

Matemáticas en Educación Infantil: una mirada al aprendizaje de las magnitudes desde el desarrollo sostenible

Mathematics in Early Childhood Education: a look at learning of magnitudes from sustainable development

Elena Zotes Colinas,¹
Mónica Arnal-Palacián²

Resumen: En este documento presentamos una investigación sobre el aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil, en particular de las magnitudes, en un centro educativo que desarrolla el Modelo Europeo al Aire Libre. Establecemos como objetivo describir y analizar la actuación y las destrezas matemáticas desarrolladas por el alumnado que sigue este modelo, así como la percepción que tiene su profesorado. Para lograrlo, utilizamos una metodología etnográfica que permitiese describir, enfatizando, el modo de vida de los participantes. En primer lugar, entrevistamos al profesorado de un centro público Waldkindergarten (escuela en el bosque) en Alemania. Posteriormente, convivimos en él durante dos meses, junto a 20 niños y sus 4 docentes, para poder observar cada una de las actividades que allí se realizaban. Entre los resultados encontramos un anticipo en la edad del manejo de las magnitudes longitud y área, mientras que existen mayores obstáculos para el desarrollo de las magnitudes volumen y masa.

Fecha de recepción: 16 de abril de 2020. **Fecha de aceptación:** 15 de febrero de 2022.

¹ Waldkindergarten, Frankfurt, Alemania, 39, Ina121@gmail.com

² Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, marnalp@unizar.es, orcid.org/0000-0002-7725-3917

Palabras clave: *Modelo Europeo al Aire libre; Educación Infantil; Educación matemática; Magnitudes; ODS*

Abstract: This research presents an investigation about the learning of mathematics in Early Childhood Education, in particular the magnitudes, in an educational center that develops the European Outdoor Model, we set as our objective of this article is to describe and analyse the performance and mathematics skills developed by the students who follow this model as well as the perception of their teachers have. In order to achieve it, we used an ethnographic methodology that allowed us to describe, with emphasis, the way of life of the participants. Firstly, we interviewed the teachers in a public center in Waldkindergarten (a school in the forest) in Germany. Later, we lived there for two months, together with 20 children and their 4 teachers. to be able to observe each of the activities carried out there. Among the results we find an anticipation in the age of the handling of the magnitudes length and area, while there are greater obstacles for the development of the magnitudes volume and mass.

Keywords: *European Outdoor Model; Early Childhood Education; Mathematics education; Magnitudes; SDG*

INTRODUCCIÓN

En el año 2000, en la cumbre de la ONU, se establecieron ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) con el compromiso de 189 países. Estos objetivos debían haberse alcanzado en el año 2015. Pese a algunos avances, en el año 2015 se decidió dar un paso más allá: establecer la Agenda 2030, que contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): erradicación de la pobreza (ODS1); lucha contra el hambre (ODS2); buena salud (ODS3); educación de calidad (ODS4); igualdad de género (ODS5); agua potable y saneamiento (ODS6); energías renovables (ODS7); empleo digno y crecimiento económico (ODS8); innovación e infraestructuras (ODS9); reducción de la desigualdad (ODS10); ciudades y comunidades sostenibles (ODS11); producción y consumo responsables (ODS12); acción por el clima (ODS13); vida submarina (ODS14); vida de ecosistemas terrestres (ODS15); paz, justicia e instituciones sólidas (ODS16) y alianzas para lograr los objetivos (ODS17). Para alcanzar los ODS existe un consolidado

enfoque de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que permite al alumnado tomar decisiones conscientes y actuar de forma responsable en integridad ambiental, viabilidad económica y una sociedad justa para generaciones presentes y futuras. Así, los entornos de aprendizaje sostenibles: escuelas ecológicas o campus verdes, permiten integrar en sus prácticas diarias el fomento del principio de sostenibilidad, el desarrollo de competencias, la construcción de capacidad y el valor educativo (UNESCO, 2017).

La importancia de la relación de los niños con la naturaleza ha propiciado la creación de diferentes escuelas de Educación Infantil al aire libre. Los países que cuentan con este tipo de instituciones son: Alemania, Dinamarca, Suecia, Noruega, Países Bajos, Italia, España, Luxemburgo, República Checa, Austria, Corea del Sur, Gran Bretaña, Estados Unidos, Suiza y Japón.

Los recursos con los que cuentan estas escuelas habitualmente son: una cabaña ecológica, único espacio cerrado utilizado los días con condiciones climatológicas adversas, y un monte público donde utilizan algunos de los materiales que proporciona el medio ambiente: madera, lana, arcilla, entre otros; preservando siempre la no industrialización. En ocasiones, estas escuelas cuentan con instalaciones convencionales, pero se encuentran cerca de una zona de campo, bosque o playa, permitiendo que los alumnos realicen una salida durante cada mañana. Estas escuelas, en espacios naturales abiertos, ofrecen multitud de estímulos (García-González y Schenetti, 2019). La convivencia e interacción con la naturaleza, ayuda a los niños a incorporar conocimientos científicos mediante experiencias directas (Freire, 2011). La formación en esta etapa educativa debe ofrecer un contexto rico para la experimentación que facilite oportunidades para el desarrollo y la resolución autónoma de situaciones complejas (Sánchez y González, 2016). Las actividades llevadas a cabo en estas escuelas al aire libre conllevan efectos positivos sobre el desarrollo cognitivo de los niños (Wells, 2000), y estimulan sus sentidos, la creatividad y el descubrimiento (Dadvand *et al.*, 2018).

En conexión con la sostenibilidad y la educación matemática, destacamos los estudios de Alsina y Calabuig (2019), Alsina y Mulà (2019), y Vásquez, Seckel y Alsina (2020). En ellos, se describe un modelo de formación inicial del profesorado en matemáticas y un sistema de creencias de los futuros maestros en la clase de matemáticas sobre el desarrollo sostenible. Afirman que este modelo tiene un impacto en el alumnado que desarrolle su aprendizaje al aire libre. Sin embargo, las investigaciones que relacionan la sostenibilidad, las escuelas al aire libre y las matemáticas en la Educación Infantil se han focalizado en la

formación del profesorado. Por ello, este estudio se centra en conocer la relación de todos ellos directamente sobre el alumnado. En particular, el estudio se focaliza en el aprendizaje de las magnitudes, al tratarse de una de las nociones matemáticas con más presencia social (Chamorro, 2005).

En consecuencia, el objetivo de la investigación es describir y analizar la actuación y las destrezas matemáticas desarrolladas por los alumnos que siguen este modelo, así como la percepción que tiene su profesorado. La recopilación de datos se realizó a partir de la observación participante, del diario de campo y de fotografías de cada actividad, así como de entrevistas a las profesionales del centro.

La estructura presentada en este documento se compone de los antecedentes y marco teórico, donde se recopila la revisión bibliográfica acerca del aprendizaje al aire libre y el Modelo Europeo al Aire libre, y la enseñanza de las matemáticas en Educación Infantil; la metodología, en la que se describe el centro y la jornada escolar, cómo va a recogerse la información relativa al conocimiento previo de las nociones matemáticas en un centro de estas características y la descripción del proceso de recolección de datos y el análisis obtenido de los datos previos a la observación, la descripción de las actividades y el análisis de las mismas; y finalmente las conclusiones de este estudio.

