



II CEMACYC

II Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

29 octubre al 1 noviembre. 2017

Cali, Colombia

ii.cemacyc.org



Reflexiones de profesores de primaria sobre la selección de recursos digitales para clases de geometría

Marisol **Santacruz** Rodríguez

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)

México

msantacruzr@cinvestav.mx

Ana Isabel **Sacristán** Rock

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)

México

asacrist@cinvestav.mx

Resumen

La selección de recursos para la clase es una de las actividades profesionales más desafiantes para los profesores de matemáticas. Determinar qué recursos usar, cómo buscarlos y dónde encontrarlos requiere de una serie de conocimientos profesionales que orientan la acción del profesor. En este sentido, nos interesa presentar algunos resultados de un estudio sobre las reflexiones de un grupo de profesores cuando seleccionaron recursos digitales para la enseñanza de la geometría en primaria. Para esto, se propuso una investigación reflexiva en la que participó un grupo de 30 maestros. El análisis obtenido permitió que los participantes reflexionaran y se concientizaran sobre los criterios (ergonómicos, curriculares, matemáticos y didácticos) que tienen en cuenta cuando seleccionan recursos digitales para sus clases.

Palabras clave: reflexión de profesores, proceso documental, recursos digitales, enseñanza de la geometría, primaria.

Introducción y antecedentes

Los profesores de matemáticas cuentan con una amplia variedad de recursos para la enseñanza de la geometría (e.g. geometría dinámica, materiales manipulativos, libros de texto, tablero electrónico, etc.). Esa variedad de posibilidades representa un desafío profesional importante ya que implica una serie de decisiones del profesor respecto a: ¿Qué tipo de recurso usar (e.g. digital u otros)? ¿Usar un recurso nuevo o alguno que ya se haya usado antes? ¿Dónde

y cómo encontrar los recursos? ¿Cuál es el más adecuado para mi clase? Todas estas cuestiones se engloban en la selección de recursos. Entendemos la selección de recursos como el proceso que involucra una serie de conocimientos profesionales mediante el cual los profesores identifican y se apropian un recurso para ser usado en clase. Estos conocimientos son de diversa naturaleza y dependen de la trayectoria del profesor (formación, experiencia y expectativas profesionales) respecto a los recursos y sus usos.

En esta perspectiva, consideramos los recursos como herramientas para la enseñanza, que son concebidos, seleccionados, adaptados, apropiados y orquestados con una intencionalidad didáctica explícita, de manera que dan sentido y proyecta la actividad profesional de profesor (Pepin, Gueudet & Trouche, 2013). Estos recursos pueden ser de distinta naturaleza: humanos, materiales o socio-culturales (Adler, 2000). Nosotros estamos interesados en recursos digitales, es decir, herramientas computacionales para la enseñanza de las matemáticas (aunque no hayan sido diseñadas para ese fin).

En Santacruz y Sacristán (2016) ya habíamos reportado las trayectorias de selección y orquestación de recursos digitales que siguen dos profesores de primaria (Juan y Pedro) para sus clases de geometría. Ahora, nos interesa centrarnos en la reflexión de los profesores (Parada, Pluinage & Sacristán, 2013) sobre los criterios que éstos tienen en cuenta cuando seleccionan recursos para su clase de geometría. Para esto, tomamos el caso de un grupo de treinta profesores que reflexionaron colectivamente sobre los criterios de selección usados por Juan y Pedro y que toman conciencia de la importancia de tener unos criterios fundamentados que orientan sus selecciones y, finalmente, su práctica.

Elementos teóricos

Uno de los principales intereses del enfoque documental (Gueudet & Trouche, 2009) es el estudio de la relación entre los recursos y el desarrollo profesional del profesor de matemáticas. Esta perspectiva insiste en que la interacción entre el sujeto y las tecnologías tiene un impacto fundamental en el desarrollo de los sistemas de recursos del profesor, es decir, en sus conocimientos profesionales sobre los recursos y cómo usarlos; lo que finalmente conduce a la emergencia de documentos. Un documento no es necesariamente una entidad física; mas bien se entiende como un recurso (o varios), acompañados por esquemas acompañantes de utilización. Los esquemas de utilización se entienden como conocimientos (invariantes operatorias) respecto a una situación particular (de enseñanza) que orientan y determinan la práctica del profesor (Pepin, Gueudet & Trouche, 2013).

