

INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL AULA: LA PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN EL TRAMO ESCOLAR DE 15 A 18 AÑOS DE EDAD

INCORPORATING DIGITAL TECHNOLOGIES INTO THE CLASSROOM: MATHEMATICS TEACHING PRACTICE WITH STUDENTS FROM 15 TO 18 YEARS OLD

Hoyos, V.

Universidad Pedagógica Nacional, México

vhoyosa@upn.mx

Resumen. *El trabajo que aquí se presenta contribuye a la investigación sobre el aprendizaje de los maestros sobre la incorporación de la tecnología matemática en su práctica docente. Se utilizó un diseño relativamente nuevo para la elaboración de un curso en línea (OLC) que permitió a los profesores en servicio que participaron en el mismo, aprender a usar herramientas digitales y a hacer matemáticas con la tecnología. El diseño del curso y el marco teórico de análisis (Zbieck & Hollebrands, 2008) están relacionados con la introducción de innovación en la escuela. Los datos principales se obtuvieron de videos de los maestros que participaron en el curso, los cuales fueron tomados durante sus prácticas en el salón de clase. Los videos de las prácticas de enseñanza revelaron cinco formas distintas de concretar el uso de la tecnología matemática en los salones de clase.*

Palabras clave: Uso de tecnologías digitales en el aula; desarrollo profesional de maestros en servicio; brecha digital en el ámbito educativo.

Abstract. *The work we present here contributes to research on teacher learning on the issue of incorporation of mathematics technology into their classroom practice. We approached relatively new in-service teacher training design and used a Zbieck & Hollebrands (2008) revisited theoretical framework of analysis related to introducing innovation at school. The main data were obtained from videos of the participant teachers taken during their classroom practice. These teaching videos revealed five different ways the participant teachers realized how to use mathematics technology into their classroom practice.*

Key words: Use of digital technologies into the classroom; in-service teacher professional development; digital gap in the educational field.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de Cobo (2009), la educación es una de las disciplinas que más se han beneficiado con la irrupción de las nuevas tecnologías, especialmente a partir de la irrupción de la Web 2.0., pues esto ha permitido el acceso a cantidad de software libre y la posibilidad de potenciar competencias y habilidades sociales, como la inter-creatividad y el aprendizaje colaborativo.

Sin embargo, como el mismo autor plantea, el advenimiento de las nuevas tecnologías genera la posibilidad de nuevas habilidades y destrezas de los estudiantes. Lo que entonces plantea grandes retos para el profesorado, retos de actualización en el uso de los nuevos recursos digitales y de aprender cómo integrar estas herramientas tecnológicas en su práctica docente.

En este contexto, es conveniente reconsiderar las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál ha sido en realidad la influencia de las tecnologías digitales en la escuela, especialmente en cuanto al aprendizaje de las matemáticas?
2. ¿Qué piensan los maestros del uso de las tecnologías digitales en las clases de matemáticas?
3. ¿Cómo concretan los maestros de matemáticas, en sus prácticas escolares, el uso de las tecnologías digitales?

El trabajo que aquí se está presentando contribuye a responder la tercera pregunta, partiendo de trabajos previos realizados principalmente por Zbieck and Hollebrands (2008), Ruthven (2007; 2002) y Ruthven & Hennessy (2002).

Específicamente, se llevó a cabo un estudio exploratorio sobre las maneras de concretar el uso de nuevas tecnologías, o de herramientas digitales, por parte de 15 profesores en servicio, quienes normalmente atienden a estudiantes ubicados en el tramo escolar que va de los 15 a los 18 años de edad. Se les observó especialmente cuando trataron de incorporar tecnología matemática (Zbieck and Hollebrands, 2008) en su práctica docente.

Por otro lado, en relación con las dos primeras preguntas planteadas en los puntos (1) y (2), aquí únicamente se hará una pequeña revisión de algunos de los resultados más relevantes de algunas de las investigaciones recientes sobre los temas en cuestión.

