

¿CABE UN GATO POR DEBAJO DE ESTA CUERDA? UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS EN ACTIVO

Miguel Á. Montes Navarro, *Universidad de Huelva (Huelva)*

RESUMEN

En esta comunicación se describe una experiencia de formación de maestros en activo, desarrollada durante el curso de Adaptación a Grado de Educación Primaria. En este contexto, se planteó a los maestros (la mayoría en activo) asistentes al curso un problema matemático, sobre el cual se pidió que establecieran reflexiones basadas en la pregunta ¿Qué debo saber como maestro para tratar este problema en el aula?, desglosadas en seis tareas, inspiradas en un modelo de conocimiento profesional desarrollado con propósitos investigadores, fomentando así la transferencia investigación-escuela.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, tras la implantación de los estudios de Grado, existe un auge los cursos de actualización profesional para maestros, esto es, cursos en los que maestros egresados en las antiguas diplomaturas pueden obtener un título de grado cursando algunas asignaturas que permiten convalidar ambas titulaciones. Este es el caso de la Universidad de Huelva, donde se imparte un curso intensivo, en el que alrededor de 60 maestros especialistas (en música, educación física, o idiomas), obtienen el título de Graduado en Educación Primaria. En particular, estos alumnos han de cursar una asignatura semipresencial intensiva de 45 horas de didáctica de las matemáticas.

Cuando se planteó el diseño de esta asignatura, se decidió tener en cuenta que los estudiantes iban a ser maestros en activo, por lo que carecía de sentido, a ojos de los diseñadores, intentar que fuera una docencia de tipo transmisivo, tanto por no ser ese tipo de enseñanza la que se entendía que debe darse como ejemplo, como por la actitud que pudieran tener los maestros ya egresados, algunos con más de 20 años de experiencia, con un profesor de ese tipo. Por tanto, se decidió desarrollar un curso donde los agentes de la creación de conocimiento fueran los propios maestros.

Asimismo, en el seno del grupo de profesores de la Universidad de Huelva que diseñó el curso, existe una preocupación por varios elementos:

- La transferencia investigación-formación, cuya existencia a nivel formal (o programático) es escasa.
- El conocimiento especializado del maestro de primaria en matemáticas, que es el foco de la investigación que se desarrolla dentro del curso, en pos de su comprensión y mejora.
- La formación matemática de los maestros, que tiende a abarcar una matemática formal, mientras que conocimiento de índole didáctico-matemático habitualmente se obtienen a través de la práctica.

- La reflexión, que entendemos que es, y debe ser el elemento articulador del desarrollo profesional del maestro (en particular en matemáticas), y por tanto, de su desarrollo del conocimiento.

Inspirados en esta filosofía de trabajo, desarrollamos la experiencia que se muestra a continuación, en la que invitamos a los profesores a reflexionar sobre un problema de manera lo más exhaustiva posible.

2. ¿CABE UN GATO POR DEBAJO DE ESTA CUERDA?

Se planteó a los maestros-estudiantes el siguiente problema: *Imagina que tienes una cuerda tensada alrededor de la Tierra por el Ecuador. Si añades 10 metros a esa cuerda, y la tensas de manera que quede uniformemente distanciada de suelo, ¿cabe un gato por debajo? (En algunos casos se añade el dato de que la longitud del Ecuador es de 40.000km).*

Esta situación (Northrop, 1981; Escudero-Ávila, Flores-Medrano, 2012), tiene el potencial de generar una variedad de preguntas amplísima para el desarrollo de la fase de comprensión (Polya, 1945) del mismo. Algunas de las preguntas previsibles son:

¿Cómo situamos la cuerda? ¿Qué pasa con las montañas, océanos, y ciudades (y orografía en general)? ¿El gato, es un gato real?

Sin embargo, antes de estas preguntas, es habitual que una persona que se enfrente a este problema se lance a resolverla: *“No, no cabe, ya que 10 metros es muy poco, y hay que repartirlo por toda la superficie terrestre”* (Respuesta real dada por un maestro en activo). Esta respuesta está basada en una aproximación intuitiva a la proporcionalidad entre las tres magnitudes, 40.000 kilómetros de longitud del Ecuador, 10 metros, y la altura de un gato, así como en la idea de que los 10 metros han de repartirse de alguna manera entre los 40.000 kilómetros de longitud del Ecuador.

Entra en juego entonces el gestor de la tarea, que demanda argumentos formales, matemáticos, para introducir a los resolutores en un proceso de modelación matemática, en el que están involucrados elementos matemáticos de diferente naturaleza: circunferencia y su longitud (o corona circular), cambio de unidades en magnitudes del S.I., o uso adecuado de expresiones algebraicas para aproximarse a una situación matematizable.

