



Estudio del sistema documental de una profesora de primaria para enseñar estimación y medición de longitudes

Marisol **Santacruz** Rodríguez
Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN
México-Colombia
msantacruzr@cinvestav.mx
Ana Isabel **Sacristán** Rock
Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN
México
asacrist@cinvestav.mx

Resumen

Presentamos algunos resultados de un investigación reflexiva en la cual se hizo seguimiento al trabajo documental de varios profesores de primaria en Colombia, buscando analizar su selección, apropiación y uso de recursos digitales en su práctica docente. Para ello, desarrollamos un instrumento metodológico: una técnica que promueve la introspección y reflexión por parte de los docentes. En este trabajo nos centramos en el caso de una profesora de grado quinto, enfocándonos en el análisis de la selección que esta docente hace de los recursos para enseñar la estimación y medición de longitudes. A través de la introspección y reflexión de esta profesora en situaciones específicas (utilizando el instrumento arriba mencionado), pudimos definir su sistema documental, analizar sus acciones y conocimientos profesionales al interactuar ella con los recursos digitales, e inferir su esquema de selección de dichos recursos para enseñar magnitudes y medidas en grado quinto.

Palabras clave: sistema documental, investigación reflexiva, enseñanza de las magnitudes y su medida, selección de recursos digitales, educación primaria.

Introducción

El desarrollo de Internet y la pujante digitalización de la sociedad deberían impactar el trabajo de los profesores: por ejemplo, el acceso, relativamente fácil y rápido, a recursos para la enseñanza, nuevas maneras de comunicarse con sus estudiantes y diversas formas de trabajo colaborativo entre colegas (Pepin et al, 2017), ilustran cambios potencialmente sustanciales en la práctica para la enseñanza de las matemáticas de los profesores, así como algunas modificaciones al currículo, la evaluación, el aprendizaje y las prácticas de aula (Remillard, 2005).

Estos cambios deberían requerir la emergencia de nuevos conocimientos profesionales de los profesores sobre los recursos y cómo usarlos en sus clases. En un esfuerzo por analizar estos conocimientos profesionales de los profesores en interacción con los recursos, en nuestra

investigación nos proponemos estudiar los procesos de selección de recursos digitales (y los conocimientos profesionales asociados), que hacen profesores de primaria (en Colombia) para la enseñanza de la geometría. Para esto, realizamos estudios de casos con profesores de diversos grados (en particular, de grado quinto), a partir de entrevistas y observaciones de sus clases. En este artículo, nos centramos en el análisis de los conocimientos profesionales de una profesora de grado quinto (Sonia) cuando seleccionó recursos (digitales) para enseñar la estimación y medición de longitudes.

Marco teórico

El principal referente de nuestro trabajo es la Aproximación Documental de la Didáctica (Trouche, Gueudet & Pepin, 2018), la cual consiste en un enfoque teórico y metodológico que se ocupa primordialmente del estudio del trabajo de los profesores con los recursos y su desarrollo profesional. Su punto de vista parte de considerar los recursos (Adler, 2000) como elementos fundamentales de los sistemas documentales que desarrollan los profesores en su práctica. El sistema documental de un profesor (Gueudet & Trouche, 2009) es donde éste organiza los recursos que usa, e incluye los conocimientos profesionales (esquemas de utilización) que el docente tiene sobre esos recursos durante su trabajo documental (en contextos específicos) a lo largo del tiempo (Gueudet & Trouche, 2008).

El trabajo documental (Gueudet & Trouche, 2009) se refiere al desarrollo del sistema documental del profesor, involucrando las distintas interacciones que tiene éste con los recursos que usa (e.g. libros de texto, dispositivos digitales, representaciones, conceptos matemáticos, discusiones con otros colegas, reflexiones en clase, plataformas educativas, etc.) en distintas situaciones: búsqueda, selección, adaptación, re-diseño y uso de los recursos (en clase o fuera de ella). Estas dinámicas del trabajo documental pueden llegar a redimensionar los conocimientos profesionales de los profesores; por ejemplo, cuando participan en redes sociales (con distintas motivaciones) y desarrollan nuevas formas de organización del conjunto de recursos que usan (e.g. en sus computadoras personales o en plataformas como Google).

