Enseñanza de la magnitud tiempo en primaria. Una propuesta didáctica para 3.º de Educación Primaria

por
María Sierra-Valeg y Nuria Begué Pedrosa
(Universidad de Zaragoza)

El tiempo ha sido una magnitud presente en la vida de los seres humanos desde la antigüedad y, en consecuencia, como muchos otros factores de la vida, ha sido trabajada en la escuela. No obstante, el trabajo de esta magnitud ha sido focalizado mayormente en la lectura de su instrumento de medida, el reloj, en lugar de una comprensión de la propia magnitud. Esto queda reflejado en los objetivos que el docente plantea para los alumnos, los cuales suelen ser que los alumnos sean capaces de decir la hora (Earnest, 2017).

A esto se suma la poca relevancia otorgada tanto en planificación curricular como en investigación en didáctica de las matemáticas (Arteaga-Martínez y otros, 2022). En múltiples ocasiones, esta enseñanza es relegada a un segundo plano pues se entiende que será llevada a cabo por la sociedad a su debido momento (Pizarro y otros, 2020).

Sin embargo, cabe destacar que la lectura de una cantidad de magnitud expresada en un instrumento de medida sin tener una comprensión de dicha magnitud se convierte en una tarea de gran complejidad, como indican las investigaciones realizadas en aulas de Educación Primaria (Pizarro y otros, 2020; Arteaga-Martínez y otros, 2022).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de enseñanza fundamentada en la revisión de la literatura y el marco curricular para el trabajo de la magnitud tiempo para primaria.

Marco teórico

Desde la investigación en el campo de la psicología centrada en caracterizar el desarrollo psicoevolutivo, identificamos el trabajo de Murray (1969). En relación con el análisis de determinados eventos, los resultados muestran que los niños y niñas menores de 8 años e incluso, en el caso de algunos eventos, los niños menores de 11, no son conservadores para la magnitud tiempo. Esto es, ignoran aquella información realmente relevante para la información temporal y, en su lugar, basan la duración de un evento en estímulos espaciales o físicos que en realidad no afectan a la magnitud. En los resultados se comprobó que los niños entre 7 y 8 años, pensaban que la transformación no temporal cambiaba la relación temporal entre los dos objetos en la mayoría de los casos. En el caso de los niños entre 9 y 10 años, se respondió correctamente en múltiples ocasiones, mientras que prácticamente todos los niños entre 11 y 12 años, respondieron correctamente en prácticamente todas las situaciones. Mención aparte merecen aquellas preguntas en las que introdujeron factores afectivos, pues en ellas aproximadamente la mitad de los alumnos de sexto grado (edad media de 11,32 años) dieron respuestas no conservadoras. Por lo tanto, se puede observar que la subjetividad de la magnitud bajo factores afectivos sigue teniendo relevancia, incluso al final de la etapa de las operaciones concretas.

Por otro lado, los experimentos de Piaget (1978) permiten caracterizar las habilidades según la etapa o edad en la que se sitúa el niño o la niña:

— Etapa preoperacional (2-7 años): la percepción espacial de los niños se basa en la seriación espacial. Igualmente, los niños perciben que un objeto tarda más tiempo en ir de un lugar a otro si la distancia entre ambos objetos es mayor, sin tener en cuenta la velocidad de movimiento.
— Etapa de las operaciones concretas (7-11 años), los niños tienden a considerar un periodo de tiempo que contiene eventos personales que le afectan como periodos relativamente largos en comparación con la experiencia de otros observadores.
— Operaciones formales (a partir de los 11 años) es capaz de comprender el tiempo de forma abstracta, lo cual le permite tener una visión más absoluta, en lugar de una visión dependiente de las vivencias personales.

Dentro del sentido de la medida en el aula de primaria cobra una gran importancia las aportaciones hechas por Chamorro y otros (2005). Este libro trata la magnitud en su conjunto, siendo esta construida sobre los procesos de clasificación y seriación, los cuales se llevan a cabo en base a un atributo observable. No obstante, esto no es posible en el caso del tiempo, pues es intangible. La revisión realizada por los autores sobre el trabajo de la magnitud conduce a la elaboración de una serie de etapas progresivas o situaciones para la enseñanza de la magnitud: estimación sensorial, comparación directa, comparación indirecta, elección de una unidad, sistemas de medida irregulares, sistemas de medida regulares y, finalmente, el sistema legal. En el caso del tiempo, las comparaciones directas, las cuales son poco frecuentes, requieren cierta capacidad de deducción y la intervención de otras informaciones cuantitativas pueden dificultar el trabajo de la magnitud en primaria.

