

Laboratorio de aprendizaje de la medida en la formación de maestros

Rubén Figueroa Sestelo; Pablo González Sequeiros; Dolores Rodríguez
Vivero

email: ruben.figueroa@usc.es; pablo.gonzalez.sequeiros@usc.es;
dolores.rodriguez.vivero@usc.es

Universidad de Santiago de Compostela

RESUMEN

¿Cómo podemos favorecer una adecuada construcción de los contenidos relacionados con las magnitudes y su medida en Educación Primaria? Una gran mayoría de textos sobre didáctica de la matemática están de acuerdo en describir una serie de “etapas” o “fases” que es necesario superar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las magnitudes y su medida, sugiriendo un tránsito desde las primeras experiencias perceptivas hasta el manejo de los instrumentos de medida y del Sistema Internacional de Unidades. En la propuesta que se relata, el alumnado de tercer curso del Grado en Maestro o Maestra de Educación Primaria participa en un laboratorio - en el sentido más literal del término - de aprendizaje de la medida, en el que reflexionan sobre dicho proceso diseñando sus propias actividades y estrategias de intervención.

Palabras Clave: formación de maestros, magnitud, medida, fases, laboratorio.

1 Introducción

La actividad que se presenta se desarrolló durante el primer semestre del curso 2014-2015 con un grupo de tercer curso del Grado en Maestro o Maestra de Educación Primaria de la Universidade de Santiago de Compostela. Se pretendía que el alumnado tomase conciencia de las diferentes fases que se suceden de modo natural en el aprendizaje de las magnitudes y su medida, que desarrollasen estrategias para intervenir en el aula y que creasen propuestas de cara a facilitar la transición por cada una de estas etapas en su futura labor docente. El número y denominación de las fases a las que nos referimos puede variar en función del autor, pero en esencia todos coinciden en un esquema que podemos resumir en el siguiente cuadro [cf. 1,2, 3, 4]:

<i>Percepción → Comparación → Conservación → Uso de Referentes → Uso del Sistema</i>
--

Las fases de percepción y comparación se llevan a cabo cuando el niño se enfrenta las primeras veces a una magnitud, su superación implica ser capaz de aislar la magnitud considerada de otras cualidades del objeto y ser capaz de ordenar dos de ellos atendiendo a esa propiedad. El principio de conservación se adquiere cuando el niño es capaz de comprender que existen ciertas transformaciones que dejan invariante la cantidad de magnitud. Por último, el uso de referentes no comunes y del sistema estándar está relacionado con el proceso de *medir*, esto es, asociar un número a una determinada cantidad de magnitud, lo cual ya implica un mayor nivel de madurez y exige el dominio interno de la propiedad transitiva. Cabe decir que el paso de una etapa a otra no se realiza necesariamente de modo lineal, sino que se producen retrocesos o avances hacia fases posteriores antes de que las anteriores estén completamente superadas. Además, se trata de un proceso por lo general largo (de meses o años de duración). Ambas circunstancias fueron tenidas en cuenta en el desarrollo de la propuesta.

El alumnado trabajó a lo largo de dos sesiones de clase (un total de 3 horas presenciales) en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Educación, muy propicio para nuestro cometido al estar equipado con todo tipo de materiales y utensilios especialmente adecuados para el trabajo con diferentes magnitudes: probetas, matraces y recipientes de diferentes formas y capacidades, metros, cuerdas, balanzas, termómetros..., además de numerosos puntos de luz y de agua. Estos recursos fueron completados con otros recolectados ex profeso por el profesor y por el propio alumnado: vasos de yogur, botellas, plastilina, azúcar, colorante alimenticio, policubos o regletas Cuisenaire son sólo algunos ejemplos.

Se pretendió que a lo largo de la actividad el alumnado interpretase diferentes roles: el del profesor que diseña una serie de actividades para trabajar las magnitudes en el aula de Primaria e implementarlas, el del discente que realiza las actividades propuestas, y el de maestro en formación que observa la representación de sus compañeros y analiza y reflexiona sobre las distintas propuestas. Esto dio lugar a un trabajo en tres registros que resultó muy interesante.