Finalmente, una vez alcanzada la solución, es habitual que el resolutor dé como tal la altura de separación de la cuerda respecto de la Tierra, olvidándose de la naturaleza del problema, cuyas respuestas pueden ser “sí” o “no”. Más aún, cuando se llega a la respuesta correcta “sí cabe”, no son extrañas afirmaciones como *“Me sale que sí, pero no puede ser, no es lógico”*.

3. ¿QUÉ TENGO QUE SABER CÓMO MAESTRO?

Con base en el modelo de conocimiento especializado del profesor de matemáticas desarrollado por Carrillo, Climent, Contreras y Muñoz-Catalán (2013), y de acuerdo a la importancia que atribuimos a la reflexión como clave para la maduración del

conocimiento del profesor, generamos una tarea cuyo título es: ¿Qué tengo que saber como maestro para llevar este problema al aula?

Esta tarea, muy genérica en su formulación, se concretaba en seis preguntas a las que responder:

- *¿Qué debo saber acerca del tema matemático que está involucrado en esta situación? (Resuelve el problema para iniciar la respuesta a esta pregunta)*

Esta pregunta está planteada como introducción, llevando a los maestros a resolver el problema, y a plantearse qué, de los elementos matemáticos involucrados en dicha resolución, es necesario que conozcan, que deben ser más que los meramente explícitos para minimizar las situaciones de contingencia a las que no sepan enfrentarse.

En este problema concreto intervienen elementos de la geometría plana, como la longitud de la circunferencia, las coronas circulares (en algunas aproximaciones), y la modelización matemática, en la que es necesario discriminar los elementos que no se considerarán, por ejemplo, de la orografía de la tierra, para hacer una matematización de la tierra como esfera. Asimismo, cuando no se añade el dato de la longitud de la circunferencia del Ecuador, es necesario conocer cómo organizar las expresiones algebraicas para permitir que los elementos comunes se vayan cancelando.

- *¿Con qué otros contenidos se relaciona esta situación? ¿Qué contenidos sustentan a los que se abordan explícitamente?*

Se pretende con esta pregunta que los alumnos desarrollen una cierta comprensión estructural de la matemática involucrada en este problema, obteniendo una visión del territorio matemático cercano (Kilpatrick, 2008). En este caso, es necesario para el maestro conocer la implicación, en el problema, de las unidades del Sistema Internacional de medida, y su conversión. Asimismo es necesaria un manejo adecuado de expresiones algebraicas, así como de la aritmética con números decimales. Según el tipo de aproximación que se haga en el aula, el número "pi", tendrá una mayor o menor relevancia.

- *¿Cómo puedo saber si lo que un alumno establece es verdad o no? ¿Qué tipo de estructura de razonamiento sigue la situación/problema?*

Esta pregunta está orientada a la reflexión del profesor acerca de los criterios de validez que pueden usarse en este problema. Así, habrá de justificar la validez (o no validez) de los razonamientos intuitivos. Esta pregunta se propone para que los maestros se hagan conscientes, si no lo son ya, de que la resolución de problemas, en un contexto educativo, no tiene como fin dar la solución al problema, sino usar el proceso de resolución como contexto de aprendizaje. Asimismo, se pretende que reflexione sobre la estructura de resolución del problema, en pos de fomentar su comprensión acerca de las fases en la resolución de problemas, o las estrategias heurísticas usadas.

- *¿Cómo llevaría esta situación a un aula?*

Al ser la profesión de los estudiantes del curso la docencia, esta es una pregunta natural, sobre cómo desarrollar este problema en un aula. En este sentido, una alumna propuso: *“Experimentaría con pelotas de diferentes tamaños, para que buscaran la relación, y pudieran generalizar al caso de la Tierra”*. Una reflexión profunda sobre esta aproximación llevó, en este caso, a trabajar el problema desde una perspectiva algebraica, lo cual permitió generar la discusión sobre por qué, sea del tamaño que sea el objeto redondo a rodear, la cuerda, al añadirle 10 metros, “sube” la misma cantidad.

La respuesta a esta pregunta estará íntimamente relacionada con la forma de comprender cómo ha de ser la docencia, de las matemáticas en particular, en el contexto del aula. Ciertos profesores proponen alternativas más tradicionales, donde simplemente explican el problema. Otros, como la alumna anterior, intentan desarrollar el problema desde una perspectiva investigativa. Una aproximación frecuente a la respuesta a esta pregunta es proponer usar globos terráqueos, y rodearlos con cordones de zapatos o trozos de cuerda, de manera que los alumnos tengan que identificar el Ecuador, haciendo un uso auxiliar de elementos propios de las Ciencias Naturales.

- *¿Cómo interactuarían los alumnos con esta situación?*

En esta pregunta se pide a los maestros que observen el problema desde la perspectiva de cómo sus alumnos podrían enfrentarse a él. Resultó interesante que una maestra le propuso a una de sus alumnas que lo resolviera, para aprender a través de la experimentación, obteniendo como resultado que esta alumna concreta pudo hacer el problema completo, a falta de algunos cálculos, en los que intervenían números decimales. Esta aproximación, junto a otras derivadas de la consulta de diversas fuentes bibliográficas, permitieron posteriormente a los maestros reflexionar sobre las cuatro preguntas anteriores, generando un proceso cíclico de reflexión cuyo resultado fue el enriquecimiento, tanto del conocimiento de los maestros, como de sus capacidades reflexivas.