En el caso del tiempo, se debe trabajar tanto la noción de duración como los sistemas convencionales de medida del tiempo, lo cual, a diferencia de otras magnitudes, cobra importancia tempranamente en el trabajo de la magnitud. En cuanto a la noción de duración, se destacan actividades de comparación de la duración de desplazamientos tanto lineales como no lineales y de intervalos sonoros, siendo el alumno quien decide sobre la organización de la simultaneidad o sucesión de inicios (Chamorro y otros, 2005).

Por ello, el objetivo del trabajo es el diseño de situaciones centradas en las comparaciones directas y comparación indirecta apoyadas en la construcción de un objeto intermedio, que implica la utilización de un objeto intermedio que no tiene que suponer todavía una medida común e independiente.

Finalmente, la investigación llevada a cabo por Pizarro, Belmonte y Arteaga-Martínez (2020) enfatiza la falta de estudio en la materia y propone tres momentos de intervención desde una metodología cualitativa. El estudio realizado se basa en el análisis de la práctica docente, el tiempo matemático y el conocimiento especializado del profesor de matemáticas. En los resultados se observa que el instrumento de medida cobra mayor importancia que la medida para la que está diseñado. Este foco sobre el recurso más que en el propio contenido, según los autores, puede dar lugar a obstáculos de aprendizaje. Esto provocó que los estudiantes no tuviesen apropiados los referentes de tiempo. Otro aspecto a destacar es el uso del pensamiento algebraico para apoyar el pensamiento métrico, algo que solo facilita la lectura. Esto deja en evidencia la importancia otorgada a la lectura del instrumento en la enseñanza, en detrimento de la comprensión de la magnitud.

Durante la práctica se enfatiza la importancia del cuestionamiento de las creencias sobre la enseñanza de la matemática por la propia docente como forma de autoevaluación y mejora.

Como conclusión se extrae que la enseñanza del tiempo debería realizarse acompañando las lecturas del instrumento de medida con referencias personales de duraciones y del transcurso del tiempo. Igualmente, se debe reflexionar sobre la formación que reciben los docentes. Y en cuanto a las dificultades observadas destacan las relacionadas con el movimiento de la aguja horaria, que pueden atenuarse con la gestión de un modelo totalmente manual por parte del alumnado.

Metodología

La metodología de trabajo es de tipo cualitativo descriptivo y se sitúa bajo los principios de la ingeniería didáctica (Artigue, 2014; Barquero y otros, 2018). Se estructura en torno a cuatro fases de trabajo que describimos para nuestro estudio:

— Fase 1. Identificación del fenómeno didáctico. En nuestro caso, las investigaciones previas sobre la enseñanza y aprendizaje de la magnitud del tiempo y su epistemología, nos permite caracterizar los objetivos sobre los que caracterizar el diseño de la secuencia. La revisión de la literatura nos ha permitido construir el marco teórico sobre el que se fundamenta esta investigación y cuya descripción se presenta en el apartado anterior.
— Fase 2. Diseño de una secuencia de enseñanza. El análisis realizado en la fase anterior tiene como objetivo estructurar un marco que permite analizar las distintas variables de las situaciones diseñadas.
— Fase 3. Implementación, observación y análisis clínico de la secuencia de enseñanza. Se corresponde con la puesta en práctica de la secuencia diseñada en la fase anterior. El registro se apoya en las hojas dadas a los estudiantes que presentan el conjunto de enunciados que constituyen las situaciones diseñadas.
— Fase 4. Análisis y evaluación a posteriori. Esta fase se corresponde con el procesamiento de los datos a través del análisis de respuestas que se presentan en el apartado de resultados de la experiencia didáctica.

En nuestro caso, el trabajo sobre las situaciones sobre las que construir la magnitud del tiempo desde las acciones de comparación se trabajan en el aula. Por tanto, el objetivo de estudio se centra en un tema particular desarrollando la ingeniería didáctica a nivel micro (Sampaio y Batista, 2018).

