



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Experimentar con minerales en Educación Infantil: evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección

Mateo González, Ester; Sáez-Bondía, María José

Experimentar con minerales en Educación Infantil: evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 19, núm. 2, 2022

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92069718008>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801

Experimentar con minerales en Educación Infantil: evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección

Experimenting with minerals in Early Childhood Education: evaluation of a free-choice science space

Ester Mateo González

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de
Zaragoza, España
emateog@unizar.es

 <https://orcid.org/0000-0002-2597-7585>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92069718008>

María José Sáez-Bondía

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de
Zaragoza, España
msaezbo@unizar.es

 <https://orcid.org/0000-0002-8733-1501>

Recepción: 26 Octubre 2021

Revisado: 20 Enero 2022

Aprobación: 03 Marzo 2022

RESUMEN:

Este trabajo presenta el diseño, implementación y evaluación de un espacio de ciencia libre elección sobre minerales en Educación Infantil enfocado desde una Investigación Basada en el Diseño. Partiendo de las recomendaciones sobre el diseño de estos espacios, se describen minuciosamente las nueve propuestas contenidas en el espacio: su ubicación, materiales y objetivos. Tras su implementación con un grupo de niñas y niños de 2º de Educación Infantil, se evalúan las habilidades científicas promovidas, las interacciones establecidas y su relación. Para ello, se emplean grabaciones de vídeo, que son analizadas utilizando estrategias propias de la metodología observacional. Los resultados derivados de la evaluación sacan a la luz que los materiales elegidos en cada propuesta del espacio y las interacciones producidas entre iguales y con la maestra tienen relación con el tipo habilidades científicas trabajadas por las niñas y niños y su complejidad. Se discute sobre posibles mejoras del espacio y el papel del tiempo y del maestro en el mismo.

PALABRAS CLAVE: Investigación basada en el diseño, Espacio de ciencia libre elección, Experimentación, Minerales, Educación Infantil.

ABSTRACT:

This paper provides the design, implementation and evaluation of a free-choice space on minerals in Early Childhood Education from a Design-Based Research approach. Taking into consideration the recommendations in the literature on the design of these learning spaces, the paper portrays in detail the nine proposals included in this space: their location, materials and goals. After the implementation of the space with a group of 4-5 years old, scientific skills, interactions and their relationships were analysed. To do so, video recordings of classroom actions were analysed by using observation strategies. The results show that the materials chosen in each proposal, the interactions between peers and with the teacher are related to the type of scientific skills worked on by the children and their complexity. Possible improvements and the role of time and teachers in the evaluated space are discussed.

KEYWORDS: Design based research, Free-choice science space, Experimentation, Minerals, Early Childhood Education.

INTRODUCCIÓN

De los elementos del sistema didáctico (Chevallard 1985), el espacio es el aspecto de la educación que más visiblemente reproduce y refleja los principios educativos (Trueba 2015). El espacio transmite silenciosamente muchos mensajes sobre la acción y la interacción educativa que en un aula se desarrolla

cada día: delata la metodología, la intención didáctica y las sugerencias de acción, promueve actitudes y conductas, condiciona las relaciones sociales entre iguales y entre alumnado y adultos e influye en el bienestar y equilibrio emocional. Por ello, en todos los niveles educativos, es necesario preparar minuciosamente espacios generadores de conocimientos adecuados de acuerdo con la madurez y el ritmo personal de los escolares (Wild 2004).

En las últimas décadas, la etapa de Educación Infantil (EI) se ha puesto en valor como una etapa con entidad propia donde están las llaves para abrir las puertas de las siguientes etapas educativas: aprender a vivir, a conocer, a ser y a hacer (Díez Navarro 2013). Desde el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales se advierte la necesidad de trabajar las Ciencias desde las etapas tempranas de la educación (Spektor-Levy *et al.* 2013, Trundle 2015) no sólo por construir una base sólida para la comprensión científica futura, sino también para desarrollar habilidades y actitudes importantes para el aprendizaje integral, sistemático e interdisciplinar (Mateo 2021, Cruz-Guzmán y Martínez 2022). En esta etapa, se tiene que educar lúdicamente, diseñando actividades que valoren los procesos, que partan de la curiosidad, la sensibilidad y el talante investigador de los niños y las niñas y donde toda acción empiece en el pensamiento, alejándonos así del hacer por hacer (Fernández y Bravo 2015).

Es de vital importancia contemplar la diversidad en las aulas de EI (BOE 2007) utilizando estrategias metodológicas que favorezcan los diferentes niveles de desarrollo de los escolares (rincones, talleres, ambientes, instalaciones, etc.) de manera que construyan sus propios modelos a sus ritmos personales a partir de la experimentación (Cruz-Guzmán *et al.* 2020, Mateo *et al.*, 2020).

Con la finalidad de mejorar el bienestar de los niños y las niñas, adaptarse a sus necesidades y generar condiciones favorables para su desarrollo y su aprendizaje, en España han ido surgiendo, en las últimas décadas, escuelas de EI que modifican su organización espacio-temporal de manera que los niños y las niñas pueden acceder de manera libre a espacios habilitados con propuestas agrupadas por temáticas: de arte, de comunicación, de ciencias, de psicomotricidad, de juego simbólico, etc. El acceso a estos espacios se produce en diversos momentos del día o de la semana o en todo el tiempo escolar.

Los espacios de libre elección o free-choice learning parecen tener su origen en contextos no formales vinculados generalmente a museos, bibliotecas o zoológicos (Falk 2001). La idea de estos espacios era permitir al aprendiz identificar diferentes opciones de aprendizaje en diferentes espacios para, finalmente, elegir el tema o espacio libremente (Bamberguer y Tal 2007). Este uso no formal sigue presente en la actualidad, vinculado tanto a museos o en espacios vinculados al mundo universitario (Lemkow-Tovias *et al.* 2016).

Desde el ámbito de las Ciencias Experimentales se localizan estudios internacionales centrados en antecedentes históricos de estos espacios, como las escuelas Montessori o Reggio Emilia (Inan *et al.* 2010, Rinke *et al.* 2013) que evalúan si estos contextos ricos en ciencias permiten trabajar los objetivos de la educación científica; o bien centros y museos de educación no formal que abordan su uso desde la perspectiva STEM (Bustamante *et al.* 2020). No obstante, se centran en aspectos generales del aprendizaje científico, dejando de lado una evaluación profunda de lo que hacen los niños cuando se mueven en estos espacios y la relación concreta entre los materiales que utilizan, las interacciones que se producen y su aprendizaje.

En el contexto nacional, Pedreira y colaboradores trabajan desde hace años en el contexto no formal (Lemkow-Tovias *et al.* 2016, Pedreira y Márquez 2016 y 2019, Pedreira *et al.*, 2019, Haldón *et al.* 2021). En el espacio “Lab 0_6. Centro de descubrimiento, investigación y documentación para la infancia” se diseñan y evalúan espacios de libre experimentación en los que, con el uso de materiales naturales, los niños clasifican, observan, se plantean preguntas sobre tópicos científicos como las rocas y los minerales, la materia o los seres vivos.

Desde la perspectiva del aprendizaje científico en EI en contextos formales con el uso de espacios de ciencias de libre elección, apenas hay trabajos centrados en evaluar qué aporta el espacio construido al aprendizaje científico. Este trabajo evalúa un espacio de ciencias de libre elección con la característica “monotemática” de los minerales implementado en un aula de EI, aspectos no abordados en trabajos anteriores.

LOS ESPACIOS DE LIBRE ELECCIÓN EN EDUCACIÓN INFANTIL

Actualmente, el espacio se entiende como un lugar habitable de encuentro, dinámico, estimulador, reflexivo, de construcción, de intercambio, con una red de relaciones entre adultos, alumnado, materiales y fenómenos. Algunas acepciones terminológicas como ámbito, ambiente, organización por ambientes, espacio de libre elección, espacio de libre circulación, ambientes de aprendizajes, ambiente preparado, instalaciones o learning landscape llevan implícitas organizar los espacios donde se generan experiencias de aprendizaje significativo y que se transforman y acoplan a las necesidades de sus habitantes (Duarte 2003, Riera 2005, Mateo *et al.* 2020). Favorecer el aprendizaje de las niñas y los niños de EI a través de espacios de libre elección es un campo innovador, pero a la vez, sus bases teóricas se remontan a hace muchos años ya que recoge las ideas de los grandes representantes de la Historia de la Educación: Vygotsky, Piaget, Malaguzzi, Waldorf, Montessori, etc. (Anillo *et al.* 2017, Rinke *et al.* 2013).

El espacio de libre elección da la oportunidad a los escolares de aprender nuevos conocimientos, plantearse nuevas preguntas y retos, descubrir, crear, innovar y pensar (Riera *et al.* 2014). Además, el espacio permite fortalecer las competencias afectivas, sociales y cognitivas, invitando a los niños y las niñas a enfrentarse de manera creativa a los problemas del entorno durante sus primeros años de vida (Otálara 2010). Otros beneficios de esta organización espacio-temporal son el trabajo cooperativo, el fomento de la autonomía, el respeto al ritmo de aprendizaje y desarrollo individual, la inclusión real de todo el alumnado, la ausencia de miedo al error, etc. (Anillo *et al.* 2017).