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La revisión bibliográfica de la que se ha nutrido la presente investigación se ha focalizado en los siguientes aspectos: el aprendizaje al aire libre, el Modelo Europeo al Aire Libre, y finalmente la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil, en particular de las magnitudes.

APRENDIZAJE AL AIRE LIBRE Y MODELO EUROPEO AL AIRE LIBRE

Charles y Louv (2009) indican que existe una ausencia de experiencia con el medio ambiente en la vida cotidiana de los niños. Entre algunos problemas que esto conlleva se encuentran: el creciente miedo a los extraños, un aumento dramático de la obesidad, deficiencia de la vitamina D y otros problemas de salud relacionados con bajo nivel de actividad y vida sedentaria. Para mejorar la relación entre los niños con el mundo natural, estos autores describen experiencias específicas en la naturaleza. Siguiendo esta línea, Driessnack (2009)

afirma que, tras los estudios de Louv (2008), para la nueva generación de niños, las experiencias con la naturaleza han sido reemplazadas por experiencias indirectas a través de medios tecnológicos. Además, es importante destacar el examen realizado por Ginsburg (2007) en el que, con estos cambios de aprendizaje, los niños sufren un mayor estrés y ansiedad aumentando incluso la incidencia de depresión.

Salir al aire libre estimula la imaginación y la creatividad del niño. A través de diferentes situaciones: excavar, buscar tesoros, cultivar un huerto... se incorpora una comprensión intuitiva de conceptos abstractos de la física, las matemáticas o el medio ambiente (Freire, 2011). Además, Brody (2005) establece que la teoría del aprendizaje en la naturaleza es el resultado de las experiencias directas a lo largo del tiempo, en las que el conocimiento personal y social se crea a través de procesos cognitivos y afectivos. Wirth y Rosenow (2012) precisan que los espacios al aire libre transforman un pequeño descanso en un rico entorno de aprendizaje integral. Así, los maestros pueden involucrar a sus alumnos el entusiasmo del conocimiento del mundo natural; y además observar, analizar y documentar lo que realizan los niños, de una manera que no siempre es posible dentro del aula. Estas autoras señalan que al aire libre los niños pueden experimentar el mundo real de una manera práctica a diferencia del mundo virtual.

En España, por ejemplo, el primer centro educativo al aire libre fue la escuela Bosque del Parque de Montjuic fundada por Hermenegildo Giner de los Ríos en el año 1914, siguiendo la corriente europea de la época (Moreno, 2013). Este centro estaba dirigido, en su sección femenina, por Rosa Sensat, quien destacaba que la Escuela Bosque tenía la naturaleza como medio, pero también que la acción educativa desempleada debía ser dirigida y aplicada (Rabazas y Simón, 2020). Siguiendo sus pasos se han ido abriendo nuevas instituciones de este tipo, como por ejemplo el Bosquescuela de Cerceda (Madrid) que desarrolla el Modelo Europeo al Aire Libre.

En las escuelas infantiles que siguen el Modelo Europeo al Aire libre las actividades se desarrollan en el bosque, el campo o la playa. Este modelo educativo permite al niño explorar, investigar y experimentar con la naturaleza como entorno de aprendizaje y libertad (Bruchner, 2012). Se encuentran en multitud de países, aunque con distinta denominación: Waldkindergarten y Strandkindergärten en Alemania, I Ur och Skur en Suecia, Udeskole en Dinamarca, Lesní mateřská škola en República Checa, Forestkindergarden en Reino Unido, entre otros.

Desde una perspectiva investigadora, Häfner (2002) analizó cómo de preparados llegaban los niños que estudiaban en escuelas al aire libre a la Educación Primaria en comparación con los que procedían de una Educación Infantil en una escuela ordinaria. Los resultados de este estudio arrojan una mejoría en todas las competencias analizadas (véase figura 1).

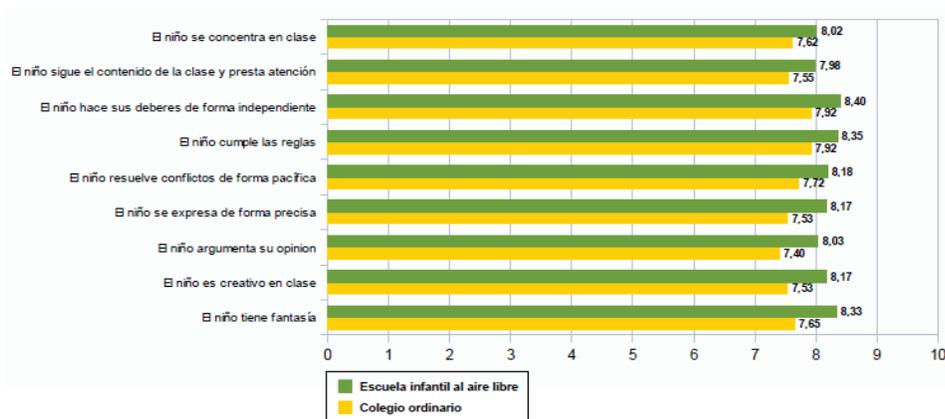


Figura 1. Comparación por lugar de escolarización en infantil. Bruchner (2012) a partir de los datos de Häfner (2002)

EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL

La construcción del conocimiento matemático en la etapa de Educación Infantil viene determinada por los diferentes modelos de enseñanza-aprendizaje. Artega y Macías (2016) determinan que para su construcción se necesita: apoyarse en la acción, pasar por estados de equilibrio y desequilibrio donde los conocimientos anteriores se pongan en duda, y facilitar los conflictos cognitivos entre miembros de un mismo grupo social.

El aprendizaje de las matemáticas es complejo, ya que se necesita utilizar la capacidad de abstracción, no desarrollada en edades tempranas. Los procesos matemáticos que se llevan a cabo durante el desarrollo infantil no son otra cosa que la forma de adquisición y uso de los contenidos matemáticos, es decir, aquellas herramientas que permiten utilizar o poner en práctica las matemáticas (Alsina, 2012).

Las magnitudes son uno de los conocimientos matemáticos más presentes en la sociedad y en los currículos de matemáticas. Su adquisición se reserva casi en su totalidad a etapas educativas superiores a la Educación Infantil, sin embargo, la construcción de las magnitudes debe comenzar en esta etapa educativa (Belmonte, 2005). En esta misma línea, Alsina y Salgado (2018) sugieren incorporar la enseñanza de la medida de manera sistemática desde las edades más tempranas, favoreciendo la interpretación e interacción con el medio y la vida cotidiana, a partir de la observación, la comparación y la valoración de los resultados.

Para que el niño conozca y maneje una magnitud debe superar diferentes estadios: a) consideración y percepción de una magnitud, b) conservación de una magnitud, ordenación respecto a una magnitud dada, y c) relación entre la magnitud y el número. Será en el último estadio cuando el niño pueda medir (Piaget, 1971). Mientras que para Alsina (2006), el aprendizaje de las magnitudes reconoce tres fases: a) preparación de la medida, en la que se realizan actividades de comparación; b) cuantificación de la medida, donde aparece la noción de unidad; y finalmente c) el sistema de medida decimal.