La muestra estuvo formada por 20 alumnos de 3.º de Primaria (8-9 años) de un colegio público de Aragón (España). La experimentación se presenta como una actividad de aula que lleva a cabo la maestra en formación.

Diseño de la secuencia didáctica

Desde la revisión realizada, se diseña una secuencia didáctica centrada en el trabajo con situaciones de comparación de la duración de desplazamientos tanto lineales como no lineales y de intervalos sonoros. Atendiendo a las etapas caracterizadas por Chamorro y otros (2005), la secuencia se centra en la comparación directa e indirecta dejando el trabajo de la técnica de medir, que exige la elección de una unidad, para una etapa posterior. El objetivo de poner el foco en este tipo de situaciones se justifica por la falta de presencia en el trabajo de aula, a pesar de que se sitúan en las primeras fases del trabajo con la magnitud (Chamorro y otros, 2005).

La revisión de la literatura pone en relieve la necesidad de reflexionar sobre el diseño de una secuencia didáctica centrada en el trabajo de la magnitud tiempo a través de tareas que exijan la acción de comparar organizada en torno a dos niveles, un primer nivel centrado en la comparación directa y un segundo estadio que se corresponde con la introducción de un tercer objeto que permita realizar la comparación. La caracterización de este objetivo conduce a la reflexión sobre el diseño de la secuencia de enseñanza que conduce a la segunda fase de la metodología de trabajo considerada. En este sentido, las tablas 1 y 2 presentan los enunciados de las tareas diseñadas atendiendo al tipo de situación caracterizada para el trabajo adecuado de la magnitud del tiempo.

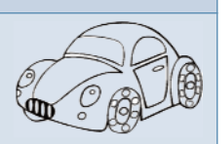
Tipo de situación	***Tareas***
Situación de comparación directa con desplazamiento lineal.	En la mesa tenéis dos coches de juguete que avanzan al arrastrarlos hacia atrás para coger impulso. Si los hacemos moverse, ¿cuál de ellos tarda menos tiempo? Coloread el coche del color que tarda menos.¿Qué habéis hecho para averiguarlo? 
Situación de comparación directa no lineal.	En la mesa tenéis dos peonzas. Si las hacemos girar, ¿cuál de ellas gira menos tiempo? Pintadla en este dibujo.¿Qué habéis hecho para averiguarlo?
Situación de comparación directa con desplazamiento lineal siendo el alumno el agente.	En el patio queremos averiguar qué alumno/a tarda menos tiempo cuando corremos. — ¿Qué compañero/a tarda menos tiempo? — ¿Qué hemos hecho para poder saber quién es la persona que tarda menos? — En el momento en el que hemos movido la línea de salida, ¿hemos tardado más, menos o igual cantidad de tiempo? — Y cuando hemos realizado el trayecto serpenteando, ¿hemos tardado más, menos o igual cantidad de tiempo?

Tabla 1. Enunciado de las tareas diseñadas según el tipo de situación (Chamorro y otros, 2005)

Tipo de situación	*Tareas*
Situación de comparación mediante estimación en la que se demanda la creación de estrategias al alumnado.	Habéis escuchado dos canciones, ¿cuál de ellas dura más tiempo, la primera, la segunda o tienen la misma duración? Rodea la respuesta. **La primera** **La segunda** **Tienen la misma duración** ¿Cómo lo habéis sabido?
Situación de comparación con objeto intermedio.	Vais a volver a escuchar las dos canciones, pero esta vez podréis usar un reloj de arena. ¿Cuál de las canciones dura más tiempo la primera, la segunda o tienen la misma duración? Rodea la respuesta. **La primera** **La segunda** **Tienen la misma duración** ¿Cómo lo habéis sabido?
Situación de comparación con objeto intermedio.	A continuación, vais a escuchar dos canciones diferentes. ¿Cuál de ellas dura más tiempo, la primera, la segunda o tienen la misma duración? Rodea la respuesta. **La primera** **La segunda** **Tienen la misma duración** ¿Cómo lo habéis sabido? ¿Habéis notado alguna diferencia respecto a las dos tareas anteriores? Si habéis notado alguna diferencia, ¿habéis hecho algo diferente en esta ocasión? ¿El qué?
Situación de construcción del objeto intermedio necesario para la comparación.	A continuación, vais a volver a escuchar las dos canciones. En esta ocasión, no tenéis el reloj de arena, sino que tenéis un reloj de arena hecho con dos botellas y vosotros tenéis que decidir cuánta arena poner. Utilizad el reloj para averiguar qué canción tiene mayor duración. ¿Cuál tiene mayor duración? Rodea la respuesta. **La primera** **La segunda** **Tienen la misma duración** Cómo lo has sabido? Pinta la cantidad de arena que había al final de cada canción. **CANCIÓN 1** **CANCIÓN 2**

