

ANÁLISIS DE PRÁCTICAS DOCENTES EN SITUACIÓN DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL AULA DE MATEMÁTICAS

Leonard Sánchez Vera⁽¹⁾; Fabrice Vandebrouck⁽²⁾; Maha Abboud⁽³⁾

leonardsanchez@gmail.com; vandebro@univ-paris-diderot.fr; maha.abboud-blanchard@univ-paris-diderot.fr

(1) UNEFM–Venezuela / Universidad Paris Diderot, Francia; (2)(3) Universidad Paris Diderot, Francia

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas

Nivel : Formación y actualización docente

Modalidad : Conferencia regular (CR)

Palabras claves : prácticas, integración de tecnologías, GeoGebra.

Resumen

Para mejor comprender las prácticas docentes en matemáticas es necesario considerar al profesor como individuo que está sometido a restricciones impuestas por el ejercicio de su oficio (Robert, 2004; Roditi, 2005). Se considera la práctica de enseñanza en un sentido amplio como lo que hace (pero también lo que no hace) el profesor en situación de enseñanza. En esta propuesta de conferencia se pretende, en un primer tiempo, explicar las herramientas teóricas que la didáctica francesa ha desarrollado para el análisis de prácticas docentes en matemáticas en sala ordinaria (sin tecnología), a saber, el enfoque Didáctico – Ergonómico (Robert, 2008a). En un segundo tiempo, se presentará su articulación con un marco teórico desarrollado para el análisis de prácticas docente; específicamente, en situación de integración de tecnologías digitales en el aula de matemáticas, a saber, la Génesis de uso de tecnologías en la enseñanza (Abboud-Blanchard, 2013). Para ilustrar la puesta en funcionamiento de estas herramientas se presentará el análisis de una sesión de clase en sala informática integrando GeoGebra para la enseñanza de la geometría en el segundo año de educación media en Venezuela (grado 8).

Introducción

En didáctica de las matemáticas el análisis de prácticas y la formación docente está ocupando cada día un lugar importante en la agenda de los investigadores de esta área. Líneas de investigación en didáctica tienen como problema de interés el análisis de

prácticas ordinarias (en pizarra, lápiz y papel) del docente de matemáticas, pero, y debido a la fuerte demanda político - institucional, los investigadores se han visto interesados a comprender lo que pasa cuando el profesor de matemáticas introduce las tecnologías digitales en el aula.

En el seno de la comunidad francesa en didáctica de las matemáticas se han llevado a cabo estudios cuyo interés es analizar la actividad tanto del alumno como del profesor en situación de uso de tecnologías digitales de distinta naturaleza en el quehacer matemático, tales como la recientemente realizada por ((F. Vandebrouck & Robert, 2017) en el cual se estudia la actividad del alumno resolviendo tareas matemáticas en un medio de geometría dinámica.

Es preciso destacar que nosotros llamaremos aquí simplemente “tecnologías digitales” a lo que se conoce como las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza (denotadas con el acrónimo TICE), las cuales están conformadas por un conjunto de recursos y particularmente de ordenadores, programas y redes necesarios para manipular la información; es decir, para convertirla, guardarla y transmitirla de acuerdo a (J. B. Lagrange, 2013).

Conseguimos así, por ejemplo, estudios que van desde el uso de artefactos que fueron concebidos originalmente para el desarrollo de actividades matemáticas en el aula, tales como las calculadoras simbólicas (Trouche, 2003), los programas de geometría dinámica tales como Cabri o Casyopée (Laborde, Clarou, & Caponni, 2001; Mariotti, 2013), las bases de ejercicios en línea en matemáticas (Bueno-Ravel & Gueudet, 2013) y las pizarras digitales interactivas (Train, 2013); hasta aquellos artefactos que, no habiendo sido concebidos para la enseñanza, han permeado el campo de la enseñanza de las matemáticas por las potencialidades que ofrece, tales como la hoja de cálculo (Haspekian, 2005) y los sistemas de cálculo algebraico (Artigue, 2002).