Un espacio de ciencias de libre elección se define como un espacio educativo configurado con propuestas preparadas mayoritariamente con material natural, dispuestos por ámbitos temáticos relacionados con la ciencia (seres vivos y su medio, aire, luz, minerales, etc.). Las propuestas diseñadas se sitúan dentro del espacio de manera atractiva y sugerente y favoreciendo el libre acceso de las niñas y los niños. Son espacios de bienestar, de comunicación, de investigación, de modelización, de experimentación, de inclusión y de alto voltaje emocional que pretenden dar respuesta a los intereses de los niños y de los maestros (Pedreira *et al.* 2019).

Cuando se crean espacios de libre elección es muy importante tener en consideración el tipo de materiales a seleccionar en cada propuesta y la intencionalidad de las mismas. Los materiales se consideran fuentes de estímulo para fomentar la experimentación (Franco y Llinares 2019). Por ello, un aspecto imprescindible a tener en cuenta a la hora de planificar una actividad didáctica es una adecuada elección de los materiales, ya que será su manipulación y el planteamiento de preguntas lo que permitirá al alumno la construcción de conocimientos. Los materiales en un espacio de ciencias deben ser naturales ya que los elementos de la naturaleza son materiales transmisores de diversidad y riqueza sensorial, generan fascinación y presentan muchas posibilidades de interpretación. Además, tienen que ser sencillos, manejables, robustos, variados, con rigurosidad científica, en cantidad suficiente, que faciliten la autonomía, que no ofrezcan problemas de seguridad y de uso cotidiano (Fernández y Bravo 2015). También es interesante introducir instrumentos de observación y/o de medida para favorecer la relación entre hacer y pensar, el surgimiento de preguntas y trabajar actitudes científicas como la precisión y la rigurosidad.

Tal y como especifican Pedreira y Márquez (2016), los espacios deberían estar en continua evolución y evaluación. Este hecho implica tener en cuenta lo que se desea conseguir desde el punto teórico (los objetivos de cada propuesta en particular y del espacio en general) y realizar una observación rigurosa de lo que sucede cuando los niños y niñas experimentan libremente en esos espacios. Para evaluar estos espacios de ciencias se pueden tener en cuenta: 1) el propio espacio: la estética, el orden, el clima que genera, los materiales elegidos, las interacciones y las comunicaciones que se producen, etc.; 2) las propuestas: analizando si coincide la intención de la propuesta con lo que hacen los niños en ella y 3) evaluar los aprendizajes de los niños (en la dimensión actitudinal, procedimental y conceptual).

Por tanto, el diseño y evaluación de estos espacios encaja muy bien con enfoques de investigación basada en el diseño (IBD), considerando las características definidas por Guisasola *et al* (2021). En primer lugar, su diseño está orientado por la teoría, basada en investigaciones previas, y requiere de una aplicación en el aula para su evaluación. En segundo, porque es iterativa y está orientada al proceso: los espacios de libre elección no son estancos, sino que están en constante evolución. Por último, tiene carácter pragmático, ya que la descripción de su uso y evaluación puede servir para que el profesorado de EI lo emplee en sus aulas.

Desde el punto de vista del aprendizaje científico, Jirout y Zimmerman (2015) afirman que los niños y las niñas de EI son capaces de plantearse preguntas sobre aspectos científicos y conseguir información para resolver un problema. Incluso, son capaces de emitir hipótesis, reconocer experimentos, recoger y analizar datos y utilizar esos datos para tomar decisiones, hacer generalizaciones o predicciones sobre problemas futuros. Es decir, pueden llevar a cabo prácticas científicas en las que trabajar diferentes habilidades o destrezas científicas como la exploración, la evaluación y comunicación y la creación de significados (Chen y Terada 2021), relacionadas con las “tres Es” (Experiencia con la realidad, Explicitación de ideas o comunicación y Evolución de ideas o el acercamiento a la construcción de modelos), propuestas por Pedreira y Márquez (2019) en el contexto de espacios de libre elección en museos.

La experiencia con la realidad implica el uso de los sentidos, observar, manipular, usar instrumentos. La explicitación implica el uso de habilidades cognitivas y cognitivo-lingüísticas como comparar, clasificar, identificar, predecir, nombrar, describir, explicar, argumentar y justificar. Mientras que la evolución supone el acercamiento al conocimiento científico a través de la generación de preguntas, relacionar variables, comprobar, establecer asociaciones con conocimientos previos o la realización de generalizaciones (de Pro 2013, Jirout y Zimmerman 2015, Fernández y Bravo 2015). En cuanto al papel de las interacciones en estos espacios, Pedreira (2018) y Haldon *et al.* (2021) destacan la importancia de la intervención del adulto en la actividad autónoma de los niños, siempre y cuando actúe en el momento adecuado sin interferir.

Respecto a cómo adquieren los niños estas habilidades se ha observado que se aprenden a lo largo del tiempo si se crean contextos que favorezcan estos aprendizajes (de Pro 2013). Siry y Kremer (2011) enfatizan en la importancia de las interacciones entre iguales en la construcción de conceptos científicos en la etapa de EI.

LOS MINERALES Y SU IMPORTANCIA EN EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO EN EDUCACIÓN INFANTIL

Los minerales suelen generar interés y curiosidad en los niños y las niñas durante sus primeros años escolares (Pedreira *et al.* 2019), pero esta fascinación suele disminuir conforme los alumnos avanzan en cursos académicos (Laita *et al.* 2018). Esta predisposición que tienen las niñas y los niños a observar el medio que les rodea, en concreto los minerales, se puede aprovechar para crear entornos apropiados de aprendizaje de ciencias (French 2004).

Los minerales son materiales muy atractivos para la etapa de EI por su gran riqueza sensorial: son de diferentes colores, formas, brillos, texturas, consistencia, sabores, olores, diafanidades, tamaños. Además, este tema está contemplado en el currículo de la etapa educativa de EI (BOE 2007) con la necesidad de trabajar las propiedades de objetos y materiales presentes en nuestro entorno, nombrando las rocas (entre otros), valorando su importancia para la vida y desarrollar actitudes de cuidado, respeto y responsabilidad en su conservación.

En este trabajo se trabajan algunas de las propiedades físicas perceptibles de los minerales como son color, raya, dureza, diafanidad, masa y magnetismo. De esta manera, trabajar estas propiedades puede servir de base para que en el futuro los niños entiendan que las propiedades físicas de cada mineral les hacen adecuados para unos usos concretos, por ejemplo, la sepiolita sirve para fabricar las arenas de gatos debido a su propiedad absorbente (Jiménez Millán *et al.* 2008). Incluso, en años escolares posteriores, los niños y las niñas pueden llegar a construir modelos cada vez más complejos, entendiendo que son los constituyentes básicos de los

materiales terrestres y que el conocimiento de la estructura, composición y uso de los minerales es esencial para entender los procesos físicos, químicos y ambientales que ocurren en nuestro entorno y que han sucedido a lo largo de la historia de la Tierra (Laita *et al.* 2018). Asimismo, son las materias primas básicas para el desarrollo económico y tecnológico de la sociedad por lo que es necesario favorecer su uso sostenible. Es interesante percatarse de la dependencia que tenemos actualmente de los recursos naturales, ya que la inmensa mayoría de objetos cotidianos que nos rodean están hechos con o a partir de minerales (Mazas *et al.* 2018).

ENFOQUE Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se enmarca bajo una Investigación Basada en el Diseño (IBD), ya que sigue las características propuestas por Guisasola *et al.* (2021) y tiene como objetivo evaluar un espacio de libre elección sobre minerales, durante el momento de libre experimentación, con un grupo de siete niños y niñas de 3º de EI (5-6 años). En concreto, se evalúan:

- 1) Las habilidades científicas que promueven cada una de las propuestas diseñadas.
- 2) El tipo de interacciones observadas en cada una de las propuestas.
- 3) La relación entre las interacciones observadas y las habilidades científicas promovidas.

METODOLOGÍA

Diseño e implementación del espacio de libre elección sobre minerales

El espacio diseñado surge de una colaboración con maestras de EI del CEIP Fernández Vizarra (Monzalbarba, Zaragoza) y fue pensada para ser trabajada con escolares de EI con edades comprendidas entre 3 y 6 años. Previo al uso del espacio, durante el curso académico 2019/2020 los niños y las niñas habían trabajado en un proyecto relacionado con los minerales: se realizó una salida para ver rocas y minerales en la naturaleza y actividades dirigidas para trabajar las propiedades de los minerales. Durante el proyecto, se observó que las actividades diseñadas daban pie a observar, manipular y explicar, pero faltaba que los niños experimentarían. Además, se detectó que la participación de los niños fue disminuyendo a lo largo del proyecto. Las investigadoras propusieron a las maestras el diseño de un espacio que incorporase aquellos aspectos trabajados previamente y que permitiese que cada niño y niña pudiese trabajar a su ritmo sobre el tema. Las maestras participaron en el diseño del espacio proponiendo materiales y adecuando las propuestas al contexto de sus clases.