Influencia de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas

Según Olive et al. (2010) a fines de los 80's y a lo largo de los 90's hubo un gran optimismo en cuanto al potencial de las nuevas tecnologías para transformar las formas en que se aprendían y enseñaban las matemáticas (Howson & Kahane, 1986, citado por Olive et al, en la obra mencionada).

Sin embargo, en opinión de algunos de los diseñadores de software revolucionarios (como S. Papert, el creador del software LOGO), y en contraposición a sus más caras ambiciones en cuanto al uso de lo que ellos crearon, “las computadoras tan sólo han sido usadas para transferir el currículum tradicional de los impresos a la pantalla de la computadora” (Kaput, 1992). Incluso sucede que, “los profesores más entendidos y que trabajan ahora en escuelas convencionales, comprenden que lo que están haciendo [con la tecnología] no es lo que desearían hacer” (Papert, 1997, citado por Ruthven, 2007).

Incorporación de tecnologías digitales en el aula: la práctica de la enseñanza de las Matemáticas en el tramo escolar de 15 a 18 años de edad

En realidad, Papert ve el trabajo cotidiano que realizan los profesores con las computadoras en la escuela, como las semillas a partir de las cuales crecerá el cambio (Ibidem, Ruthven, 2007). En su análisis de las tecnologías en la escuela y su relación con la enseñanza, Ruthven también menciona que las teorías contemporáneas del cambio educativo, como el que involucra la innovación tecnológica, reconocen que estos procesos están moldeados por la elaboración de sentido de los agentes involucrados (Spillane, Reiser & Reimer, 2002, citado por Ruthven, 2007).

Sin embargo, es necesario decir que son pocas las investigaciones que tratan de manera conjunta las cuestiones de la incorporación de la tecnología por parte de los profesores en las prácticas escolares, y cómo esto afecta al aprendizaje de los estudiantes (Zbiek y Hollebrands, 2008). Más bien, estas dos líneas de investigación en general se han considerado de manera separada, lo que en realidad actualmente llama a avanzar en investigaciones en las que se consideren ambos aspectos a la vez, como la realizada por Kendal y Stacey (2001).

Algunas de las Concepciones de los Profesores acerca del Uso de Tecnología en la Enseñanza de las Matemáticas

En su trabajo del 2002, K. Ruthven y S. Hennessy investigaron acerca de las ideas de los profesores sobre lo que constituye una experiencia exitosa de uso de herramientas y recursos computacionales en el salón de clase.

Estos autores realizaron un gran número de entrevistas grupales a profesores en Inglaterra, las cuales se llevaron a cabo en los departamentos de matemáticas de varias escuelas preparatorias (tramo 15 a 18 años de edad) en distintas localidades de esa región. A través de análisis cuantitativos y cualitativos, Ruthven y Hennessy (2002) identificaron una serie de temas centrados en el éxito y la operatividad que los profesores asociaban al uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), y encontraron también subtemas relacionados. Por ejemplo, uno de los temas de éxito del uso de las TIC fue el de que aseguraban el trabajo en el salón de clases y mejoraban la participación de los estudiantes en el mismo. A su vez, esto estuvo relacionado con el cambio, la diferencia y la variedad del trabajo en el salón de clase. Los otros temas de éxito fueron el ritmo y la productividad del trabajo; y, finalmente, la progresión en el aprendizaje que de ahí se derivaba. A continuación se enlistan diez temas encontrados por estos autores en los relatos de los profesores, los cuales se relacionan con la operatividad del uso de las TIC.

- i) *Mejorar el ambiente* a través de cambiar la forma general y el sentir de la actividad en el salón de clase;
- ii) *Asistir en sus intentos a los estudiantes*, ayudando a corregir errores y experimentando con posibilidades;
- iii) *Facilitar la rutina*, permitiendo que tareas subordinadas sean llevadas a cabo fácil, rápidamente y disponiendo de recursos;
- iv) *Acentuar elementos clave* de los temas en estudio, proveyendo imágenes vívidas y efectos impactantes, para resaltar propiedades y relaciones.