Nos proponemos en esta conferencia a analizar la práctica de un profesor de secundaria integrando en el aula el programa de geometría dinámica GeoGebra en una actividad de conjetura, ajustándonos a la definición de práctica establecida por (Robert & Hache, 2013), dada como la toma en cuenta global del trabajo del docente antes, durante y después de la clase.

Problemática de estudio

Investigaciones sobre la integración de tecnologías tales como las realizadas por (Abboud-Blanchard, 2013; Acosta, 2010) revelan que tal integración de tecnologías en el aula de matemáticas es un proceso complejo, en el cual los profesores enfrentan dificultades y limitaciones para llevar a cabo, lo más efectivo posible, tal integración de tecnologías digitales en el aula, y en particular los programas de geometría dinámica

Partimos de la hipótesis de que el proceso complejo de integración de tecnologías digitales en el aula puede ser la causa de que dicha integración quede al margen de las demandas sociales y muy particularmente de las institucionales según las políticas de muchos países.

En este orden de ideas, (J. B. Lagrange, 2013) establece que el discurso político e institucional que sostiene la demanda de integración de tecnologías digitales en el aula carece de un estudio preciso que revele las condiciones en las cuales las tecnologías digitales pueden ser utilizadas en la realidad. Además, según (Robert, 2013), esta demanda de integración de orden político e institucional, no se apoya en algún estudio serio y preciso sobre el impacto en el aprendizaje de los alumnos que pueden tener la integración de las tecnologías digitales en el aula; ni tampoco se establecen prescripciones del cómo hacerlo, muchas veces siendo la fuente de desánimo en los docentes. Todo se pasa como si la demanda de integración de tecnologías en la escuela se hicieran con un pretexto de modernidad que respondiese a las demandas sociales de la era digital y no a los efectos de las tecnologías en los aprendizajes (Bihouix & Mauvilly, 2015).

Así, esta falta de precisiones y de prescripciones sobre la integración de tecnologías digitales ha llevado a los investigadores en didáctica y formadores de profesores de matemática a invertir el camino metodológico tradicional seguido en didáctica: ir del estudio de los programas oficiales al análisis de las prácticas. Para (Robert, 2013) desde que una herramienta digital entra al aula es necesario primero analizar lo que pasa dentro del aula, completar los análisis con lo que pasa fuera de ella, para luego despejar elementos que sirvan de base para la investigación y la formación del profesorado en cuanto a la integración de tecnologías se refiera.

En este estudio es de interés analizar la práctica de una profesora de educación media en Venezuela integrando el programa GeoGebra como una herramienta de conjetura en geometría con alumnos de segundo año de educación media (grado 8). Para realizar este

análisis, correspondiente a una sesión de clases (a nivel local), ponemos en funcionamiento una parte de las herramientas ofrecidas por un marco teórico más amplio conocido como el doble enfoque: Didáctico – Ergonómico . Completamos dichos análisis con las herramientas del marco teórico de la Génesis de uso de tecnologías, en el cual se considera la génesis instrumental del profesor en un sentido más amplio, donde participan otras génesis ligadas a la actividad del docente en diferentes esferas de su actividad: fuera del contexto de enseñanza, para la clase y durante la clase.

Complementariedad de dos marcos teóricos para el análisis de prácticas en Educación Matemática.

Para el análisis de prácticas docentes ponemos en funcionamiento las herramientas del marco teórico conocido como el doble enfoque Didáctico – Ergonómico (Robert & Rogalsky, 2002). Teniendo una fuerte influencia de la escuela rusa Vitgotskiana de la Teoría de la actividad y de la Psicología ergonómica, este marco nos ofrece herramientas para analizar, por una parte, la actividad del alumno tal que es provocada por la actividad del profesor; y por otra parte, para comprender mejor lo que hace el profesor se toman en consideración las condiciones de trabajo a las cuales éste se encuentra sometido. El doble enfoque establece el estudio de la práctica docente a través del corte de la práctica docente – considerada a priori como un sistema complejo – en cinco componentes de prácticas: dos componentes de tipo didáctico: llamadas *cognitiva* y *mediativa*, y tres componentes de tipo ergonómico: llamadas *personal*, *institucional* y *social*. Esta recomposición se hace en tres niveles donde se organiza la actividad docente: *micro*, *local* y *macro*.