El espacio, denominado como Observatorio de Minerales estaba constituido por 9 propuestas (P1-P9) diseñadas con la intención de favorecer el aprendizaje de las propiedades de los minerales (Figuras 1 y 2, Mateo y Sáez-Bondía 2021). Cada una de las propuestas trataba de dar respuesta a cuestiones sencillas orientadas a evaluar sensorialmente una propiedad de los minerales e incluían minerales cuidadosamente seleccionados que permitían trabajar sus propiedades físicas con ayuda de materiales como escalas de colores, imanes o instrumentos como balanza y lupa binocular. De este modo se pretende fomentar el desarrollo de procedimientos (Figura 5) y actitudes científicas como el rigor y la precisión en la recogida de información, la tolerancia y respeto por los demás y el interés y deseo por aprender ciencias (Martin *et al.* 2005, de Pro 2013, Jirout y Zimmerman 2015). Asimismo, en algunas propuestas se añadió un elemento no mineral con el propósito de producir sorpresa en los escolares e incitar la comparación con el resto de materiales. Ante una situación no esperable, se espera facilitar el planteamiento de nuevas preguntas y la revisión de los modelos iniciales que tienen sobre el tema trabajado (Pedreira *et al.* 2019)



FIGURA 1

Espacio de ciencias de libre elección: “Observatorio de Minerales”.

En la Propuesta 1 (¿de qué color son los minerales?), se trabajan las diferentes tonalidades que poseen los minerales a partir de un panel con la escala de colores. El alumnado puede observar y comparar los minerales elegidos y clasificarlos según su color. Es interesante introducir algún mineral incoloro, para hacer emerger en los niños posibles preguntas sobre los minerales que no tienen color y poder relacionarlo con la P9 (diafanidad) donde se trabaja con minerales transparentes no incoloros y así, aclarar y diferenciar los términos incoloro y transparente.

En la P2 (¿qué mineral pesa más?), se utiliza la balanza para observar y comparar el peso de diferentes minerales: desde muy ligeros como la sepiolita a más pesado como la galena. Se utilizan ejemplares que tengan similar tamaño/volumen. Además, los niños y las niñas pueden utilizar pesos de 20 gramos para favorecer la comparación entre ejemplares y trabajar la precisión y la rigurosidad de las medidas.

La P3 (¿qué más puedo saber sobre los minerales?) es una pequeña biblioteca con una selección de libros y revistas con rigor científico sobre el tema de minerales y que tuvieran muchas fotografías. Se crea una zona agradable, cómoda y tranquila donde los textos se ordenan en revisteros de manera que los escolares pueden ver sus portadas al entrar y elegir el que más les llama la atención. En esta propuesta se intenta fomentar el placer por la lectura y que los niños y las niñas descubran en los libros una fuente de introducción a nuevos conocimientos.

Para la P4 (¿en qué se parecen los minerales y las rocas?, ¿en qué se diferencian?), se ha utilizado una mesa de experimentación dividida en 3 compartimentos. El más grande se ha rellenado de lentejas hasta cubrir 10 ejemplares de rocas y 10 ejemplares de minerales. El objetivo es que los niños y niñas descubran las muestras y, tras su observación y comparación, realicen una clasificación según sea mineral o roca en los dos compartimentos más pequeños. Las rocas elegidas son muestras donde se observan claramente los diferentes minerales que las forman (por ejemplo, el granito).

En la P5 (¿todos los minerales dejan la misma marca?), se presentan una pizarra negra natural, un bloque de cerámica blanca y minerales que producen rayas de diferentes colores. En algunos minerales elegidos coincide el color y la raya que poseen (por ejemplo, el grafito tiene color negro y raya negra), mientras que en otros minerales no coincide el color y la raya (por ejemplo, la pirita tiene color dorado y la raya es de color negra). El alumnado tiene que probar qué minerales dejan marca y observar y comparar el color del mineral y el color de la marca que dejan en la pizarra y/o en la porcelana.

En la P6 (¿qué mineral es más duro?), los niños y las niñas pueden observar, comparar y clasificar diferentes minerales según su dureza. Se incorporan diferentes pictogramas, ya trabajados en el aula anteriormente, relacionados con instrumentos para medir la dureza (Figura 2) con el objetivo de facilitar a las niñas y los niños que realicen medidas en los minerales y observen si los minerales pueden ser rayados por una uña y por una moneda de cobre, los comparen y, finalmente los clasifiquen según este criterio.

<p>Propuesta 1 (P1) COLOR Materiales: Escala de colores y minerales de diferentes colores: malaquita (verde), azurita (azul), cuarzo rosa, cuarzo morado, cuarzo blanco, cuarzo negro, pirita (dorada), yeso (rojo), halita (incolores), biotita (negra), calcita (marrón claro), cinabrio (rojo) y galena (negra).</p> 	<p>Propuesta 2 (P2) MASA Materiales: Balanza, pesos de 20 gramos y minerales: sepiolita, yeso, cuarzo, calcita, galena, calcopirita, esfalerita.</p> 	<p>Propuesta 3 (P3) BIBLIOTECA Materiales: Cojines, revisteros y libros y revistas relacionados con los minerales.</p> 
<p>Propuesta 4 (P4) MINERALES Y ROCAS Materiales: Mesa de experimentación con 3 compartimentos, lentes, rocas y minerales.</p> 	<p>Propuesta 5 (P5) RAYA Materiales: Porcelana blanca sin pulir, pizarra negra y minerales de diferentes rayas: yeso (blanca), hematitas (roja), pirita (negra), goethita (negra), grafito (negra), calcita (blanca), talco (blanca).</p> 	<p>Propuesta 6 (P6) DUREZA Materiales: Uña (dureza 2.5), moneda de cobre (dureza 3.5), pictogramas y minerales con diferente dureza: talco (1), yeso (1,5-2), sepiolita (2), halita (2-2,5), calcita (3), pirita (6-6,5), cuarzo (7).</p> 
<p>Propuesta 7 (P7) MAGNETISMO Materiales: Imán y minerales: magnetita (magnético), pirita oxidada, galena, hematitas, skuterudita (no magnéticos).</p> 	<p>Propuesta 8 (P8) ARENAS Y LUPA BINOCULAR Materiales: Lupa binocular, arenas de diferentes playas y fotos ampliadas de las arenas.</p> 	<p>Propuesta 9 (P9) DIAFANIDAD Materiales: Mesa de luz y minerales: moscovita (transparente), cuarzo (translucido), yeso (translucido), hematitas (opaco).</p> 

FIGURA 2

Imágenes de las propuestas (P1-P9) planteadas en el "Observatorio de Minerales" y descripción de los materiales utilizados en cada propuesta.

En la P7 se trata el magnetismo (¿los minerales se pegan a un imán?). Para ello se han elegido minerales similares respecto a color, tamaño y forma, pero con propiedades magnéticas diferentes (por ejemplo, hematitas y magnetita; Figura 2).

El objetivo de la P8 (¿cómo son los minerales de cerca?) es observar y comparar diferentes arenas de playas con la lupa binocular para que los niños y las niñas busquen la pareja de cada placa con arena con las fotos ampliadas de las arenas (imagen correspondiente de lo que se ve por la lupa). Se han elegido 4 arenas con diferentes tamaños y colores de grano debido a la composición de las rocas del entorno. Usar una lupa binocular requiere de orientación por parte del maestro por ello anteriormente a la sesión, los niños han trabajado en el aula observando diferentes objetos con la lupa.

Finalmente, la P9 está dedicada a trabajar la diafanidad de los minerales (¿se puede ver a través de los minerales?). Con la ayuda de una mesa de luz, las niñas y los niños pueden observar y comparar como pasa la luz a través de los minerales elegidos. Se han incorporado algunos objetos de colores para favorecer la clasificación de los minerales en transparentes, translucidos y opacos teniendo en cuenta si pueden observar estos objetos a través de la luz.

Aplicación del diseño

La propuesta se realizó en el curso académico 2019/2020 con 28 niñas y niños de edades comprendidas entre 4 y 6 años, del colegio Fernández Vizarra (Monzalbarba, Zaragoza). Los niños y las niñas accedían al espacio en pequeños grupos de 6 y 8 niños. En esta investigación se ha considerado la implementación en uno de los grupos, compuesto por 7 escolares (4 niñas y 3 niños) de 3º de EI. En la figura 3 se muestran imágenes de los niños trabajando en cada una de las propuestas.



FIGURA 3
Imágenes de los niños y las niñas en cada una de las propuestas del espacio.

Las sesiones se estructuraron en dos partes: libre experimentación por el espacio y asamblea donde los niños exteriorizaban lo que más les había gustado y/o lo que habían aprendido. Las asambleas se realizaban tras la libre experimentación y tenían una duración aproximada de 20 minutos. En ellas emergían los modelos científicos sobre lo trabajado a través de la descripción de las observaciones realizadas. No obstante, en este trabajo nos centramos únicamente en lo realizado durante la sesión de libre experimentación, donde los niños se movían libremente por el espacio y las maestras solo atendían a las demandas de los niños, no interviniendo en la elección de las propuestas dentro del espacio. Esta primera parte, tuvo una duración de 31 minutos en el grupo estudiado.

Instrumentos y procedimientos de análisis

Cuando se trata de evaluar las acciones llevadas a cabo por niños y niñas de EI, es complejo centrar la atención solo en las exteriorizaciones verbales de los mismos debido a que sus gestos y acciones dicen mucho de sus aprendizajes y más, en el contexto de este estudio. Por este motivo, para el análisis del espacio se decidió emplear como estrategia de análisis la observación, siguiendo algunos de los principios propios de la metodología observacional propuestos por Anguera (2003) como el registro observacional o la codificación de las acciones verbales y no verbales de las niñas y niños.