De entre todas las magnitudes, la longitud es la que más se trabaja en la escuela debido a que produce menos conflictos perceptivos al alumno, y el tiempo la más compleja (Belmonte, 2005). Para el caso particular de esta magnitud, Sarama y Clements (2009) elaboraron una trayectoria de aprendizaje que consta de los siguientes elementos: a) reconocimiento de la longitud, b) la conservación, c) la transitividad, d) la equipartición, e) la unidad de medida, f) la iteración, g) la acumulación, h) el origen, y g) la relación entre el número y la unidad de medida. Posteriormente, Clements y Sarama (2014), a través de las trayectorias del aprendizaje, determinaron cómo y cuándo se adquiere el aprendizaje de diferentes magnitudes. De entre todas ellas destacamos, por utilizarse posteriormente en el análisis, el reconocimiento de los volúmenes (hasta los 3 años), la comparación directa e indirecta de las longitudes (4 años), y la repetición y relación de unidades de área (5 años).

Por otra parte, Brousseau y Brousseau (1987) interpretan la actividad de medir como una sucesión de organizaciones matemáticas cuyo punto de partida es la manipulación de objetos concretos. Asimismo, Bishop (1999) expuso que medir es una de las acciones matemáticas comunes en todas las culturas, por este motivo, los niños necesitan contextos de aprendizaje adecuados para aprender a cuantificar los atributos mesurables.

METODOLOGÍA

Este trabajo está sujeto a una investigación etnográfica, lo que permite enfatizar en cuestiones descriptivas del modo de vida de una unidad social concreta (Bisquerra y Alzina, 2009), en particular del alumnado que asiste diariamente a un centro educativo bajo el Modelo Europeo al Aire Libre. En consecuencia, el análisis llevado a cabo es de carácter cualitativo. Dado que el estudio se realizó en un único centro de estas características, la complejidad de la unidad vendrá determinada por una micro etnografía (Spradley, 1980). En particular, se trata de una etnografía de la educación, la cual debe distinguirse del resto de etnografías por los sujetos que son objeto de estudio (Velasco *et al.*, 1993).

Para la toma de datos, nos hemos nutrido de una observación participante, del diario de campo y de fotografías de cada actividad. Para este tipo de observación, la presencia del observador no ha perturbado el desarrollo de lo observado, pese a integrarse en el colectivo no se han producido cambios en el comportamiento de los alumnos (Serra, 2004). El diario de campo ha permitido al equipo investigador de “un monitoreo permanente del proceso de observación” (Martínez, 2007, citando a Bonilla y Rodríguez, 1997, p. 129). Finalmente, las fotografías han permitido reproducir situaciones clave de la actividad, siendo especialmente cuidadosos, ya que el alumnado no debía percatarse de ellas, aunque tuviésemos el consentimiento de sus tutores legales.

La muestra la forman 20 niños y niñas con edades comprendidas entre los 3 y los 6 años que asisten diariamente a un centro público Waldkindergarten en Alemania. Esta institución educativa desarrolla su actividad bajo el Modelo Europeo al Aire libre y se nutre de otras metodologías como Waldorf, desalentando el uso de la tecnología; y Montessori, donde la actitud observadora del maestro tiene la intención de adaptar el entorno de aprendizaje; así como del respeto al niño siguiendo las orientaciones de Reggio Emilia y Pickler. A ella asisten también alumnos entre 1 y 3 años, desde el momento que pueden caminar, y lo que se persigue que consiga el niño es la mayor autonomía posible, que aprenda a comunicarse y expresarse, así como, una motricidad y habilidades cognitivas a través del juego. Esta escuela está construida con el objetivo de cubrir las necesidades del niño: movimiento, autonomía, socialización, exploración y aprendizaje. Para ello, cuenta con tres jardines conectados entre sí, un bosque, una cabaña con materiales variados y tres aulas donde se encuentran una cocina adaptada, un taller de carpintería y un aula creativa. Para asegurar la seguridad en un espacio tan amplio y además potenciar el aprendizaje de manera individualizada, se

cuenta con 3 profesores por cada 20 niños y normalmente algún otro adulto en prácticas u observación.

La distribución de la jornada escolar está pensada para poder improvisar. Dada las condiciones de la institución, cada día es diferente por las condiciones climáticas, por lo que se necesita una cierta capacidad rápida de toma de decisiones por parte del profesorado. No se establecen diferentes actividades o materias fijas a lo largo de la semana y de forma cíclica, sino que se adecúan cada día el lugar al que se dirigen y los materiales con los que se trabajará, sin repetir a lo largo de la semana, donde el niño tenga experiencias enriquecedoras.

De manera previa a la observación que desembocase en el análisis de diferentes actividades donde se desarrollasen nociones asociadas a las magnitudes, se decidió establecer una primera toma de contacto con la institución y el punto de vista del profesorado que desempeña allí su labor profesional.

Para ello se recogió la siguiente información a través de un cuestionario:

- Años de experiencia en Educación Infantil.
- Años de experiencia en un Bosquescuela.
- Qué tipo de centro educativo prefieren.
- Qué ventajas ofrece un centro educativo Bosquescuela.
- Qué desventajas aprecian de este modelo educativo.
- Cómo creen que promueven la inventiva este modelo educativo.
- Cómo promueven las experiencias con la naturaleza la comprensión de nociones matemáticas.
- Qué experiencias han desarrollado los niños durante su labor docente que tengan impacto en la adquisición de nociones matemáticas.
- Qué nociones matemáticas son predominantes.

En la organización de los datos recabados se ha hecho especial hincapié en las siguientes variables: ubicación física, social y tiempo, ya establecidas por Brody (2005), además de la actitud del maestro (Prensky, 2011), material (Bruchner, 2012), magnitud (Belmonte, 2005), otras nociones matemáticas involucradas y la edad de los participantes.

- La variable ubicación física de la actividad, toma como valores interior y exterior. Además, en el caso de ser exterior se acompaña de una mayor precisión: bosque, jardín o excursión programada no espontánea. Establecemos esta variable debido a la afirmación de Brody (2005), quien

determina que para que el aprendizaje sea significativo para el alumno debe tener una experiencia directa con la naturaleza.



Figura 2. Ruta hacia el bosque. Elaboración propia

- La distribución social atiende a los valores individual, pareja o grupo. En el caso de tratarse de una actividad grupal, se indica el número de cada uno de estos grupos.
- La variable tiempo es un valor numérico o un intervalo. La decisión de contemplar intervalos viene determinada por la posible realización de una misma actividad por alumnos de diferentes edades y, en consecuencia, una rapidez diferente.
- Las categorías asociadas a la variable rol del maestro son: de entrenador, haciendo alusión a una acción cargada de retroalimentación y motivación en la que apenas tiene que ofrecerse una exposición teórica, sino más bien tiene que observar y acercarse a los alumnos de una forma individual y personal; de guía, donde el docente adquiere el papel de ayudante del alumno ya motivado; y de experto en instrucción, donde el docente aporta todo el conocimiento, imaginación y creatividad (Prensky, 2011).
- El propio modelo determina que los materiales a utilizarse habitualmente provengan del medio natural, aunque en ocasiones se precisa de algunos elementos adicionales como, por ejemplo, las herramientas (Bruchner, 2012).
- Entre todas las actividades observadas se describen y analizan aquellas focalizadas en los conceptos matemáticos asociados a las magnitudes: la longitud, la superficie, el volumen, la masa y el tiempo (Belmonte, 2005).

