



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Magisterio en Educación Primaria

Sumas y restas en sistema sexagesimal en
Educación Primaria

Additions and subtractions in sexagesimal system
in Primary Education

Autor/es

Lucas Alejandro Andrés Herrero

Director/es

Christian Héctor Martín Rubio
Antonio Miguel Oller Marcén

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2022/2023

Índice

1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Justificación de trabajar la historia de las matemáticas en el aula de Primaria	6
1.2. Los sistemas de numeración	9
1.2.1. Definición e importancia de los sistemas de numeración	9
1.2.2. Clasificación y características de los sistemas de numeración	10
1.2.3. El sistema sexagesimal: historia y actualidad	16
1.2.4. Referencias a los sistemas de numeración en el currículo aragonés	18
2. DISEÑO DE UNA ACTIVIDAD PARA TRABAJAR EL SISTEMA SEXAGESIMAL EN EDUCACIÓN FÍSICA	19
2.1. Contexto del centro y curso en el que se imparte la actividad	19
2.2. Planteamiento y desarrollo de la actividad	21
2.2.1 Relación de la actividad propuesta con el currículo aragonés de enseñanza	26
2.3. Relación de la actividad diseñada con el currículo aragonés de enseñanza	27
2.3.1. Competencias específicas	27
2.3.2. Objetivos	29
2.3.3. Saberes básicos	30
2.3.4. Criterios de evaluación	31
2.3.5. Conexiones con otras áreas	32
2.4. Implementación de la actividad	38
2.4.1. Resultados	43
2.5. Evaluación de la actividad	47
3. CONCLUSIÓN	49
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

Sumas y restas en sistema sexagesimal en Educación Primaria

Additions and subtractions in sexagesimal system in Primary Education

- Autor: Lucas Alejandro Andrés Herrero.

- Director: Christian Héctor Martín Rubio.

Codirector: Antonio Oller Marcén.

- Presentado para su defensa en la convocatoria de junio del curso 2022/2023.

- Número total de palabras: 13.579

Resumen

Este trabajo explica la importancia que tiene la historia de las matemáticas en el aula de Primaria y los diferentes tipos de sistemas de numeración que han existido y existen.

Comenta la combinación de una actividad de la asignatura de educación física con el trabajo del sistema sexagesimal, siendo esta una actividad interdisciplinar de las áreas de educación física y matemáticas.

Con todo lo citado previamente se reflexiona sobre el potencial educativo de trabajar con materiales diferentes a los habituales como policubos y la utilidad que tiene el trabajo del sistema sexagesimal. También se reflexiona sobre las cuestiones previas a la implementación de la actividad y los resultados esperados.

Abstract

This project explains the importance of the history of mathematics in Primary Education and the different types of numbering systems that have existed and exist nowadays. .

It comments the combination of a physical education activity with the sexagesimal system work, making an interdisciplinary activity between physical education and math areas.

With all the previous ideas, there is a reflection about the educational potential of working with materials different than the common ones, like polycubes and the utility that working with the sexagesimal system has. It also reflects on the issues prior to the implementation of the activity and the expected results.

Palabras clave

Historia de las matemáticas, sistemas de numeración, sistema sexagesimal, potencial educativo, educación física, policubos

1. MARCO TEÓRICO

El trabajo comenzará explicando el marco teórico en el que se va a ubicar y fundamentar antes de dar paso al diseño e implementación de la actividad.

Este marco teórico estará diferenciado en tres partes; por un lado, se explicará la importancia de trabajar la historia de las matemáticas en el aula de Educación Primaria; a continuación, se explicarán brevemente diferentes sistemas de numeración que han existido a lo largo de la historia y los que perduran; finalmente, se centrará el foco en el sistema de numeración sexagesimal, debido a que es el sistema de numeración en el que se centra la actividad diseñada e implementada. Se explicará su historia y se hablará sobre el sistema sexagesimal en la actualidad.

Por otro lado, se comentará la vinculación existente entre los sistemas de numeración y la ley educativa vigente, la LOMLOE (Ley Orgánica por la que se Modifica la Ley Orgánica de Educación).

1.1. Justificación y modos de trabajar la historia de las matemáticas en el aula de Primaria

El trabajo con la historia de las matemáticas tiene mucho potencial como herramienta pedagógica en la enseñanza de las matemáticas.

Sirve para contextualizar el tema. Enseñar la historia sirve para que el discente comprenda cómo las matemáticas han evolucionado a lo largo del tiempo y cómo están relacionadas con la historia y la ciencia. Aprender matemáticas en diferentes épocas ayuda a que el alumnado entienda cómo se utilizaban y para qué, ya que las causas han sido muy diversas, desde realizar descubrimientos muy importantes que han servido para crear avances en medicina, astronomía, tecnología... como para calcular las dimensiones de un terreno, saber qué cantidad correspondía con los impuestos que había que pagar al rey (diezmos, quintos...), etc. Así pues, las matemáticas han sido fundamentales en la vida cotidiana de cada persona aunque haya sido por diversos motivos según la época. Todo esto es fundamental para que el alumnado entienda su función y su utilidad.

Según (González, 2004), conocer la historia favorece la comprensión de los problemas matemáticos a través del contexto en que aparecen, de las ideas que los propician, de aquello que se resuelve, etc., de tal manera que la historia es una fuente de información para presentar su evolución y estudiar las aproximaciones al concepto actual, el cual será presentado como el paradigma vigente, por utilizar la terminología de T.Kuhn (Malet, 1983).

Sirve para comunicarse. Aunque el alumnado conozca a grandes matemáticos/as, debe saber que en la inmensa mayoría de los grandes descubrimientos y problemas resueltos, los matemáticos/científicos han trabajado juntos, compartiendo los progresos que hacían, complementando información a los trabajos de sus compañeros de oficio... en definitiva, la historia de las matemáticas también sirve para que el alumnado desarrolle un pensamiento crítico y aprenda a colaborar en equipo, así como que sea capaz de compartir y explicar sus conclusiones de manera clara para que otras personas puedan entenderles.

Sirve para motivar. Esto es debido a que muestra a los discentes cómo las matemáticas han sido utilizadas para resolver problemas que han surgido a lo largo de la historia, qué ideas han tenido los científicos, qué cosas hay en la actualidad que no había antes gracias a las matemáticas, etc.

Como explica (González, 2004), aunque la Matemática está presente en múltiples ramas, tiene su unidad propia. Para Kline (1992, pp.15-16): “La manera más segura de combatir los peligros que amenazan nuestra fragmentada ciencia quizá sea la de llegar a conocer los logros, tradiciones y objetivos de la Matemática en el pasado, para poder dirigir las investigaciones por vías fructíferas”. Kline cita a Hilbert: “La Matemática es un organismo para cuya fuerza vital es condición necesaria la unión indisoluble de sus partes”.

Sirve para desarrollar distintas habilidades. Las habilidades que pueden desarrollarse son las matemáticas y, por supuesto, la resolución de problemas. Las necesidades de cada época han sido diferentes y los recursos disponibles también, por lo que el alumnado puede aprender diferentes formas de pensar y de abordar problemas matemáticos.

Para (González, 2004), pese a la falsa creencia de que en matemáticas existe únicamente una forma de razonamiento para llegar a los resultados, la historia nos muestra cómo se han llegado a los mismos resultados empleando caminos distintos. Además, nuevos modos de razonar se han apoyado sobre otros pasados, los cuales han sido modificados para tratar problemas nuevos.

Según Guzmán (1992, IV, p.16):

La historia nos proporciona una magnífica guía para enmarcar los diferentes temas, los problemas de los que han surgido los conceptos importantes de la materia, nos da luces para entender la razón que ha conducido al hombre para ocuparse de ellos con interés. Si conocemos la evolución de las ideas de las que pretendemos ocuparnos, sabremos perfectamente el lugar que ocupan en las distintas consecuencias, aplicaciones interesantes que de ellas han podido surgir, la situación reciente de las teorías que de ellas han derivado, etc.

Kline (1992, p.16) escribe: “La historia puede dar la perspectiva global del tema y relacionar las materias no sólo unas con otras sino también con las líneas centrales del pensamiento matemático”. Además, estudiar la historia nos hace ver que existen dificultades de diversas índoles las cuales son similares a otras que atraviesan los estudiantes y, por tanto, como escribe Maza (1994, p.24): “facilita la determinación de obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de los alumnos”.

Respecto a la función didáctica de la historia de las matemáticas como docente, se puede decir que para el profesor, integrar la historia de las matemáticas en la enseñanza debe servir como un conjunto de medios que le permitan apropiarse mejor de dicho conocimiento. Investigar en

la historia puede ayudar al profesor a la hora de presentar los temas del currículo, descubrir qué dificultades se han presentado a lo largo de la historia, qué errores o creencias idóneas han tenido los matemáticos en el pasado, así como hacer ver a sus estudiantes que las matemáticas han sido y son una actividad humana incardinada en el contexto socio-cultural de cada época (Sierra, 2000).

La historia de las matemáticas ofrece a los maestros distintas ideas para su actividad didáctica; sirve para plantear cuestiones de manera explícita en clase sobre historia, como fuente de temas en los que puede proponer contextos para fines específicos, como desarrollar habilidades matemáticas o construir determinados conceptos. También puede utilizarse para adelantarse a posible errores o dificultades en el aprendizaje del alumnado (muchos errores se dan por concepciones que se encuentran extendidas en las maneras de pensar fuera de la escuela y en el lenguaje empleado en las matemáticas del pasado) (Boreo, 1989).

Como es evidente, será mucho más sencillo favorecer el diálogo con los alumnos, dirigir el proceso de organización de su cultura matemática y mejorar la atención del maestro hacia las distintas concepciones de los alumnos si este tiene unos conocimientos históricos apropiados (Boreo, 1989).

La historia de las matemáticas puede servir para que el profesor se forme en la comprensión de las matemáticas y las dificultades que existen a la hora de transmitir las, lo que suavizará el camino de la enseñanza al aprendizaje. Así pues, servirá como un instrumento para mejorar la adaptación pedagógica y una metodología que plantee el aprendizaje como un redescubrimiento (González, 2004).

Como dice Kline (1978): “se puede comprimir la historia y evitar muchos de los esfuerzos y trampas inútiles, pero no es posible dejarla de lado”. Por último, comentar que la historia de las matemáticas otorga una gran cantidad de material didáctico para llevar al aula, así como ideas o cuestiones de interés. También se pueden realizar actividades divertidas cuyo tema principal sea la historia de las matemáticas las cuales pueden servir para fomentar la motivación del alumnado.

1.2. Los sistemas de numeración

1.2.1. Definición e importancia de los sistemas de numeración

Un sistema de numeración es el conjunto de símbolos y reglas utilizados para representar datos numéricos y cantidades. Su base es el número de símbolos distintos que utiliza, y además, dependiendo de la posición que ésta ocupe, se determina el valor de cada símbolo (*Fuentes*, 2014).

Según (Terigi, F., & Wolman, S. (2007), un sistema de numeración es un sistema de representación de las cantidades. Para construir un sistema de representación es necesario diferenciar los elementos reconocidos en el objeto a ser representado así como seleccionar aquellos elementos que serán retenidos en la representación.