A partir de una sesión de clase, analizada desde un punto de vista didáctico en relación con las actividades posibles de los alumnos, ponemos en perspectiva los indicadores que revelan las dos primeras componentes de practicas, a saber, las componentes *cognitiva* y *mediativa*.

La componente *cognitiva* traduce lo que corresponde a las decisiones y a las anticipaciones que el profesor hace con respecto a los contenidos, las tareas y las sub-tareas, su organización, su cantidad, su orden, su complejidad, su inserción dentro de una progresión más amplia, así como las previsiones de la gestión de la tarea durante la sesión. Esta

componente permite acceder al “itinerario cognitivo” elegido por el profesor para la enseñanza de una noción matemática (Massetot & Robert, 2007).

Las decisiones tomadas por el profesor durante el desarrollo de la sesión de clase, las improvisaciones, los discursos, los procesos de devolución e institucionalización (en el sentido de (Brousseau, 1998), el acompañamiento que el profesora hace a los alumnos durante la realización de la tarea: ayudas, los modos de validación, los momentos de exposición de conocimientos, entre otros, nos permiten acceder a la componente Mediativa. El análisis de lo mediativo se basa en la distinción entre la actividad posible y efectiva de los alumnos que es provocada por el docente. Hacemos entonces un análisis de la tarea en términos de la actividad posible o potencial de los alumnos para resolverla, destacando los conocimientos a poner en juego y que, por tanto, nos sirve de referencia para analizar la actividad efectiva de los alumnos en clase eventualmente influenciada por las intervenciones del profesor.

Debido a que en este marco teórico se considera al profesor como un individuo en situación de trabajo, las otras tres componentes, llamadas *personal*, *institucional* y *social*, corresponden a determinantes del oficio docente, fuertemente asociadas al contexto donde se ejerce la práctica. La componente personal traduce las representaciones y creencias del profesor más u menos relacionadas con su experiencia, los riesgos de los cuales él (o ella) es consciente y de las necesidades de confort “laboral” sentidas. Como individuo en situación de trabajo el profesor responde a demandas y está sometido a restricciones que le impone la institución; por ello en la componente institucional consideramos la toma en cuenta de la naturaleza de las matemáticas a enseñar, los programas, los horarios, ciertos recursos como los libros de textos, la existencia de una administración, de supervisiones. No obstante, el profesor no es un individuo aislado en su establecimiento de trabajo, él (o ella) está sometido a exigencias de los colegas, de los padres de alumnos, a restricciones impuestas por el contexto y la composición social de la clase; de allí la consideración de la componente social.

Para complementar nuestro análisis de la práctica de un profesor integrando tecnologías digitales en el aula, evocamos las herramientas ofrecidas por el marco de Génesis de uso de tecnologías (Abboud-Blanchard, 2013). En este marco se sostiene que el proceso de apropiación de un artefacto y su eventual conversión en instrumento de trabajo por el

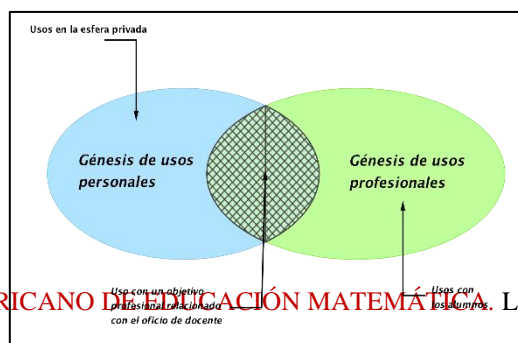
profesor, es decir la génesis instrumental del profesor, está inscrita en dinámicas más globales donde se desarrollan conocimientos y competencias, en el cual interactúan fenómenos de instrumentación que se inscriben en diversos contextos de la actividad de enseñanza. Las dinámicas son relativas a una génesis de uso incluyendo dos dimensiones: personal y profesional. En la figura siguiente ilustramos este modelo:

Figura 1. Génesis de uso de tecnologías (Abboud-Blanchard, 2013)

En este estudio analizamos la actividad del alumno tal que ella es provocada por la actividad del docente durante una sesión de clase. Nuestros análisis se basan en el análisis de elementos observables (directa) durante la sesión de clase: tareas y subtareas propuestas, naturaleza y forma de trabajo de los alumnos, las ayudas ofrecidas por el docente durante el desarrollo de la actividad (*su cantidad, naturaleza y tipo*), las interacciones docente – alumno, alumno – ordenador, producción de los alumnos, gestión del tiempo; todo esto a través de la transcripción de videos de la sesión.