Para analizar los conocimientos de los profesores en situaciones profesionales específicas (e.g. la selección de recursos para su clase) tomamos en cuenta la idea de esquema (Vergnaud, 1997); esta idea permite analizar los conocimientos profesionales involucrados en los sistemas documentales de los profesores. Los esquemas corresponden a organizaciones invariantes de la actividad (profesional) del profesor la cual depende de la situación y de la experiencia del profesor. Un esquema consta de: metas y anticipaciones; reglas de acción; invariantes operatorias e inferencias (Vergnaud, 1997).

En nuestro trabajo buscamos identificar los esquemas organizadores que los profesores de primaria desarrollan para seleccionar los recursos (digitales) que usan en sus clases de geometría. En este escrito presentamos el análisis del caso de la profesora Sonia, maestra de grado quinto de una escuela pública, mixta y urbana en Colombia, quien nos permitió acceder a su aula con el propósito de caracterizar su proceso de selección de recursos (digitales) mediante la identificación de su sistema de recursos e inferencia de su esquema de selección de recursos para enseñar estimación y medidas de longitud.

Metodología

Esta investigación se interesa en el estudio de casos de profesores de primaria (en Colombia) que enseñan geometría, integrando recursos digitales. Para ello, tuvimos en cuenta algunos principios

de la investigación reflexiva (Guin & Trouche, 2007), mediante la cual se promueve la mirada retrospectiva de los profesores respecto a su propia práctica (es decir, sus interacciones con diversos recursos: su “trabajo documental”). Los elementos de la investigación reflexiva (Guin & Trouche, 2007) que utilizamos fueron: el seguimiento del trabajo documental de los profesores participantes (dentro y fuera de la clase) durante un tiempo prudente (tres meses en el caso de la maestra Sonia que reportamos abajo); el uso de una bitácora por parte de los profesores; y la elaboración, por parte de cada profesor, de representaciones esquemáticas del conjunto de recursos que usa (mapa de recursos), así como de su ruta de selección de dichos recursos, entre otros aspectos.

Para lo anterior y para recabar datos, además de tomar en cuenta las planeaciones de clases y bitácoras de los profesores, se llevaron a cabo observaciones de clase (*in situ*), con atención particular en los recursos que el profesor usa; así como entrevistas con cada profesor donde se promovía su reflexión y se le ayudaba a elaborar sus representaciones esquemáticas (mediante la aplicación de una “técnica de introspección” que presentamos abajo). Cabe señalar que no hubo ningún tipo de intervención en la práctica en el aula de los profesores participantes, ni tampoco trabajo de formación con ellos, aunque el trabajo reflexivo durante las entrevistas implica un análisis de los profesores de su propia práctica.

Desarrollo de nuestra técnica de introspección

Como se mencionó anteriormente, una de las características de nuestro estudio fue el desarrollo de una técnica de introspección como instrumento metodológico de investigación; dicha técnica fue diseñada para definir lo que llamamos “ruta-recorrida” a través de promover la reflexión de cada profesor. El propósito de esta técnica es recabar información sobre la práctica de cada profesor (además de ayudarnos a organizar y analizar los datos), considerando su contexto, así como su “historia” (Vollstedt, 2015). Para determinar cada “ruta-recorrida”, el uso de la técnica consistió en “estimular” la reflexión de cada profesor, durante las entrevistas, a partir de información (textual u audiovisual) tomada de su propia práctica (e.g. videgrabaciones de sus clases), que le permitió evocar (*a posteriori*) sus acciones, pensamientos y acciones en un momento o actividad específica.

Particularmente, nosotros estábamos interesados en que cada profesor re-construyera su proceso de selección de recursos, por tanto, le pedíamos que representara esquemáticamente dicho proceso y lo acompañara de sus explicaciones verbales. Los profesores siempre estaban enterados del propósito de la investigación y del funcionamiento de la técnica de introspección; además se les invitaba a que profundizaran en la reflexión sobre su práctica como un ejercicio profesional importante.