En ocasiones, se trabajan otras nociones matemáticas de manera transversal, como son nociones vinculadas a la lógica, la aritmética y la geometría. Se ha considerado relevante recoger este tipo de información, por si esto involucrase otro tipo de actividades.

- La edad de los participantes oscila entre los 3 y los 6 años, como hemos mencionado. Habitualmente el grupo desempeña las tareas de forma conjunta, pero en ocasiones se agrupan por edades para adaptarlas al nivel de maduración del alumno. Cuando exista esta adaptación acorde a la edad, se atenderá a las trayectorias de aprendizaje de Clements y Sarama (2014), que permite recoger cómo comprenden los niños las ideas matemáticas y cómo pueden facilitar los adultos que las comprendan, y en las que además se detalla la edad en las que debiesen adquirirse.”

Para todo lo descrito, parte del equipo investigador estuvo presente durante toda la jornada escolar de este centro educativo en un periodo de 2 meses.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este apartado se presenta el análisis y los resultados arrojados atendiendo tanto a la recogida de datos previa como a la observación de las actividades. Véase Anexo 1.

ANÁLISIS DE LA RECOGIDA DE DATOS PREVIA A LA OBSERVACIÓN: PERSPECTIVA DEL PROFESORADO

Dada la importancia de conocer el contexto de los centros educativos al aire libre, antes del trabajo de campo, decidimos analizar el punto de vista de los docentes que allí desarrollan su actividad profesional. Se analizaron las respuestas de las 4 docentes habituales del Waldkindergarten.

Su experiencia en el Modelo Europeo al Aire Libre se encuentra entre los 3 y los 15 años, por lo que podemos considerar que este equipo docente es estable y conoce a la perfección la filosofía de este modelo educativo, además de poder proporcionarnos los datos necesarios para la reflexión previa a la incursión en la institución. Todas las maestras contemplan que el Modelo Europeo al Aire Libre ofrece muchas más oportunidades de descubrimiento y aprendizaje frente

a cualquier centro convencional, fomentando la observación, el pensamiento y la paciencia. Las docentes aprecian que el entorno natural fomenta la inventiva en la Educación Infantil mejor que en un centro convencional, ya que los niños pueden jugar, construir y comunicarse. Además, los juguetes prefabricados no se llevan al bosque, por lo que la creatividad debe estar presente en cada jornada.

Las experiencias en la naturaleza que resaltan para la comprensión de los conceptos matemáticos son aquellas en las que los niños actúan como pequeños científicos, experimentando acerca del entorno que les rodea. Los niños tienen la oportunidad de identificar y clasificar multitud de elementos naturales, como piedras, plantas o pájaros; establecer la comparación de diferentes cualidades, crear formas geométricas, realizar mediciones, entre otros. A pesar de todas las ventajas consideradas, señalan que en este modelo también existen desventajas, como son las condiciones meteorológicas en algunos intervalos del año y el no desarrollo de la psicomotricidad fina en el exterior. Además, existe una gran responsabilidad de cada uno de los educadores en el día a día en el bosque.

Esta mirada del profesorado, especialmente los aspectos relacionados con el juego, la construcción y la comunicación, sentaron las bases de la forma de tomar los datos por parte del equipo investigador, siendo imprescindible un diario de campo y la presencia de uno de los miembros investigadores en la rutina diaria del centro educativo durante un largo periodo de tiempo.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANALIZADAS

A continuación, se presenta la descripción de las once actividades que han sido analizadas.

Actividad 1. Percepción visual de distancia y comparación de longitud

Se trata de una actividad desarrollada en el exterior, más concretamente en el jardín, y en la que trabajan de manera simultánea dos grupos. En él se encuentran distribuidos algunos troncos que pueden ser desplazados por los alumnos. Estos troncos no han sido distribuidos de una manera concreta para esta actividad, sino que formaban parte del jardín, habiendo sido usados como asientos para otra actividad ajena al desarrollo de la medida. Un primer grupo, formado por los alumnos de 3 años, realiza un camino de troncos que les permita ir saltando de uno a otro. Los niños realizan una percepción visual de la distancia existente entre

los troncos, anticipando si es posible que puedan saltar de uno a otro (figura 3). Este reconocimiento de la magnitud longitud al aire libre se sitúa en la misma edad, 3 años, que en las abordadas por las trayectorias de aprendizaje en un aula (Clements y Sarama, 2014). Los niños que participaron en la actividad se encuentran en un estadio en el que tienen una percepción de la magnitud y en la que existe todavía una ausencia de unidad. En un segundo grupo, formado por los niños de 4 y 5 años, reconocen la magnitud longitud, comparan de manera directa a partir de la concatenación con la longitud de un tablón previamente establecido por los maestros (figura 3) y determinan su longitud realizando el conteo del número de troncos utilizados. Los niños se encuentran en un estadio en el que relacionan la magnitud con un número, dando lugar a la cuantificación y apareciendo la noción de unidad (Alsina, 2006). Con esta segunda parte de la actividad, los niños que trabajan al aire libre mantienen en los 4 años la edad considerada por Clements y Sarama (2014) para la comparación directa de longitudes (4 años) y anticipan la medición de las longitudes (6 años). Dado que la medición se realiza por iteración, los alumnos tienen la necesidad de realizar un conteo. En relación con el resto de las variables consideradas, los alumnos trabajan en dos agrupamientos, la duración de la actividad consta de hora y media, y el profesor tiene un rol de entrenador debido a que principalmente observa y se acerca a los alumnos de manera individual para proponer preguntas que favorezcan el aprendizaje.



Figura 3. Estimación de distancias y comparación con tablón dado. Elaboración propia

Actividad 2. Percepción visual de distancia y situación de tablón

Un grupo de 8 niños, coordinados entre sí, realizan un recorrido en zig-zag con tablonces y troncos de madera, estos actuarán como extremos de unión entre dos tablonces. Los niños, a partir de una comparación directa de la longitud del tablón con la distancia entre troncos intentan colocar el tablón sobre dos troncos. Esta comparación directa se sitúa un año antes, 3 años, de lo establecido por la trayectoria de aprendizaje de la longitud, 4 años, establecida por Clements y Sarama (2014). Sin embargo, todavía existe una ausencia de unidad. Se trata de una actividad desarrollada en el jardín, y donde el rol de los maestros es de entrenador, donde actúan al comienzo de observadores y, posteriormente, preguntan de manera individual para facilitar el aprendizaje. Además, los maestros del centro habían preparado los troncos con anterioridad, facilitando así que pudiese darse esta comparación directa con los tablonces proporcionados a los alumnos. El trabajo en equipo sirvió para determinar qué tablón poder utilizar en cada momento, sin el uso todavía de un vocabulario específico de medida.



Figura 4. Comparación directa con el tablón. Elaboración propia

Actividad 3. Construcción de balanza

En esta ocasión, se trata de una actividad propuesta y guiada por el profesorado. El profesor aprovecha que en el jardín se encuentra un tronco y un tablón para proponer la construcción de una balanza y utilizarla para pesar diferentes materiales. Además, el profesor sugiere que experimenten dejando el tablón sobre el tronco en su punto medio y también que lo desplacen, dejando a un lado y a

otro del mismo diferentes longitudes. Los niños debatieron sobre la masa de cada uno de los materiales, debido al tamaño que alguno de estos tenía. Trabajar en el exterior donde existen objetos de muy diferentes tamaños y no disponer de materiales continuos como plastilina y arcilla, recomendados por Belmonte (2005), que permitiesen su composición y descomposición, dificultó la percepción de la magnitud masa. Los niños no fueron capaces de aislar la masa del volumen. Tampoco facilitó la tarea el trabajar en grupo, ya que cada uno aportó objetos con distinta masa y volumen. Además de la masa, y aunque no fue percibida por el alumnado, los maestros intentaron hacerles partícipes de la longitud al centro de cada uno de los lados de la balanza.