Como comenta (Terigi, F., & Wolman, S. (2007), si se habla de la importancia de los sistemas de numeración a lo largo de la historia, se considera que han sido tres las innovaciones más poderosas (Guitel, 1975; Ifrah, 1987):

- **La utilización de agrupamientos.** Se supera la notación uno-a-uno, que es una enumeración que anuncia un grupo de objetos sin el desarrollo de la noción de cuantificación.
- **La utilización del principio de la base.** Convierte los agrupamientos en regulares. Ya no es necesario tener que acordarse del principio de agrupamiento utilizado para cada nivel de agrupamiento. En los sistemas de base, el número de símbolos utilizados es el mismo que el número de elementos que se agrupan.
- **El valor posicional de las cifras.** Hace posible la eliminación de la representación de los exponentes de las potencias de la base a la hora de escribir.

(Terigi, F., & Wolman, S. (2007) comenta que desde el punto de vista infantil, el sistema de numeración es muy útil ya que es un “objeto” cultural que está presente en el mundo social. Para ello podemos pensar en diferentes situaciones cotidianas en las que aparecen numerales: los precios, las facturas, los números de teléfono, los números en los portales para identificar las casas, la numeración de los libros o revistas, las fechas, etcétera.

1.2.2. Clasificación y características de los sistemas de numeración

Como dice (García Jiménez, 2009), existen distintas maneras de clasificar los sistemas de numeración. Según algunos autores como (Guedj, 1996), la manera de representar los números puede ser una de las tres siguientes: visual, oral y escrita. Como es obvio, la manera escrita sólo sería posible en las civilizaciones en las que hubiera aparecido la escritura. Sin embargo, la manera visual y la oral serían posibles en los pueblos que han ido surgiendo a lo largo de la historia.

Dependiendo del canal de comunicación a emplear para representar los números, (Guedj, 1996) habla de los siguientes tres tipos de sistemas de numeración:

1. **Sistemas de Numeración Figurada:** Compuestos por marcas físicas realizadas sobre soportes u objetos. Entre estos sistemas de numeración se encuentran las cuerdas con nudos o quipus de los incas.
2. **Sistemas de Numeración Hablada:** Atribuyen un nombre con palabras de la lengua natural a cada número, por lo que al transcribirlas se escriben con todas sus letras, por ejemplo, uno, dos, cien, mil, etc.
3. **Sistemas de Numeración Escrita:** Emplean símbolos ya existentes para representar los números. Ejemplos de estos sistemas son los sistemas de numeración mayas y aztecas.








Según (Cabrera Martín, 2009) existen diferentes sistemas de numeración con características específicas, los cuales pueden ser agrupados en sistemas de numeración aditivos, híbridos y posicionales.

Sistemas de Numeración aditivos

Los sistemas aditivos acumulan los símbolos de todas las unidades, decenas... hasta completar el número. Se pueden poner los símbolos en cualquier orden, aunque existen excepciones como en la numeración romana, donde como regla general los símbolos se escriben y leen de izquierda a derecha y se ubican de mayor a menor valor.

- Sistema de Numeración Egipcio: Se escribían los números en base 10 utilizando los jeroglíficos. Existía un símbolo diferente para la unidad, la decena, un centenar, un millar, un diez millar, cien millares y un millón.

Figura 1. Símbolos egipcios

						
1	10	100	1000	10000	100000	1000000

No importaba si los símbolos estaban escritos de arriba abajo, de abajo arriba, de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Dependiendo del caso, incluso se cambiaba la orientación de las figuras.

Sistema de Numeración Griego: Sistema de base decimal en el cual para representar los números se utilizaban las letras correspondientes a la inicial de la palabra. Así, para representar el 5, el 10 o el 1000, se utilizaban las letras correspondientes a la inicial de la palabra cinco (pente), diez (deka) y mil (khiloi), respectivamente.

La unidad y los números hasta el cuatro se representaban utilizando líneas verticales. Así pues, si se quería representar el número 5000, era necesario añadir el signo de 1000 al signo de 5, usando un principio multiplicativo (5×1000). Se extrapolaba el procedimiento para representar el número 50, 500...

Figura 2. Símbolos griegos

I	II	III	IIII	𐀀	𐀁	𐀂	𐀃
1	2	3	4	5	6	7	8

△	𐀄	𐀅	𐀆	×	𐀇	𐀈
10	50	100	500	1000	5000	10000

- Sistema de Numeración Romano

Se desarrolló en la antigua Roma. Los símbolos usados estaban compuestos por siete letras mayúsculas a las que se les asignó un valor numérico. Los símbolos se leen y escriben de izquierda a derecha y son ubicados de mayor a menor valor.

Figura 3. Símbolos romanos

Letras	I	V	X	L	C	D	M
Valores	1	5	10	50	100	500	1.000

Reglas:

1. Al ser un sistema aditivo, se suman los valores de las letras.

Ej. $VI = 5 + 1 = 6$

2. Se colocan a la izquierda las letras de mayor valor y a la derecha las de menor valor.

Ej. $XI = 10 + 1 = 11$

3. Las letras M, C, X, I se pueden colocar hasta tres veces seguidas.

Ej. $III = 1 + 1 + 1 = 3$

4. Las letras D, L, V se pueden colocar a la derecha para ser sumado su valor, pero solo una vez.

Ej. $CCLIII = 100 + 100 + 50 + 1 + 1 + 1 = 253$

5. Las letras I, X, C colocadas a la izquierda de una de mayor valor resta su valor, solo se puede colocar una vez.

- La letra I colocada a la izquierda de V o de X le resta 1 (el valor de I).

Ej. $IV = 5 - 1 = 4$; $IX = 10 - 1 = 9$

- La letra X colocada a la izquierda de L o de C le resta 10 (el valor de X).

Ej. $XL = 50 - 10 = 40$; $XC = 100 - 10 = 90$

- La letra C colocada a la izquierda de D o de M le resta 100 (el valor de C).

Ej. $CD = 500 - 100 = 400$; $CM = 1000 - 100 = 900$

6. Las letras D, L, V no se pueden colocar a la izquierda para restar.

7. Si se coloca una raya horizontal encima de un valor, éste queda multiplicado por mil. Si se colocan dos rayas horizontales, queda multiplicado por un millón (1000 x 1000).








Sistemas de Numeración híbridos







En estos sistemas se combina el principio aditivo con el multiplicativo. Si para representar el número 400, por ejemplo, los sistemas aditivos utilizan 4 representaciones de 100, los sistemas híbridos utilizan la combinación de ambos números, el 4 y el 100 en este caso. El orden en la escritura de las cifras es fundamental.

Ejemplos de este tipo de sistema son el asitiro, arameo, etíope. tamil. malayalam, cingalés y chino.

- Sistema de Numeración Chino: Sistema decimal que combina los números hasta el 10 con la decena, centena, millar y decena de millar. Tradicionalmente se ha escrito de arriba abajo aunque también se hace de izquierda a derecha. No es necesario un símbolo para el cero y el orden de escritura es fundamental.

Figura 4. Símbolos chinos

						
1	2	3	4	5	6	7

					
8	9	10	100	1000	10000

Sistemas de Numeración Posicionales

La posición de una cifra nos dice si son decenas, centenas,... o en general la potencia de la base correspondiente.

- Sistema de Numeración Babilónico: Aunque los babilonios tenían un sistema decimal, prefirieron utilizar 60 como la segunda unidad más pequeña, por lo que se trata de un sistema sexagesimal posicional.

Los números se representaban empleando únicamente dos símbolos: una cuña vertical “V” que representaba a la unidad y una cuña horizontal “<” que representaba el número 10. Se ponían tantas unidades (“V”) como fueran necesarias hasta llegar a 10.

Figura 5. Símbolos babilónicos

1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	VV	VVV	VVV V	VVV VV	VVV VVV	VVV VVV V	VVV VVV VV	VVV VVV VVV

Una vez se llegaba a 10, se usaba la cuña horizontal (“<”) hasta llegar a 60, de forma acumulativa. A partir de ahí se usaba un sistema posicional en el que los grupos representaban sucesivamente el número de unidades 60, 60 x 60, 60 x 60 x 60...

- Sistema de Numeración Maya: Se inventó para medir el tiempo y no para hacer cálculos matemáticos. Por ende, los números mayas tienen que ver con los días, los meses y los años.

Las cantidades se agrupan de 20 en 20, por lo que se trata de un sistema de base 20 con el 5 como base auxiliar. La unidad se representa por un punto. El 5 se representa con una raya horizontal, a la que se añaden los puntos necesarios (unidades) para representar los números 6,7,8 y 9. Para representar el número 10 se usan dos rayas (recordar que cada raya tiene un valor de 5), y de la misma forma se continúa hasta el número 20, el cual se representaría con 4 rayas.

Figura 6. Símbolos mayas

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

- Sistema decimal, binario, octal, sexagesimal y hexadecimal: Son los sistemas de numeración utilizados por los ordenadores.

El sistema decimal es un sistema de numeración posicional cuyo conjunto de símbolos está compuesto por 10 cifras: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Emplea como base aritmética el número 10 y es muy común utilizar el número 5 como base de numeración auxiliar. Un ejemplo de número decimal es el 8.731.

El sistema binario es un sistema de numeración cuya unidad básica de memoria, llamada bit, solo puede tomar dos valores, inactivo o activo. Dichos valores se codifican como 0 y 1, respectivamente. Así pues, un número binario es el 1011001.

El sistema octal es un sistema de numeración cuyo conjunto de símbolos está compuesto por ocho dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Un ejemplo de número en octal es el 642.

El sistema sexagesimal es un sistema de numeración cuya base aritmética es el número 60. Esto significa que cada unidad está dividida en 60 unidades iguales pero de orden inferior. Así, una hora está dividida en 60 unidades de orden inferior, denominadas minutos y un minuto está dividido en 60 unidades de orden inferior, denominadas segundos.

El sistema hexadecimal es un sistema de numeración que emplea 16 dígitos. Dichos dígitos son los números del 0 al 9 y para los otros seis dígitos restantes se emplean las letras A, B, C, D, E y F, cuyos valores son 10, 11, 12, 13, 14 y 15, respectivamente. Es indiferente utilizar mayúsculas o minúsculas. Un ejemplo de número hexadecimal es el 6CB1D4.

1.2.3. El sistema sexagesimal: historia y actualidad

Historia

El *Sumario Compendio de las quentas de plata y oro* es un libro publicado en México en 1556 por el hermano Juan Diez Freyle. En este libro se explica, entre otras cosas, la historia del sistema sexagesimal.

Como explica (Freyle, 1556), el sistema sexagesimal fue creado por los babilonios hace aproximadamente 2.000 años a.C. y a día de hoy seguimos usándolo para medir el tiempo y los ángulos. Los babilonios descubrieron que hay 6 veces 60 días en un año, por lo que dedujeron que un año se repetía cada 360 días (60 días x 6 veces). Representaron el año con un círculo, asignando pequeñas partes del círculo a cada día (al haber 360 días, el círculo estaba dividido en 360 partes). Llamaron grado a la extensión que ocupaba cada día.

Aquella era una época sin escritura, en la que se contaba con los dedos la cual es la base del sistema sexagesimal, por lo tanto, contaban de 60 en 60.