- *¿Qué indican los referentes estandarizados que pueda estar relacionado con esta situación?*

Con esta pregunta se pretende que los maestros miren el problema desde su perspectiva en el marco curricular, a diferentes niveles, desde lo establecido en el Real Decreto en vigor, hasta la concreción de los programas del centro en el que imparten clase, para que puedan justificar de manera razonada su abordaje en un nivel concreto de Educación Primaria. Este apartado se plantea también para que los maestros consulten otro tipo de referentes estandarizados, para familiarizarse con ellos, como los estándares de la NCTM (2000), o los *common core state standards* de la SSI (2009). Estos documentos aportan a los maestros una visión más completa de qué puede (o debe) aprenderse en un determinado nivel educativo. El análisis de este problema les puede llevar a darse cuenta de que, pese a parecerles más complejo de lo que un alumno pudiera aprender en Primaria, es perfectamente abordable en dicho nivel educativo.

Finalmente, se hace una última pregunta, transversal a las anteriores, que lleva a los profesores a reflexionar sobre sí mismos como agentes del proceso de enseñanza/aprendizaje, y sobre la coherencia de su identidad personal como profesores

con sus acciones en el aula: *¿Reflejan mis respuestas anteriores mi forma de entender la matemática, su enseñanza y su aprendizaje?*

Esta pregunta les lleva a plantearse cómo entienden que debe ser la enseñanza de la matemática, y el aprendizaje de la misma, así como la propia naturaleza de la propia disciplina. Así, en multitud de ocasiones, se hacen conscientes de aquellos elementos más o menos consistentes en su práctica docente, y aquellos que reflejan mejor o peor su identidad como profesores de matemáticas.

4. REFLEXIONES FINALES

El diseño de experiencias para maestros en activo, y su puesta en práctica, es un desafío que creemos debe ser afrontado en el contexto educativo actual. Creemos incompatible con los intereses de los maestros y con la casuística general de la formación de maestros en activo, una enseñanza centrada en el formador de maestros. Problemas como este "*problema del gato*", con un guión de reflexión que haga conscientes a los maestros de la multitud de elementos sobre los que se puede reflexionar en un problema, así como el nivel de profundidad a la que se puede llegar en esta reflexión, nos permiten dar a los maestros herramientas para preparar aquellos problemas que van a abordar en clase con profundidad, y más aún, de forma autónoma, de manera que sean ellos mismos quienes decidan en qué aspectos quieren centrarse.

Asimismo, la valoración de los maestros que se enfrentan a esta tarea suele ser positiva, reconociendo lo útil de este enfoque, así como lo diferente de la perspectiva respecto de sus experiencias previas, en las que los esfuerzos iban dirigidos a alimentar ciertas parcelas aisladas de su conocimiento, frente a lo que se pretende con lo aquí mostrado, que es dar una formación holística, alimentando los diferentes tipos de conocimiento que un maestro necesita de forma conjunta. Asimismo, la adaptación a la dinámica de reflexión, con la autonomía y la reflexión como ejes, pese a requerir cierta adaptación, lleva a los maestros a autorregular sus esfuerzos, lo cual les permite compatibilizar este esfuerzo de comprensión con sus actividades laborales habituales.

Finalmente, queremos remarcar el proceso de diseño de esta dinámica, y la replicabilidad de esta dinámica. En el curso completo, se plantean siete tareas como esta, cada una con gran riqueza matemática y didáctica, y con el potencial de sacar de los alumnos reflexiones útiles y diferentes de las que suelen hacer.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por el proyecto "Caracterización del Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas" (EDU2013-44047P), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRILLO, J., CLIMENT, N., CONTRERAS L.C., & MUÑOZ-CATALÁN, M.C. (2013). Determining Specialised Knowledge for Mathematics Teaching. En B. Ubuz, C. Haser, & M.A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of CERME 8* (pp. 2985-2994). Antalya, Turquía: ERME.

- STATE STANDARDS INITIATIVE (2009). *Common Core State Standards*. Columbus, Ohio.
- ESCUADERO-ÁVILA, D., FLORES-MEDRANO, E. (2012). El gato. En R. M. Farfán (Ed.), *El desarrollo del pensamiento matemático y la actividad docente*, pp. 94-100. Gedisa: México.
- KILPATRICK, J. (2008). A Higher Standpoint. In C. Batanero, G. Burril, C. Reading, A. Rossman (Eds.) *Proceedings of ICME 11* (pp.26-43). Monterrey: México.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.
- NORTHROP, E. (1981). *Paradojas Matemáticas*. UTEHA.
- PÓLYA, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.