Las génesis documentales (o la constitución de documentos que cristalizan los usos de los recursos por el profesor) son procesos complejos (Gueudet & Trouche, 2009) que hacen referencia a la emergencia y evolución de documentos a partir de dos procesos dialécticos y complementarios: la instrumentalización (orientada al recurso) permite que el profesor se apropie y transforme en documentos los recursos que usa, y la instrumentación (orientada al profesor) que posibilita que los recursos moldeen e influyan en la actividad profesional y el conocimiento del profesor. Estos procesos de génesis documental implican que los profesores usen recursos en sus clases y aprendan de ello. Usamos la idea de orquestación (Trouche & Drijvers, 2014) para dar cuenta de la organización, disposición y conducción de la clase por parte del profesor. La orquestación incluye una configuración didáctica de la clase, es decir, una organización *a priori* de los recursos y del trabajo de los estudiantes.

Según Trouche y Drijvers (2014) la orquestación contempla los propósitos educativos, la gestión de los artefactos disponibles, el manejo del tiempo en la clase, la situación propuesta a los estudiantes (problema), sus fases de resolución y la gestión del profesor. A medida que el profesor selecciona, se apropia y orquesta recursos en sus clases, va fortaleciendo sus sistema de recursos y el desarrollo de nuevas génesis documentales. Consideramos que la planeación didáctica que hacen los profesores cristaliza algunos elementos de la orquestación y que por tanto es un elemento importante en cualquier análisis del trabajo documental de los profesores (los usos que hacen de los recursos en su práctica profesional).

El trabajo documental del profesor no ocurre de forma independiente de las comunidades en las cuales participa. Parada, Pluinage y Sacristán (2013) reportan la importancia del trabajo colaborativo en comunidades en las que se promueve la reflexión de los profesores de matemáticas. En particular, es necesario que los docentes reflexionen sobre cómo adaptar los recursos que se usan en la enseñanza de acuerdo a sus propósitos y a las características de sus estudiantes. Las reflexiones que surgen en comunidades de práctica son útiles para comprender las interrelaciones entre práctica profesional y recursos.

De acuerdo a los aportes de Wenger (2001) entendemos una comunidad (de práctica) como un grupo de personas que comparten preocupaciones e intereses respecto a un tema en común, y adoptan una estructura colaborativa en la se organizan, planean y toman decisiones buscando reflexionar sobre aquello que es de interés colectivo y a beneficio de todos sus miembros. En este sentido, Wenger (2001) propone tres componentes fundamentales que permiten caracterizar una comunidad: el compromiso mutuo (relativo al aprendizaje colaborativo), la empresa conjunta (propósitos y necesidades comunes) y el repertorio compartido (conjunto de palabras, gestos, instrumentos, maneras de hacer, hablar, símbolos, relatos y conceptos compartidos).

Como señalamos arriba las comunidades permiten la reflexión de los profesores sobre los recursos y su selección. Parada, Pluinage y Sacristán (2013) identifican tres momentos reflexivos importantes para el profesor: la reflexión para la acción (la reflexión previa a la enseñanza), la reflexión en la acción (la reflexión en acto) y la reflexión sobre la acción (reflexión retrospectiva). La reflexión previa a la enseñanza incluye aspectos de la planificación que comprende la definición de los propósitos de enseñanza, los recursos a usar y el diseño (o adaptación de las situaciones propuestas a los estudiantes). Parada, Figueras y Pluinage (2011) consideran que la reflexión en la acción se establece en acto: las maneras como el profesor conduce el aprendizaje y su capacidad de responder a situaciones inesperadas de la clase. Finalmente, la reflexión sobre la acción o retrospectiva permite el análisis *a posteriori* de una experiencia de enseñanza. Guin y Trouche (2009) utilizan la reflexión retrospectiva en un sentido similar para permitir que los profesores retroalimenten colaborativamente su práctica. Proponen una metodología de investigación llamada investigación reflexiva la cual permite que un equipo de profesores e investigadores colaboren en el análisis de experiencias de enseñanza.