El sistema sexagesimal en la actualidad

El sistema es heredado de los babilonios como se ha explicado anteriormente aunque también de los sumerios. La base es 60, y en la actualidad se sigue utilizando para medir el tiempo y los ángulos. Para representar los números del 1 al 59, había que combinar dos símbolos (uno para el 1 y otro para el 10) de manera aditiva. Una vez se llegaba al número 60, el sistema de representación pasaba a ser posicional (Ifrah, 1988). Actualmente, utilizamos el sistema de numeración decimal para representar las cantidades en cada orden de unidades sexagesimales, por lo que hay que expresar por separado las unidades de los diferentes órdenes.

En la actualidad, el sistema sexagesimal funciona con tres órdenes de unidades: los segundos, los minutos y las horas o los grados, dependiendo de si se está midiendo tiempo o ángulos. De esta manera, 60 segundos (primer orden) harán 1 minuto (segundo orden), y 60 minutos harán o bien una hora, o bien un grado (tercer orden). En el caso del tiempo, los días, las semanas, los meses, los años, etc., la organización es diferente, ya no se forman agrupando 60 unidades de la orden anterior (un año son 12 meses, un día son 24 horas, etc.). Sin embargo, en el caso de la medida de ángulos, no existe una unidad desorden superior al grado (únicamente podría ser el ángulo completo el cual corresponde a 360 grados).

Existen otras diferencias como la manera de expresar los órdenes de las unidades. En el caso del tiempo, escribiremos (h) para indicar las horas, (min) para indicar los minutos y (s) para indicar los segundos. En el caso de los ángulos, escribiremos ($^{\circ}$) para indicar los grados, ($'$) para indicar los minutos y ($''$) para indicar los segundos.

Cuando se quiere pasar una expresión numérica del sistema de numeración decimal a sexagesimal, o al revés, utilizamos criterios de proporcionalidad. En la medida de los ángulos, el procedimiento se aplica de igual manera.

En el uso cotidiano de las expresiones de la medida del tiempo, se cometen muchas interferencias incorrectas entre el sistema de numeración decimal y el sistema sexagesimal, las cuales hay que tratar de evitar. Así:

- ❖ Dos horas y media no son 2,30 h; son 2,5h o 2 h 30 min. (Hay que prestar especial importancia al signo que separa las unidades de las decenas, ya que no es lo mismo 2,30 h que 2:30 h).

Estos tipos de errores son muy frecuentes y, para demostrar esto, se utilizó la prueba de Matemáticas para el ingreso en el cuerpo de maestros de la comunidad de Madrid, la cual consistía en un cuestionario con diferentes preguntas. Una de ellas, concretamente la OP9, decía lo siguiente:

- a) Expresar 6,3 horas en horas y minutos
- b) 3670 segundos en horas, minutos y segundos

En el apartado a), el error más repetido fue traducir 6,3 horas a 6 h 30 min, como si la medida horaria se expresara en el sistema de numeración decimal. Este error lo cometió el 27,8% en 2º, el 29,4% en 3º y el 26,9% en 4º. En el apartado b), hubo un error repetido tanto en 2º como en 3º y en 4º el cual fue efectuar la primera división entre 60 para calcular los minutos, simplificar y luego volver a dividir entre 60 para encontrar las horas. De esta manera, obtuvieron como resultado 1h 1 min 1 s, siendo el 13,5% del total de los errores.

(Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2016). Resolución de problemas, errores y dificultades en el grado de maestro de primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 34(1), 110-111. <https://doi.org/10.6018/34.1.229501>)

1.2.4. Referencias a los sistemas de numeración en el currículo aragonés

Respecto a los sistemas de numeración en la etapa de Educación Primaria, la LOMLOE establece que todos los alumnos deben adquirir los conocimientos necesarios para comprender y utilizar los números y operaciones básicas.

En el primer ciclo se trabaja principalmente con el sistema de numeración decimal, ya que es el más utilizado. Los alumnos aprenden a leer y escribir números y a realizar operaciones sencillas de sumas y restas.

En el segundo y tercer ciclo se sigue trabajando el sistema de numeración decimal como indica la LOMLOE, pero se trabajan determinados contenidos para los que se requiere el uso de otros sistemas de numeración, como el sexagesimal. Así pues, en el trabajo con ángulos y en la medida del tiempo se emplea el sistema de numeración sexagesimal, el cual no aparece explícitamente en el currículo. El único sistema de numeración que aparece en el currículo de manera explícita es el sistema de numeración posicional decimal.

Trabajar el sistema decimal ayuda a que el alumnado sea capaz de descomponer los números en unidades, decenas, centenas, etc, lo que facilitará el proceso de conversión de unidades en otros sistemas de numeración, como el sexagesimal.

2. DISEÑO DE UNA ACTIVIDAD PARA TRABAJAR EL SISTEMA SEXAGESIMAL EN EDUCACIÓN FÍSICA

2.1. Contexto del centro y curso en el que se imparte la actividad

La actividad se ha implementado en el colegio *El Buen Pastor*, colegio situado en el barrio de La Paz-Torrero. El centro está compuesto por varios edificios: uno para Infantil, uno para Primaria y uno para la ESO y Bachillerato. El patio dispone de una pista de fútbol sala y una pista de baloncesto.

Nos vamos a encontrar con chicos y chicas que viven situaciones normalizadas, estabilidad familiar, integración social aceptable y sin problemas escolares aparentes, pero también con otros que viven situaciones desfavorecidas determinadas por unos condicionantes y circunstancias concretas que se dan en su entorno familiar y social más próximo.

Se dan distintos indicadores sobre el nivel económico del barrio: los ingresos de las familias son de los más bajos de la ciudad, siendo la renta neta media anual de los hogares 26.979,82 € en 2018 (la renta neta media anual de los hogares en Zaragoza es de 33.448,08 €). (Renta neta media de Zaragoza y su entorno, 2021, p. 19).

El curso en el que se ha realizado esta actividad corresponde a 4º de Educación Primaria. Respecto a las características cognitivas, el nivel general del curso es normal, aunque existen dos excepciones; por un lado, tenemos a un chico con una adaptación curricular. Dicho alumno utiliza libros de 3º en varias asignaturas como matemáticas o ciencias sociales. Por el otro lado tenemos a un chico con trastorno de agresividad, lo que provoca que se enfade por cualquier cosa, que no quiera trabajar hasta el punto de escaparse de clase, que esté molestando a sus compañeros, insultándoles... lo que hace que no avance en su aprendizaje.

Por último, respecto a las características sociales del alumnado encontramos muchas diferencias, bien sean por el país de nacimiento, religión, etnia... las cuales hacen que las costumbres e ideologías de los alumnos sean diferentes. Hay alumnos procedentes de Rumanía, Perú, España y Ecuador. (Esto afecta mucho ya que se escolarizan en España más tarde y, al ser distinta la educación aquí que en sus lugares de procedencia, les resulta novedoso y van con algo de retraso). Si nos fijamos en el nivel económico vemos que, por lo general, todos tienen un poder adquisitivo suficiente para poder permitirse los útiles escolares, materiales necesarios para el colegio, chándal oficial del colegio para las clases de educación física, etc.

En rasgos generales, todo el curso coopera entre sí y se lleva muy bien. Si bien es cierto que hay casos concretos de personas que se llevan mal entre ellas, eso no afecta a la cohesión del grupo. Como pasa en todos los cursos, hay distintos grupos formados por afinidad entre los integrantes, pero no hay nadie que esté aislado, todo el alumnado pertenece a algún “grupo”. En clase se ayudan entre sí aunque no tengan mucha relación, se prestan materiales, se ayudan en las tareas, etc.

En el recreo suelen dividirse en dos grupos, que generalmente (aunque no siempre) suelen ser chicos y chicas. Esto se debe a que todos los chicos juegan a fútbol en un recreo y las chicas juegan a baloncesto o hablan. El recreo suele ocasionar conflictos muchas veces, bien sea porque se dan balonazos, incumplen las reglas del juego... lo que provoca que se insulten o peleen. Estos conflictos se suelen solventar rápido y al acabar el día, todo el alumnado vuelve a estar bien.

Así pues, podría decirse que el curso está unido, se conocen entre sí, no tienen vergüenza en pedir ayuda a alguien con quien no tienen relación y siempre están abiertos a aceptar a todo el mundo en las actividades que estén realizando.

2.2. Planteamiento y desarrollo de la actividad

El motivo por el que se ha elegido este curso es porque se buscaba que el trabajo del sistema sexagesimal fuera de utilidad en el alumnado. Así pues, no era conveniente trabajarlo en el primer ciclo de Educación Primaria ni al comienzo del segundo ciclo puesto que no se trabajaría en el área de matemáticas hasta cuarto, por lo que sería muy probable que se les olvidase, lo que no resultaría un aprendizaje significativo. Tampoco era conveniente trabajarlo en el tercer ciclo de Educación Primaria, pues ya habían trabajado contenidos del sistema sexagesimal en cuarto curso.

El curso idóneo para trabajar el sistema sexagesimal es cuarto de Educación Primaria puesto que se comienzan a trabajar los contenidos de la medida del tiempo así como la amplitud de ángulos, para los cuales es necesario conocer el sistema de numeración sexagesimal. El objetivo de esta actividad es trabajar de manera interdisciplinar con matemáticas y trabajar de manera distinta a la habitual un contenido de dicha área con el fin de suscitar un interés en el alumnado y mejorar así su participación y entendimiento del contenido trabajado.

La actividad diseñada tiene como objetivo principal que el alumnado de 4º curso de Educación Primaria trabaje el sistema sexagesimal en un contexto distinto al habitual, el cual sería una serie de ejercicios sacados del libro de matemáticas. Por ello, se trabajará este contenido en clase de educación física. Además, buscamos que trabajen de manera distinta, por lo que emplearemos materiales adicionales como son los policubos.

Esta actividad se dividirá en cuatro partes, las cuales se detallan a continuación:

- La primera parte se realizará en la unidad didáctica de orientación del área de educación física, concretamente en las dos últimas sesiones, cuando el alumnado realice un circuito de orientación. Para ello, se dividirá al grupo clase en parejas (y un trío en caso de ser impares). A continuación, se entregará a cada pareja (o trío) un mapa del patio del recreo con diez ubicaciones numeradas del 1 al 10, las cuales corresponderán con las balizas que deben hallar (las balizas serán tarjetas plastificadas con un número). También se le entregará a cada pareja una tarjeta como la siguiente:

Tabla 1. Tarjeta carrera de orientación

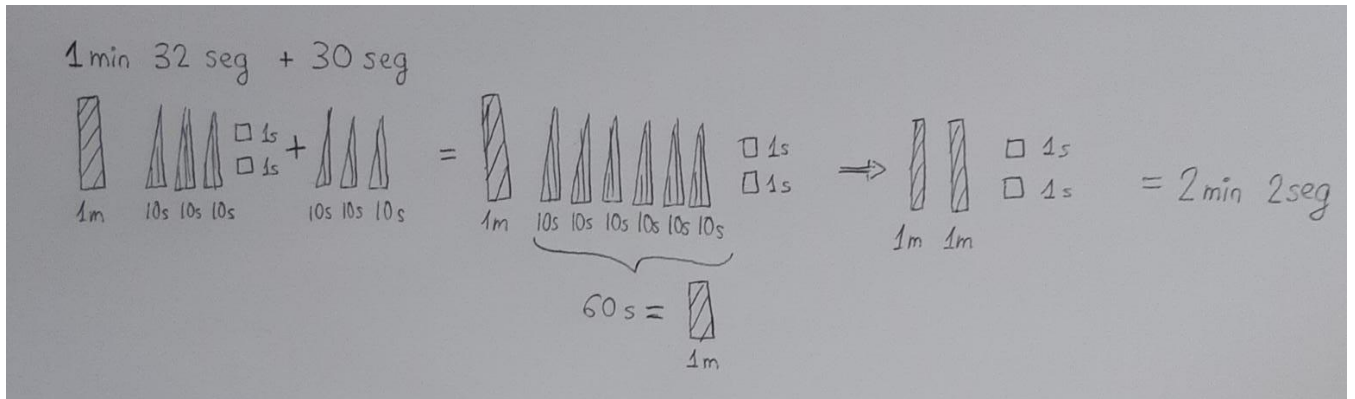
Integrantes del grupo:								Fecha:	
Tiempo:					Tiempo final contando errores:				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Se les explicará que el mapa tiene marcados diez números del 1 al 10, y que en cada número hay una tarjeta en el suelo con un número. Deberán apuntar debajo del número marcado en el mapa, el número de la tarjeta en el suelo. Así pues, si en el mapa aparece marcada una canasta con el número 4, deberán ir a la canasta y ver qué tarjeta hay. Si, por ejemplo, el número que hay en la baliza es el 72, en su tarjeta deberán anotar el número 72 debajo del número 4. También se les dirá que hay más de 10 tarjetas en el suelo, algunas de ellas trampa, por lo que deberán fijarse muy bien en el mapa.