La sesión en la que los escolares trabajaban libremente por el espacio fue grabada en vídeo, bajo autorización previa por parte de las familias. Para ello se dispusieron dos cámaras fijas en el aula que permitían observar claramente las acciones de los niños (Figura 4a). Asimismo, dos investigadoras, actuando como observadoras participantes, realizaban anotaciones que servían para aclarar posibles acciones que no pudiesen captar las cámaras.

Con las grabaciones de la sesión y las observaciones realizadas in situ se elaboraron descripciones observacionales de los movimientos y acciones llevadas a cabo por cada uno de los niños en las diferentes propuestas (Figura 4b). Dichas descripciones incluían verbalizaciones, conductas no verbales (por ejemplo, si clasificaban, si medían, etc.) y el minuto de la grabación en el que accedía a una propuesta nueva.

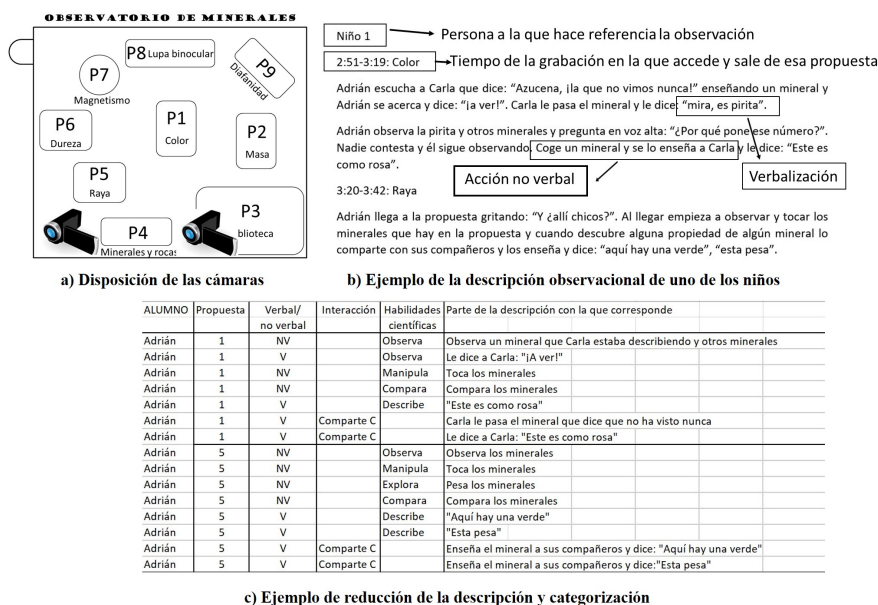


FIGURA 4

Procedimiento de análisis. Los nombres de los participantes en el estudio son pseudónimos que garantizan el anonimato de los participantes.

Una vez realizadas las descripciones observacionales de cada niña y niño se procedió a la reducción de la información. Se seleccionaban los aspectos relevantes de la descripción observacional atendiendo las habilidades científicas observadas y las interacciones producidas. Con esta información se construyó un sistema de categorías (Figura 4c).

Para categorizar las habilidades científicas se emplearon las dimensiones propuestas por Pedreira y Márquez (2019): experiencia con la realidad, explicitación de ideas y evolución de las ideas, correspondientes con niveles de complejidad crecientes. A dichas dimensiones se le asignó un conjunto de categorías concordantes atendiendo a las habilidades científicas observadas considerando los trabajos de Pro (2013), Fernández y Bravo (2015) y Jirout y Zimmerman (2015), tal y como se muestra en la figura 5.

Dimensión: definición	Categoría	Descripción	Ejemplo
Experiencia con la realidad: Utilización sensorial y de instrumentos de observación para la familiarización con propiedades físicas de los minerales.	➡ Explora	Evalúa un objeto concreto las características de un mineral.	Introduce la mano en la caja buscando algún mineral. Toca una piedra y prueba la rugosidad de una de sus caras y se ve.
	➡ Manipula	Usa los sentidos para conocer características de un objeto.	Chupa un mineral.
	➡ Observa	Observa detenidamente un mineral. Suele acompañarse de indicadores de observación como un gesto o comentario.	Mira a través de la luz un mineral y pone la mano detrás.
	➡ Usa instrumentos	Usa la balanza o la lupa binocular como herramientas para conocer las características de un mineral con sentido dentro de su funcionamiento.	En las gabariones se observa como pone minerales en los dos lados de la balanza (previo a debate qué mineral gana en peso).
Explicitación de las ideas: Extensión verbal (verbal o no verbal) de habilidades cognitivas y cognitivo-lingüísticas relacionadas con el conocimiento sobre los minerales.	➡ Describe	Verbalmente enuncia las características físicas de un mineral.	"Es verde" "Se pega"
	➡ Compara	Indica las características de un mineral comparándolo con el uso de objetos conocidos o bien establece comparaciones entre dos minerales.	"Este pesa más" "Este es más pequeño (que el otro que han anotado)"
	➡ Clasifica	Agrupar verbal o no verbalmente minerales en grupos atendiendo a determinadas características.	Van poniendo los minerales de colores diferentes sobre una escala, juntando aquellos que tienen el mismo color.
	➡ Predice	Perce posibles características o usos del mineral (generalmente es previo a una comprobación).	Un niño piensa que su mineral (el que tiene en la mano) es más pesado y lo comprueban para ver si tiene razón.
	➡ Identifica	A partir de las características del mineral es capaz de deducir de qué mineral se trata.	"Esto es halita"
Evolución de las ideas: Establecimiento de relaciones con conocimientos asociados a los minerales o acciones que implican una demanda en la ampliación de dicho conocimiento. Es decir, ampliando su modelo de mineral.	➡ Pregunta	Plantea cuestiones que parten de un problema (implícito o explícitamente) relativas a las propiedades del mineral, la naturaleza del objeto o el uso de instrumentos.	"Este mineral pincha?" "Se va borrar (qué le ha pasado a la lupa)"
	➡ Comprueba	Usa instrumentos, observa o manipula para ver si una característica del mineral se corresponde con lo que se dice.	Los compañeros dicen que un mineral pesa. Cada uno coge al mineral y con la mano lo sube y baja a la vez que tiene otro mineral en otra mano. Luego dice que pesa poco.
	➡ Relaciona	Establece asociaciones entre observaciones o hallazgos con conocimientos previos.	"Ha salido (el mineral) que no habíamos visto antes (refiriéndose a que antes habían hablado de ese mineral, pero no lo habían visto)".

FIGURA 5
Sistema de categorías construido para el análisis de las habilidades científicas trabajadas por los escolares en el espacio.

En el caso de las interacciones observadas se construyó un sistema de categorías que consideraba si la interacción era adulto-niño o niño-niño (Figura 6).

El sistema de categorías fue validado con apoyo de la descripción observacional reducida. Dos investigadoras de forma independiente identificaban la acción/verbalización dentro de una categoría, obteniéndose un índice de concordancia bueno ($K=0.626$ $p<0.05$) correspondiente con un 81.4% de acuerdo. En caso de desacuerdo, se discutía adscribiendo la acción del escolar a una única categoría.

Dimensión	Categoría	Descripción	Ejemplo
Interacción entre iguales	♦ Comparte	Comparte verbal o no verbalmente hallazgos o inquietudes con compañeros.	"¡Chicos! He encontrado la pinta" Mira un mineral y se lo enseña a una compañera que también lo mira.
	♦ Posesión	Pequeños conflictos relacionados con la posesión de materiales.	Cada una tira de un lado del mineral para observarlo.
	♦ Pregunta a un compañero	Pregunta por la naturaleza del mineral o sobre el uso de instrumentos a los compañeros.	¿A qué este no pincha?
	♦ Acuerda	Acuerdos conjuntos relacionados con la resolución de conflictos o con la toma de decisiones relacionadas con las propiedades de los minerales.	Le deja el mineral para que lo mire y luego lo mira ella. Avisa a la compañera y le señala con la mano a que otra propuesta pueden ir. Van las dos juntas.
Interacción con adultos (maestra)	♦ Comparte con un adulto	Comparte verbal o no verbalmente hallazgos o inquietudes con los adultos que están en el espacio	Avisos a la maestra donde enseñan minerales o describen aspectos que han observado "¡Mira Azucena (maestra)!"
	♦ Un adulto orienta	El adulto plantea cuestiones que hacen que los niños reformulen preguntas, describan más detalladamente o comprueben propiedades.	Adrián nos muestra un mineral y dice: "Este se puede rayar también". La maestra pregunta: "Y, ¿esta?" Adrián la coge, prueba a rayarla con la uña y dice: "No".
	♦ Pregunta a un adulto	El niño pregunta a un adulto por la naturaleza de un mineral, sus propiedades o el funcionamiento de instrumentos.	Va a la lupa, la observa por fuera y luego mira por los objetivos, pone cara de no ver nada. Fide ayuda a la maestra señalando la propuesta y la maestra acude con él y tres compañeros más a la propuesta.

FIGURA 6

Sistema de categorías construido para el análisis de las interacciones surgidas en el espacio.