Actividad 4. Comparación del área

El recubrimiento de troncos con diferentes materiales es una actividad habitual en el Waldkindergarten cuando salen al bosque. En esta ocasión, en grupo, los niños recubren el interior con piñas. Para trabajar con el área, los niños más pequeños utilizaron como estrategia de comparación directa para determinar si con las piñas que tenían podían recubrir el tronco, mientras que los más mayores midieron el área del tronco a partir del número de piñas que cabían en él. Los más pequeños, 3 años, se sitúan en un estadio de conservación de la magnitud (Piaget, 1971), anticipando en un año lo determinado por las trayectorias de aprendizaje para el manejo del área en un aula (Clements y Sarama, 2014). Los mayores, 5 años, se encuentran en un estadio en el que relacionan la magnitud y el número (Piaget, 1971), actuando por repetición de la unidad; y adquiriendo la magnitud masa al mismo tiempo que como lo harían en un aula. Dada la frecuencia con la que se produce este tipo de actividades, la actitud del maestro es de entrenador, aunque en este caso sin proponer preguntas de manera individual, pero sí sugerir que los objetos utilizados fuesen lo más parecidos posibles entre sí. Esto propició en los alumnos una clasificación previa al trabajo de áreas. Además, se aprovechó esta actividad para fines no matemáticos, como son el desarrollo de la creatividad, las habilidades sociales y motoras.



Figura 5. Actividad de área. Elaboración propia

Actividad 5. Volumen de un cubo

En muchas ocasiones, los alumnos recogen distintos materiales del bosque en cubos de diferentes capacidades, en esta ocasión, son hojas secas. Los cubos son los recipientes que habitualmente portan los alumnos cada mañana cuando salen al bosque o al jardín. El profesor, cuando parece que ya han llenado el cubo de hojas, les sugiere que ejerzan presión sobre ellas. En ese momento se recoge un comentario de uno de los niños: “el cubo no termina nunca de llenarse con las hojas”, y comienza a llenarlo también de arena. Otros niños, al comprobar que tienen huecos vacíos, realizan diferentes mezclas de materiales para llenar los cubos dejando el menor espacio vacío posible. Aunque el primer material no es el adecuado para adquirir la noción de volumen, la intervención del profesor permite a los niños explorar y experimentar con los materiales a su alcance. A pesar de la edad de los participantes, 5 años, se encuentran todavía en un estadio donde están comenzando a percibir la magnitud volumen (Piaget, 1971), que ya tendrían que haber comenzado a adquirir con 3 años (Clements y Sarama, 2014), y debiesen ya utilizar la comparación indirecta de distintas capacidades. En esta ocasión, los objetos de la naturaleza encontrados en el jardín no facilitan la adquisición de esta magnitud, al poder descomponerse ni componerse.



Figura 6. Capacidad del cubo. Elaboración propia

Actividad 6. Percepción visual y comparación directa de longitud con cuerdas

En grupo, los alumnos realizan un recorrido, anudando varias cuerdas entre las ramas. Los niños portan siempre cuerdas en sus mochilas en cada salida al jardín o el bosque. En primer lugar, y mediante la percepción visual, determinan que cuerda utilizar para unir las dos ramas. Posteriormente, desatan las cuerdas y ordenan de menor a mayor la longitud de las mismas. Los niños se encuentran en un estadio de ordenación respecto a una magnitud dada (Piaget, 1971), adecuado para su edad (Clements y Sarama, 2014), 5 años, y no son capaces todavía de utilizar ninguna unidad. Esta actividad se aprovecha para desarrollar la comunicación entre los alumnos, interviniendo un vocabulario específico de la magnitud longitud, así como diferentes habilidades motoras.

Actividad 7. Perímetro del contorno del árbol

Como sucede en la mayoría de las actividades realizadas en este centro educativo, se trata de una actividad no instruida por parte el profesorado. Un grupo de alumnos, al tener acceso a cuerdas de diferentes tamaños en el bosque, buscaron qué árboles podían rodearse con ellas o cuántas vueltas se podían dar en un mismo árbol. Con ello desarrollaron el perímetro de la base de un cilindro. Esta actividad se desarrolló bajo un estadio de conservación de la magnitud (Piaget, 1971), sin llegar a cuantificar la medida. Aunque las

actividades de comparación directa se asocian a niños de 4 años (Clements y Sarama, 2014), edad de los niños más pequeños participantes, consideramos que existe un incremento en la dificultad por la curvatura que este presenta.

Actividad 8. Reloj y posición del sol

En esta ocasión se trata de una actividad instruida completamente por el profesorado, poco habitual en el Waldkindergarten, quedando relegada a poco más de alguna asamblea. En el interior del aula se trabajan los días, las semanas y los meses con un calendario; las horas con un reloj digital y uno analógico. Todo ello tal y como se produciría en un centro que no sigue este modelo educativo. Además, en el exterior, se observan los movimientos del sol en las diferentes estaciones del año para contemplar el momento de cada día. Se trabaja la comprensión del tiempo con la transformación de las sombras en el bosque, tanto asociadas a la rotación terrestre como a la traslación. Por otro lado, las estaciones se trabajan de forma vivencial, ya que los niños experimentan los cambios del paisaje y el clima. Aunque no llegan a trabajarse las unidades de medida como segundo, minuto u hora, sí se establece la comparación en diferentes instantes del día o del año.

Actividad 9. Cocina

El profesorado tiene la labor de apoyo durante el desarrollo de la actividad. Aprovechando la cocina adaptada a infantes y el número de profesorado disponible, los alumnos, en grupos de 5, pudieron realizar mezclas y mediciones con diferentes utensilios no graduados, como cucharas, vasos y tazas, haciendo un conteo posterior. En el ámbito personal desarrollaron la autonomía, la creatividad, así como la psicomotricidad fina, carencia existente señalada por el profesorado. Esta actividad es poco frecuente. En esta actividad, los alumnos muestran encontrarse en un estadio en el que relacionan la magnitud y el número (Piaget, 1971). Sin embargo, no podemos afirmar que los alumnos tengan en cuenta a una unidad arbitraria prefijada, ya que para un mismo ingrediente mezclan diferentes utensilios, como pueden ser los vasos y las tazas. Los alumnos dan más importancia al número de veces que tienen que reiterar una acción que la unidad de medida considerada. Además de nociones asociadas a la capacidad, el profesorado aprovecha la actividad para utilizar vocabulario vinculado a las diferentes formas geométricas que pueden encontrarse en una cocina convencional, tanto de los utensilios como las formadas con la masa.