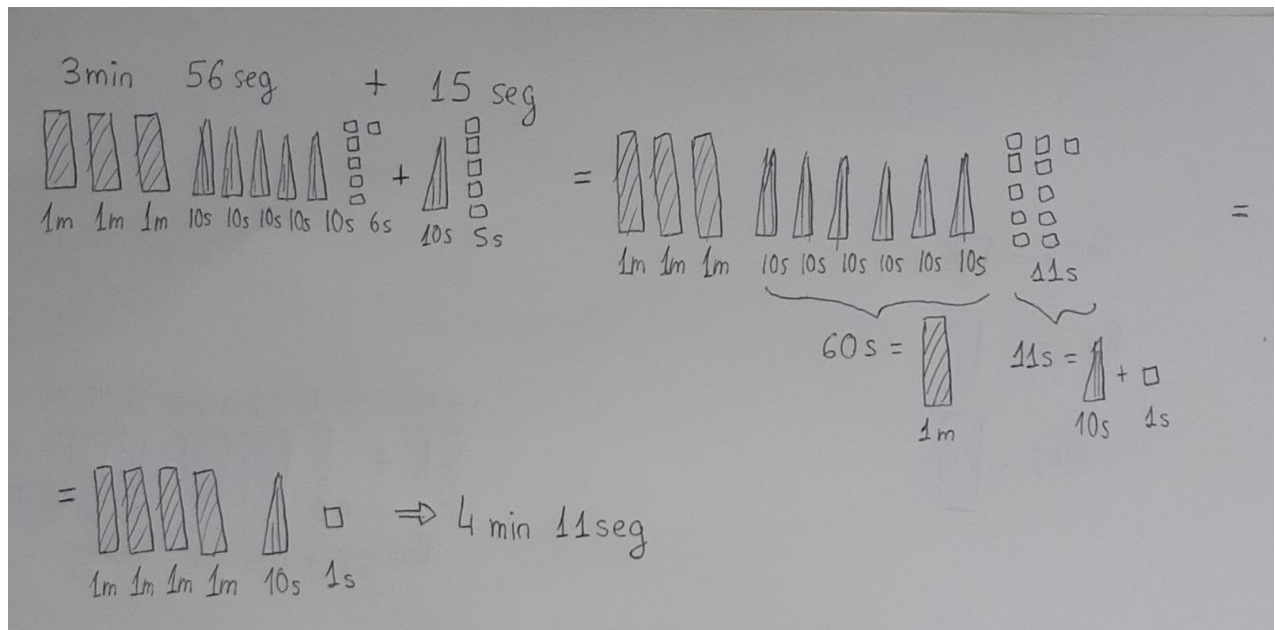
Para que no se copien el recorrido unos de otros, a cada pareja le marcaremos un número por el que empezar. Al estar dos profesores, uno cronometrará la salida de las parejas que comienzan en los números pares y el otro la salida de las parejas que comienzan en números impares. Una vez hayan terminado la carrera, deberán volver al punto de origen y les apuntaremos el tiempo que han tardado en realizar la carrera y les rodearemos los números que hayan escrito de manera incorrecta. Cuando hayan llegado todas las parejas, les daremos la indicación de que cada error cometido penalizará con 5 segundos más en el tiempo final.

- La segunda parte se realizará en el aula. Primero de todo anotaremos en la pizarra los tiempos de cada pareja para que todo el alumnado pueda verlos. A continuación, les pediremos que se coloquen por parejas y saquen una hoja y un bolígrafo por pareja. El docente explicará en la pizarra cómo realizar operaciones con el sistema sexagesimal. Para ello, explicará que trabajarán con dos unidades, los minutos y los segundos, siendo los minutos una unidad más grande que los segundos. Cuando se tengan 60 segundos, tendrán que agruparlos para formar un minuto. La explicación estará acompañada de dibujos en la pizarra como los siguientes:

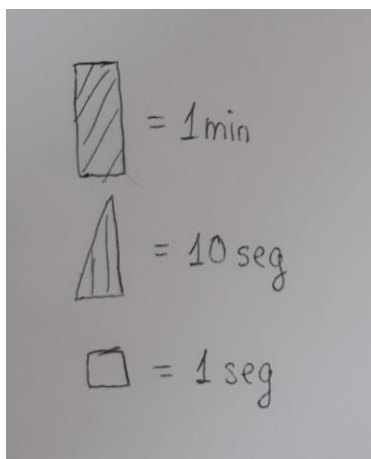
Dibujo 1. Ejemplo de trabajo con el sistema sexagesimal



Dibujo 2. Otro ejemplo de trabajo con el sistema sexagesimal



Dibujo 3. Equivalencia entre símbolos y cantidades de tiempo



Buscaremos que sumen y resten en sistema sexagesimal, por tanto, les haremos preguntas como las siguientes:

- ¿Cuánto tiempo han tardado en total el equipo 7 y el equipo 4? (deberán sumar los tiempos de ambos equipos, por lo que estarán trabajando la suma).
- ¿Quién ha realizado más rápido la carrera, el equipo 1 o el equipo 10? ¿Cuántos segundos menos han tardado? (deberán restar el tiempo del equipo que más ha tardado y el del equipo que menos lo ha hecho para calcular la diferencia de tiempo. De esta manera estarán trabajando la resta).
- ¿Quién ha tardado más tiempo en realizar la carrera, los primeros cinco equipos o los últimos cinco? ¿cuánta diferencia ha habido, en segundos, en total? (en este tipo de preguntas trabajan tanto la suma como la resta).

El alumnado anotará las respuestas en su hoja y posteriormente la entregarán al profesor, el cuál las analizará para comprobar cuántos y qué errores ha habido. Estas hojas no ponderarán en la calificación final de la asignatura, servirán para compararlas con las que realizarán en la cuarta parte de la actividad. Al final de la sesión, les devolveremos las tarjetas correspondientes a la carrera de orientación y les pediremos que al tiempo que hayan tardado, le sumen cinco segundos por cada error cometido y apunten el tiempo final.

- La tercera parte de la actividad se realizará en la unidad didáctica de balonmano, concretamente en la última sesión. Esta vez, el alumnado deberá completar un circuito de habilidad en el que deberán realizar todo lo trabajado a lo largo de la unidad didáctica, como botes, pases y lanzamientos. Este circuito se realizará en las mismas parejas que la carrera de orientación y se cronometrará el tiempo que tarden en realizarlo. Cada error cometido penalizará 15 segundos en el tiempo final.

Cuando finalicen el circuito de habilidad les entregaremos una hoja como la que se presentará a continuación en la que habremos rellenado el tiempo que han tardado en completarlo así como el número de errores cometidos. Ellos deberán rellenarla poniendo los integrantes del grupo y la fecha, por el momento, no deberán calcular el tiempo final.

Tabla 2. Tarjeta circuito de habilidad

Integrantes:	Fecha:
Tiempo:	
Número de errores:	
Tiempo final:	

- La cuarta parte de la actividad se realizará en el aula. Al igual que en la segunda parte, se agrupará a la clase por parejas, se les pedirá que saquen una hoja y un bolígrafo y se escribirán en la pizarra los tiempos de cada pareja. Se realizará un repaso de la explicación dada en la segunda parte y se realizarán preguntas similares, pero para realizar los cálculos habrá una variante. Cada pareja dispondrá de policubos, figuras sólidas de diferentes colores que se pueden unir para crear columnas de cubos. A cada color se le asignará una unidad diferente, así pues, los cubos amarillos pueden representar los minutos y los cubos rojos los segundos. Irán trabajando con los policubos y practicando los cambios de unidades (agrupan seis columnas de diez cubos rojos (60 segundos) para cambiarlas por un cubo amarillo (un minuto)). Al final de la sesión se recogerán las hojas en las que habrán respondido a las preguntas planteadas por el docente y se compararán con las recogidas en la segunda parte. Además, daremos la hoja correspondiente al tiempo del circuito de habilidad de balonmano para que calculen el tiempo final contando penalizaciones y así poder comparar los resultados con los de la carrera de orientación. En esta ocasión podrán realizar la suma de las penalizaciones a su tiempo utilizando los policubos.

Se espera que el trabajo con policubos ayude al alumnado a comprender el sistema sexagesimal y la relación que existe entre los policubos y el tiempo, correspondiendo un color a los segundos, agrupando 60 de ese color para conseguir uno de otro color, el cual corresponderá con los minutos y así sucesivamente, aunque en esta actividad nos limitaremos a segundos y minutos.

Creemos que se minimizará considerablemente el número de errores cometidos en el cálculo de los tiempos de la cuarta parte de la actividad respecto a los de la segunda parte. Esto se debe a que al ser los policubos un material manipulable, el alumnado podrá ir desmontando

el “problema” en partes, agrupar los cubos en columnas de diez, ir contando esas columnas y convertirlas en cubos de una unidad mayor. Al tener delante de ellos los cubos de los diferentes colores, solamente tendrán que ver cuántos hay de cada, no debería haber ningún error de cálculo ni de conversión de unidades.