Tabla 2. Enunciado de las tareas diseñadas según el tipo de situación (Chamorro y otros, 2005)

Análisis y resultados

En cuanto a la hoja de registro, los alumnos tomaron de forma natural decisiones para determinar qué objeto había tardado más tiempo, entre las que se encuentran establecer líneas de llegada y de salida o iniciar el movimiento a la vez. En algunos grupos fue necesaria la guía de la docente pero donde surgieron las mayores dificultades fue en el momento de verbalización y justificación de las acciones realizadas (figura 1).

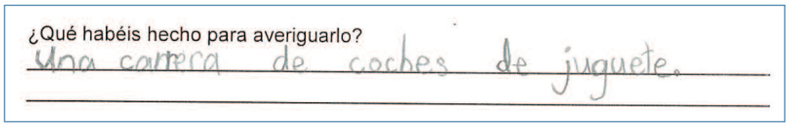


Figura 1

Una situación similar tuvo lugar en la última tarea, donde también fue necesaria la guía de la docente en el proceso de redacción de las decisiones tomadas en la hoja de registro. Estas dificultades se relacionan con las ya señaladas por Ames (1946).

En la primera escucha en la que no se proporciona al alumnado ningún material, la mayoría de alumnos optaron por contar los segundos que duraba cada canción de forma mental. No obstante, hubo muchos alumnos que se limitaron a escuchar y cantar las canciones y cuando se les preguntaba cuál creían que era la canción con mayor duración algunos respondían «no sé», otros repetían las respuestas que habían dado otros compañeros y otros respondían según su propia intuición o al azar. Sin embargo, a la hora de reflejarlo en la hoja de registro, se dio prio-

ridad al conteo en todos los grupos (figura 2). De lo cual podemos deducir que el alumnado le otorga una mayor validez a esta técnica frente a las demás.

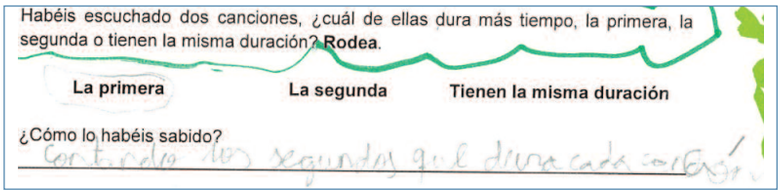


Figura 2

En la siguiente tarea, en la cual los alumnos contaron con un reloj de arena que podían usar como objeto intermedio en la comparación, volvieron a aparecer las dificultades de justificación. No obstante, a excepción de estas, los alumnos realizaron la tarea sin mayor dificultad. En la tarea en la que se presentan dos nuevas canciones que no pueden ser comparadas con el método anterior, surgieron disparidad de respuestas. Por un lado, hubo alumnos que al ver que la cantidad de arena parecía similar, dedujeron que ambas canciones tendrían la misma duración. Por otro lado, otro grupo afirmó que en la segunda vez había caído más arena. Destacar que los alumnos no fueron capaces de ver claramente las diferencias entre las dos tareas presentadas.

Finalmente, en la última tarea, en la cual los alumnos contaron con un reloj de arena casero que podían rellenar según la cantidad de arena que considerasen oportuna, no hubo grandes dificultades. Dos de los cuatro grupos fueron capaces de crear un objeto intermedio, respondieron correctamente y las justificaciones fueron «porque en la canción 1 se ha caído casi toda [la arena] y en la 2 se ha caído toda» o similares (figura 3).