Seguidamente estos análisis son complementados con el análisis en base a criterios que son interpretables (de manera indirecta): programas oficiales, libro de texto utilizado, así como el perfil personal y profesional del profesor, y para comprender mejor sus decisiones, su relación con respecto a las tecnologías digitales con lo cual tenemos acceso a las diferentes génesis de uso del profesor vía cuestionarios y entrevistas realizadas después de la sesión de clase observada.

Análisis de una sesión
 Ponemos en
 herramientas de análisis



de clase
 funcionamiento las
 del marco teórico del

doble enfoque para analizar la práctica – a nivel local – correspondiente a una sesión de clase de una docente Venezolana utilizando el GeoGebra con sus alumnos de 8vo grado como una herramienta para la conjetura de la propiedad de la mediana de un triángulo cualquiera. Analizamos solo la componente mediativa y ponemos en relación los resultados de este análisis con la Génesis de uso Personal y Profesional de tecnologías de la docente observada y a la cual hemos accedido a través de una encuesta y entrevista realizada a la docente antes y después de la sesión de clase.

Como lo hemos señalado, el análisis de la componente mediativa es precedido de un Análisis de tarea en términos de los conocimientos que los alumnos deben movilizar para resolver la(s) tarea(s). No obstante, y como lo señala (Robert, 2008b) en el caso de sesiones de clase en medio ambiente tecnológico aparecen nuevas tareas así como nuevas actividades que les son asociadas.

En este orden de ideas, el análisis de la tarea debe tomar en cuenta el medio tecnológico, en este caso GeoGebra, que complejiza o simplifica la tarea y modifica la actividad posible del alumno. Detallamos y diferenciamos en la medida de lo posible los conocimientos tantos matemáticos como instrumentales, así como sus eventuales adaptaciones, siguiendo la metodología de análisis de tareas propuestas por (Robert, 2008b; Robert, Penninckx, & Lattuati, 2012) para tareas matemáticas en lápiz – papel, y que luego (Abboud-Blanchard & Chappet-Pariès, 2009) adaptaron a ambientes tecnológicos.

Seguidamente en el análisis del desarrollo de la sesión ponemos en evidencia una modificación parcial de las tareas y subtareas, y muy especialmente de la tarea final de conjetura. Esta evidencia se sostiene en base a episodios cruciales identificados en la transcripciones de la sesión y en los cuales detallamos los intercambios e interacciones entre los Alumnos-Profesora, Alumnos-GeoGebra, así como las ayudas ofrecidas por la profesora durante la sesión (a título constructivo, procedural e instrumental), las cuales quedan insuficientes para emitir la conjetura en cuestión. Es a través de este análisis donde mostramos la actividad efectiva (o real) de los alumnos provocada por la actividad de la profesora y las retroalimentaciones del programa GeoGebra., así como su discrepancia con respecto al análisis de tarea establecido a priori.

Por cuestiones de espacio no exponemos en este documento ni el análisis de tarea ni de las episodios claves de la sesión respectiva grabada y transcrita. Estos elementos serán abordados con detalle durante la presentación oral de la conferencia.