2. Descripción de la actividad

Al comienzo de la primera sesión el alumnado se organizó a su voluntad en 5 grupos de 5 ó 6 personas y a cada uno de los equipos se le asignó por sorteo una de las siguientes magnitudes: longitud, masa, capacidad, tiempo y temperatura. La elección de las mismas se debió a que éstas son las que se trabajan principalmente en el área de Matemáticas de Educación Primaria, a excepción quizás de la temperatura. Se decidió incluirla en lugar de otras magnitudes recogidas explícitamente en el currículo como la superficie o el volumen por dos motivos: por una parte, porque se trata de una magnitud con la que el niño interactúa continuamente en su día a día; por otra, porque pensamos que el hecho de que no figure explícitamente en el currículo actual del área de Matemáticas no implica que no pueda o no deba ser trabajada dentro de dicha área. Es más, su carácter no extensivo y el hecho de que el "0" en el sistema de medida habitual no indique ausencia de cantidad hacen de la temperatura una magnitud muy adecuada para trabajar de modo natural aspectos tan matemáticos como las escalas y los números negativos. Con respecto a la superficie o al volumen, se entendió

que por su estrecha relación con la longitud podían obviarse en este caso (el trabajo con más de 5 magnitudes/grupos no resultaba apropiado por razones de tiempo y espacio).

Una vez asignadas las magnitudes, cada grupo debía diseñar cinco actividades de aula para trabajar cada una de las mencionadas fases del aprendizaje de la medida, que habían sido tratadas en las sesiones expositivas de la materia. Si lo deseaban, se les permitía trabajar conjuntamente la percepción y la comparación, fases que se desarrollan de un modo muy estrecho. Para la preparación de las actividades podían hacer uso de cualquier material que encontrasen en el laboratorio y disponían de un tiempo total de hora y media. Cabe decir que la segunda parte de la propuesta se desarrolló una semana más tarde, por lo que los grupos que lo desearon pudieron continuar con el diseño de sus actividades fuera del aula; de hecho, muchos incorporaron en la semana siguiente materiales adicionales, como colorante alimenticio o cubitos de hielo.

Esta primera parte de la propuesta llevó al alumnado a interpretar un rol muy definido: el del profesor que debe preparar una serie de actividades de aula y, en consecuencia, tiene que recurrir a sus conocimientos de la materia, a su experiencia previa y a su creatividad. Para facilitar esto, los materiales fueron dispersados aleatoriamente por el laboratorio antes de su llegada, de manera que se viesan en la obligación de buscar o “apañarse” con lo que había. El tipo de registro del maestro de Primaria se hizo patente en el uso de un determinado lenguaje y forma de proceder: lenguaje “adulto”, independencia del alumno respecto del profesor, trabajo en equipo, método de ensayo-error...

En la segunda parte de la propuesta cada uno de los grupos debía llevar a cabo (en un tiempo aproximado de entre 15 y 20 minutos) las actividades de aula que habían diseñado; para ello los miembros de otro de los grupos actuaban a modo de discentes. Mientras tanto los tres grupos que no intervenían observaban, de modo que el alumnado iba intercambiando sucesivamente su rol entre profesor, discente y observador. Al final de la actuación de cada grupo se hacía un intercambio de opiniones en el que intervenían todos.

Durante esta segunda sesión se trabajaba por tanto en tres registros: por una parte, los registros habituales de un aula de Educación Primaria (profesorado y alumnado); por otra, durante la fase posterior de discusión se volvía al registro del aula de grado, donde los estudiantes preguntaban e intervenían en su papel “real” de alumnado de magisterio. La propuesta se dio por concluida cuando cada uno de los 5 grupos llevó a cabo las actividades que habían diseñado para trabajar su correspondiente magnitud.

Como recogida de registros se realizaron algunas fotografías y se grabaron algunos vídeos, previa autorización de los participantes. Al final se les indicó que podían entregar, de modo voluntario y con el fin de guardar registro, un resumen escrito de las actividades que habían diseñado. Algunos grupos accedieron y se añadieron sus resúmenes a los registros de la actividad.