Actividad 10. Actividad en el taller (comparación)

Aunque es poco frecuente el tiempo que disfrutan los niños en el interior, esta actividad es una de ellas, desarrollándose en el taller. Los alumnos utilizaron diferentes utensilios de medida y herramientas para realizar sus obras: metro, sierras, navajas, barrenas, pistola de pegamento termofusible, entre otros. A los alumnos se les proporcionaba dos palos, uno pequeño, que actuó como referencia, y uno grande. Con el palo grande debían crear 4 palos más pequeños que el palo de referencia y uno más grande. Los alumnos realizaron dicha tarea mediante una comparación directa. En esta ocasión, el profesorado tuvo el rol de entrenador durante el transcurso de la actividad. Este tipo de actividades de medida son muy frecuentes en esta institución educativa, a pesar de que la comparación directa ya debiese superarse a la edad de 4 años, el centro la elabora hasta los 6 años.

Actividad 11. Actividad en el taller (ordenación)

De manera complementaria a la actividad anterior, de nuevo en el taller, discurre una actividad en la que los alumnos deben ordenar diferentes palos de menor a mayor, formando un árbol navideño. Los alumnos logran desenvolverse en un estadio en que trabajar una ordenación respecto a una magnitud dada, en concreto una ordenación serial de longitudes. Pese a lo ocurrido en la actividad anterior, en este caso, existe un avance en la edad de desarrollo, lo que debiese adquirirse a los 5 años se produce a los 3 años.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Durante los 2 meses que duró la observación por parte del equipo investigador, se pudieron recoger un total de 11 actividades diferentes en las que se desarrollasen nociones matemáticas en las que el contenido de las magnitudes fuese el predominante.

En la variable “Ubicación física” han sido observados los dos valores considerados: interior y exterior, y la apreciación: bosque, jardín y excursión programada, que previamente fue recabada en las entrevistas a las profesoras. De entre todas ellas, como puede observarse en el siguiente gráfico (figura 7), el alumnado disfruta de la mayor parte del tiempo en el exterior, solo 27.27% de las actividades son

desarrolladas en el interior, y estas tampoco son en una ubicación convencional, sino que se desempeñan en un taller específico. Este hecho hace que gracias a la interacción con el exterior puedan desarrollar la exploración, movilizar la percepción visual y la comparación directa, así como activar la motivación, como ya estableciese Cahyono (2017) para este entorno, y el aprendizaje a largo plazo (Zender, 2018). Existe una anticipación en la edad, según lo esperado por Clements y Sarama (2014), en el manejo de las magnitudes longitud y área cuando los alumnos se encuentran en el exterior. Sin embargo, surgen obstáculos en las magnitudes volumen y masa, al no disponer en el exterior de un material apropiado que permita la composición y descomposición. Con relación al aprendizaje de las nociones matemáticas asociadas a las magnitudes, ha sido posible desarrollar actividades en el aire libre en las que se adquiere el aprendizaje de la longitud, el área, el volumen, la masa, el área y el tiempo.

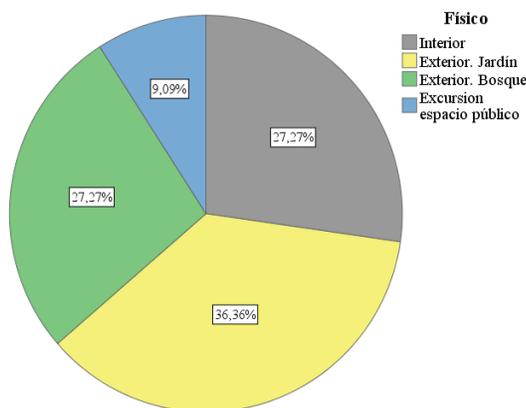


Figura 7. Gráfico de sectores asociado a la dimensión "Físico"

En la variable "Distribución social", en la que se habían considerado las categorías: individual, grupo y en pareja, se han observado las dos primeras. Esta metodología promueve, con más de 60%, las actividades que tienen un carácter cooperativo. Las actividades individuales quedan relegadas mayoritariamente a tareas en el interior, por lo que podemos afirmar que las variables físico y social quedan estrechamente relacionadas. Véase figura 8. En el Modelo al Aire Libre, como señalan Alsina y Domingo (2010), el aprendizaje de las matemáticas es más rico si cada estudiante puede compartir y complementar sus ideas con las del resto de sus compañeros.

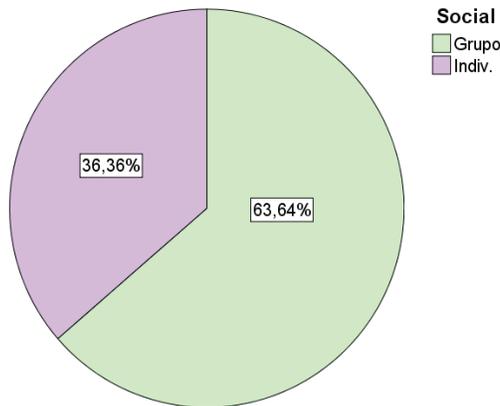


Figura 8. Gráfico de sectores asociado a la variable "Distribución social"

La temporalización de las actividades, asociada a la dimensión "Tiempo", es variada. La duración fluctúa entre los 10 minutos y las 2 horas. Los maestros asocian el tiempo de desarrollo de la actividad con la edad de los niños. En cada una de las actividades, al contar con alumnado de diferentes edades, y como hemos podido observar en el análisis descrito con anterioridad, los niños de 3 años anticipan su desarrollo cognitivo en las magnitudes longitud y área, mientras que los niños de 5 y 6 años ven atrasado su conocimiento para las magnitudes volumen y masa. Después de los dos meses de observación, consideramos que las actividades, aunque sean realizadas por alumnos de diferentes edades debiesen adecuarse a la edad del niño, pero no solamente en cuanto a su duración sino también a la consideración de los diferentes estadios (Piaget, 1971) por los que debe pasar un niño para conocer y manejar las diferentes magnitudes.

Los valores de la variable "Rol del maestro" que se han observado han sido como entrenador, guía o instructor, siendo las dos primeras las predominantes. En 5 de las 11 actividades analizadas, los maestros actúan como entrenadores, es decir, como meros observadores, dejando que sean los niños los que descubran por sí mismos las magnitudes y otras nociones matemáticas involucradas. Además, y debido a las condiciones situacionales y los materiales empleados, ejercen una labor de vigilancia frente a cualquier imprevisto que pudiese surgir. Esto último es uno de los motivos por los que la ratio de alumnos para cada profesor sea tan baja. En este centro en particular, siempre menos de 7 alumnos por profesor. Esto es extensible a otros centros educativos que siguen el Modelo Europeo al

Aire libre. En 4 actividades, se ha observado a los maestros con un rol de guía, momentos en los que se mantiene la motivación del alumnado. El rol de instructor apenas tiene presencia, ya que el propio modelo determina que no debe aportar su conocimiento, imaginación o creatividad, sino que tiene que ser el alumno quien aprenda a través del descubrimiento. Véase figura 9.