RESULTADOS

El tiempo total que permanecía cada niña y niño en cada propuesta podía determinar la observación de más o menos acciones o interacciones de cara a una cuantificación, lo que hizo que para poder realizar una comparación tanto intra como inter-propuestas se estableciese como unidad de análisis la *velocidad de acción*, correspondiente con el número de acciones por unidad de tiempo total trabajado en esa propuesta por cada uno de las niñas y niños. Las sumas de los tiempos de acción individuales en cada propuesta se muestran en la figura 7.

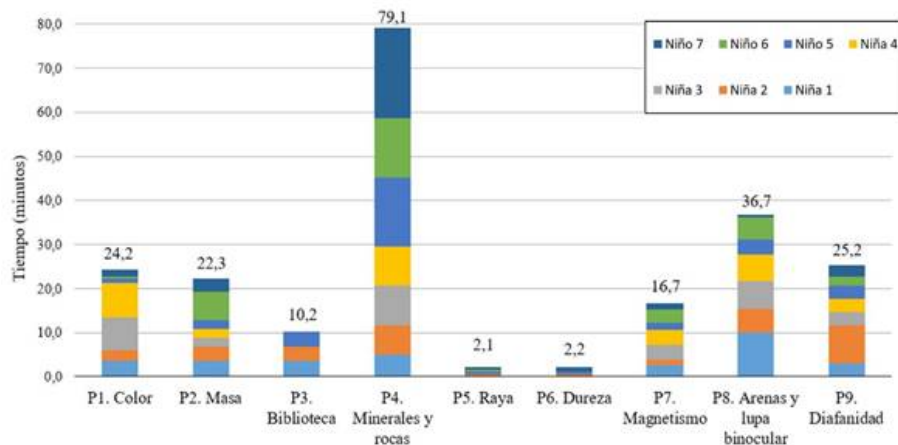


FIGURA 7

Tiempos de permanencia de los escolares en cada propuesta.

Habilidades científicas

En el espacio diseñado, se observa que las niñas y los niños trabajan habilidades sensoriales en las que toman contacto con los minerales y algunas de sus propiedades (Figura 8, nivel 1). La P6 (dureza), es en la que se observa mayor proporción de habilidades científicas trabajadas por tiempo relacionadas con el nivel 1 (Figura 8, $n/\text{min}=4,1$). En dicha propuesta los niños y niñas cogen los minerales, los observan («mirar esto») y prueban si los pueden rayar con sus uñas. Estas acciones se observan también en la P5 (raya) donde los niños y niñas manipulan los minerales y observan su color («aquí hay uno verde») y su masa («éste pesa»), a pesar de no ser objetivos de la propuesta y de ser la propuesta menos visitada (solo tres niños acuden a ella, figura 7). No obstante, es en la P4 (minerales y rocas) en la que se detecta un mayor número de acciones relacionadas con este nivel ($n=74$), pero que proporcionalmente con el tiempo que están en ella (79,1 minutos), su estancia se hace *menos eficiente* como favorecedora de estas habilidades ($n/\text{min}=0,93$). El uso de instrumentos queda delimitado a P8 (lupa binocular) y P2 (masa). A pesar de invitar a ello, en la lupa en muchas de las ocasiones se dedican a observar lo que ya estaba enfocado, sin seleccionar nuevas muestras que implicasen un verdadero uso de la lupa. Por el contrario, la balanza se utiliza correctamente para comparar el peso de los minerales («vamos a pesar esto chicos», «a ver cuál pesa más», «ahora esta con esta») y los minerales de esta propuesta parecen favorecer que los niños exploren, observen y manipulen los minerales en numerosas ocasiones de un modo eficiente ($n=71$, $n/\text{min}=3,18$).

La explicitación de ideas (Figura 8, nivel 2), de nuevo aparece con más *eficiencia* en la P5 (raya) y en la P6 (dureza), aunque en menor proporción que la experiencia con la realidad. No obstante, teniendo en cuenta el tiempo de uso de estas propuestas, estos resultados deben tomarse con mucha precaución. Tal vez el poco tiempo que permanecen en estas propuestas favorecen estos datos, ya que no se puede estimar si el número de acciones pertenecientes a este nivel (o a otros) en estas propuestas hubiese decaído con el tiempo. Así, la P1 (color) es la propuesta en la que parece observarse un número de acciones relacionadas con la verbalización que son relativamente eficientes en el tiempo ($n=41$; $n/\text{min}=1,69$).

Los niños y niñas describen las observaciones que realizan, en mayor o menor medida, en todas las propuestas («no se raya», «es azul», «no pesa nada», «esa es chiquitina», «son chocables», «no pincha nada», «ala, ¡qué bonita!»). La P9 (diafanidad) y la P1 (color) invitan a comparar y posteriormente clasificar, bien observando el paso de la luz a través del mineral y agrupando posteriormente o comparando coloraciones y clasificándolas con ayuda de la escala por tonalidades («vamos a poner ésta aquí»; tras observar y comparar el color de los minerales, le dice a su compañera «vamos a ponerlo así» y siguen colocando minerales encima de la escala de colores). Las niñas y niños identifican minerales como la pirita (en P4, minerales y rocas) y la halita (en P2, masa), trabajados previamente durante el proyecto.

Las predicciones se relacionan con posteriores comprobaciones (nivel 3) y por ese motivo se observa una mayor frecuencia de aparición en la P2 (masa; $n=27$; $n/\text{min}=1,21$), P7 (magnetismo; $n=21$; $n/\text{min}=1,26$), P1 (color, $n=20$; $n/\text{min}=0,83$) o P9 (diafanidad; $n=14$; $n/\text{min}=0,56$) donde los materiales invitan a comparar masas, ver si el imán atrae o no a determinados minerales (de esa o de otras propuestas) o comprobar el paso de la luz a través de un mineral. Y es en esas propuestas donde más cuestiones se plantean los niños («¿cuál se pega?», «¿cuál pesa más?») y donde se generan interrogantes ante situaciones no esperadas (por ejemplo, la posible relación entre el color del mineral y sus propiedades magnéticas o minerales de gran tamaño con poca masa). El establecimiento de relaciones con conocimientos anteriores es poco frecuente, observándose en P1 (color) donde los niños y niñas intentan recordar los usos de algunos minerales que se presentaban en la propuesta como el de la malaquita («esa la vimos el año pasado»).

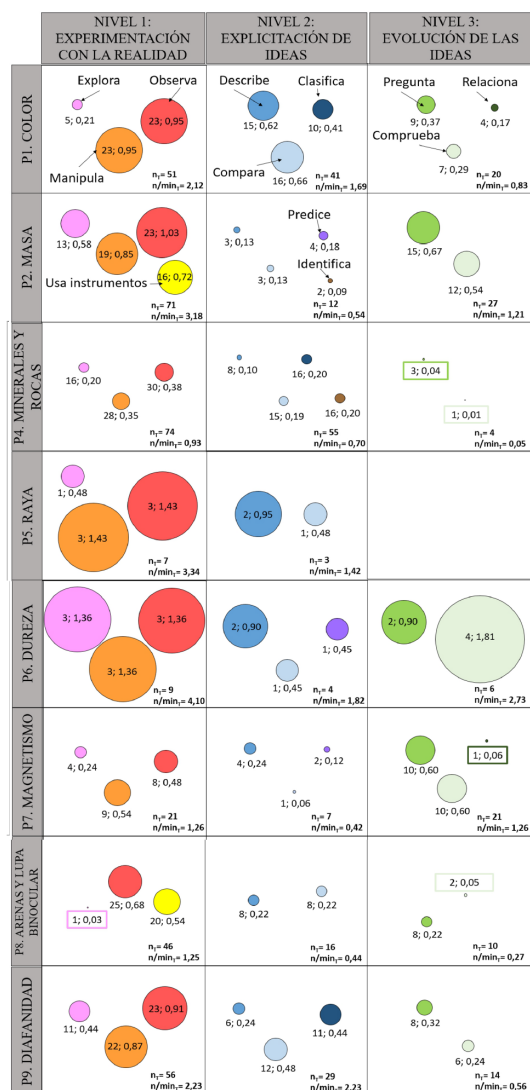


FIGURA 8

Proporción de acciones por unidad de tiempo de las propuestas para cada uno de los niveles identificados. Se muestra el número de acciones (n) observadas para esa categoría y la velocidad de acción (n/min).

Así, en general se observa un decrecimiento en la proporción de habilidades de mayor complejidad en la mayoría de las propuestas. Siendo la P7 (magnetismo), la P6 (dureza) o la P2 (masa) aquellas en las que no se observa este patrón. Por otra parte, parece que el tiempo invertido dentro de una propuesta no necesariamente se asocia con el desarrollo de más o menos habilidades ni con el nivel de complejidad. Las P8 (lupa binocular) y P4 (minerales y rocas), son las que más han atraído a los niños y las niñas, pero no favorecen el desarrollo de habilidades asociadas a altos niveles de complejidad. Por ejemplo, en P8 se comprueba solo en dos ocasiones en los 37,7 minutos que están en dicha propuesta (n/min=0,05) y por el contrario en P7 (magnetismo), donde están 16,7 minutos, realizan 10 comprobaciones (n/min=0,60). Por otra parte, en la P3 (biblioteca) no se detectan habilidades relacionadas con el aprendizaje sobre minerales, por lo que no ha sido incluida en la figura 8. Los niños cogen libros y observan las imágenes e intentan leer las palabras que aparecen, más por el interés de aprender a leer que por el contenido sobre minerales que incluye el texto. Sin embargo, en esta propuesta se observan interacciones entre niños y niñas y entre el alumnado y la maestra.