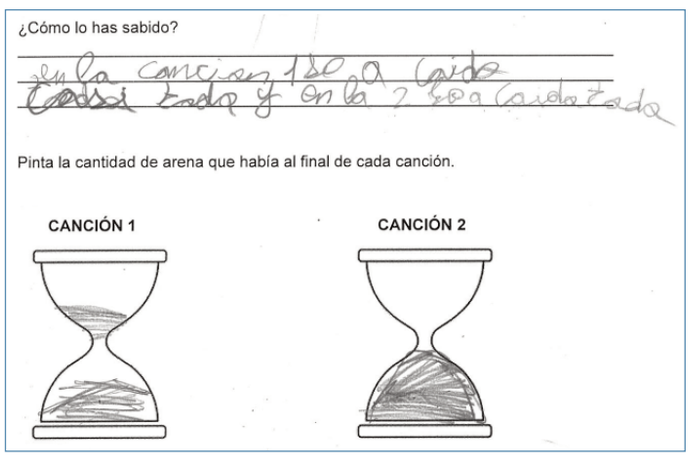


Figura 3

Los dos grupos restantes obtuvieron un resultado cercano que les permitió observar a simple vista que el nivel de arena era diferente, aunque un grupo respondió incorrectamente debido a una falta de comprensión de la relación que guarda el traspaso de la arena con el transcurso del tiempo.

Conclusiones

La revisión de la literatura ha proporcionado una base teórica que ha servido como los cimientos sobre los que se ha sustentado la totalidad del trabajo, principalmente basada en las aportaciones hechas por Chamorro y otros (2005), Piaget (1978), Murray (1969) y Arteaga-Martínez y otros (2022), tanto respecto al trabajo de la magnitud tiempo en el área de primaria como desde la perspectiva psicoevolutiva. En base a estos fundamentos, se ha presentado una propuesta que ha tenido en cuenta las directrices curriculares vigentes y el marco teórico. Esto ha lle-

vado a crear una propuesta basada en el trabajo del tiempo desde las tareas que preceden a la lectura del instrumento de medida señaladas por Chamorro y otros (2005) y que lleve al alumnado a tener una comprensión de la magnitud, mediante el trabajo experimental y una metodología basada en el trabajo en equipo, que fomenta el debate matemático y la comunicación tanto oral como escrita.

Por tanto, este trabajo es ejemplo de cómo la herramienta metodológica considerada, es decir, la ingeniería didáctica (Artigue, 2014; Barquero y otros, 2018), puede interpretarse como un proceso que guía al docente en el diseño de una propuesta de didáctica fundamentada.

En relación con los resultados obtenidos, la propuesta didáctica presentada permitió a los alumnos realizar tareas de estimación, comparación directa, comparación con objeto intermedio y construcción del objeto intermedio necesario para la comparación, secuencia que se basa en la propuesta por Chamorro y otros (2005).

Referencias bibliográficas

Arteaga-Martínez, B., N. Pizarro y J. M. Belmonte (2022), «Una ingeniería didáctica para la enseñanza de unidades temporales en educación primaria: el reloj digital». *Revista Complutense de Educación*, 33(4), 551-563.

Artigue, M. (2014), «Didactic engineering in mathematics education» en S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education*, Springer, New York, 159–162).

Barquero, B., M. Bosch y A. Romo (2018), «Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints». *ZDM*, 50(1-2), 31–43, <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>.

Chamorro, M. C., J. M. Belmonte, M. L. Ruíz y F. Vecino (2005), *Didáctica de las matemáticas para educación infanti*l, Prentice Hall, Madrid.

Earnest, D. (2017), «Clock Work: How Tools for Time Mediate Problem Solving and Reveal Understanding», *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(2), 191-223.

Murray, F. B. (1969), «Conservation Aspects of the Concept of Time in Primary School Children», *J Res Sci Teaching*, 6(3), 257–264.

Piaget, J. (1978), *El desarrollo de la noción de tiempo en el niño*, Fondo de Cultura Económica.

Pizarro, N., J. M. Belmonte y B. Arteaga-Martínez (2020), «Un análisis didáctico de la práctica docente en la enseñanza de la lectura del reloj analógico», *Educación XX1*, 23(1), 409–436, <https://doi.org/10.5944/educXX1.23913>.

Sampaio, H. R., y I. L. Batista (2018), «Mathematics history and cognitive values on a didactic sequence: Teaching trigonometry», *REDIMAT. Journal of Research in Mathematics Education*, 7(3), 311-332, <https://doi.org/10.4471/redimat.2018.2727>.