2.2.1 Relación de la actividad propuesta con el currículo aragonés de enseñanza

Tabla 3. Relación de la actividad propuesta con el currículo

Parte de la actividad	1º	2ª	3ª	4ª
Competencias específicas	CE.M.5. y CE.M.8.	CE.M.1., CE.M.2.,CE.M.3.,CE.M.4.,CE.M.6. y CE.M.7.	CE.M.5. y CE.M.8.	CE.M.1., CE.M.2.,CE.M.3.,CE.M.4.,CE.M.6. y CE.M.7.
Objetivos didácticos	Reconocer la presencia de las matemáticas en cuestiones cotidianas, así como su importancia	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar operaciones básicas como sumar y restar en el sistema sexagesimal - Diferenciar las características del sistema decimal y del sistema sexagesimal - Aprender a realizar conversión de unidades de tiempo - Conocer los diferentes recursos que existen para trabajar las matemáticas, aparte de los tradicionales 	Reconocer la presencia de las matemáticas en cuestiones cotidianas, así como su importancia	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar operaciones básicas como sumar y restar en el sistema sexagesimal - Diferenciar las características del sistema decimal y del sistema sexagesimal - Aprender a realizar conversión de unidades de tiempo - Conocer los diferentes recursos que existen para trabajar las matemáticas, aparte de los tradicionales - Manipular recursos didácticos, como policubos
Saberes básicos	Saber básico B: Sentido de la medida	Saber básico A: Sentido numérico	Saber básico B: Sentido de la medida	Saber básico A: Sentido numérico
Criterios de evaluación	Crit 5.2 y Crit 8.2	Crit 1.1, Crit 2.3, Crit 3.2, Crit 4.1, Crit 6.1, Crit 6.2 y Crit 7.2	Crit 5.2 y Crit 8.2	Crit 1.1, Crit 2.3, Crit 3.2, Crit 4.1, Crit 6.1, Crit 6.2 y Crit 7.2

2.3. Relación de la actividad diseñada con el currículo aragonés de enseñanza

2.3.1. Competencias específicas

Se van a nombrar las competencias específicas presentes en la actividad diseñada e implementada así como la explicación pertinente sobre cómo están relacionadas con dicha actividad.

- **CE.M.1.** Interpretar problemas de la vida cotidiana proporcionando una representación matemática de los mismos mediante conceptos, herramientas y estrategias para analizar la información más relevante.

La medida del tiempo es algo que se emplea en la vida cotidiana. Todos los días miramos qué hora es, cuánto falta para un evento, calculamos el tiempo que necesitamos para llegar a un lugar... es por esto que la competencia específica 1 está relacionada con el cálculo del tiempo empleando el sistema sexagesimal.

- **CE.M.2.** Resolver situaciones problematizadas, aplicando diferentes técnicas, estrategias y formas de razonamiento, para explorar distintas maneras de proceder, obtener soluciones, reflexionar sobre estas y el proceso seguido para incorporar nuevos saberes a la red de conocimientos y competencias del alumnado, y asegurar su validez e implicaciones desde un punto de vista formal y en relación con el contexto planteado.
* (La CE.M.2. está relacionada con el área de Educación Física, como la CE.EF.5 (Valorar diferentes medios naturales y urbanos como contextos de práctica motriz, interactuando en ellos y comprendiendo...))

Esta competencia está relacionada con la actividad debido a que se emplean diferentes técnicas, como el uso de policubos, para resolver situaciones problematizadas, como saber qué equipo ha realizado una carrera en menos tiempo y qué diferencia de tiempo ha habido.

- **CE.M.3.** Explorar, formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de tipo matemático en situaciones cercanas y significativas para el alumnado, reconociendo el valor del razonamiento y la argumentación para contrastar su validez, integrar y comprender nuevo conocimiento.
* (La CE.M.3. está relacionada con el área de Educación Física, como la CE.EF.5 (Valorar diferentes medios naturales y urbanos como contextos de práctica motriz, interactuando en ellos y comprendiendo...))

Está relacionada con la actividad puesto que se plantean problemas relacionados con situaciones cercanas al alumno, como es el empleo del tiempo.

- **CE.M.5.** Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana, interrelacionando conceptos y procedimientos para interpretar situaciones y contextos diversos.
- * (La CE.M.5. está relacionada con Educación Física, con la CE.EF.4 (Reconocer y practicar diferentes manifestaciones lúdicas, físico-deportivas y artístico-expresivas propias de la cultura motriz, valorando...))

La actividad diseñada se realiza en el área de educación física, por tanto, se identifican las matemáticas implicadas en el área de educación física así como en la vida cotidiana, debido al empleo del tiempo.

- **CE.M.6.** Comunicar y representar, de forma individual y colectiva, conceptos, procedimientos y resultados matemáticos utilizando el lenguaje oral, escrito, gráfico, multimodal y la terminología matemática apropiada, para dar significado y permanencia a las ideas matemáticas.

Después de realizar operaciones con policubos, el alumnado deberá comunicar oralmente qué procedimientos ha utilizado para resolver el problema planteado. Así pues, deberá saber relacionar los policubos con las unidades de tiempo, explicar con claridad los pasos que ha seguido o cómo ha realizado la conversión de unidades.

- **CE.M.7.** Desarrollar destrezas personales que ayuden a identificar y gestionar emociones al enfrentarse a retos matemáticos, fomentando la confianza en las propias posibilidades, apreciando el error y aceptando el bloqueo como parte del proceso de aprendizaje y adaptándose ante situaciones de incertidumbre, para desarrollar actitudes como la perseverancia y disfrutar en el aprendizaje de las matemáticas.
- * (La CE.M.7. está relacionada con Educación Física, con la CE.EF.1 (Desarrollar un estilo de vida activo y saludable, practicando regularmente actividades físicas, lúdicas y deportivas, adoptando comportamientos que potencien la salud física, emocional y social,...))

Al trabajar un nuevo contenido matemático es normal que haya errores. El alumnado debe entender que es normal que se equivoque y, lejos de frustrarse, deben aceptar los errores y seguir intentándolo, pidiendo ayuda al docente en caso de que sea necesario. El uso de policubos tendrá como uno de sus objetivos que el alumno comprenda mejor la conversión de unidades, lo que desemboque en una disminución de errores y, por tanto, un aumento de la confianza y seguridad del alumnado al realizar operaciones matemáticas al notar mejoría.

- **CE.M.8.** Desarrollar destrezas sociales reconociendo y respetando las emociones, las experiencias de los demás y el valor de la diversidad, participando activamente en equipos de trabajo heterogéneos que promuevan la interacción y la implicación de todos para construir una identidad positiva como estudiante de matemáticas, fomentar el bienestar personal y crear relaciones saludables.

* (La CE.M.8. está relacionada con el área de Educación Física, en la CE.EF.1 (Desarrollar un estilo de vida activo y saludable, practicando regularmente actividades físicas, lúdicas y deportivas, adoptando comportamientos que potencien la salud física, emocional y social,...) y con el área de Educación Física, en la CE.EF.3 (Desarrollar procesos de autorregulación e interacción en el marco de la práctica motriz, con actitud empática e inclusiva, haciendo uso de habilidades sociales y actitudes de cooperación, respeto, trabajo en equipo y deportividad,...))

Al ser un trabajo por parejas, todo el alumnado tendrá que participar en equipos de trabajo. Para las actividades de manipulación de elementos (policubos) ambos miembros de la pareja deberán interaccionar e implicarse para lograr resolver aquellos problemas o cuestiones planteadas por parte del docente.

2.3.2. *Objetivos*

Los objetivos que se pretenden conseguir con la actividad son los siguientes:

- Reconocer la presencia de las matemáticas en cuestiones cotidianas, así como su importancia
- Diferenciar las características del sistema decimal (base 10) y del sistema sexagesimal (base 60)

- Aprender a realizar conversión de unidades de tiempo, concretamente de segundos a minutos y viceversa
- Realizar operaciones básicas como sumar y restar en el sistema sexagesimal

2.3.3. *Saberes básicos*

Los saberes básicos presentes en la actividad diseñada e implementada se detallan a continuación:

A. Sentido numérico

El sentido numérico es la habilidad para descomponer números de forma natural, emplear referentes numéricos de forma apropiada y ágil, usar las relaciones entre las operaciones aritméticas de manera flexible y creativa en la resolución de problemas, comprender el sistema de numeración posicional de base 10, estimar, dar significado a los números y reconocer su magnitud.

Los materiales manipulables virtuales y las aplicaciones informáticas son de gran ayuda para imaginar, visualizar, adquirir agilidad mental y sentido numérico. El uso de manipulativos, el énfasis en la oralidad y la adaptación permanente a los ritmos de aprendizaje del alumnado permite que el enfoque sea plenamente inclusivo.

B. Sentido de la medida

Ciertas cualidades de los objetos, denominadas magnitudes, son susceptibles de ser medidas. Esto quiere decir que sobre estas cualidades se puede llevar a cabo un proceso mediante el que se asigna un número a dichas cualidades, denominado proceso de medida. Este proceso se puede realizar mediante diversas técnicas y el número que se obtiene recibe el nombre de cantidad de magnitud. Como adultos, empleamos continuamente las nociones de magnitud y medida, tanto en la vida cotidiana como profesional. Sin embargo, pocas veces reflexionamos sobre los fundamentos en que se apoyan estas nociones y que son fuente de dificultades para el alumnado. No en vano, exige comenzar abstrayendo cierta cualidad común a una colección de objetos, la magnitud. Después, cómo manipular dicha magnitud, ya que cada una de ellas implica acciones y lenguaje diferentes para realizar comparaciones, primero, y procesos de medida, después.

La medida tiene interés en matemáticas por varias razones. Evidentemente, se trata de un conjunto de saberes que se integran en el sentido de la medida que resultan de gran practicidad en situaciones de la vida cotidiana. De esta manera, ofrece contextos de aprendizaje y oportunidades de conexión excelentes para aplicar y relacionar otros saberes, como operaciones aritméticas.

2.3.4. Criterios de evaluación

Se presentan a continuación los criterios de evaluación presentes en la actividad diseñada e implementada para cada competencia específica:

CE.M.1.

1.1. Interpretar problemas cercanos y significativos para el alumnado, comprendiendo las preguntas planteadas a través de diferentes estrategias o herramientas.

CE.M.2.

2.3. Argumentar la corrección matemática de las soluciones o pertinencia de las conclusiones de un problema y su coherencia en el contexto planteado.

CE.M.3.

3.2. Dar ejemplos e inventar problemas sobre situaciones cercanas y significativas para el alumnado que se pueden abordar matemáticamente.

CE.M.5.

5.2. Interpretar situaciones en contextos diversos reconociendo las conexiones entre las matemáticas y la vida cotidiana.

CE.M.6.

6.1. Reconocer lenguaje matemático sencillo presente en situaciones cercanas y significativas para el alumnado adquiriendo vocabulario específico básico.

6.2. Explicar los procesos e ideas matemáticas, los pasos seguidos en la resolución de un problema o los resultados obtenidos utilizando lenguaje matemático sencillo.

CE.M.7.

7.2. Expresar actitudes positivas ante nuevos retos matemáticos tales como la perseverancia y la flexibilidad, valorando el error como una oportunidad de aprendizaje.

CE.M.8.

8.2. Aceptar la tarea propuesta e implicarse en la exploración compartida de la situación o resolución del problema, respetando los argumentos de otros, poniéndolos a prueba, participando de la construcción del conocimiento y contribuyendo a las discusiones y puestas en común.

2.3.5. Conexión con otras áreas

La actividad trabaja el contenido de operaciones matemáticas utilizando el sistema de numeración sexagesimal, concretamente el cálculo de tiempos. Si bien es cierto que este contenido pertenece al área de matemáticas, se trabaja desde el área de educación física. Para ello, utilizaremos dos actividades; la carrera de orientación y el circuito de habilidad de balonmano.

A continuación se explicarán brevemente las competencias específicas, los saberes básicos, los criterios de evaluación y los objetivos tanto de la carrera de orientación como del circuito de habilidad.