Diseño metodológico

Nuestra investigación retoma algunos elementos de la metodología de la investigación reflexiva donde se usan como datos, los elementos que conforman la valija documental del profesor, tales como las bitácoras de los maestros, sus recursos, etc. (Guin & Trouche, 2007). Se trata de una investigación cualitativa y colaborativa (Askew & Canty, 2013; Parada, Pluinage & Sacristán, 2013) en la que participó un grupo de 30 profesores de matemáticas de primaria interesados en el uso de recursos digitales en clases de geometría. Consideramos que este grupo

constituye una comunidad ya que comparten un compromiso mutuo y explícito de usar recursos digitales; tienen la necesidad común de aprender colaborativamente sobre ello y han desarrollado un repertorio compartido al respecto (sobre todo un vocabulario y maneras de hacer relativas al uso de recursos digitales en sus clases).

De este grupo de profesores, ya se había trabajado previamente con Juan y Pedro (maestros de primer y quinto grado) quienes seleccionaron y usaron un recurso digital en sus clases de geometría. Los profesores Juan y Pedro destacan como entusiastas del uso de recursos digitales y son reconocidos así dentro de su comunidad. La experiencia de estos profesores pudo sistematizarse a través del análisis de sus trayectorias de selección y orquestación de recursos digitales mediante el cual se identificaron criterios que usan cuando seleccionan recursos que llevarán al aula (ver Tabla 2, más adelante); dicho análisis fue reportado en Santacruz y Sacristán (2016). Meses después, organizamos una reunión con el grupo de 30 profesores de primaria para reflexionar colectivamente sobre la importancia de contar con criterios de selección de recursos digitales. Para esto, se propuso que Juan y Pedro compartieran con el grupo de profesores, sus experiencias y el análisis hecho de su trabajo con recursos. El diseño metodológico de la reflexión retrospectiva llevada a cabo por el grupo de profesores, constó de tres momentos en una sesión de 6 horas (ver Tabla 1):

Tabla 1

Diseño de la sesión de reflexión colectiva

Introducción a la experiencia	Narración por Juan y Pedro de sus experiencias y reflexiones sobre su selección de recursos digitales. Preguntas de los participantes y reflexión colectiva inicial.
“Re-cursando” la experiencia	Proyección de videos de las clases de Juan y Pedro. Debate respecto a la orquestación del recurso seleccionado.
Conclusiones del análisis	Conclusiones del análisis colectivo de la experiencia de Juan y Pedro. Reflexiones colectivas sobre la selección de los recursos digitales: qué criterios se deben considerar.

Descripción de la experiencia y resultados

Aquí presentamos algunos resultados de la reflexión retrospectiva llevada a cabo con el grupo de profesores participantes. Como se dijo arriba, dicha reflexión se basó en un análisis previo (ver Santacruz & Sacristán, 2016) de la selección y uso de recursos en unas clases observadas de Juan y Pedro. En ese análisis se habían definido ciertos criterios (ver Tabla 2) que usaron estos profesores cuando seleccionaron recursos digitales para sus clases de geometría (e.g. ergonómicos, de procedencia del recurso, didácticos, curriculares y matemáticos) .

