary school mathematics and science learning. *International Journal of Science Education*, 43(12), 1926-1949. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946727>
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research. Design and methods*. Thousand Oaks, United States of America: SAGE Publications.
- You, H. S. (2017). Why teach science with an interdisciplinary approach: history, trends, and conceptual frameworks. *Journal of Education and Learning*, 6(4), 66-77. <http://doi.org/10.5539/jel.v6n4p66>

Recebido em: 07.10.2023

Aceito em: 18.12.2023