Carrera de orientaciónCompetencias específicas

- **CE.EF.1.** Adaptar la motricidad (esquema corporal, las capacidades físicas, perceptivo-motrices y coordinativas, las habilidades y destrezas motrices, aplicando procesos de percepción, decisión y ejecución) en diferentes situaciones de aprendizaje, para dar una respuesta ajustada a las demandas de proyectos de aprendizaje relacionadas con actividades conectadas con el contexto social próximo.
- **CE.EF.3.** Desarrollar procesos de autorregulación e interacción en la práctica motriz, con actitud empática e inclusiva, haciendo uso de habilidades personales y sociales y actitudes de cooperación, respeto, trabajo en equipo y deportividad, con independencia de las diferencias étnico-culturales, sociales, de género y de habilidad de los participantes, para contribuir a la convivencia y al compromiso ético en los diferentes espacios conectados con el contexto social próximo.
- **CE.EF.4.** Valorar diferentes espacios naturales y urbanos como contextos de práctica motriz, interactuando en ellos y comprendiendo la importancia de su conservación

desde un enfoque sostenible, adoptando medidas de responsabilidad individual durante la práctica de juegos, actividades físico-deportivas y artístico-expresivas, para realizar una práctica eficiente y respetuosa con el entorno y participar en su cuidado y mejora.

- **CE.EF.5.** Desarrollar un estilo de vida activo y saludable a través de un proceso de construcción social compartido, practicando regularmente actividades físico-deportivas y artístico-expresivas, que le capacite a tomar decisiones saludables (físicas, emocionales y sociales), para él o para ella y para su entorno social que contribuyan a su bienestar.

Saberes básicos

A. Resolución de problemas en situaciones motrices

Las acciones cooperativas plantean una actividad colectiva con interdependencia positiva que demanda colaboración, ayuda recíproca, comunicación y coordinación de acción entre los participantes en la búsqueda y puesta en práctica de soluciones motrices que den respuesta a las situaciones problema que se suscitan.

C. Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices.

La Educación Física participa de forma fundamental en la educación en valores. Aprender a gestionar las emociones en una situación de riesgo controlado, anticipar y valorar riesgos, etc., posibilita ir construyendo principios de seguridad individual y colectiva. Fomentar una comunicación sana y respetuosa en las situaciones de juego, la educación para la convivencia, fundamentalmente en lo que se refiere al trabajo sobre la construcción e integración de reglas de vida y funcionamiento colectivo), puede reforzarse desde la vivencia de situaciones motrices en las que el alumnado juegue con la norma y concilie el deseo de “ganar” y “poder más” con el respeto a las convenciones y a las personas.

D. Interacción eficiente y sostenible con el entorno

El área de Educación Física debe participar del desarrollo de conductas sostenibles y ecológicas. El área de EF puede proporcionar un número de experiencias positivas que contribuyan a potenciar la conciencia ecológica en el alumnado y la comunidad educativa.

E. Organización y gestión de la actividad física

Se propone mejorar el nivel de autogestión de las capacidades físicas del alumnado de Educación Primaria. Se trata de que cada estudiante con ayuda del profesorado, de manera individual o por pequeños grupos con objetivos similares, conozcan sus límites y la gestión de sus capacidades en este tipo de tareas para establecer proyectos de acción.

F. Vida activa y saludable

La positiva valoración personal y el respeto a sí mismo llevan a considerar actitudes de progreso personal más que metas o resultados estandarizados. El conocimiento y la comprensión del propio cuerpo, su propia aceptación, el respeto del de los demás, la actitud crítica con los modelos corporales en los medios de comunicación, en la publicidad e internet, etc., son aspectos de vivencia personal que condicionan la autoestima y el desarrollo de una identidad activa.

Criterios de evaluación

- **1.1.** Integrar diferentes acciones motrices individuales para realizar proyectos de acción tendentes a mejorar sus resultados (por ejemplo, atletismo, natación, etc.) y/o diseñar y realizar un encadenamiento motriz (por ejemplo, gimnasia deportiva, patines, etc.).
- **3.1.** Mostrar una disposición positiva hacia la práctica física y hacia el esfuerzo, controlando la impulsividad y las emociones negativas que surjan en contextos de actividad motriz.
- **3.2.** Respetar las normas consensuadas en clase, así como las reglas de juego y actuar desde los parámetros de la deportividad y el juego limpio, valorando la aportación de los participantes (deportistas, árbitros-juez, entrenadores u otros roles que formen parte de la dinámica establecida).
- **3.3.** Desarrollar habilidades sociales de acogida, inclusión, ayuda y cooperación al participar en prácticas motrices variadas, resolviendo los conflictos individuales y colectivos de forma dialógica y justa, y mostrando un compromiso activo frente a los estereotipos, las actuaciones discriminatorias y de violencia.

- **4.1.** Desarrollar una práctica motriz segura en contextos naturales y urbanos de carácter terrestre o acuático, adecuando las acciones al análisis de cada situación, aplicando medidas de conservación ambiental.
- **5.3.** Participar en proyectos que conlleven a la autogestión de sus capacidades físicas, siendo capaces de regular y dosificar la intensidad y la duración del esfuerzo acorde con sus posibilidades y dentro de unos criterios saludables.

Objetivos

- Completar con éxito una carrera de orientación pasando por todas las balizas
- Interpretar mapas correctamente
- Diseñar el recorrido más óptimo para optimizar el mayor tiempo posible
- Conocer el concepto de orientación así como los elementos que lo componen

Circuito de habilidad

Competencias específicas

- **CE.EF.1.** Adaptar la motricidad (esquema corporal, las capacidades físicas, perceptivo-motrices y coordinativas, las habilidades y destrezas motrices, aplicando procesos de percepción, decisión y ejecución) en diferentes situaciones de aprendizaje, para dar una respuesta ajustada a las demandas de proyectos de aprendizaje relacionadas con actividades conectadas con el contexto social próximo.
- **CE.EF.5.** Desarrollar un estilo de vida activo y saludable a través de un proceso de construcción social compartido, practicando regularmente actividades físico-deportivas y artístico-expresivas, que le capacite a tomar decisiones saludables (físicas, emocionales y sociales), para él o para ella y para su entorno social que contribuyan a su bienestar.

Saberes básicos

A. Resolución de problemas en situaciones motrices

Acciones motrices de cooperación. El alumnado deberá colaborar para conseguir un mismo objetivo. Las acciones cooperativas plantean una actividad colectiva con interdependencia positiva que demanda colaboración, ayuda recíproca, comunicación y coordinación de acción entre los participantes en la búsqueda y puesta en práctica de soluciones motrices que den respuesta a las situaciones problema que se suscitan.

C. Autorregulación emocional e interacción social en situaciones motrices.

La Educación Física participa de forma fundamental en la educación en valores. Aprender a gestionar las emociones en una situación de riesgo controlado, anticipar y valorar riesgos, etc., posibilita ir construyendo principios de seguridad individual y colectiva.

E. Organización y gestión de la actividad física

Se propone mejorar el nivel de autogestión de las capacidades físicas del alumnado de Educación Primaria. Se trata de que cada estudiante con ayuda del profesorado, de manera individual o por pequeños grupos con objetivos similares, conozcan sus límites y la gestión de sus capacidades en este tipo de tareas para establecer proyectos de acción.

F. Vida activa y saludable

La positiva valoración personal y el respeto a sí mismo llevan a considerar actitudes de progreso personal más que metas o resultados estandarizados. El conocimiento y la comprensión del propio cuerpo, su propia aceptación, el respeto del de los demás, la actitud crítica con los modelos corporales en los medios de comunicación, en la publicidad e internet, etc., son aspectos de vivencia personal que condicionan la autoestima y el desarrollo de una identidad activa.

Criterios de evaluación

- **1.3.** Encadenar acciones para resolver situaciones de retos cooperativos asumiendo diferentes roles.
- **5.3.** Participar en proyectos que conlleven a la autogestión de sus capacidades físicas, siendo capaces de regular y dosificar la intensidad y la duración del esfuerzo acorde con sus posibilidades y dentro de unos criterios saludables.

Objetivos

- Utilizar el bote para superar obstáculos
- Realizar distintos tipos de pase, como el pase picado o el paso sin bote
- Realizar tiros a puerta con precisión y potencia
- Controlar el balón mientras se superan diferentes obstáculos

2.4. Implementación de la actividad

La actividad se llevó a cabo en cuarto curso de Educación Primaria. Las muestras fueron tomadas en las dos vías del curso (4ºA y 4ºB). En ambas vías no hubo ningún tipo de problema para realizar la medida de los tiempos durante la carrera de orientación y el circuito de habilidad de balonmano y tampoco hubo problemas relativos al trabajo de cálculo empleando el sistema sexagesimal.

Cuando se procedió al cálculo del tiempo final añadiendo las penalizaciones pertinentes, se pudo observar que ninguna de las parejas que se equivocaron corrigieron a su compañero/a. Generalmente, uno de los dos integrantes de la pareja era quien hacía el cálculo porque según ellos era “algo que se hacía inmediatamente ya que sumar era muy sencillo”. Sin embargo, cuando enseñaba el cálculo realizado a su pareja, ésta en ninguno de todos los casos corrigió el error.

Además, cuando se comentó que esta actividad iba a realizarse, en parte, dentro del aula, el alumnado se puso triste debido a que quería realizar la asignatura de educación física al aire libre, lo que causó un malestar general y una pérdida de motivación, causa en parte de que cometieran muchos errores y no se tomaran la actividad en serio.

Comentar también que el uso de policubos incentivó el interés por parte del alumnado a la hora de la realización de la actividad, ya que era un recurso didáctico del cual nunca habían oído hablar y esa intriga por ver cómo funcionaba llamó su atención, por lo que la segunda sesión de trabajo del sistema sexagesimal dentro del aula fue mucho más fructífera que la primera. Además, el uso de este recurso mencionado previamente mejoró de forma notable no solo la participación, sino el rendimiento del alumnado.

A continuación se muestran las tablas que contienen la información de las tarjetas de cada pareja así como el tipo de error cometido al realizar el cálculo (en caso de que exista).