Por último, debemos indicar que esta propuesta se llevó a cabo durante sesiones interactivas en las cuales el gran grupo estaba subdividido. Esto implica que la propuesta completa se realizó realmente 4 veces con alumnos diferentes, siendo 19 los grupos totales que intervinieron. Todas las magnitudes fueron trabajadas 4 veces por 4 grupos distintos, a excepción de la temperatura que sólo se trabajó 3 veces.

3. Desarrollo de la propuesta

A continuación detallamos el transcurso de la propuesta.

3.1. Primera sesión

Al comienzo de la primera sesión se recordaban las 5 fases señaladas para el aprendizaje de la medida de magnitudes y se dictaban las instrucciones necesarias para el desarrollo de la actividad. Esto se hacía de un modo breve y conciso para que el alumnado dispusiera del mayor tiempo posible para trabajar. Cabe decir que durante las explicaciones teóricas se les habían proporcionado algunos ejemplos [3] de actividades adecuadas para trabajar cada una de las fases, lo que les permitía también comprender mejor el significado de cada una de ellas. No obstante, aunque muchos tomaron estas notas de clase como punto de partida, podemos

adelantar que las más de las veces las propuestas ideadas por los alumnos resultaron bastante más sugerentes e interesantes que las “académicas”.

Aunque algunos de los grupos enseguida se pusieron a explorar el laboratorio y experimentar con todo el material que se les ofrecía, la mayoría de ellos empezaron un poco “fríos”, quizás algo abrumados por un tipo de tarea con el que desgraciadamente no están demasiado familiarizados, y se dedicaban a leer las notas de clase buscando algo de inspiración. Sin embargo, en el momento en que empezaban a “soltarse” se apreciaba un entusiasmo casi unánime. De modo deliberado, el profesor reducía al mínimo sus intervenciones para incrementar en los estudiantes ese sentimiento de “hay que buscarse la vida”, y esa sensación de autonomía era también agradecida por ellos, que con el paso de los minutos se percataban más de que se estaban metiendo en la piel de lo que en unos años será su día a día, y eso realmente los motiva. Sí que se hizo hincapié varias veces en la recomendación de que ensayasen bien todas las actividades para asegurarse de que *funcionaban*, pues a todos nos ha ocurrido alguna vez que diseñamos una propuesta en nuestra mente y cuando la llevamos a la práctica resulta ser un fracaso: ejemplos o recursos mal escogidos, argumentos confusos, instrumentos que no funcionan...

En lo que sigue daremos una pequeña muestra de lo que dio de sí esta primera sesión para cada una de las 5 magnitudes que deseábamos trabajar:

(a) Longitud:

El trabajo con la longitud resulta bastante agradecido en el sentido de que casi cualquier objeto cotidiano es susceptible para experimentar con esta magnitud. El alumnado disponía del material propio del laboratorio, de su material de clase (bolígrafos, lápices...) y de recursos que se habían dispersado por el laboratorio a propósito para la ocasión, entre los que algunos como cuerdas, palillos, policubos y regletas Cuisenaire se prestaban especialmente para experimentar con la longitud.

De cara a trabajar la percepción/comparación de la longitud, algunas de las actividades diseñadas por los estudiantes consistían en dibujar en el encerado los contornos del alumnado con el fin de que percibieran que algunos *llegan más arriba* (son más altos) y otros *quedan más abajo* (son más bajos) (Figura 1) o en cubrir las dimensiones del aula usando cadenas de alumnos que se estiraban en el suelo.

Las propuestas para trabajar el principio de conservación involucraban la creación de formas con cuerdas o encadenando objetos de la misma longitud (palillos, bolígrafos...) (Figura 2) para después revertir los cambios hechos y evaluar perceptivamente que la longitud no se alteraba.



Fig. 1: Actividad de percepción de la longitud

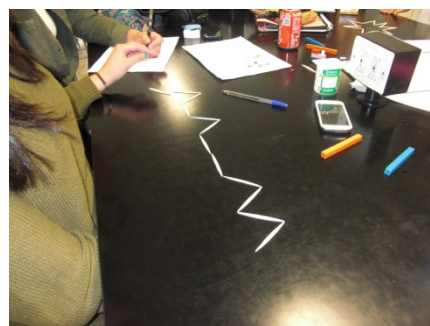


Fig. 2: Conservación de la longitud tras cambios de forma

A la hora de diseñar actividades para iniciarse en el uso de referentes no estándar de longitud, en la mayoría de ellas se recurría a medir objetos “grandes” (mesas, personas,...) usando objetos cercanos como folios, bolígrafos o regletas, o unidades antropométricas. En las propuestas más interesantes se utilizaban a la vez varios referentes diferentes (por ejemplo, regletas de diferentes colores), y este hecho se aprovechaba hábilmente para motivar tanto los múltiplos y submúltiplos de unidades como la necesidad de un referente común, favoreciendo la transición entre esta fase y el uso del sistema estándar.