Interacciones en cada propuesta y su relación con las habilidades científicas trabajadas

Las interacciones entre iguales se reconocen en todas las propuestas (Figura 9), observándose en una alta proporción y velocidad en la P1 (color; $n=35$; $n/\text{min}=1,45$), donde comparten ideas y acuerdan como clasificar los minerales atendiendo a su color («vamos a ponerla aquí»), en la P2 (masa; $n=31$; $n/\text{min}=1,40$) donde los niños y niñas se plantean preguntas («¿qué estás pesando?») y acuerdan y comparten con los compañeros y compañeras («ahora esta con esta», «pesa un montón»). También se observan estas interacciones en la P4 (minerales y rocas; $n=108$; $n/\text{min}=1,36$) donde acuerdan normas de juego («ahora jugamos a buscar la más pequeña (roca o mineral)») y comparten sus hallazgos («he encontrado la pequeña») y la muestran al compañero).

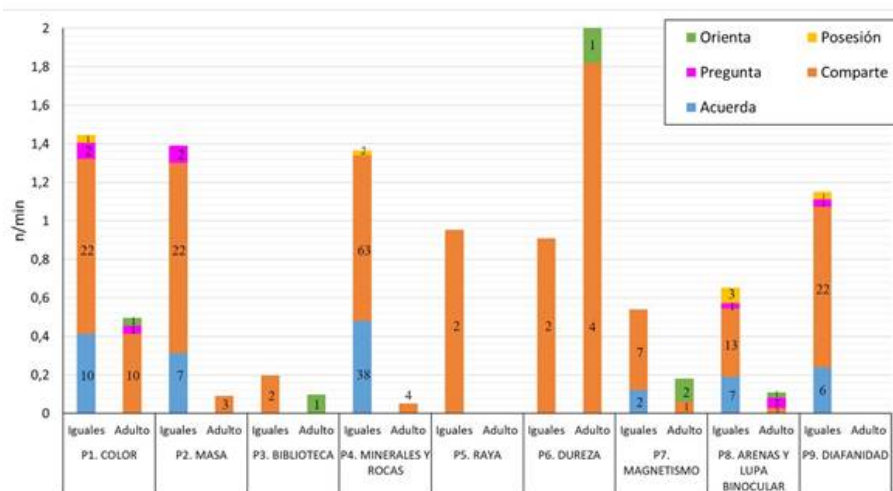


FIGURA 9

Interacciones por minuto y número de interacciones interior de las columnas por propuesta.

El mayor número de conflictos por posesión surgen en la P8 ($n=3$) por la utilización de la lupa binocular, pero se solucionan rápidamente a través de acuerdos entre iguales. Así, globalmente se observa que predominantemente se comparten hallazgos y materiales y se acuerdan modos de clasificar, observaciones o bien se toman decisiones relativas a qué propuesta ir.

Las interacciones entre los niños y niñas y los adultos se producen en mayor proporción en P1 (color; $n=12$; $n/\text{min}=0,5$) y en P6 (dureza; $n=5$; $n/\text{min}=2,27$). Tanto en estas propuestas como en la P7 (magnetismo; $n=3$; $n/\text{min}=0,19$), además de compartir información también se produce orientación por parte de la maestra. Por el contrario, en P8 (arenas y lupa binocular) los niños preguntan al adulto en dos ocasiones sobre aspectos relacionados con problemas a la hora de observar por la lupa binocular (se desenfoca y «ven borroso») y la maestra orienta en relación al manejo del instrumento. En la biblioteca, la orientación dada en una ocasión se relaciona con la lectura.

La principal interacción entre iguales y con adultos que se observa es la de *compartir* ($n=23$). Los niños, ante una observación, se acercan a la maestra o a los compañeros a contárselo, lo que favorece la exteriorización de las ideas y, por tanto, parece fomentar habilidades científicas del nivel 2 (Figura 10).

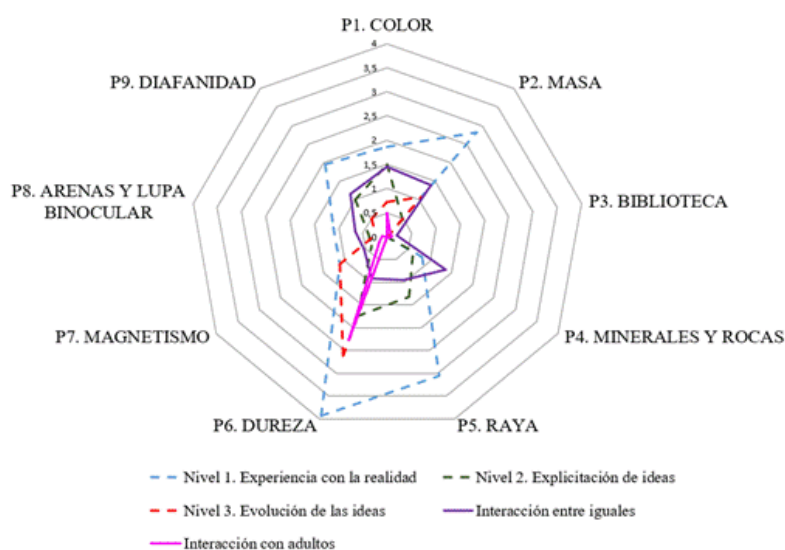


FIGURA 10
Habilidades científicas trabajadas por minuto por los escolares
en cada propuesta y tipo de interacciones establecidas.

El planteamiento de preguntas, tanto entre iguales como al adulto, se observa en propuestas en las que se alcanzan en una alta proporción el nivel 3 (P2, masa y P9, diafanidad). Sin embargo, en el caso de la P8 (arenas y lupa binocular), a pesar de haber cuestiones tanto entre iguales como hacia el adulto, apenas se alcanzan esos niveles, teniendo en cuenta el tiempo que están en ella. Así, la orientación del adulto, aunque aparece con poca frecuencia parece favorecer en algunos momentos que los niños y las niñas focalicen en aspectos científicos relacionados con minerales. No obstante, también es dependiente del propio material: en la P8 (lupa binocular) se orienta para que observen, pero el propio material no invita a que realicen comprobaciones y sin embargo, en P6 (dureza), en P7 (magnetismo), en P2 (masa) o en P1 (color), al tratarse de comprobaciones sencillas, las niñas y niños realizan predicciones, comprueban lo que sucede y lo comunican. Esta secuencia, en ocasiones, se logra estructurar gracias a la orientación de la maestra y, en otras ocasiones, gracias a la interacción entre los niños (Tabla 1).

Tal y como se muestra en la figura 10, la interacción, parece favorecer que los niños alcancen niveles 2 y 3, como se observa en la P6 (dureza) y en la P2 (masa). Aunque, también determina llegar a estos niveles los materiales presentados en las propuestas: en la P4 (minerales y rocas), a pesar del alto número de interacciones que se producen y de ser la propuesta más ocupada, los niños trabajan habilidades científicas pertenecientes predominantemente al nivel 1.

TABLA 1
Ejemplo de interacciones con maestra y entre iguales en las que los escolares alcanzan niveles 3.

Lorena se da cuenta de que algunos minerales se atraen al imán y dice: «¡mira!, son las chocables». La maestra le pregunta que quiere decir y Lorena responde que son «das que si las juntas se pueden coger». Luego la maestra le pregunta si eso pasa con todas y Lorena responde «todas no porque esta (enseñando que no pasa, juntando un mineral al imán), no».

Adrián grita desde la P9 (diafanidad): «Mario, la que te gusta». Mario acude a ver el mineral: «A ver», Adrián le deja la muestra y Mario intenta rayar el mineral con su uña comprobando que se raya y sirviéndole para identificar el mineral. Después toca y observa otros minerales de esta propuesta.

DISCUSIÓN

La realidad de las aulas de EI exige implementar iniciativas que garanticen una educación, donde todos los niños tengan la oportunidad de acceder a los recursos que garanticen el desarrollo pleno de sus posibilidades (Balongo y Mérida 2016). Así, trabajar por ambientes, a través de espacios con propuestas cuidadosamente pensadas que estimulen la experimentación y que favorezcan los diferentes ritmos de aprendizaje dentro de un aula puede ser el motor del aprendizaje infantil. Sin embargo, el diseño de estas propuestas contenidas en los espacios de libre elección, no es una tarea sencilla. Las propuestas pueden estar pensadas con unos objetivos de aprendizaje que, luego, en la acción, no se alcanzan. Por ese motivo deben estar en constante evaluación y evolución (Pedreira y Márquez 2019).

Este trabajo presenta la evaluación de un espacio de ciencias libre elección monotemático. Dicho espacio se diseñó para trabajar determinadas habilidades científicas ligadas a los minerales, tema que a las niñas y niños participantes les era familiar, ya que habían trabajado previamente sobre el mismo. Para dicha evaluación se han considerado las interacciones presentes durante el uso del espacio, ya que es un aspecto que influye en el desarrollo de dichas habilidades (Siry y Kremer 2011, Pedreira y Márquez 2019).