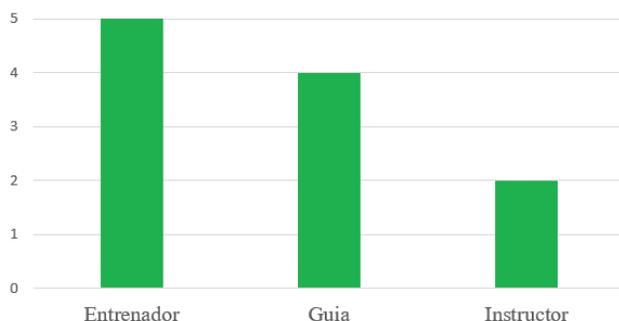


Figura 9. Gráfico de barras asociado al a dimensión "Actitud del maestro"

Los materiales utilizados son los encontrados en el medio ambiente, de forma predominante: troncos, hojas, barro, piñas, etc. Los maestros, no preparan de manera previa estos materiales que van a encontrarse los alumnos. Además de los que habitualmente portan los alumnos en cada una de las salidas al bosque y al jardín: cuerdas, cubos, cestas y herramientas que en otro tipo de centro sería poco probable su uso en un alumnado de tan poca edad. El tipo de material, en ocasiones, no facilita la adquisición de determinadas magnitudes, como hemos visto en el análisis de las actividades, debido a que rara vez puede componerse y descomponerse. Véase figura 10.



Figura 10. Herramientas utilizadas en algunas de las actividades. Elaboración propia

La magnitud desarrollada presente en la mayor parte de las actividades, un 55%, es la longitud. A pesar de que el resto se han desarrollado en menor medida, también han podido ser apreciadas el área, el volumen, la masa y el tiempo. A través del profesorado del centro hemos sido conocedores que esto ha venido motivado por la climatología y el periodo lectivo en el que fue realizado el trabajo de campo, por lo que en este caso no atenderemos tanto a la importancia de la frecuencia de cada una de las magnitudes como a que todas ellas están presentes en las actividades realizadas por los alumnos.

Las edades de los participantes oscilan desde los 3 años hasta los 6 años, cubriendo así toda la etapa educativa del 2º ciclo de Educación Infantil.

CONCLUSIONES

Como resultado de la revisión bibliográfica y los análisis llevados a cabo pueden extraerse las siguientes conclusiones:

Los docentes que imparten clase en estos centros, con una experiencia constatada en ellos y a los que entrevistamos al comienzo del estudio, consideran que este modelo promueve más oportunidades de descubrimiento y aprendizaje que aquellos que desarrollan sus clases en el interior de un aula. Resaltan que las experiencias en la naturaleza ofrecen la posibilidad de comprender los conceptos matemáticos a partir del propio contexto que en el que se encuentran, siguiendo así la afirmación que ya ofrecían Wirth y Rosenow (2012), quienes precisan que los espacios al aire libre bien diseñados son un

rico entorno de aprendizaje integral; o Bruchner (2012) quien manifiesta que el niño puede explorar, investigar y experimentar con la naturaleza como entorno de aprendizaje y libertad.

Durante los dos meses de observación de la actividad del Waldkindergarten, fue posible contemplar 11 actividades diferentes donde se desarrollasen nociones matemáticas relacionadas con las magnitudes, aunque es importante resaltar que cada una de ellas tuvieron lugar en varias ocasiones, algunas incluso varias veces por semana. Las magnitudes que tuvieron la oportunidad de ser observadas en el desarrollo de los alumnos fueron: longitud, área, volumen, masa y tiempo. En todos los casos, la medida se expuso a través de un contexto, ya que es adecuado para cuantificar los atributos medibles (Bishop, 1999), así como apoyarse en la acción (Arteaga y Macías, 2016). La magnitud predominante en el transcurso de las actividades de este centro educativo ha sido la longitud, ya que como afirma Belmonte (2005) es la que más se trabaja habitualmente en esta etapa educativa por producir menos conflictos perceptivos en los alumnos. Además de ser la magnitud que se presenta con mayor frecuencia, trabajarla en el jardín o en el bosque ha propiciado que los alumnos experimenten un anticipo en la edad que se propone desde la progresión de desarrollo de Clements y Sarama (2014) en las trayectorias de aprendizaje. Del mismo modo ha ocurrido con la magnitud área, donde los alumnos llegan a atribuir una relación entre la magnitud y el número, último estadio establecido por Piaget (1971), a los 3 años. Sin embargo, esta mejoría del Modelo al Aire Libre no se ve reflejada para las magnitudes masa y volumen. A los 3 años cabe esperar que un alumno reconozca la magnitud volumen (Clements y Sarama, 2014), sin embargo, trabajarla en el exterior y con los materiales habituales dificulta que esto se produzca incluso a los 5 años. Del mismo modo sucede con la masa, donde los niños de mayor edad, 6 años, comienzan a percibir la magnitud, primer estadio descrito por Piaget (1971). En relación con la magnitud tiempo, no podemos afirmar que el Modelo Europeo al Aire Libre modifique su adquisición, debido a que se trabaja en el interior y con muy poca frecuencia en el exterior. Estos resultados para cada una de las actividades, las variables y las magnitudes podrían ayudar en una futura adaptación a otro tipo de centros de forma paulatina.

El desarrollo de la mayor parte de las actividades en el exterior permite a los alumnos que comprendan, analicen y recuerden la información a partir de un eje temático (Hernández, 2013), a pesar de las dificultades encontradas para las magnitudes volumen y masa. La distribución social habitual en el desarrollo de las actividades es en grupo, surgiendo apoyo en el manejo y movilidad del material,

además de intercambio de ideas después de las preguntas del maestro. De esta manera, ha podido comprobarse que se ha favorecido el aprendizaje significativo al compartir y aceptar los sentimientos, las actitudes y las creencias de los demás (Brody 2007). Las actividades trabajadas individualmente han quedado relegadas al interior del taller del centro, donde los maestros pueden observar más fácilmente lo que cada uno realiza que en el exterior. El rol del maestro predominante ha sido como entrenador y guía, dejando relegada la instrucción a momentos muy concretos. Este resultado entra en contraposición con la primera idea de los centros educativos al aire libre creados a principios del siglo XX, para los que Rosa Sensat consideraba que la actividad docente debía ser dirigida (Rabazas y Simón, 2020). Atribuimos este resultado no solamente al rol del maestro, sino también a la ratio habitual, ya que hay al menos un profesor por cada cinco niños. En relación con la variable tiempo, no podemos afirmar cual es la duración óptima para el transcurso de las actividades al aire libre, debido a que cada actividad ha tenido diferente temporalización, atribuida por el profesorado a la adaptación al niño y a la dificultad. Además, consideramos una limitación el haber analizado solamente las actividades en las que existiese una adquisición de las magnitudes, y no del resto de nociones matemáticas.