Las actividades para esta última fase consistían principalmente en medir objetos usando las unidades SI. Sin embargo, el hecho de haber experimentado en sus propias carnes con los referentes no estándar hacía que los estudiantes fueran capaces, en su rol de profesores, de motivar acertadamente la necesidad de un sistema común de unidades, siendo las propuestas más sugerentes aquellas que consistían en que cada alumno tomara la medida con un referente propio de un objeto común y suscitar después la necesidad de “ponerse de acuerdo”.

(b) Masa:

El trabajo con la masa, la capacidad y la temperatura resultaba muy interesante porque permitía explotar en mayor medida los recursos que proporcionaba el laboratorio.

Para la percepción/comparación de la masa, las actividades diseñadas por los estudiantes giraban en torno a la idea de llamar la atención sobre el *esfuerzo* que se necesitaba para sostener diferentes objetos. Así, se sucedieron propuestas en las que se experimentaba cogiendo alternativamente objetos más pesados (sillas, cajas,...) y otros más ligeros o, mejor aún, cogiendo simultáneamente en una mano un objeto más masivo y otro menos masivo en la otra. Sin embargo, algunos grupos fueron un poco más allá y propusieron actividades de comparación muy sugerentes en las que se pedía, por ejemplo, estimar *a priori* si costaría más esfuerzo sostener un vaso lleno de harina o uno lleno de agua, planteando ya la disyuntiva entre masa y volumen. Por otro lado, la mayoría de los grupos que proponían sostener objetos diferentes en ambas manos a la vez tuvieron la habilidad de llevar la actividad hasta el punto de que la comparación directa se hacía muy difícil y motivaban así el uso del instrumento de medida (la balanza).

Para el trabajo con el principio de conservación, la mayoría de los grupos hicieron uso de la balanza. El prototipo de actividad diseñada consistía en coger dos cantidades iguales de magnitud (principalmente, dos bolas iguales de plastilina o una misma cantidad de polícubos) y equilibrar la balanza. A continuación se pedía que se deformara el material de uno de los platillos (deformando la bola de plastilina o cambiando la colocación de los polícubos) para llamar la atención sobre el hecho de que ciertas transformaciones dejan invariante la cantidad de masa (Figura 3).

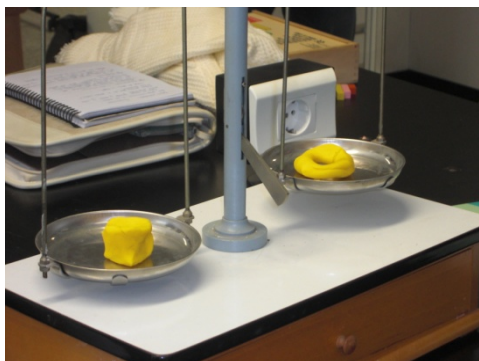


Fig. 3: Trabajando la conservación de la masa



Fig. 4: Midiendo con referentes no convencionales

En cuanto al uso de referentes no estándar, se usaron principalmente policubos (Figura 4), regletas o material de clase como bolígrafos o gomas de borrar, aunque algún grupo propuso alguna actividad más vinculada con hechos cotidianos, como medir una masa de azúcar o de harina empleando vasitos de yogur. Por último, al igual que en el caso de la longitud, la mayoría de los estudiantes fueron capaces de diseñar una transición muy adecuada entre el uso de referentes no estándar y el uso del Sistema Internacional. En este punto, el hecho de que las balanzas dispusiesen de un amplio juego de pesas de hasta 1g de precisión permitió plantear diversas actividades de conversión entre unidades comunes y no comunes.