Referencias Bibliográficas

- Abboud-Blanchard, M. (2013). *Les technologies dans l'enseignement des mathématiques. Etudes des pratiques et de la formation des enseignants Synthèses et nouvelles perspectives*. Note d'habilitation à diriger recherches. Université Paris 7.
- Abboud-Blanchard, M., & Chappet-Pariès, M. (2009). L'enseignant dans une séance de géométrie dynamique - Comparaison avec une séance papier - crayon. En F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques des enseignants* (Octarès, pp. 261-291). Toulouse.
- Acosta, M. (2010). Dificultades de los profesores para integrar el uso de Cabri en clase de geometría. Experiencias de un curso de formación docente. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 28, 57-72.
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(July 2001), 245-274.
- Bihoux, P., & Mauvilly, K. (2015). *Le Desastre de l'école numérique. Plaidoyer pour une éducation sans écrans* (Seuil). Paris.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques* (La pensée Sauvage). Grenoble.
- Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2013). L'approche instrumentale des genèses d'usages: le cas des bases d'exercices en ligne. En J.-B. Lagrange (Ed.), *Les technologies numériques pour l'enseignement: usages, dispositifs et genèses* (Octarès, pp. 55-70). Toulouse.
- Haspekian, M. (2005). *Intégration d'outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Études du cas des tableurs*. Thèse de doctorat. Université Paris 7.
- Laborde, C., Clarou, P., & Caponni, B. (2001). *Géométrie avec cabri. Scénarios pour le lycée* (CNDP). Grenoble: CNDP de l'académie de Grenoble.
- Lagrange, J. B. (2013). Les usages des TICE: problématiques, cadres théoriques et conséquences pour le développement professionnel. En J. B. Lagrange (Ed.), *Les technologies numériques pour l'enseignement: usages, dispositifs et genèses* (Octarès, pp. 163-180). France.
- Mariotti, M. . (2013). Le potentiel sémiotique de Casyopée. En R. Halbert, J.-B. Lagrange, C. Le Bihan, B. Le Feuvre, M.-C. Manens, & X. Meyrier (Eds.), *Les fonctions: comprendre la notion et résoudre des problèmes, de la 3ème à la terminale* (pp. 77-82). Rennes: Edition de l'IREM de Rennes, Université Rennes 1.
- Masselot, P., & Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et formation*, (56), 15-31.
- Robert, A. (2004). Que cherchons-nous à comprendre dans les pratiques des enseignants? Quelles analyses menons-nous? En M.-L. Peltier-Barbier (Ed.), *Dur pour les élèves. Dur pour les enseignants. Dur d'enseigner en ZEP* (La Pensée sauvage, pp. 15-32).

Grenoble.

- Robert, A. (2008a). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants des mathématiques. En F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques des enseignants* (Octarès, pp. 59-68). Toulouse.
- Robert, A. (2008b). Sur les apprentissages des élèves: une problématique inscrite dans les théories de l'activité et du développement. En F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques: activités des élèves et pratiques des enseignants* (Octarès, pp. 33-68). Toulouse.
- Robert, A. (2013). Quand la charrue est mise avant les boeufs, quelle peut être la récolte? En J.-B. Lagrange (Ed.), *Les technologies numériques pour l'enseignement: usages, dispositifs et genèses* (Octarès, pp. 181-184). Toulouse.
- Robert, A., & Hache, C. (2013). Pourquoi, comment comprendre ce qui se joue en classe de Mathématiques. *Cahier du laboratoire de didactique André Revuz*, (5), 25-86.
- Robert, A., Penninckx, J., & Lattuati, M. (2012). De l'importance des analyses des déroulements en classe aux pratiques enseignants en passant par les activités des élèves. En A. Robert, J. Penninckx, & M. Lattuati (Eds.), *Une caméra au fond de la classe de mathématiques. (Se) former au métier d'enseignant du secondaire à partir d'analyse de vidéos* (Presses Universitaires Franche comte, pp. 93-116). Besançon.
- Robert, A., & Rogalsky, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche. *Revue Canadienne de l'Enseignement des Sciences, des Mathématiques et des Technologies*, 2(4), 505-528.
- Roditi, E. (2005). *Les pratique enseignantes en mathématiques. Entre contraintes et liberté pédagogique* (Harmattan). Paris.
- Train, G. (2013). *Le tableau blanc interactif, un outil pour la classe de mathématiques?* Thèse de doctorat. Université Paris 7.
- Trouche, L. (2003). *Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations*. Thèse de cotorat. Université Paris 7.
- Vandebrouck, F., & Robert, A. (2017). *Activités mathématiques des élèves avec les technologies numériques. Vers une théorie didactique de l'activité (TDA)*. Cahier du laboratoire de didactique André Revuz n° 17. Paris.
-