Tabla 4. Errores carrera de orientación 4ºA

CARRERA ORIENTACIÓN					
4º A	NÚMEROS DE LAS BALIZAS	ERRORES COMETIDOS (+ 5 seg / error)	TIEMPO SIN PENALIZACIONES	TIEMPO CON PENALIZACIONES	ERROR COMETIDO (SI EXISTE)
PAREJA 1	30-47-73-74-59-23-38-75-57-22	3	4:38	4:53	4:52 en vez de 4:53
PAREJA 2	40-47-73-74-59-23-38-58-37-22	0	7:03	7:03	/
PAREJA 3	36-47-73-30-59-23-38-75-37-22	3	4:05	4:20	/
PAREJA 4	59-47-73-74-36-23-38-75-37-22	3	6:20	6:35	6:40 en vez de 6:35
PAREJA 5	40-47-73-30-59-23-38-58-37-22	1	4:38	4:43	/
PAREJA 6	58-37-22-30-49-23-38-59-37-22	6	10:00	10:30	10:40 en vez de 10:30
PAREJA 7	40-47-73-74-59-23-38-75-73-22	1	4:56	5:01	5,10 en vez de 5:01
PAREJA 8	36-47-73-56-59-23-38-58-37-22	3	3:47	4:02	4,20 en vez de 4:02
PAREJA 9	36-47-73-74-59-23-38-58-37-22	1	4:36	4:41	/
PAREJA 10	40-47-73-30-36-23-38-75-37-22	3	5:06	5.21	5:20 en vez de 5:21
PAREJA 11	40-47-73-74-59-23-38-37-57-43	3	9:55	10:10	10,10 en vez de 10:10
TRÍO 12	40-47-73-74-59-23-38-75-37-22	1	4:26	4:31	/

Tabla 5. Errores carrera de orientación 4ºB

4º B	NÚMEROS DE LAS BALIZAS	ERRORES COMETIDOS (+ 5 seg / error)	TIEMPO SIN PENALIZACIONES	TIEMPO CON PENALIZACIONES	ERROR COMETIDO (SI EXISTE)
PAREJA 1	40-47-73-74-59-23-37-58-57-43	2	7:23	7:33	/
PAREJA 2	41-47-73-44-35-22-45-48-37-42	7	8:30	9:05	9,5 en vez de 9:05
PAREJA 3	40-47-73-74-59-23-38-58-37-22	0	6:07	6:07	/
PAREJA 4	40-47-73-74-59-23-38-48-37-22	1	3:48	3:53	/
PAREJA 5	25-47-42-34-57-23-38-48-74-22	6	7:30	8.00	7:60 en vez de 8:00
PAREJA 6	40-47-73-74-59-23-38-58-37-22	0	4:56	4:56	/
PAREJA 7	40-47-73-74-59-23-38-58-33-22	1	4:41	4:46	4:45 en vez de 4:46
PAREJA 8	40-47-73-74-59-23-38-58-37-22	0	3:18	3:18	/
PAREJA 9	40-47-25-74-59-23-38-58-37-22	1	5:42	5:47	/
PAREJA 10	29-47-73-74-71-23-38-58-37-22	2	3.53	4:03	3:63 en vez de 4:03
PAREJA 11	40-47-73-74-59-23-38-58-37-22	0	9:55	9:55	/
PAREJA 12	36-47-22-74-49-23-38-58-57-22	4	4:46	5:06	4,66 en vez de 5:06

Tabla 6. Errores circuito de habilidad 4ºA

CIRCUITO BALONMANO				
4º A	NÚMERO DE PENALIZACIONES (+ 15 seg / penalización)	TIEMPO SIN PENALIZACIONES	TIEMPO CON PENALIZACIONES	ERROR COMETIDO (SI EXISTE)
PAREJA 1	2	0:58	1:28	/
PAREJA 2	1	1:15	1:30	/
PAREJA 3	1	0:55	1:10	/
PAREJA 4	3	1:07	1:52	/
PAREJA 5	0	0:56	0:56	/
PAREJA 6	3	1:22	2:07	/
PAREJA 7	0	0:59	0:59	/
PAREJA 8	1	0:49	1:04	1,4 en vez de 1:04
PAREJA 9	0	1:00	1:00	/
PAREJA 10	2	1:01	1:31	/
PAREJA 11	1	1:19	1:34	1:35 en vez de 1:34
PAREJA 12	2	1:03	1:33	/

Tabla 7. Errores circuito de habilidad 4ºB

4º B	ERRORES COMETIDOS (+ 15 seg / error)	TIEMPO SIN PENALIZACIONES	TIEMPO CON PENALIZACIONES	ERROR COMETIDO (SI EXISTE)
PAREJA 1	2	1:08	1:38	/
PAREJA 2	0	1:24	1:24	/
PAREJA 3	0	1:06	1:06	/
PAREJA 4	1	0:46	1:01	/
PAREJA 5	2	1:08	1:38	/
PAREJA 6	0	1:01	1:01	/
PAREJA 7	3	0:59	1:44	/
PAREJA 8	0	0:52	0:52	/
PAREJA 9	1	1:07	1:22	/
PAREJA 10	4	1:00	2:00	1:60 en vez de 2:00
PAREJA 11	0	1:33	1:33	/
PAREJA 12	1	1:11	1:26	/

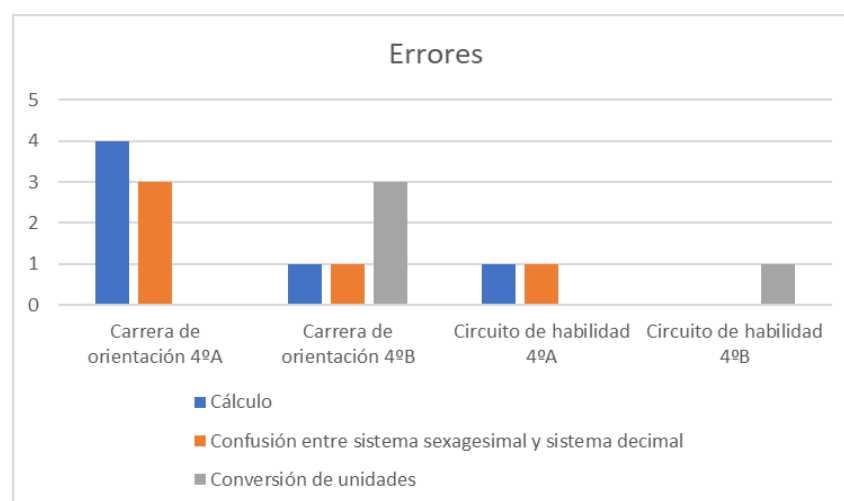
2.4.1. Resultados

Una vez concluida la implementación, se puede pasar a valorar los resultados obtenidos. Para ello, compararemos las tablas que contienen la información necesaria.

Se observa que existen errores de diferentes tipos. Estos errores pueden clasificarse en:

- **Errores de cálculo:** El alumno no realiza correctamente las operaciones algebraicas. Puede deberse a que el alumnado no conoce los pasos a seguir al realizar las operaciones algebraicas, a que se olvidan las llevadas o, sencillamente, a un despiste.
- **Errores de confusión entre el sistema sexagesimal y el sistema decimal:** El alumno confunde el sistema sexagesimal con el sistema posicional decimal. Considera que los números deben representarse siempre en el sistema de numeración decimal (base 10). Creen que los números que corresponden a los segundos son las decenas y las centenas (si tienen 2:30 ponen 2,30 ya que no entienden que esos 30 segundos corresponden a medio minuto, lo que en sistema de numeración decimal debería estar expresado como 2,50). Este error es posible que se deba a que solamente conocen el sistema posicional decimal y, por tanto, representen los números de la única manera que les han enseñado.
- **Errores de conversión de unidades en el sistema sexagesimal:** El alumno no realiza la conversión de unidades cuando corresponde (si se tienen 60 segundos, se deben convertir en un minuto, no dejar representado el tiempo como XX:60, sino que hay que representarlo como XX(+1 min):00. Este error puede cometerse debido a que el alumnado no sabe trabajar con el sistema sexagesimal y, por tanto, no entiende cuándo debe realizar la conversión de unidades.

Gráfico 1. Tipos de errores cometidos



Respecto a los resultados obtenidos en la carrera de orientación se puede observar que siete de los doce grupos de la vía 4ºA cometieron algún tipo de error de cálculo (58.333%). De los siete errores cometidos, cuatro corresponden a errores de cálculo y los otros tres, a errores de confusión entre el sistema sexagesimal y el sistema decimal.

En la otra vía, 4ºB, cinco de los doce grupos cometieron algún tipo de error (41.666%). De los cinco errores cometidos, uno corresponde a errores de cálculo, uno a errores de confusión entre el sistema sexagesimal y el sistema decimal y tres a errores de conversión de unidades.

Si bien es cierto que no habían realizado cálculos previamente con el sistema sexagesimal, sorprendió mucho el alto porcentaje de errores que hubo, ya que se consideraba que el manejo del tiempo era algo cotidiano.

Por otro lado tenemos los resultados obtenidos en el circuito de habilidad de balonmano. En este caso se optó por utilizar los policubos, recurso didáctico que consiste en piezas encajables de diferentes colores. En nuestra actividad, un color representaba los segundos y otro los minutos. Al ser una técnica visual y manipulativa, se esperaba que el alumnado comprendiera mejor el sistema sexagesimal y el porcentaje de error al realizar los cálculos pertinentes disminuyera considerablemente.

Como podemos observar en la tabla del circuito de habilidad, en la vía 4ºA cometieron algún tipo de error únicamente dos de los doce grupos (16.66%), lo que supuso que el 71.43% (cinco de siete grupos) de los grupos que habían cometido algún error en la carrera de orientación dejaron de cometerlo al trabajar con policubos. De los dos errores cometidos, uno corresponde a errores de cálculo y el otro a errores de confusión entre el sistema sexagesimal y el sistema decimal.

Respecto a la vía de 4ºB, hubo solamente un grupo que cometió un error, lo que supone el 8.33% del total. Previamente cometieron algún error cinco grupos y, ahora, solamente uno, por tanto, el 80% (cuatro de cinco grupos) de los grupos que habían cometido algún error en la carrera de orientación dejaron de cometerlo al trabajar con policubos. El error que se cometió fue de conversión de unidades.

A continuación se analizarán los errores cometidos uno por uno:

Carrera de orientación 4ºA

- **4:52 en vez de 4:53:** Error de cálculo a la hora de sumar.
- **6:40 en vez de 6:35:** Error de cálculo a la hora de sumar.
- **10:40 en vez de 10:30:** Error de cálculo a la hora de sumar.
- **5,10 en vez de 5:01:** Error al representar los segundos. No emplea el sistema sexagesimal. Expresa que un segundo corresponde a una décima, cuyo equivalente real serían seis segundos ($1/10$ de 60). Puede deberse a que el alumno piensa mentalmente “cinco minutos y uno”, lo que expresa textualmente como 5,1..
- **4,20 en vez de 4:02:** Error al representar los segundos. No emplea el sistema sexagesimal. Expresa que dos segundos corresponden a dos décimas, cuyo equivalente real serían doce segundos ($2/10$ de 60). Puede deberse a que el alumno piensa mentalmente “cuatro minutos y dos”, lo que expresa textualmente como 4,2.
- **5:20 en vez de 5:21:** Error de cálculo a la hora de sumar.
- **10,10 en vez de 10:10:** Error al representar los segundos. No emplea el sistema sexagesimal. Expresa que diez segundos corresponden a una décima. Quizás se deba a que ha usado la coma en vez de los dos puntos pensando que significa lo mismo.

Carrera de orientación 4ºB

- **9,5 en vez de 9:05:** Error al representar los segundos. No emplea el sistema sexagesimal. Expresa que cinco segundos corresponden a cinco décimas, cuyo equivalente real serían treinta segundos ($5/10$ de 60). Puede deberse a que el alumno piensa mentalmente “nueve minutos y cinco”, lo que expresa textualmente como 9,5.
- **7:60 en vez de 8:00:** Error en la conversión de unidades. No entiende que al ser un sistema sexagesimal (base 60), una vez se dispone de 60 unidades hay que cambiarlas por una unidad mayor, por lo que debería cambiar 60 segundos por un minuto. De esta manera, en el apartado de los segundos tendría 0 y en el de los minutos uno más, por lo que tendría ocho en vez de siete, lo que daría 8:00.
- **4:45 en vez de 4:46:** Error de cálculo a la hora de sumar

- **3:63 en vez de 4:03:** Error en la conversión de unidades. No entiende que al ser un sistema sexagesimal (base 60), una vez se dispone de 60 unidades hay que cambiarlas por una unidad mayor, por lo que debería cambiar 60 segundos por un minuto. De esta manera, en el apartado de los segundos tendría 3 y en el de los minutos uno más, por lo que tendría cuatro en vez de tres, lo que daría 4:03.
- **4,66 en vez de 5:06:** Error en la conversión de unidades. No entiende que al ser un sistema sexagesimal (base 60), una vez se dispone de 60 unidades hay que cambiarlas por una unidad mayor, por lo que debería cambiar 60 segundos por un minuto. De esta manera, en el apartado de los segundos tendría 6 y en el de los minutos uno más, por lo que tendría cinco en vez de cuatro, lo que daría 5:06.