En el primero momento, o introducción a la experiencia, Juan narró que había seleccionado un recurso libre que ya había utilizado previamente en años anteriores para el estudio de las líneas geométricas abiertas y cerradas (<http://www.mundoprimaria.com/juegos-matematicas/juego-curvas-abiertas-y-cerradas/>). Juan destacó que este repositorio es de sus favoritos porque ofrece recursos dispuestos en grados de escolaridad y temáticas, lo que le facilita su búsqueda. Durante su narración, era evidente que Juan había tomado en cuenta, en su selección del recurso, el tipo de organización que pretendía proponer en su clase: que cada estudiante trabajara inicialmente solo para después compartir y validar los conocimientos que

construyeron los niños, de forma plenaria.

En el caso de Pedro, su narración resaltó la selección del recurso que utilizó: SweetHome3D (disponible en <http://www.sweethome3d.com/>) el cuál es un software gratuito para el diseño arquitectónico de casas e interiores y contiene una serie de herramientas para construir, medir, adaptar y modificar objetos de una casa (e.g. puertas, ventanas, muebles). Dijo que no lo seleccionó en solitario, sino en colaboración con sus colegas de grado. La principal razón fue la necesidad de tener una herramienta que apoyara la realización de un proyecto de aula en el cual se abordan temáticas asociadas con medida y medición y en la que se pretende que los estudiantes construyan una casa que les gustaría habitar. Los colegas de Pedro (maestros de grado 5º) también presentaron las razones por las cuales seleccionaron el recurso: e.g. que el software permite hacer visualizaciones 2D y 3D de los objetos que se van construyendo. Para Pedro fue importante proponer una organización de la clase basada en el trabajo colaborativo entre pequeños grupos y el grupo completo. Se estableció un principio colaborativo en la clase y la selección del recurso responde a esa intención. Una vez que Juan y Pedro narraron su experiencia de selección de recursos a sus colegas, se presentaron los criterios reportados en Santacruz y Sacristán (2016) y resumidos en la Tabla 2:

Tabla 2

Criterios de selección del recurso por Juan y Pedro

Ergonómicos	Recurso en línea, gratuito, de fácil acceso y manejo para los niños. Interfaz y funcionamiento parecido a lo que los niños tienen disponible en los dispositivos que usan habitualmente (e.g. celulares o tabletas).
Procedencia del recurso	Recurso proveniente de fuente confiable (usada por otros maestros) o sugerida por autoridades educativas (e.g. en portales oficiales)
Didácticos	El recurso debe proponer situaciones atractivas para los estudiantes y adecuadas para su nivel de escolaridad. Se busca expresividad en el recurso, y que promueva la exploración y construcción. Debe proveer una alta retroalimentación respecto a las acciones de los estudiantes.
Curriculares	Las temáticas (contenidos) del recurso deben corresponder a las orientaciones curriculares y estar ligadas con temas abordados en clase (coherencia curricular)
Matemáticos	El recurso no debe contener errores matemáticos o inducir a posibles dificultades en los estudiantes

En el segundo momento, o “re-cursando la experiencia”, el grupo de profesores interactuó con los recursos seleccionados por sus colegas (ver Figura 1). Por sugerencia de las investigadoras, la discusión se centró en los aspectos matemáticos y didácticos del recurso. Para los profesores, el contenido matemático del recurso pareciera ser transparente y no ameritar mayor discusión. Nuestra hipótesis frente a este fenómeno tiene que ver con el conocimiento matemático de los mismos profesores que no les facilita el tener una mirada crítica y propositiva al respecto. Los profesores debatieron sobre los criterios ergonómicos y su importancia. Una profesora de grado 3º opinó: “*lo primero que hay que ver es si eso se puede usar, porque uno puede encontrar maravillas, pero valen plata, o no se puede usar en los computadores de la escuela... primero, hay que ver que sirva y que uno lo pueda usar y los niños. Porque hay cosas*

complicadas y uno va a gastar un montón de tiempo en eso y no vale la pena.”

Este tipo de opiniones fueron compartidas por todos los participantes. Para los profesores los aspectos ergonómicos (e.g. de funcionamiento) del recurso son fundamentales. Al respecto, estuvieron de acuerdo con los criterios de Juan y Pedro pero agregaron que es importante considerar la posibilidad de trabajar con recursos que puedan usarse de manera simultánea en celulares o tabletas. Los profesores reflexionaron sobre la portabilidad del recurso y la importancia de que su uso no se restrinja solo a la clase.