(c) Capacidad:

Para trabajar la percepción/comparación de la capacidad los alumnos usaron, como era de esperar, recipientes de todo tipo de tamaños y formas: probetas, matraces, botellas, vasos de yogur, tarteras... La mayoría de las propuestas pasaban por plantear cuestiones sobre qué recipiente podría contener una mayor cantidad de agua. De cara a una finalización adecuada de estas actividades, las soluciones dadas por los distintos grupos fueron variadas: algunos no proponían una resolución satisfactoria que permitiese *comprobar* cuál era el recipiente de mayor capacidad, otros realizaban un trasvase de un recipiente lleno al otro para comprobar si sobraba o faltaba líquido en el segundo y algunos vaciaban simultáneamente los dos recipientes en el fregadero, proponiendo que aquél que tardase más en vaciarse tendría mayor capacidad. Esta última solución no es correcta, pues es claro que el tamaño de la boca del recipiente va a influir de modo decisivo en esto, pero cuando se les advertía al respecto los estudiantes lo comprendían y eran capaces de usarlo a su favor, descubriendo una propuesta que les permitiría hablar con sus alumnos sobre la relación entre capacidad y tiempo.

Por su parte, la mayoría de las actividades destinadas a trabajar el principio de conservación jugaban con recipientes de diferentes formas entre los que se iba trasvasando líquido. La mayoría de los estudiantes fueron conscientes de que se hacía preciso *revertir* los procesos para que la construcción del principio de conservación fuese realmente satisfactorio. Uno de los grupos, incluso, complementó la actividad usando colorante alimentario. Así, realizaban trasvases con líquidos de diferentes colores, provocando un efecto realmente bonito estéticamente y eficaz, haciendo que, más que nunca, el principio de conservación “entrara por los ojos” (Figura 5).



Fig. 5: Usando colorante alimentario para ilustrar el principio de conservación



Fig. 6: Midiendo la capacidad con referentes cotidianos

De cara a la medida de capacidades con referentes no convencionales se diseñaron actividades bastante variadas: desde las más “estándar”, como medir la capacidad de una probeta usando vasos como unidad (Figura 6), hasta otras más elaboradas como realizar

recetas de cocina usando recipientes de yogur como unidad. En particular, resultó muy sugerente una actividad en la que cada alumno debía cortar un vasito a la altura que desease, convirtiéndose ese nuevo vasito en la unidad de medida que debía emplear a continuación para preparar una receta de limonada que se le proporcionaba. Esto motivaría posteriormente la necesidad de una unidad común. Nos parece ésta una idea interesante que puede ser llevada más allá todavía: usando una unidad diferente para cada uno de los ingredientes podría hacerse más patente la necesidad del sistema estándar, pues se obtendrían limonadas más ácidas o más dulces, en otras palabras, esencialmente *distintas*.

(d) Tiempo:

El tiempo era con seguridad la magnitud que más dificultades ofrecía. El hecho de ser una magnitud tan abstracta e intangible hacía que trabajar aspectos como la percepción o la conservación no fuese algo tan evidente como en los demás casos. Sin embargo, podemos decir que el alumnado resolvió esta dificultad con bastante éxito.

Así, de cara a trabajar la percepción/comparación se diseñaron actividades como escuchar separadamente dos canciones y decidir cuál *duraba más*, hacer que dos niños caminasen por la clase a través de un recorrido diferente y decidir cuál *llegaba antes*, o vaciar simultáneamente dos botellas iguales y comprobar *cuál se vaciaba primero*.

El principio de conservación es, en efecto, difícil de ilustrar con la magnitud tiempo. Se trata de pensar en transformaciones que dejan invariante el tiempo. Una de las actividades más ocurrences que diseñaron los estudiantes consistió en tirar al suelo objetos de tamaños y masas variados para que los niños observasen que tardaban lo mismo en llegar al suelo, independientemente de la forma o la masa. Podría discutirse si esta experiencia pone realmente en relieve lo que conocemos como *Principio de Conservación* aplicado a la magnitud tiempo. Para el alumnado se trataba aquí de medir un proceso (el tiempo que tarda un objeto en recorrer una determinada distancia en caída libre) y observar que este tiempo es independiente de la masa o la forma del objeto.