Los temas que se relacionan con el uso de la tecnología y las principales metas de la enseñanza son:

- v) *Intensificación del compromiso* de los estudiantes en las tareas, lo que se refiere a asegurar la participación de los alumnos en las actividades en el salón de clase;
- vi) *Producción de la actividad*, lo que refiere al mantenimiento del ritmo y la productividad de los estudiantes durante las lecciones;
- vii) *Establecimiento de ideas*, lo que refiere a apoyar el desarrollo de la comprensión y la capacidad del estudiante.

Los temas claves del aprendizaje que vinculan los usos de la tecnología y las metas de la enseñanza, son:

- viii) *Aumento de motivación*, a través de generar ánimo e interés de los estudiantes, y construyendo confianza de los estudiantes en sí mismos;
- ix) *Disminución de restricciones*, a través de mitigar factores que inhiben la participación de los estudiantes, tales como la ejecución de tareas laboriosas, así como las demandas y los requerimientos que impone la presentación en papel y lápiz, además de la vulnerabilidad a la exposición de errores;
- x) *Aumento de atención*, a través de crear condiciones para que los estudiantes enfoquen a los temas principales.

En otro artículo de su autoría, Ruthven (2007) señala los diez constructos recién mencionados (marcados en cursivas), y observa que cada uno de ellos representa un estado de hechos deseable, al que los maestros aspiran lograr en su salón de clases, pensando en que el uso de la tecnología contribuiría a ello.

Este autor también indica que considerando que la investigación que realizó junto con Henessy sólo fue un estudio sobre el tema, el modelo de práctica exitosa (en el uso de tecnología en el salón de clase) que de ahí se deriva tendría que ser considerado como tentativo. Además, también avanza que para lograr alcanzar este modelo ideal, en la práctica se requiere que los profesores desarrollen conocimiento a partir de sus propias prácticas (“craft knowledge”), y que de ahí construyan las maneras en que desean utilizar las nuevas tecnologías. Según Ruthven, este conocimiento artesanal (*craft knowledge*), adquirido a partir de la práctica, es un gran sistema de reflejos, de iniciativas o descubrimientos poderosos que los maestros desarrollan en su trabajo en la clase; el cual se construye sobre rutinas y procedimientos automatizados, cortados o hechos a la medida de las circunstancias particulares en las que el profesor trabaja. También menciona que, específicamente, muchas de las innovaciones tecnológicas propuestas involucran modificar este sistema.

Finalmente, para cerrar esta sección, se hará mención de dos observaciones del mismo autor (Ruthven, 2007) acerca de la complejidad del tema de la incorporación de la tecnología en las prácticas escolares: Ruthven llama a desarrollar un enfoque holístico para abordarlo, y a considerar que para informar desde tal enfoque, el campo de investigación en educación matemática necesita ampliar su perspectiva. Esto es, es necesario no enfocar de manera exclusiva sobre las dimensiones distintivamente matemáticas de la práctica escolar, pues se pueden perder líneas de trabajo críticas sobre el tema.

Incorporación de las tecnologías digitales en la práctica del docente en el aula

Como arriba se mencionó, el trabajo que aquí se está presentando contribuye a responder a la tercera pregunta arriba planteada. Específicamente se parte de algunas de las investigaciones que se acaban de reseñar (i.e., Ruthven, 2007 y 2002; Ruthven y Henessy, 2002), así como de la realizada por Zbieck and Hollebrands (2008).