Atendiendo a este contexto, el espacio construido tomó como referencia para el diseño de las diferentes propuestas algunas propiedades sensoriales de los minerales: color (P1), masa (P2), raya (P5), dureza (P6), magnetismo (P7) y diafanidad (P9). Pero también se incluyeron propuestas centradas en una visión general de mineral: en qué se diferencia de las rocas (P4), cómo es si lo vemos de cerca (uso de la lupa binocular, P8) o cómo podría saber más sobre ellos (biblioteca, P3).

Curiosamente las propuestas en las que los niños y las niñas pasaron más tiempo trabajando fueron dos de las centradas en aspectos generales de los minerales, pero también las menos eficientes en el desarrollo de habilidades científicas: parecen favorecer proporcionalmente menos habilidades científicas relacionadas con la explicitación de las ideas y la evolución de las mismas. Es decir, las niñas y niños en estas propuestas exploran, observan y manipulan en numerosas ocasiones, pero describen, clasifican, comparan, predicen o se cuestionan, comprueban o relacionan en muy pocas. Y este hecho hace que, aunque entre iguales las interacciones sean numerosas, se observen muchas menos con los adultos. Tal vez no requieran una orientación porque no emergen problemas próximos a sus intereses. Aunque en la P8 (lupa binocular) sí que se pregunta a la maestra, las cuestiones técnicas vinculadas al manejo de la lupa binocular son, tal vez, demasiado complejas. Y en el caso de la P4 (minerales y rocas), la propuesta no invita a diferenciar debido a que el material parece ser percibido como un juego en el que entre muchas lentes se observan minerales y rocas y al resultar divertido para ellos, aunque inicialmente sí que clasifican, alcanzando niveles 2, llegan momentos en los que acuden a la propuesta «a jugar a encontrar cosas (sean minerales o rocas)», perdiéndose la esencia de la propuesta diseñada.

Estos resultados indican que las propuestas deben ser acotadas y conducentes a problemas sencillos y que inviten al uso de materiales que no sean ni excesivamente complejos de usar (por ejemplo, cambiar la lupa binocular por lupas de mano; al menos inicialmente si apenas están familiarizados con su uso), ni excesivamente llamativos («tirar lentes por el suelo es muy divertido»). Por tanto, para la puesta en marcha del espacio de nuevo se podrían excluir las lentes de la propuesta dejando los compartimentos establecidos y así, incitar a qué la clasificación que realicen sea entre minerales y rocas.

Por otra parte, las propuestas relacionadas con las propiedades concretas de los minerales, al tratarse de experiencias acotadas, parecen invitar al desarrollo de habilidades más complejas. No obstante, su apariencia, tal vez menos llamativa, ha podido hacer que el tiempo que se ha trabajado en alguna de ellas haya sido muy breve. Las P5 (raya) y P6 (dureza) no presentan materiales aparentemente tan llamativos como los imanes (P7, magnetismo), la balanza (P2, masa), la escala de colores (P1, colores) o la fuente de luz (P9, diafanidad) y ese hecho puede hacer que no todos los niños visiten esas propuestas ni que permanezcan demasiado tiempo

en ellas. Por tanto, si queremos que los niños y niñas trabajen en todas las propuestas pensadas, es necesario plantear diseños homogéneos en cuanto a su apariencia.

A pesar de ello, en el breve tiempo que las niñas y niños permanecen en P5 (raya) y P6 (dureza) llevan a cabo numerosas acciones (9 y 19, respectivamente), alcanzando, en el caso de la dureza, niveles 3, donde realizan comprobaciones gracias a la mediación por parte del adulto que orienta en el modo de estimar la dureza de alguno de los minerales presentes en dicha propuesta. Sin embargo, tal y como se ha comentado en el apartado de resultados, consideramos que, el poco tiempo que trabajan en estas dos propuestas, no permite realizar una valoración significativa. ¿Qué hubiese sucedido si hubiesen permanecido más tiempo en ellas?, ¿se hubiese reducido proporcionalmente el número de acciones?

Aunque resulte contradictorio hablar de *velocidad de acción* . *eficiencia* en las acciones científicas en EI, donde la *filosofía* de esta etapa pone en valor el respeto de los ritmos, resulta complejo poder evaluar estos espacios donde los niños y niñas se mueven libremente. Así, uno de los motivos por los que se ha seleccionado esta unidad para el análisis ha sido para poder comparar las propuestas entre sí, teniendo siempre en consideración las frecuencias absolutas. Frente a esta limitación se podrían plantear estrategias basadas en la comparación de propuestas con tiempos de uso similares, descartando del análisis, en este caso, propuestas como P5 (raya) y P6 (dureza).

Derivado de esta valoración relativa a los *tiempos de acción*, como investigadoras sobre el tema y con conversaciones con las maestras participantes, surge el dilema sobre los momentos en los que es necesario intervenir para evitar un estancamiento en la progresión hacia el desarrollo de aprendizajes más complejos por parte de los niños. ¿Hasta qué punto podemos dejar a los niños y niñas trabajar libremente si llega un momento en el que las acciones experienciales se repiten constantemente y decrecen con el tiempo (por ejemplo, observar o manipular) sin avanzar a acciones más comunicativas o que inviten a una evolución de sus ideas como describir, plantearse preguntas o comprobar?, ¿cuál es el momento para intervenir sin interferir (Pedreira 2018)?

Los resultados de este trabajo ponen en valor las acciones puntuales de la maestra en la evolución de las ideas de los niños sobre el tema trabajado, aspecto ya observado en el trabajo de Pedreira y Márquez (2019). Parece que la orientación del docente puede favorecer que los niños y niñas realicen comprobaciones. No obstante, también es dependiente de la interacción entre iguales. Se observa que en las propuestas donde las niñas y niños se plantean cuestiones el número de comprobaciones se mantiene más o menos estable en comparación con las cuestiones planteadas si hay una orientación por parte de la maestra hacia un verdadero problema (P6, dureza, P7, magnetismo o P1, color) o parte del cuestionamiento entre iguales (P2, masa y P9, diafanidad).

Por otra parte, la explicitación de ideas parece hacerse más frecuente en las propuestas en las que mayor número de interacciones se producen entre iguales, como sucede en P1 (color), donde hay una proporción diversa y abundante de interacciones entre iguales. Asimismo, la propuesta presenta minerales de colores y formas variadas que parecen invitar a describirlos, compararlos o clasificarlos dentro de una escala de colores que les resulta llamativa.

Tratando de generalizar, aunque conscientes de la falta de representatividad del estudio y del contexto en el que se adscribe (ya habían trabajado sobre el tema), se podría decir que la experiencia con la realidad es principalmente dependiente de los materiales de las propuestas, la explicitación de ideas de la intersección materiales e interacción entre iguales y la evolución de las ideas de la finalidad de los materiales (generadores de verdaderos problemas para los niños) y de la interacción con los adultos. Además, se puede observar que la mayoría de las interacciones entre los niños que se producen durante el tiempo de experimentación son interacciones favorecedoras del aprendizaje científico (compartir, preguntar, acordar). Igualmente, las interacciones entre los niños y niñas y la maestra son receptivas a las necesidades de los niños. En ocasiones, la maestra, tras responder a las demandas de los niños dando valor a sus acciones, orienta a los niños para que lleguen a generalizaciones respecto a las propiedades de los minerales (Pedreira y Márquez 2019).

El presente trabajo, enfocado desde la IBD, aporta una evaluación minuciosa de un espacio construido para que los niños de EI aprendan sobre los minerales. Fruto de dicha valoración se proponen mejoras de las propuestas incluidas dentro del espacio y se aporta una descripción detallada de los materiales empleados, lo que puede facilitar a otros maestros y maestras, siguiendo las recomendaciones derivadas de los hallazgos de este estudio, emplear dicho espacio en su futura labor docente sobre un tema que, en muchas ocasiones, genera inseguridades, dada la falta de familiarización con el mismo (Siry 2013, Spektor-Levy *et al.* 2013).

Además, los resultados obtenidos invitan a cuestionar las posibilidades para crear nuevos espacios de enseñanza y aprendizaje para mejorar la práctica educativa, lo que pone en valor la investigación (Design-Based Research Collective 2003). ¿Favorecería este espacio las mismas habilidades científicas si previamente no hubiesen trabajado sobre el tema?, ¿cómo evolucionaría el uso de este espacio si se emplea en varias ocasiones? Riera *et al.* (2014) recomiendan que los espacios tengan estabilidad espacial y temporal para dar continuidad a los procesos aprendidos. Aprender es un proceso que necesita tiempos y espacios. Si los niños y niñas regresan al mismo escenario pueden continuar haciendo las acciones que realizaban, haciendo que crezcan sus propias ideas, modificándolas y haciéndolas evolucionar. Por ello, estos resultados tienen carácter preliminar ya que sería oportuno aumentar el tamaño de la muestra y el tiempo de observación.

El diseño, implementación y análisis de espacios dirigidos a promover el aprendizaje científico en EI debería ser una prioridad para los maestros, pero también para universidades (formación inicial del profesorado) e instituciones de investigación científica (Lemkow-Tovias *et al.* 2016) por la responsabilidad de formar a futuros ciudadanos con herramientas para comprender el mundo que les rodea de manera rigurosa y crítica y de formar a futuros docentes competentes en la didáctica de las Ciencias Experimentales. El reto es trabajar en equipo, tener una programación conjunta, compartir reflexiones y que haya implicación de toda la comunidad educativa para poder trabajar por espacios de libre elección de manera continuada en las aulas de EI.