Figura 1. Profesores interactuando con los recursos seleccionados por Juan y Pedro

Otro aspecto relevante que se debatió tuvo que ver con la disponibilidad de recursos para la enseñanza de la geometría en primeros grados. Los profesores están de acuerdo en que no son abundantes los recursos para estos grados (ni de la mejor calidad) lo que conlleva a que los profesores estén más limitados. Aquí se resaltó la pertinencia de los criterios de procedencia del recurso y de la importancia de los portales sugeridos por las autoridades educativas (e.g. www.colombiaprende.edu.co). Esta sugerencia nos parece de vital importancia: contar con una oferta de recursos avalados por las autoridades educativas que les permita a los profesores hacer selecciones más seguras y pertinentes ya que son propuestas realizadas por expertos. Los profesores dicen sentirse más cómodos cuando seleccionan recursos de fuentes institucionales.

Finalizada esta discusión, Juan y Pedro presentaron un análisis conjunto de sus clases en el que consideraron elementos como la gestión de artefactos disponibles, la situación propuesta a los estudiantes y la organización de la clase (este análisis lo resumimos en la Tabla 3). En este análisis Pedro hizo hincapié en la necesidad de tener claridad en el propósito educativo del recurso: ¿Para qué y cómo usar el recurso? Para los participantes el cómo usar los recursos depende también de los usos que hagan los niños y la misma dinámica de clase: *“uno les lleva actividades con tecnología y no se sabe qué va a pasar porque los muchachos la pueden manejar mejor que uno... hay que estar preparado para todo”*. Sin embargo, existió un consenso en que es muy importante tener una planeación didáctica porque permite tener una “carta de navegación” de la clase. El análisis de la clase presentado por Juan y Pedro permite reflexionar sobre las posibles orquestaciones (*a priori*) que se pueden dar en una clase. Los profesores alcanzaron a darse cuenta que la pertinencia de la selección de un recurso solo puede valorarse cuando es puesto en obra (orquestado). En este sentido, se analizaron fragmentos de los videos de las clases de Juan y Pedro. En el análisis de las clases uno de los aspectos que se revisó fue la necesidad de que el recurso digital se articule con otros artefactos disponibles en la clase: el

pizarrón (para resaltar ideas importantes), el video *beam* (para compartir el trabajo de los estudiantes) y el lápiz y papel (para que los estudiantes puedan registrar y pensar en aspectos relevantes).

Tabla 3

Elementos de la planeación didáctica considerados por Juan y Pedro en la selección de su recurso

Propósito educativo del uso del recurso	Recurso para afianzar el aprendizaje de los estudiantes (Juan) o aportar en el desarrollo de un proyecto (Pedro)
Tiempo	Recurso para usarse en una única clase o en varias sesiones
Gestión de los artefactos disponibles	El recurso seleccionado usado complementariamente con artefactos como: video <i>beam</i> , pizarrón, lápiz y papel
Situación propuesta a los estudiantes	Se busca una alta retroalimentación a las acciones de los estudiantes (Juan) o para la construcción y exploración (Pedro)
Organización de la clase	Prioriza el trabajo individual y posterior socialización (Juan). Enfatiza en el trabajo colectivo (Pedro)

Sin embargo, rápidamente la reflexión consideró el tema de la pericia del profesor para hacer búsquedas eficaces (e.g. saber usar comandos en motores de búsqueda de internet) y ser capaz de prever qué pueden aprender los estudiantes cuando trabajan con el recurso: *“eso de buscar el recurso no es tan fácil, uno aprende con el tiempo dónde hay cosas que le sirvan... o también otro compañero te puede decir que uso eso de tal página y uno mira a ver. Pero, entre más uno busca, aprende, y viendo el recurso se imagina que pueden hacer los muchachos... para que clase le puede servir”*.