En cuanto al uso de referentes no comunes para medir, algunos grupos proponían medir procesos contando palmas o pulsaciones, y algunos más hábiles fueron capaces de construir sus propios instrumentos de medida, como péndulos (Figura 7) o relojes de azúcar (Figura 8), usando entonces como unidades los ciclos asociados a estos instrumentos mecánicos.



Fig. 7-8: Construcción de un péndulo y un reloj de azúcar

(e) Temperatura:

Para trabajar la temperatura resultaron de gran utilidad un hornillo eléctrico y una tartera de los que se disponía en el laboratorio. Esto permitió calentar agua a diferentes temperaturas y

experimentar con ello. La mayoría de los grupos recurrieron también a la cafetería para hacerse con cubitos de hielo. Las actividades diseñadas fueron esta vez bastante similares: todas giraban en torno a la idea de varios vasitos iguales llenos de agua a diferentes temperaturas. Esto permitía trabajar fácilmente la percepción y comparación (Figura 9). Por su parte, la conservación se trabajaba trasvasando el líquido a otros recipientes de diferentes formas y tamaños y observando (por percepción directa) que la temperatura del agua no variaba con la forma.

La principal novedad (y dificultad) de la temperatura con respecto a las otras magnitudes trabajadas llegaba a la hora de medir. Los estudiantes mostraban dificultades a la hora de diseñar actividades porque no se les ocurría cómo *construir una unidad de medida de temperatura*. Obviamente, estaban pasando por alto el hecho de que la temperatura no es una magnitud extensiva, por lo cual las estrategias que sus compañeros llevaban a cabo para otras magnitudes no funcionaban en este caso. Generalmente fue necesaria la intervención del profesor en este momento, recordando precisamente el carácter no extensivo de la temperatura y que, por ese motivo, la medición convencional de esta magnitud se hacía empleando una escala. Con esta indicación los estudiantes ya fueron capaces de seguir adelante y diseñaron actividades en las que, en esencia, se construía una escala entera con varios “vasitos patrón” y después se les pedía a los alumnos que situasen físicamente en esa escala ordenada otros objetos atendiendo a su temperatura.

Finalmente, los termómetros del laboratorio permitían trabajar el sistema estándar de unidades de temperatura (Figura 10). Puesto que en la fase anterior habían propuesto la creación de una escala “de andar por casa”, los estudiantes fueron capaces en general de crear una buena motivación para introducir las unidades SI.



Fig. 9: Percepción de la temperatura

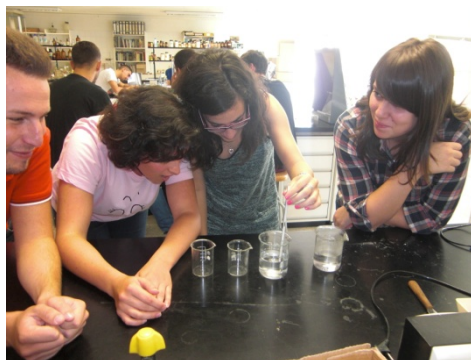


Fig. 10: Trabajando el sistema estándar de unidades de temperatura

3.2. Segunda sesión

La semana siguiente cada grupo puso en práctica las actividades que había diseñado. Cabe señalar que las propuestas no estaban pensadas como una unidad didáctica, pues, tal y como ya hemos comentado, el paso por cada una de las fases de aprendizaje de la medida no es ni lineal ni inmediato, sino que es un proceso que, para la mayoría de niños y magnitudes, puede durar años. Aún así, se les pidió a los estudiantes que, en la medida de lo posible, diseñasen actividades que no estuviesen aisladas, sino que pudiese observarse una continuidad que permitiera apreciar la transición natural entre las fases. La realidad es que no todos los grupos lo lograron y se observó bastante disparidad al respecto.

Durante la puesta en práctica de las actividades los estudiantes-docentes adaptaban su comportamiento y su lenguaje a la supuesta edad de los estudiantes-discentes, y les formulaban preguntas esperando que éstos respondiesen como hipotéticamente lo podría

hacer el alumnado de Primaria. Este juego era aceptado tácitamente por ambas partes para facilitar el desarrollo de la propuesta.