Como en nuestro estudio nos enfocamos en el proceso documental de selección de recursos, priorizamos todas las interacciones en las cuales los profesores (participantes en la investigación) aludían directa o indirectamente sobre este tema. Para esto, grabamos las entrevistas, clases y demás interacciones de cada profesor con los investigadores, tomamos fotografías de escenas, recursos usados por el profesor o recolectamos materiales usados (e.g. páginas web, fotocopias, etc.). Los datos fueron clasificados de acuerdo a cuánto aludían a nuestro tema de interés (i.e., la selección de recursos para la clase); posteriormente, las entrevistas y grabaciones fueron transcritas, segmentadas, codificadas y analizadas por los investigadores para elegir los extractos de la información que se presentarían a los profesores para estimular su reflexión (Vollstedt, 2015).

A posteriori (una semana después, generalmente), se llevó a cabo la presentación a cada profesor de los extractos de información elegidos (extractos de videos, de fotos, de las planeaciones de clase, etc.). Esos extractos se relacionaban con nuestro tema de interés: episodios de clase, de la planeación de la clase o alguno de los recursos que seleccionó para su clase. Cuando el profesor interactuaba con esos extractos de información enfocados al tema de nuestra investigación, se le pedía que escribiera, conversara y realizara una representación esquemática (mapa o diagrama) de la ruta que recorrió para seleccionar determinados recursos para su clase. Las producciones de los profesores (e.g. rutas-recorridas, mapas, diagramas, textos, conversaciones), obtenidas mediante su trabajo reflexivo e introspectivo, son de un gran valor metodológico para nosotros ya que constituyen un recuerdo estimulado (Calderhead, 1981) que evoca acciones particulares respecto a nuestro tema de interés. En este artículo ejemplificamos el uso de la técnica de introspección en el caso de la profesora Sonia, así como su proceso documental para seleccionar recursos.

La profesora Sonia y su sistema de recursos para enseñar geometría

Los principales criterios de elección de la profesora Sonia como sujeto de investigación, fueron: su participación voluntaria, su interés en la enseñanza de la geometría y el uso de recursos digitales en sus clases. Al respecto debemos notar que la profesora Sonia es normalista y licenciada en educación básica con énfasis en matemáticas; tiene una experiencia de 11 años en la docencia, todos en educación primaria, de los cuales, los tres últimos años ha enseñado grado quinto en la escuela en la que trabaja actualmente.

Durante su experiencia, Sonia ha consolidado un sistema de recursos variado, que incluye: un conjunto de textos escolares con sus correspondientes guías del profesor, talleres (fotocopias) para estudiantes que ella misma diseña o adapta, recursos curriculares institucionales, presentaciones de diapositivas (que incluyen imágenes, links o videos). Cada año, dependiendo de las necesidades educativas de sus estudiantes, Sonia gusta de revisar los recursos que tiene disponibles y los va modificando. Una de las características que Sonia resalta, en su sistema de recursos, es la necesidad de digitalizar (en su computador personal) la mayor parte del material que usa; en su opinión, eso le facilita su organización, búsqueda, acceso y adaptación:

Sonia: Para mi es importante que los niños y los padres de familia vean un trabajo bien hecho. Si les voy a dar un taller, que no sea cualquier fotocopia sino un material organizado, con los logos de la escuela y bien presentado, hecho en computador... y cambiarlo según lo que necesito. [Luego] le pongo más preguntas o le quito otras, o le meto más indicaciones. (Fragmento de entrevista).

Para Sonia, la elaboración del mapa o representación esquemática del conjunto de recursos que usa (i.e. su sistema de recursos), resultó ser para ella una actividad importante ya que, en su opinión, resumía la planeación de la clase. Se dio cuenta que poder determinar qué recursos usar, cuándo y cómo, eran algunas de sus objetivos al planear la clase. Las representaciones esquemáticas (mapas) de Sonia sobre su sistema de recursos variaron mucho a lo largo del tiempo, dependiendo de los elementos que ella iba considerando. Por ello categorizamos esas distintas versiones de sus mapas de recursos, en tres niveles: (i) Un nivel meta: compuesto por recursos generales; esos que son fundamentales para la enseñanza (e.g. recursos curriculares, el pizarrón, cuadernos de los estudiantes, etc.); (ii) Un nivel macro: recursos especializados en la enseñanza de la geometría (e.g. regla y compás, geometría dinámica; y (iii) Un nivel micro: recursos muy enfocados a un situación particular, sea un tema específico de enseñanza o una

problemática respecto al aprendizaje (e.g. un *applet*, un video, una hoja de trabajo o taller).