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

Diseño de un curso piloto en línea, para la actualización de maestros en matemáticas y tecnología

Del trabajo realizado por Zbieck and Hollebrands (2008), el cual sintetiza diez años de investigación sobre la incorporación de la tecnología matemática en las prácticas de los docentes en el salón de clases, se extrajo una estructura racional para la organización de un curso en línea (OLC) de seis meses de duración, para maestros en servicio, los cuales atendían a estudiantes de 15 a 18 años de edad.

En el OLC se abordaron temas de matemáticas y de tecnologías de la información, los cuales se han especificado en trabajos publicados anteriormente (Hoyos, 2009-2010). Los constructos teóricos de Zbieck y Hollebrands (2008), específicamente su reconceptualización del modelo PURIA de Beaudin & Bowers (1997), permitieron analizar los datos que se obtuvieron en este estudio como si se derivaran de la introducción de innovaciones tecnológicas en la escuela.

Vale la pena hacer notar que el OLC que aquí se instrumentó se planteó como un curso de actualización (i.e., de educación continua, o para el desarrollo profesional del docente) en el contexto general de las políticas educativas oficiales vigentes en la mayoría de los países, según las cuales el profesorado en servicio debe de aprender como incorporar la tecnología matemática en sus prácticas escolares, para tratar de acortar la brecha digital actualmente existente entre los estudiantes (nacidos ya en la era digital) y gran parte del profesorado en servicio, entre quienes se encuentran dificultades e incluso resistencia a asimilar el cambio tecnológico (ver, por ejemplo, Assude et al. 2006). También en México, políticas educativas semejantes apoyan la integración de las nuevas tecnologías en la enseñanza, poniendo énfasis particularmente en que esto se haga en la enseñanza de las matemáticas.

Para que los maestros pudieran acometer la tarea de incorporar la tecnología matemática en sus salones de clase, se instrumentó un curso piloto (ver <http://upn.sems.gob.mx>) en línea de seis meses de duración, en el que participaron 120 maestros en servicio. En ese momento los maestros se hacían cargo de diferentes cursos, y, de acuerdo con el curso, el rango de las edades de los estudiantes varió entre los 15 y los 18 años. Una de las hipótesis del diseño del curso fue que éste permitiría que los maestros participantes aprendieran a usar tecnología y a hacer matemáticas con la tecnología.

Aunque se mencionó que en total hubo 120 participantes, en esta comunicación sólo se reportan las prácticas docentes que se observaron en 15 de los participantes, los cuales formaron parte de uno de los grupos que cursaron el OLC, el cual se eligió de manera aleatoria.

En realidad, los dos propósitos hipotéticos del diseño del curso (aprender a usar tecnología y usarla para hacer matemáticas) constituyen dos de los modos del modelo de desarrollo para docentes PURIA, un modelo que da cuenta de un continuum de aprendizaje (Zbiek & Hollebrands 2008). De hecho, seguir este modelo implica que los profesores deben de experimentar modos distintos de desarrollo para avanzar hacia una incorporación exitosa de la tecnología en sus salones de clase: los modos de Jugar (*Play*), Usar (*Use*), Recomendar (*Recommend*), Incorporar (*Incorporate*) y Evaluar (*Assess*).

Como Zbiek and Hollebrands mencionan (2008, p.295), el crecimiento durante los modos P (Jugar) y U (Usar) incluye la transición de la tecnología como la herramienta del desarrollador, en el instrumento del maestro para hacer matemáticas. Luego, en los modos de Incorporación y de Evaluación, la atención del maestro se vuelve, implícita o conscientemente, hacia el uso de la tecnología como una herramienta pedagógica, incluyendo el desarrollo de orquestaciones instrumentales (Trouche 2000, citado en Zbieck & Hollebrands 2008) o de planes elaborados considerando el uso de la tecnología desde las dimensiones sociales del salón de clases. Finalmente, el modo Recomendar parece estar marcado por una transición entre los aspectos matemático y pedagógico de la tecnología (Zbieck & Hollebrands, *ibid*, p. 295).