Previamente cada grupo, formado por unos 5 alumnos, debía resolver libremente la cuestión del reparto de roles. La mayoría optaron por distribuir las actividades para que cada uno presentase una a modo de docente, y también fue habitual que a la par otro miembro oficiase de narrador y explicase el objetivo perseguido con cada una de las actividades.

Al final de cada una de las exposiciones se abría el turno de las opiniones e intervenciones de los “observadores”, y por último el profesor valoraba la propuesta señalando los puntos fuertes y débiles y sugiriendo mejoras o correcciones (como ya señalamos, algunas de las propuestas no eran adecuadas, como la de comparar la capacidad de dos recipientes en función del tiempo que tardasen en vaciarse).

En consecuencia, esta segunda parte de la propuesta resultó muy rica en el sentido de que permitió trabajar el aprendizaje de la medida en varios registros o “niveles” (Figura 11):

- El registro del profesorado de Primaria: en el rol de docentes los estudiantes debían emplear un lenguaje específico, adaptado a los niños, y actuar de modo adecuado a este papel.
- El registro del alumnado de Primaria: en el rol de discentes los estudiantes “se comportaban como niños”, experimentaban ellos mismos con la medida y, en cierto modo, también aprendían. Ni que decir tiene que muchos de nuestros estudiantes de grado arrastraban concepciones erróneas en relación a las magnitudes y su medida, que reconstruyeron a lo largo del curso.
- El registro del estudiante de magisterio: aparecía cuando uno de los docentes adoptaba el papel de narrador y durante el epílogo de cada una de las presentaciones, cuando los estudiantes reflexionaban sobre la conveniencia de las actividades, hacían sugerencias y aprendían de los demás, ya no medida, sino *didáctica de la medida*.



Fig. 11: Una alumna dirige la actividad (docente), otros la experimentan (discentes) mientras los demás observan

4. Conclusiones

El objetivo principal que perseguía la propuesta era que el alumnado de grado tomase conciencia y manejase las distintas fases en las que se desarrolla el aprendizaje de la medida diseñando una serie de actividades realistas y adecuadas para llevar a cabo en un aula de Educación Primaria. Así se planteó a los estudiantes, sirviendo esto como hilo conductor de la propuesta, y podemos decir que el resultado fue en términos generales satisfactorio.

A título posterior, podemos analizar cómo contribuyó esta actividad en la formación del futuro maestro de Educación Primaria con una perspectiva más general. Siguiendo el esquema propuesto por Shulman [6], los futuros profesores deberían desarrollar un *conocimiento matemático* y un *conocimiento didáctico del contenido*, lo que en términos más coloquiales se podría enunciar como “saber matemáticas” y “saber enseñar matemáticas”. Sin duda, se puede decir que esta actividad permitió con bastante éxito al trabajo de ambos aspectos:

- En lo que respecta al conocimiento matemático, los estudiantes aprendieron *magnitudes y medida*. En el laboratorio se familiarizaron con las magnitudes más habituales, usaron instrumentos de medida (alguno nunca había utilizado una balanza, por ejemplo) y experimentaron con referentes no estándar. Esto contribuyó a que reconstruyeran sus conceptos de medida (que en muchos casos se limitaban al conocimiento de las unidades estándar).
- El conocimiento didáctico del contenido fue sin embargo el más trabajado. Los estudiantes reflexionaron sobre las fases de aprendizaje de las magnitudes y su medida, experimentándolas para que pasasen de ser una idea abstracta extraída de los manuales a ser un proceso *real*, observable, que surge de modo natural y que puede, por tanto, ser favorecido en las aulas de Primaria. Además, trabajaron la planificación y puesta en práctica de actividades, manejaron recursos cotidianos para ello y aprendieron a ensayarlas y cuestionarlas. Pudieron llegar a implementarlas, aunque fuese de un modo ficticio, y reflexionar sobre las posibles reacciones del supuesto alumnado, ensayando respuestas adecuadas y haciendo finalmente una autoevaluación de la labor docente.