Esta clasificación del sistema de recursos de Sonia corresponde a sus intencionalidades y maneras de organizar la enseñanza, considerando aquellos elementos que ella toma en cuenta para planear su trabajo. La planeación es, para Sonia, una actividad fundamental que le permite prever la temática a trabajar, los recursos a usar y las estrategias de enseñanza. En la representación esquemática, o mapa, que Sonia hizo de su sistema de recursos para enseñar geometría (ver Figura 1) podemos analizar varios elementos: el primero es que, para Sonia, esta representación corresponde a un nivel macro; el segundo, la existencia de ligas entre varios elementos de su sistema, y, el tercero, la explicitación del sentido y usos de algunos de los recursos allí representados.

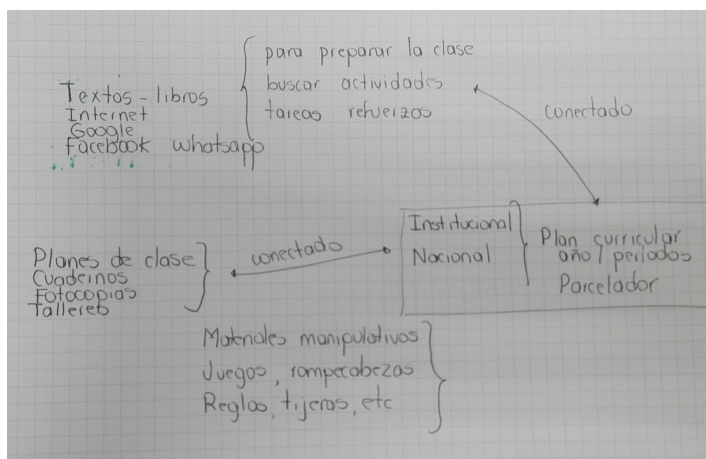


Figura 1. Mapa de recursos de Sonia (nivel macro).

Sonia organiza los recursos que usa en cuatro grandes categorías: (i) recursos para planear (sea la clase o actividades específicas); (ii) recursos curriculares; (iii) materiales manipulativos (e.g., escuadra, compás, etc.); y (iv) recursos para apoyar el aprendizaje de los estudiantes (e.g. hojas de trabajo, talleres, fotocopias). En esta organización de su sistema de recursos es posible analizar la manera como Sonia concibe su trabajo documental.

Al respecto, un aspecto interesante antes mencionado, son las conexiones o ligas que relacionan algunas categorías del sistema. Inicialmente, Sonia no consideraba este tipo de relaciones, pero posteriormente, y a través de su ejercicio de reflexión, pudo darse cuenta de la influencia o correspondencia entre grupos de recursos. Al respecto, Sonia señala, de manera explícita, las relaciones entre recursos curriculares-recursos para planear-recursos dirigidos a los estudiantes; en estas conexiones son evidentes las maneras en que Sonia considera la retroalimentación entre distintos grupos de recursos y sus posibilidades de evolución.

Como parte de nuestro análisis, también tuvimos en cuenta el papel que Sonia le asigna a los recursos digitales en su sistema; aparecen éstos, de manera explícita, en la categoría “recursos para planear”; esto nos permite entrever que la profesora prioriza su interacción con los recursos digitales cuando está pensando en seleccionar y adaptar actividades para sus estudiantes. También es llamativa la aparición de algunas redes sociales en esta misma categoría, como espacios de interacción con colegas y mediante los cuales se puede compartir información y materiales.

El proceso de selección de recursos (digitales), de la profesora Sonia

En nuestro análisis consideramos la re-construcción del proceso de selección de recursos de Sonia, poniendo especial énfasis en los recursos digitales. Analizamos el tipo de recursos que Sonia selecciona para su clase y propone a sus estudiantes respecto a un tema específico: la estimación y medición de longitudes. Sonia escogió este tema gracias a que correspondía a temas del currículo y porque le parecía una excelente oportunidad para el uso de recursos.