Obtención de los datos

A lo largo del OLC hubo cuatro semanas de actividades (dos al final de las primeras diez semanas de actividades, y dos más al final de las siguientes diez), en donde los maestros tuvieron que ejecutar la siguiente serie de tareas: (a) Elegir un tópico de matemáticas del bachillerato, junto con el software, herramientas o materiales digitales, de tal manera que se pensara que lo elegido sería útil al usarlo para su enseñanza; b) llevar a cabo una sesión de trabajo con los estudiantes de la manera en que se creyera conveniente, de acuerdo con el material digital elegido; c) video-grabar la sesión de trabajo; d) subir una versión de la grabación de siete minutos a YouTube; y finalmente, e) subir a la plataforma (recuérdese que el curso y todas las actividades en cuestión se llevaron a cabo a través de Internet, en un curso completamente en línea, montado sobre una plataforma *moodle*) un reporte descriptivo del contenido del video junto con la dirección electrónica del mismo en YouTube (i.e., URL del video).

Del último segmento de actividades del diseño del OLC que se acaba de describir, se extrajeron los datos principales de este estudio y se generaron los resultados que enseguida se van a presentar.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

A lo largo de la implementación del OLC se obtuvieron evidencias de los profesores desplegando los modos de Jugar (Play), Usar (Use) y Recomendar (Recommend) del Modelo PURIA, las cuales quedaron registradas en la plataforma del curso. Sin embargo, en este espacio no se presentarán los datos de los participantes relacionados con el despliegue de estos modos, esto se hará en una comunicación más amplia actualmente en preparación. Por el momento, aquí nos avocaremos a la presentación de las diferentes maneras en que los profesores participantes comenzaron a Incorporar las herramientas digitales en sus salones de clase.

Descripción de las diferentes formas en que los profesores incorporaron las herramientas digitales en sus clases

De los quince profesores participantes, solo nueve completaron todas las tareas que se les requirieron a lo largo del OLC. Enseguida se presenta un resumen de sus ejecuciones en la siguiente tabla:

Incorporación de tecnologías digitales en el aula: la práctica de la enseñanza de las Matemáticas en el tramo escolar de 15 a 18 años de edad

Caso	Datos Generales (a) Iniciales del nombre del profesor (b) Ciudad de residencia	Tema; herramienta digital elegida; URL del video	Forma en que la tecnología se incorporó en la clase
1	(a) HA (b) Veracruz	- Resolución de ecuaciones - Software PowerPoint http://www.youtube.com/watch?v=PILYsIO-Vh0	El profesor usa un LCD, una computadora portátil y software para explicar o introducir un tema matemático (forma "clásica").
2	(a) AG (b) Baja California	- Relación entre una función y su derivada - Software GeoGebra http://www.youtube.com/watch?v=Lk2yVHDjexA	Misma ejecución que en el caso 1.
3	(a) AM (b) Guanajuato	- Simplificación de expresiones algebraicas racionales - Software Java and HTML http://www.youtube.com/watch?gl=MX&hl=es-MX&v=N1FwbEo5KGI	El profesor agrega a la <i>forma clásica</i> de enseñanza una formulación general de preguntas dirigida a los estudiantes, sobre temas matemáticos incidentales.
4	(a) HM (b) Baja California	- Cálculo del área de figuras geométricas en 2D - Software GeoGebra http://www.clipshack.com/Clip.aspx?key=CDF72468862861A8	El profesor agrega a la <i>forma clásica</i> de enseñanza una elección de herramientas digitales apropiadas para justificar o confirmar cálculos complejos.
5	(a) FM (b) Veracruz	- Gráficas, ecuaciones y funciones - Software GeoGebra http://www.youtube.com/watch?v=BXAE2b5U3M4	Misma forma que en el caso 4.
6	(a) AL (b) Sinaloa	- Diseño de figuras geométricas y cálculo de áreas. - Software GeoGebra http://www.youtube.com/watch?gl=ES&hl=es&v=yhXs8BLMFIM	El profesor es capaz de orquestar el trabajo de los estudiantes con la computadora, dirigiendo el trabajo de los estudiantes por medio de una plantilla (hoja de trabajo) a llenar con las respuestas de los mismos.
7	(a) SM (b) Colima	- Ecuación de una línea recta - Software GeoGebra http://www.youtube.com/watch?gl=MX&hl=es-MX&v=X4c8IHEzQsM	Misma ejecución que en el caso 6.
8	(a) OV (b) Baja California	- Resolución de desigualdades - Software Aplusix http://mx.youtube.com/watch?v=gwGcPtvXYbs	El profesor orquesta el trabajo de los estudiantes con la computadora pero agrega al uso de las herramientas digitales el uso del lápiz y el papel (o el pizarrón) para comparar las ejecuciones y los resultados de los estudiantes.
9	(a) FG (b) Hermosillo	- Propiedades y construcción de instrumentos en Física - Software PowerPoint http://fcogurrola.blogspot.com	El profesor es capaz de orquestar trabajo autónomo con la computadora por parte de los estudiantes, basándose en el trabajo de los estudiantes y en la cooperación en el aula en pequeños grupos.