Además de los resultados alcanzados para las nociones matemáticas vinculadas al aprendizaje de la medida, podemos afirmar que hemos constatado que el Modelo Europeo al Aire Libre logra integrar en sus prácticas diarias el valor educativo y el principio de sostenibilidad; obteniendo así tres de los ODS de la Agenda 2030: educación de calidad (ODS4), energías renovables (ODS7) y vida de ecosistemas terrestres (ODS15) (UNESCO, 2017).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado dentro del grupo de investigación "Investigación en Educación Matemática" (S60_20R) reconocido oficialmente por el Gobierno de Aragón y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

REFERENCIAS

- Alsina, Á. (2006). *Cómo desarrollar el pensamiento matemático de los 0 a los 6 años: Propuestas didácticas*. Editorial Octaedro
- Alsina, Á. (2012). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la infancia*, 1(1), 1-14.
- Alsina, Á. y Calabuig, M. T. (2019). Vinculando educación matemática y sostenibilidad: implicaciones para la formación inicial de maestros como herramienta de transformación social. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1203.
- Alsina, Á., y Domingo, M. (2010). Idoneidad didáctica de un protocolo sociocultural de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 13(1), 7-32.
- Alsina, Á. y Mulà, I. (2019). Advancing towards a transformational professional competence model through reflective learning and sustainability: the case of mathematics teacher education. *Sustainability*, 11(4039), 1-17.
- Alsina, Á. y Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 1-11.
- Arteaga, B., y Macías J. (2016). Didáctica de las matemáticas en educación infantil. *Unir editorial*.
- Belmonte, J. M. (2005). La construcción de magnitudes lineales en Educación Infantil. *Didáctica de las matemáticas* (pp. 315-345). Prentice Hall.
- Bisquerra, R. y Alzina, R. B. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Editorial La Muralla.
- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (1997). *Más allá de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Ed Norma.
- Brody, M. (2005). Learning in nature. *Environmental education research*, 11(5), 603-621.
- Brousseau, N. y Brousseau, G. (1987). La mesure en CM1. *Compte rendu d'activités. Publications de l'IREM de Bordeaux*.
- Bruchner, P. (2012). Escuelas infantiles al aire libre. *Cuadernos de pedagogía*, 420, 26-29.
- Cahyono, A. (2018). *Learning mathematics in a mobile app-supported math trail environment*. Springer Briefs in Education.
- Chamorro, M.C. (2003). *Didáctica de las matemáticas*. Prentice Hall.
- Charles, C. y Louv, R. (2009). Children's nature deficit: What we know and don't know. *Children and Nature Network*, 1-32.

- Clements, D. H. y Sarama, J. (2014). Learning trajectories: Foundations for effective, research-based education. En A. P. Maloney J. Confrey y K. H. Nguyen (Eds.), *Learning over time: Learning trajectories in mathematics education* (pp. 1-29). Information Age.
- Dadvand, P., Pujol, J., Macià, D., Martínez-Vilavella, G., Blanco-Hinojo, L., Mortamais, M. y Sunyer, J. (2018). The Association between Lifelong Greenspace Exposure and 3-Dimensional Brain Magnetic Resonance Imaging in Barcelona Schoolchildren, *Environmental Health Perspectives*, 126(2), 1-8.
- Driessnack, M. (2009). Children and nature-deficit disorder. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 14(1), 73.
- Freire, H. (2011). *Educar en verde: Ideas para acercar a niños y niñas a la naturaleza*. Grao.
- García-González, E. y Schenetti, M. (2019). Las escuelas al aire libre como contexto para el aprendizaje de las ciencias en infantil. El caso de la Scuola nel BoscoVilla Ghigi. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2204. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2204
- Ginsburg, K. R. (2007). The importance of play in promoting healthy child development and maintaining strong parent-child bonds. *Pediatrics*, 119(1), 183-191.
- Gómez-Escobar, A y Fernández, R. (2016). Metodologías en la enseñanza de las magnitudes y la medida en educación: la longitud. En T. Ramiro-Sánchez y M. Ramiro (Eds.), *Avances en Ciencias de la Educación y del Desarrollo*, (pp. 594-599). Asociación Española de Psicología Conductual (AEPC). Universidad de Granada.
- Häfner, P. (2002). *Natur-und Waldkindergärten in Deutschland: eine Alternative zum Regelkindergarten in der vorschulischen Erziehung*. Doctoral dissertation.
- Louv, R. (2008). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Chapel Hill, Algonquin Books.
- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, 4(80), 73-80.
- Moreno, P. L. (2013). Rosa Sensat, la cultura material de l'escola i el material d'ensenyament. *Temps d'Educació*, 44, pp. 77-99.
- Piaget, J. (1971). *La epistemología del espacio*. El Ateneo.
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales*. SM.
- Rabazas, T. y Sanz, C. (2020) La escuela al Aire Libre. *Tendencias Pedagógicas*, 35, 153-158.
- Sánchez, S. y González, C. (2016). La asamblea en educación infantil: un espacio para crecer como grupo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 71, 133-150.
- Serra, C. (2004). Etnografía escolar, etnografía de la educación. *Revista de educación*, 334, 165-168.
- Spradley, J. (1980). *Observación participante*. New York: Rinehart and Winston, 7-25.

- UNESCO. (2017). *Educación para los objetivos de desarrollo sostenible. Objetivos de aprendizaje*. París: UNESCO.
- Vásquez, C., Seckel, M., y Alsina, À. (2020). Belief system of future teachers on Education for Sustainable Development in math classes. *Uniciencia*, 34(2), 1-30. <https://doi.org/10.15359/ru.34-2.1>
- Velasco, H.M., García, F.J., y Díaz, A. (1993). *Lecturas de antropología para educadores*. Ed. Trotta. Madrid.
- Wells, N. M. (2000). Effects of Greenness on Children's Cognitive Functioning, *Environment and Behavior*, 32(6), 775-795.
- Wirth, S. y Rosenow, N. (2012). Supporting whole-child learning in nature-filled outdoor classrooms. *YC Young Children*, 67(1), 42.
- Zender, J. (2018). *Mathtrails in der Sekundarstufe I – Der Einsatz von MathCityMap bei Zylinderproblemen in der 9*. Frankfurt am Main.

MÓNICA ARNAL-PALACIÁN

Dirección: Área Didáctica de las Matemáticas. Facultad de Educación,
Despacho 540, Universidad de Zaragoza, España
marnalp@unizar.es

ANEXO 1

A continuación, se muestran los datos de las variables contempladas para cada una de las actividades analizadas.

Actividad	Físico	Social	Tiempo	Actitud maestro	Material	Mag. desarr.	Otras	Edad
1. Percepción visual de distancia.	Exterior. Jardín.	Grupo 3-4	1h30'	Entrenador	Medioamb.	Longitud	Área Conteo	3-5
2. Percepción visual de distancia y situación de tablón	Exterior. Jardín.	Grupo 8	45'	Entrenador	Medioamb.	Longitud	-	3-6
3. Construcción de balanza.	Exterior. Jardín.	Grupo 6	1h	Instructor	Medioamb. y cubos	Masa	Long.	3-6
4. Comparación del área.	Exterior. Bosque.	Grupo 3	45'	Entrenador	Medioamb.	Área	Clasif. y Form. geom.	4-5
5. Volumen de un cubo	Exterior. Jardín.	Indiv.	45'	Guía	Medioamb. y cubos	Volumen	Clasif.	5
6. Percepción visual de longitud con cuerdas	Exterior. Bosque.	Grupo 3	45'	Entrenador	Cuerdas	Longitud	-	4-6
7. Perímetro del contorno del árbol.	Exterior. Bosque	Grupo 7	1h	Entrenador	Cuerdas	Longitud		4-6
8. Reloj y posición del sol.	Excursión espacio público naturaleza	Grupo. Todos	10'-20'	Instructor	Reloj	Tiempo		5-6
9. Cocina en el interior	Interior	Indiv.	1h-2h	Guía	Ingredientes cocina	Volumen y masa	Form. geom.	3-6
10. Actividad en el taller (comparación)	Interior	Indiv.	20'-1h	Guía	Medioamb, metro, reglas, cartabones, lápices y pintura	Longitud		3-5 Agrup. por edad
11. Actividad en el taller (ordenación)	Interior	Indiv.	30'-1h30'	Guía	Medioamb. y mesa de herramientas	Longitud	Orden	3-6