En una primera clase, Sonia le propuso a sus estudiantes algunas actividades de estimación de longitudes mediante comparaciones de líneas con igual longitud (aunque distinta forma); posteriormente introdujo el uso de la cinta métrica pidiendo a los niños que agregaran marcas a una tira de papel. Hasta ese momento, Sonia priorizaba el uso de manipulativos; sin embargo, en la siguiente clase Sonia decidió introducir algunas ideas del sistema métrico decimal, momento en el cual consideró usar recursos digitales. En la siguiente clase, Sonia propuso un *applet* en GeoGebra para que los estudiantes experimentaran con la medición de longitudes (<https://www.geogebra.org/m/qYHjHDAf>) usando una regla graduada.

Consideramos que los principales criterios de Sonia para la selección del *applet* fueron de orden didáctico-cognitivo: la visualización, la aplicación de las equivalencias y la interacción estudiantes-recursos. Sonia realizó la búsqueda de ese *applet* en un portal especializado de recursos de GeoGebra, haciendo una búsqueda concienzuda acerca del tipo que quería encontrar. Para profundizar en la manera en que Sonia seleccionó ese recurso, utilizamos nuestra técnica de introspección (ver Figura 2).

Para la elaboración de su “ruta-recorrida”, le propusimos a Sonia representar su proceso de selección del *applet* usado específicamente en su clase. Para nosotros era necesario que la ruta correspondiera a una situación muy particular con el propósito de poder inferir un posible esquema en las acciones de Sonia. Por tanto, le proporcionamos a Sonia el video de la sesión en la cual ella buscó el recurso por Internet, lo seleccionó y lo adaptó para su clase. La Figura 2 muestra la ruta-recorrida que Sonia propuso en esta situación específica.

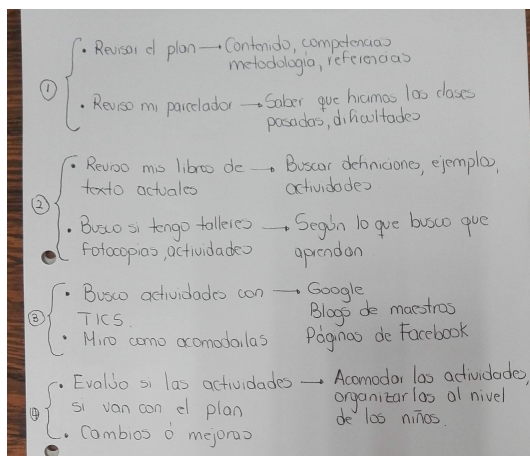


Figura 2. Ruta-recorrida propuesta por Sonia.

Mientras nos explicaba la ruta, Sonia agregaba detalles al mapa, como la numeración y algunas explicaciones. En esta ruta es notorio el interés de Sonia por organizar sus acciones en bloques de actividades consecutivas que parten de considerar los lineamientos que le ofrecen los recursos curriculares que usa habitualmente, su bitácora o seguimiento de clases y los libros de texto. Para

Sonia es importante ubicar su selección de acuerdo a lo que ya ha hecho anteriormente y hacia dónde quiere avanzar con sus estudiantes.

La situación de selección de Sonia es bastante específica: buscó un recurso digital que complementara un trabajo que ya venía realizando en clase y que se articulara con la hoja de trabajo para los estudiantes, ya prevista. Sus criterios de selección fueron bastante específicos en dos aspectos: (i) la demanda cognitiva del recurso digital y (ii) las necesidades educativas de sus estudiantes. De allí que sus anticipaciones se relacionaran con el repositorio en el cual buscó el recurso, en términos de las calidades ergonómica (el diseño del recurso) y didáctica (la situación que el recurso le propone a los estudiantes).

Así pues, las reglas de acción propuestas por Sonia se pueden organizar en dos categorías: tener en cuenta las necesidades educativas de sus estudiantes y la del recurso. Sonia es consciente que probablemente puede encontrar recursos muy interesantes que pueden exceder la capacidad de sus estudiantes y que serían contraproducentes para su aprendizaje; ella buscó un recurso que afianzara lo que los niños ya sabían y que les permitiera avanzar un poco más.