En síntesis, el análisis de los videos de enseñanza reveló cinco formas de enseñanza en donde se comienza a usar la tecnología matemática en los salones de clase:

- (a) Un patrón de incorporación (*forma clásica*) que probablemente se deriva de la manera clásica de enseñanza, la cual de manera esquemática consiste en que el profesor explica un tema frente al grupo apoyándose exclusivamente en el uso del pizarrón y la tiza. Utilizando ahora las herramientas computacionales, esto se traduce al uso del cañón (un *LCD* por sus siglas en inglés), una computadora portátil que él manipula y un software para explicar o introducir un tema matemático en la clase. Se podría decir que esta forma de incorporar la tecnología en el salón de clases sigue un *patrón* de incorporación *clásico* (ver casos 1 y 2 en la tabla).
- (b) Una *versión modificada del patrón de incorporación clásico* que añade la interacción del maestro con los estudiantes, básicamente a través del planteamiento de preguntas (por parte del profesor) a toda la clase (ver caso 3). También en esta categoría (como una versión modificada del *patrón* de incorporación *clásico*) aquí se están considerando las ejecuciones del profesor en donde añade al *patrón clásico* de enseñanza la elección de herramientas digitales apropiadas para justificar o confirmar cálculos complejos (ver casos 4 y 5).
- (c) En esta categoría lo que se aprecia en las ejecuciones del maestro es un enfoque de enseñanza basado en la instrumentación de la actividad (Verillon and Rabardel, 1995; Assude et al., 2006), en este caso dirigida por el uso de un guión (*script*) o *plantilla* (hoja de trabajo ó *template* en inglés). En estos casos (ver casos 6 y 7 en la tabla), el profesor es capaz de orquestar el trabajo en el aula con las computadoras, y principalmente dirige el trabajo de los estudiantes por medio de guías o *plantillas*.
- (d) En esta cuarta categoría de ejecuciones de los maestros también se aprecia, como en la categoría anterior, una orquestación (Trouche, 2004) del trabajo de los estudiantes con la computadora pero se añade el uso de otras herramientas tecnológicas (en este caso el lápiz y el papel, ó la tiza y el pizarrón) y se busca la conciliación de resultados (i.e. hay *negociación de significados*). Esto es, en la orquestación que realiza el profesor se usan tanto herramientas digitales como otros artefactos tecnológicos para comparar las ejecuciones de los estudiantes y sus resultados (ver caso 8).
- (e) En esta categoría de ejecuciones de enseñanza del profesor se puede observar un cambio drástico del centramiento de la actividad en el aula, pues pasa de centrarse en las ejecuciones del profesor a centrarse completamente en las ejecuciones de los estudiantes (en particular, en el video ya no se ve la injerencia del profesor). Sintéticamente, se puede apreciar que la enseñanza gira en torno de un trabajo cooperativo centrado en la apropiación de la tecnología por parte de los estudiantes.