CONCLUSIONES

No son muchos los antecedentes del uso de espacios de ciencia de libre elección en el contexto de la educación formal (Peinado Alamillo *et al.* 2022) y menos si el espacio construido es monotemático. Aunque el estudio realizado muestra una situación puntual en el tiempo, a nivel general, este trabajo aporta a la investigación relacionada con los espacios de libre elección en EI en contextos formales las siguientes conclusiones:

1) Las propuestas contenidas en el espacio evaluado que están acotadas a problemas sencillos, identificados como tales por los niños y niñas de EI, permiten incrementar la complejidad en el saber, desde el punto de vista de la construcción de modelos iniciales sobre el tema abordado. Asimismo, parece favorecer la interacción, tanto entre iguales como con adultos, generando oportunidades para cuestionarse aspectos relacionados con el problema identificado, lo que retroalimenta ese aprendizaje.

2) Estamos de acuerdo con otros autores (Pedreira *et al.* 2019) sobre la importancia de la selección de los materiales e instrumentos contenidos en las propuestas. Si los niños y niñas no han tenido contacto con los materiales e instrumentos es probable que no “entiendan” el sentido de la misma, haciendo que el objetivo para el que estaba pensado esa propuesta no se alcance. Asimismo, es importante que estos materiales fomenten el juego, ya que favorecen la interacción, pero hay que ser cuidadosos para no perder el objetivo de la propuesta (jugar frente a jugar aprendiendo ciencias).

3) Son muchas las cuestiones abiertas en estos espacios y su uso en la educación formal como: (a) ¿en cuántas ocasiones emplearlos?, ¿durante cuánto tiempo?; (b) ¿con qué secuenciación? ¿antes para generar situaciones de aprendizaje que “enganchen” a los niños y niñas? ¿tras trabajar sobre el tema de manera guiada? ¿o en los dos momentos?; (c) ¿en qué momentos se debería intervenir? ¿con qué tipo de andamiaje? Por tanto, desde el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, queda mucho camino por explorar sobre el diseño e implementación de estos espacios para el aprendizaje de las ciencias en contextos educativos formales.

AGRADECIMIENTOS

A Amparo, Alicia y a los niños y niñas del colegio Fernández Vizarra. Financiado por el Gobierno de Aragón (Grupo BEAGLE). Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, perteneciente al Instituto Universitario de Investigación de Ciencias.

REFERENCIAS

- Anillo B., Manzano R., Ruso M. (2017) Trabajar por ambientes, una visión inclusiva e innovadora. *Prácticas innovadoras inclusivas: retos y oportunidades*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Anguera M.T. (2003) La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), *Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (pp. 271-308). Madrid: Sanz y Torres.
- Balongo E., Mérida R. (2016) El clima de aula en los proyectos de trabajo. Crear ambientes de aprendizaje para incluir la diversidad infantil. *Perfiles educativos*, 152, 146-152. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.152.57602>
- Bamberger Y., Tal T. (2007) Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), 75-95. <https://doi.org/10.1002/sce.20174>
- BOE, Boletín Oficial del Estado (2007) Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil.
- Bustamante A.S., Schlesinger M., Begolli K.N., Golinkoff R.M., Shahidi N., Zonji S., Riesen C., Evans N., Hirsh-Pasek K. (2020) More than just a game: Transforming social interaction and STEM play with Parkopolis. *Developmental Psychology*, 56(6), 1041-1056. <https://doi.org/10.1037/dev0000923>
- Chen Y. C., Terada, T. (2021) Development and validation of an observation - based protocol to measure the eight scientific practices of the next generation science standards in K - 12 science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21716>
- Cruz-Guzmán M., Puig M., García-Carmona A. (2020) ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 27-45. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2698>
- Cruz Guzmán M., Martínez, E. (2022) Iniciación a las prácticas científicas en Educación Infantil: aprendiendo sobre el sistema digestivo por indagación basada en modelos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de la Ciencia*, 19 (1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1202
- Chevallard Y. (1985) *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- De Pro (2013) Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 73, 69-76.
- Design-based Research Collective (2003) Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Díez Navarro M.C. (2013) *10 ideas clave. La educación infantil*. Barcelona: Graó.
- Duarte D.J. (2003) Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios pedagógicos*, 29, 97-113. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052003000100007>
- Falk, J. H. (Ed.). (2001) *Free-choice science education, how we learn science outside of school*. New York: Teachers College Press.
- Fernández R., Bravo M. (2015) *Las ciencias de la naturaleza en Educación Infantil. El ensayo, la sorpresa y los experimentos se asoman a las aulas*. Madrid: Pirámide.
- Franco L.J.P., Llinares F.C. (2019) Materiales en la escuela infantil 0-3: objetos que tejen la vida cotidiana. *Aula de Infantil*, 101, 13-16.
- French L. (2004) Science as the center of a coherent, integrated, early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004>

- Guisasola J., Ametller J, Zuza K. (2021) Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1801. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Haldon J., Lemkow-Tovias G., Pedreira M. (2021) La intervención de la persona adulta en un espacio de ciencia de libre elección. *11º Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias*.
- Inan H., Trundle K.C., Kantor R. (2010) Understand natural sciences education in a Reggio Emilia inspired school. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (10), 1186-1208. <https://doi.org/10.1002/tea.20375>
- Jiménez Millán J., Alfaro P., Muñoz M.C., Cañaveras Jiménez J.C., Alfaro N.C. (2008) Actividades didácticas con minerales y rocas industriales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16 (3), 295-308.
- Jirout J., Zimmerman C. (2015) Development of science process skills in the early childhood years. In Cabe Trundle, K. and Saçkes M. (Ed.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143–165). London: Springer. http://doi.org/10.1007/978-94-017-9505-0_7
- 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), 256-264.
- Lemkow-Tovias G., Brugarolas I., Cantons-Palmitjavila J., Carballo-Márquez A., Mampel-Alandate S. (2016) Lab0_6: un espacio de ciencia para la primera infancia. *Cuadernos de pedagogía*, 466, 57-59.
- Martin D.J., Jean-Sigur R., Schmidt E. (2005) Process-oriented inquiry-a constructivist approach to early childhood science education: teaching teachers to do science. *Journal of Elementary Science Education*, 17(2), 13-26. <http://doi.org/10.1007/bf03174678>
- Mateo E. (2021) Acercando las Ciencias a las aulas de Educación Infantil a través de la indagación. *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 61-65.
- Mateo E., Cisneros S., Ferrer L.M., Muñoz A., Hervás A. (2020) Espacios artísticos para vivir las Ciencias en Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 199-217. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2830>
- Mateo E., Sáez-Bondía M.J.(2021) Experimentar con minerales: evaluación de un espacio de libre elección en Educación Infantil. *XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*. 103-106.
- Mazas B., Bravo B., Mateo E., Lucha P., Cortés A., Martínez-Peña B. (2018) Llevamos los minerales al aula: actividades para trabajar la modelización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 340-351.
- Otálara Y. (2010) Diseño de espacios educativos significativos para el desarrollo de competencias en la infancia. *Revista CS*, 5, 71-96. <https://doi.org/10.18046/recs.i5.452>
- Pedreira M. (2018) Intervenir, no interferir: el adulto y los procesos de aprendizaje. *Aula de Infantil*, 96, 9-13.
- Pedreira M., Márquez C. (2016) Espacios generadores de conocimiento. *Cuadernos de Pedagogía*, 446, 46-49.
- Pedreira, M., Márquez C. (2019) Experience, explication, evolution: processes of learning in a free-choice science museum activity for children up to 6 years of age. *Journal of Emergent Science*, 17, 19-31.
- 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: Graó.
- Peinado Alamillo R., Aguilar Camaño D., Solé Llussà A., El Hajmouni Camí Y. (2022) Implementación y análisis de un patio científico en la etapa de Educación Infantil. *Didacticae*, (11), <https://doi.org/10.1344/did.2022.11>
- Riera M. A. (2005) El espacio-ambiente en las escuelas de Reggio Emilia. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 3, 27-36.
- 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.

- Rinke C.R., Gimbel S.J., Haskell S. (2013) Opportunities for inquiry science in Montessori classrooms: learning from culture of interest, communication and explanation. *Research in Science Education*, 43, 1517-1533. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9319-9>
- Siry C. (2013) Exploring the complexities of children's inquiries in science: knowledge production through participatory practices. *Research in Science Education*, 4, 2407-2430. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9364-z>
- Siry C., Kremer I. (2011) Children explain the rainbow: using young children's ideas to guide science curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 643-655. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9320-5>
- Spektor-Levy O., Kesner Y., Mevarec Z. (2013) Science and scientific curiosity in preschool. The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226-2253. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.631608>
- Trundle K. (2015) The inclusion of science in early childhood classroom. In Trundle and Sackes (Ed.) *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 1-6). London: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9505-0_1
- Trueba B. (2015) *Espacios en armonía. Propuestas de actuación en ambientes para la infancia*. Barcelona: Octaedro.
- Wild R. (2004) El centro experimental Pestalozzi. *Cuadernos de Pedagogía*, 341, 18-21.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Mateo, E. y Sáez-Bondía, M. J. (2022) 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. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801