Las invariantes operatorias de Sonia exhiben sus conocimientos curriculares, didácticos y matemáticos. Su insistencia en el papel de la estimación, de la equivalencia, el sentido de las unidades y el uso de geometría dinámica, muestran su interés por focalizar su enseñanza en aspectos que ella considera centrales y que van mucho más allá de aprender fórmulas. Finalmente, Sonia considera que el uso de recursos digitales puede llegar a ser un elemento importante para atender las dificultades de estudiantes con bajo desempeño escolar. Esta inferencia se deriva del interés explícito de Sonia por atender las necesidades educativas de sus estudiantes y su experiencia trabajando con este tipo de recursos.

Conclusiones y comentarios finales

Como se mostró arriba, mediante nuestros instrumentos metodológicos de investigación (los que nos ayudaron a codificar y analizar los datos, así como la técnica de introspección), pudimos analizar el sistema documental de Sonia compuesto por: (i) los recursos que usa para enseñar geometría (su sistema de recursos, categorizado por nosotros en tres niveles), y (ii) sus conocimientos profesionales sobre cómo usar dichos recursos (su esquema de selección del *applet*).

El uso de nuestra técnica de introspección para determinar la “ruta-recorrida” resultó de gran ayuda para comprender las acciones y conocimientos de Sonia (a través de sus producciones verbales y gráficas) e inferir su esquema de selección subyacente. Adicionalmente, pasar por la experiencia introspectiva le permitió a la profesora reflexionar sobre su práctica y los recursos que selecciona y usa. Una de las fortalezas de nuestra técnica de introspección es que nos ayudó a obtener distintos datos (representaciones esquemáticas, verbalizaciones, textos), los cuales nos permitieron lograr un análisis más exhaustivo de las acciones de Sonia. Una posible limitante de nuestra técnica de introspección es que requiere cierto tiempo de “entrenamiento” por parte de cada profesor participante, con el objeto de que se sienta cómodo realizando las producciones que le solicitamos.

Asimismo, el esquema que inferimos de selección de recursos por parte de Sonia, nos permitió estudiar sus conocimientos profesionales en situaciones específicas (e.g., en su planeación de clase), mostrando la intencionalidad, secuencialidad y organización de sus acciones; además de la variedad de conocimientos involucrados (ergonómicos, curriculares, matemáticos y

didácticos). Por otro lado, nuestro análisis del sistema documental de Sonia, nos lleva a plantearnos nuevos cuestionamientos sobre el trabajo documental de los profesores. Por ejemplo, surgen cuestionamientos respecto a qué recursos curriculares usan los profesores en su práctica, y por qué.

Consideramos que este tipo de estudios enfocados en la práctica de los profesores y sus conocimientos profesionales, son necesarios en el análisis de las interacciones de los profesores (y sus conocimientos) con los recursos que usan habitualmente. En nuestro caso, nuestro estudio da cuenta de los criterios de selección de recursos por parte de profesores en ejercicio y, también, de las expectativas que tienen sobre la oferta de recursos que tienen a su alcance. Esto puede ser de utilidad para quienes se dedican a diseñar recursos de enseñanza-aprendizaje, o a los interesados en los procesos de formación de profesores.

Referencias y bibliografía

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224. doi:10.1023/A:1009903206236.
- Calderhead, J. (1981). Stimulated recall: a method for research on teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 211-217.
- Gueudet, G., y Trouche, L. (2009). Towards New Documentation Systems for Teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71, 3, 199-218.
- MEN (2007). *Estándares básicos de competencias. Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: Magisterio.
- Pepin B, Choppin J, Ruthven K, Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM*, 49, 5, 645–661
- Remillard, J. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75, 2, 211–246. doi:10.3102/00346543075002211.
- Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Documentational approach to didactics. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. N.Y.: Springer. doi:10.1007/978-3-319-77487-9_100011-1
- Vergnaud, G. (1997). The nature of mathematical concepts. In Nunes, T. & Bryant, P. (Eds.) *Learning and teaching mathematics, an international perspective*, 5–26. Hove: Psychology Press.
- Vollstedt, M. (2015). To See the Wood for the Trees: The Development of Theory from Empirical Interview Data Using Grounded Theory. In Bikner-Ahsbahs, A; Knipping, C. & Presmeg, N. (Eds.) *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education. Examples of Methodology and Methods*. Dordrecht: Springer.