Otro punto que analizaron los profesores tuvo que ver con la organización de la clase. De manera general, insistieron que una organización colaborativa es la más deseable, pero no siempre es posible: *“es que debe haber de todo, que trabajen en grupo, o en solitario, o con los papás... para que haya variedad y aprendan a hacer cosas distintas”*. Finalmente, los profesores anexaron otros criterios a los ya propuestos: por ejemplo, que el recurso no debe incitar a la violencia o la discriminación *“no debe movilizar mensajes nocivos para los niños. En internet hay de todo, incluso videos de cosas que no son aptas para los niños”*.

Conclusiones

Observamos que los profesores no acostumbran a reflexionar retrospectivamente (*a posteriori*) sobre sus experiencias de enseñanza. La reflexión es un proceso complejo de la actividad profesional del profesor que sobrepasa el nivel de las opiniones y que necesita de un ambiente propicio para su desarrollo (Parada, Figueras, Pluvillage, 2011). Fue necesario contar con la narración de colegas y documentos tales como videos y materiales escritos, así como la orientación de un investigador participante para suscitar discusiones respecto a los criterios que se deben de considerar cuando se selecciona un recurso digital para la clase de geometría. Sin embargo, al parecer, los profesores se concientizaron más sobre la importancia de contar con

criterios claros y compartidos sobre la selección (e incluso el uso) de recursos digitales. También los profesores se percataron, aparentemente, de que la selección de un recurso requiere poner en práctica su conocimiento profesional e implica decisiones que impactarán fundamentalmente su trabajo. Un resultado notorio es que los criterios ergonómicos y de procedencia del recurso fueron los más considerados por los profesores, mientras que los criterios matemáticos y didácticos fueron poco tenidos en cuenta. La formación de los profesores y su trayectoria profesional explicaría en buena parte esta situación pero no debe ignorarla: es urgente que los profesores de primaria fortalezcan y tomen más en cuenta sus conocimientos matemáticos y didácticos para su práctica docente, en este caso, de la geometría.

Finalmente, nos percatamos de algunos elementos del trabajo documental de los profesores. Al indagar sobre el sistema de recursos de los profesores fue posible movilizar conocimientos profesionales sobre los recursos mismos y cómo los usan en la clase (e.g. priorizando el trabajo colaborativo de los estudiantes). Consideramos que los criterios de selección de recursos cristalizan conocimientos profesionales importantes para la apropiación de los recursos digitales y constituyen un foco interesante a considerar en programas de capacitación de profesores.

Referencias y bibliografía

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.
- Askew, M. y Canty L. (2013). Teachers and researches collaborating to develop teaching throuh problem solving in primary mathematics. En: Margolinas, C. (Ed.) *Task designing in Mathematics Education. Proceedings of ICMI Study 22*, 1, 423-432. Oxford.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71, 3, 199-218.
- Guin, D. & Trouche L. (2007). Une approche multidimensionnelle pour la conception collaborative de ressources pédagogiques. En: Baron, M; Guin, D. & Trouche. L. (Eds.): *Environnements infomatisés et ressources pour l'apprentissage*. 197-228.
- Parada, E., Pluvinage, F. & Sacristán, A. (2013). Reflexiones en una comunidad de práctica de educadores matemáticos sobre los números negativos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 33,3, 233-266.
- Parada, E; Figueras, O. & Pluvinage, F. (2011) Un modelo para ayudar a los profesores a reflexionar sobre la actividad matemática que promueven en sus clases. *Revista Educación y Pedagogía*, 23, 59, 85-102.
- Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (2013). Resourcing teachers' work and interactions: a collective perspective on resources, their use and transformation. *ZDM Mathematics Education*, 45, 929-943.
- Santacruz, M. & Sacristán, A. (2016). Selection and orchestration of digital resources for geometry by primary-school teachers. *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the PME*. Szeged, Hungary.
- Trouche, L. & Drijvers (2014). Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathematics education. *Teaching Mathematics and its Applications*, 33, 193-209.