Circuito de habilidad 4ªA

- **1,4 en vez de 1:04:** Error al representar los segundos. No emplea el sistema sexagesimal. Expresa que cuatro segundos corresponden a cuatro décimas, cuyo equivalente real serían 24 segundos ($\frac{4}{10}$ de 60). Puede deberse a que el alumno piensa mentalmente “un minuto y cuatro”, lo que expresa textualmente como 1,4.
- **1:35 en vez de 1:34:** Error de cálculo a la hora de sumar

Circuito de habilidad 4ªB

- **1:60 en vez de 2:00:** Error en la conversión de unidades. No entiende que al ser un sistema sexagesimal (base 60), una vez se dispone de 60 unidades hay que cambiarlas por una unidad mayor, por lo que debería cambiar 60 segundos por un minuto. De esta manera, en el apartado de los segundos tendría 0 y en el de los minutos uno más, por lo que tendría dos en vez de uno lo que daría 2:00.

Realizar esta comparación con dos vías únicamente no es en absoluto concluyente, sin embargo, creo que si se realizase esta actividad con muchas más clases, el resultado sería similar. Esta actividad no tiene como objetivo que el alumnado no cometa ningún error y sepa realizar operaciones básicas como sumas y restas con el sistema sexagesimal, el objetivo principal es introducirles dicho sistema numérico para que se vayan familiarizando, así como enseñarles que ellos pueden ser partícipes de su propio aprendizaje, en este caso, manipulando policubos.

2.5. Evaluación de la actividad

Desde el primer momento se ha comentado al alumnado que la realización de esta actividad no influirá en la nota de educación física. Independientemente de eso, esta actividad al igual que las demás será evaluada (que no calificada).

Para la evaluación de la actividad se ha considerado oportuno que el mejor instrumento de evaluación es una rúbrica de evaluación con cuatro niveles de logro en la que se indiquen los conocimientos iniciales (al realizar los cálculos del tiempo final en la carrera de orientación), los conocimientos finales (al realizar los cálculos del tiempo final en el circuito de habilidad de balonmano), los procesos de aprendizaje y los valores mostrados durante la actividad. Esta rúbrica deberá rellenarla todo el alumnado, por lo que será una autoevaluación. Además, el docente rellenará otra igual y luego se realizará una puesta en común para que el docente analice el autoconcepto del alumnado. Si los resultados entre ambas rúbricas son muy dispares, no pasará nada, el docente preguntará en privado a ese alumno/a por qué ha marcado ese nivel de logro y debatirán hasta llegar a un acuerdo. Es fundamental que el alumnado sea consciente del nivel sobre el que parte para que pueda observar y sentir el progreso durante el transcurso del tiempo.

Las rúbricas se le pasarán al profesor/a de matemáticas para que, cuando vaya a impartir la lección de la medida del tiempo, conozca qué alumnos/as van mejor, cuáles son más flojos y debe hacer que participen más, etc.

La rúbrica de evaluación utilizada se presenta a continuación:

Tabla 8. Rúbrica de evaluación de la actividad

NOMBRE Y APELLIDOS:				FECHA:
MEDIDA DEL TIEMPO EMPLEANDO EL SISTEMA SEXAGESIMAL				
	INSUFICIENTE	EN DESARROLLO	TIENE ALGUNAS NOCIONES	SOBRESALIENTE
Realiza correctamente operaciones básicas como sumas y restas con unidades de tiempo en minutos y segundos				
Muestra interés por aprender qué es el sistema sexagesimal y en qué ámbitos se utiliza				
Comprende la relación entre las diferentes unidades del sistema sexagesimal (60 segundos se convierten en un minuto, por ejemplo)				
Emplea correctamente los policubos para realizar la conversión de segundos a minutos				
Es capaz de justificar los procedimientos que ha seguido para llegar a un resultado				

3. CONCLUSIÓN

Si bien es cierto que cada vez se aboga más por realizar actividades interdisciplinares, el área de matemáticas y el área de educación física no suelen trabajar conjuntas. Así pues, ha sido todo un reto realizar una actividad juntando ambas áreas.

Todos los objetivos propuestos en la actividad diseñada se han logrado por parte de la inmensa mayoría del alumnado.

- **Reconocer la presencia de las matemáticas en cuestiones cotidianas, así como su importancia:** Al trabajar con tiempos (haciendo la carrera en la unidad didáctica de orientación o yendo a contrarreloj en el circuito de balonmano), el alumnado se dió cuenta de que la medida del tiempo está relacionada con las matemáticas y es algo que emplean en su día a día, ya sea para calcular cuánto falta para que acabe una clase o un examen, cuánto tiempo queda de jugar en el recreo, etc.
- **Diferenciar las características del sistema decimal (base 10) y del sistema sexagesimal (base 60):** Una vez entendieron que tenían que agrupar 60 unidades de un orden inferior para formar una unidad de un orden superior (60 segundos forman 1 minuto), vieron que es diferente al sistema de numeración decimal, en el que debían juntar 10 unidades de un orden inferior para formar una unidad de un orden superior (10 centésimas forman 1 décima, 10 décimas forman una unidad).
- **Aprender a realizar conversión de unidades de tiempo, concretamente de segundos a minutos y viceversa:** Este objetivo fue conseguido principalmente gracias a los policubos. El alumnado agrupaba 60 cubos que equivalían a 60 segundos y los cambiaban por un cubo que equivalía a 1 minuto. De igual manera, supieron que un cubo que equivalía a 1 minuto podía convertirse en 60 cubos equivalentes a 60 segundos.
- **Realizar operaciones básicas como sumar y restar en el sistema sexagesimal:** Una vez supieron realizar las conversiones de unidades de tiempo, no tuvieron problemas al realizar las operaciones, ya que no tenían problemas para sumar o restar. Primero hacían la suma o la resta y, si veían que llegaban a 60 segundos, lo cambiaban por un minuto. Si tenían más de 60 segundos, cambiaban 60 segundos por un minuto y entendían que el resto eran los segundos.

A lo largo de esta actividad han surgido diferentes dificultades que se preveían pero también algunas que no estaban previstas:

- Se esperaba que iba a haber errores al realizar cálculos con el sistema sexagesimal debido a que era un contenido nuevo y lo único que le sonaba al alumnado era que 60 segundos se convertían en un minuto.
- El alumnado realizaba los cálculos de manera mental, no escribía los pasos a seguir porque consideraba que eran sumas muy sencillas, lo que desencadenaba errores de cálculo o a la hora de expresar el resultado.
- Parte de los alumnos se confundían al utilizar los policubos. No se acordaban qué color eran los segundos y cual los minutos, formaban filas de nueve u once policubos por lo que a la hora de agrupar las seis filas no tenían “60 segundos”, por lo que si tenían 61 por ejemplo, convertían 60 en un minuto y se quedaban con uno correspondiente a los segundos cuando debían tener únicamente el correspondiente a los minutos.

Una vez concluida la actividad, existen diferentes modificaciones que realizaría para enriquecer la actividad:

- Al entregar la tarjeta de la carrera de orientación y del circuito de habilidad para que calculen el tiempo añadiendo las penalizaciones, se tendría que especificar que escribieran el algoritmo de la suma de manera que se pudiera identificar fácilmente el error, si lo hubiera.
- De igual modo, pediría que cualquier operación que realizaran, la argumentaran escribiendo el algoritmo correspondiente. Si no se da esa instrucción, escriben el resultado directamente y, si es erróneo, no se puede identificar en qué paso han fallado o por qué han expresado el resultado de esa manera.
- Para las partes de la actividad realizadas en el aula emplearía alguna dinámica como pasar una pelota y que el que la reciba es el que tiene que responder a la pregunta, luego esa persona debería lanzar la pelota a otro compañero y una vez recepcionada la pelota, responder a la siguiente pregunta. En caso de fallar, quedarían eliminados aunque deberían continuar realizando las operaciones. De esta manera se podría hacer una especie de torneo.

A la hora de realizar la actividad vi que la gran mayoría del alumnado estaba desmotivado porque querían moverse o estar en el patio y no haciendo una clase magistral de matemáticas. Por ello, crear dinámicas ayudaría a aumentar la motivación y, desde mi propia experiencia, un torneo suscita el interés por hacer bien la actividad ya que en la etapa de Educación Primaria la gran mayoría de los alumnos quieren ganar.

Una propuesta para años sucesivos puede ser entregar una rúbrica antes de impartir la lección de la medida del tiempo para que la rellene el alumnado y con una vía trabajar el tema con policubos y con el otro con el sistema tradicional (cuaderno de ejercicios y pizarra). En dicha rúbrica deberían aparecer preguntas sobre conocimientos acerca del sistema sexagesimal así como operaciones a resolver. Al final de la lección, se pasaría la misma rúbrica y se comprobarían los resultados entre las dos vías. Si bien es cierto que el resultado podría comprobarse haciendo un examen y viendo qué alumnos sacan mejor nota, se considera imprescindible que el alumnado se autoevalúe para que sea consciente de si ha mejorado o no respecto a su nivel de origen.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ORDEN ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Renta neta media de Zaragoza y su entorno. (2021). Ebrópolis.

<https://ebropolis.es/wp-content/uploads/2022/06/UARenta2021.pdf>

Cabrera Martín, M. D. C. (noviembre, 2009). Los distintos sistemas de numeración. *Innovación y experiencias educativas*, 24.

García Jiménez, M. D. C. (febrero, 2009). ORIGEN DE LOS SISTEMAS DE NUMERACIÓN: APLICACIONES DIDÁCTICAS. *Innovación y experiencias educativas*, 15.

Fuentes, C. (2014). Es tiempo de los bits. *Revista electrónica Digital*.

https://issuu.com/fuentescesar/docs/revista_electronica_modificada

Freyle, J. D. CURIOSIDADES MATEMÁTICAS.

Terigi, F., & Wolman, S. (2007). Sistema de numeración: consideraciones acerca de su enseñanza. *Revista iberoamericana de educación*, 43, 59-83.

Esteban, M. A., Serrano, I. P., & Valentín, G. L. (2014). *Los números naturales en el aula de primaria*. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.

Sierra, M. (2000). El papel de la Historia de la Matemática en la Enseñanza

Boreo, P. (1989) Utilización de la Historia de las Matemáticas en clase con alumnos de 6 a 13 años

González Urbaneja, P. M. (2004) La historia de las matemáticas como recurso didáctico e instrumento para enriquecer culturalmente su enseñanza. *SUMA*, 45, pp.17-28.

Nortes Martínez-Artero, Rosa; Nortes Checa, Andrés (2016). Resolución de problemas, errores y dificultades en el grado de maestro de primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 34 (1), 103-117.

DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.34.1.229501>