Si tenemos en cuenta el marco conceptual inicial propuesto por el *Teacher Education and Development Study in Mathematics* (TEDSM) en [7], que se agrupa el conocimiento didáctico del contenido en tres grandes subdominios y se establece para cada uno de ellos una serie de contenidos, podemos apreciar que muchos de ellos fueron trabajados por nuestros estudiantes en el desarrollo de la actividad, como se muestra en el siguiente cuadro:

CURRÍCULO	PLANIFICACIÓN	IMPLEMENTACIÓN
Establecer objetivos de aprendizaje adecuados	Planificar o seleccionar actividades apropiadas	Analizar o evaluar las soluciones o los argumentos matemáticos de los estudiantes
Conocer diferentes formatos de evaluación	Elegir formas de evaluación	Analizar el contenido de las preguntas de los estudiantes
Establecer itinerarios y conexiones dentro del currículo	Predecir respuestas típicas de los estudiantes, incluyendo concepciones erróneas	Diagnosticar las respuestas típicas de los estudiantes, incluidas las concepciones erróneas
Identificar ideas clave en los programas de aprendizaje	Planificar métodos apropiados para la representación de ideas matemáticas	Explicar o representar los conceptos matemáticos o los procedimientos
Conocer el currículo de matemáticas	Vincular los métodos didácticos y los diseños de instrucción	Generar preguntas fructíferas

	Identificar los diferentes enfoques para resolver los problemas matemáticos	Responder a inesperados problemas matemáticos
	Planificar la enseñanza matemática	Realizar una retroalimentación adecuadas

Por último, nos gustaría destacar la respuesta positiva del alumnado, que en la mayoría de los casos realizó un trabajo muy notable, diseñando actividades bien pensadas y adecuadas, y mostrando gran interés durante las sesiones en las que se desarrolló la propuesta. El hecho de que la actividad fuese apenas dirigida, lo que en principio siempre supone una dificultad, se manifestó una vez más como un elemento muy positivo. Por otra parte, destacar que cuando el alumnado realizó esta propuesta ya había pasado por un primer período de prácticas escolares, en las que había tomado cierto contacto con el contexto real de lo que será su futura labor docente. Sin embargo, los estudiantes tienden a realizar una distinción radical entre lo que se trabaja en la facultad y lo que experimentan durante los períodos de prácticas, llegando a afirmar en ocasiones que ambos aspectos “guardan poca relación entre sí”, o directamente que “lo que se aprende en la facultad de poco sirve para la práctica docente”. Entendemos que este tipo de prácticas puede ayudar a mejorar estas percepciones e involucrar más positivamente al alumnado en nuestras materias.

Referencias:

[1] Chamorro, M. C. y Belmonte, J. M. (1988): "El problema de la medida: Didáctica de las magnitudes lineales ". Síntesis. Madrid.

[2] Frías, A. et al. (2001): "Introducción a las magnitudes y la medida. Longitud, masa, amplitud y tiempo". En Castro, E. (Ed.): Didáctica de la matemática en la educación primaria. Síntesis, 477-502, Madrid.

[3] Godino, J. D., Batanero, C. y Roa, R. (2002): "Medida de magnitudes y su didáctica para maestros". Proyecto Edumat-maestros. Universidad de Granada, disponible online en www.ugr.es/~jgodino/.

[4] González, M^a J.; Gómez, P. (2011): "Magnitudes y medida. Medidas directas". En Isidro, Á; Rico, L. (Coords.): Matemáticas para maestros de Educación Primaria. Pirámide, 350-373, Madrid.

[5] Piaget, J. (1978): "El desarrollo de la noción de tiempo en el niño". Fondo de Cultura Económica. México.

[6] Shulman, L. S. (1987): "Knowledge and teaching: foundations of the new reform ". Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.

[7] Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S., Ingvarson, L., Peck, R. y Rowley, G. (2008): "Teacher Education and Development Study In Mathematics (TEDS-M): policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics. Conceptual framework". East Lansing, MI: Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University.

ⁱ Cabe recordar que el manejo de la magnitud tiempo lleva consigo el dominio de procesos que, aunque relacionados, son esencialmente diferentes. Piaget los clasifica en: ordenación de sucesos causales, duración de intervalos entre sucesos, sucesión de acontecimientos percibidos, simultaneidad de sucesos, igualdad de sucesos sincrónicos y encaje de sucesos [5].