Desde nuestro punto de vista, esto muestra que el profesor ha sido capaz de orquestar un trabajo computacional autónomo con los estudiantes, buscando la apropiación de los estudiantes de la tecnología y basándose en una organización del trabajo en el aula por proyectos y en la cooperación en pequeños grupos (ver caso 9).

Finalmente, este apartado termina presentando algunas de las imágenes de las ejecuciones de los profesores, tomadas de los videos, las cuales sintetizan de manera gráfica las últimas cuatro categorías que se acaban de mencionar.

Incorporación de tecnologías digitales en el aula: la práctica de la enseñanza de las Matemáticas en el tramo escolar de 15 a 18 años de edad

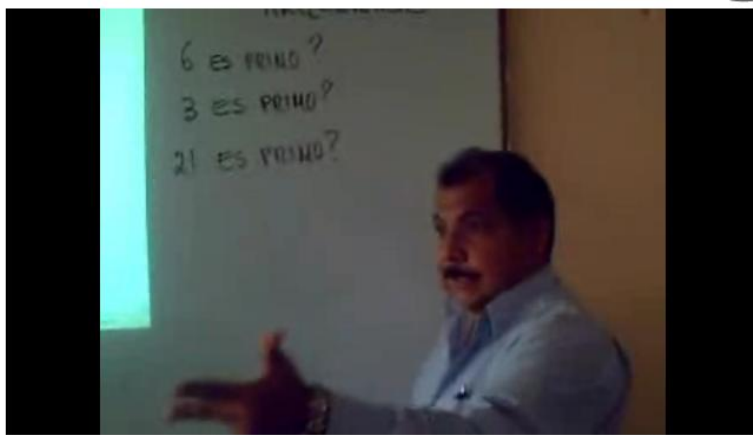


Figura.1. Al *patrón clásico* de enseñanza se agrega el planteamiento de preguntas por parte del profesor a toda la clase (ver caso 3).



Figura.2. El maestro dirige una instrumentalización de la actividad conducida por el uso de una plantilla o guía de trabajo (ver casos 6 y 7).

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

Las diferentes formas en que los profesores desplegaron su enseñanza en el aula, haciendo uso de herramientas digitales y/o de tecnología matemática para abordar los temas de su elección, permiten una apreciación cualitativa del desarrollo de su conocimiento artesanal (*craft knowledge*) en cuanto a la incorporación de las innovaciones tecnológicas en la escuela (Ruthven, 2007 y 2002).

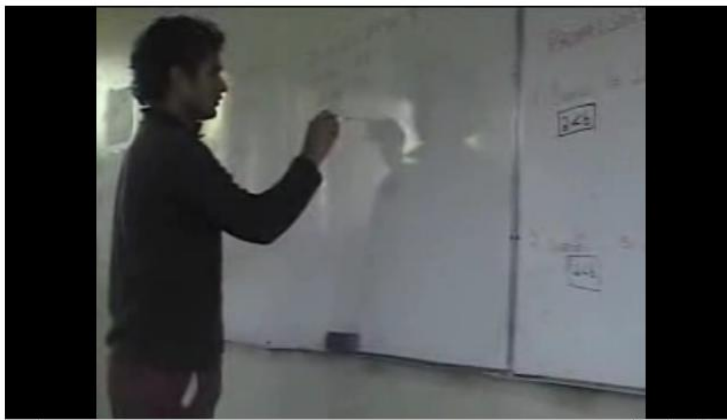


Figura.3. El profesor orquesta la actividad usando distintas herramientas tecnológicas y estableciendo comparaciones entre las ventajas y desventajas de la utilización de los diferentes artefactos (ver caso 8).

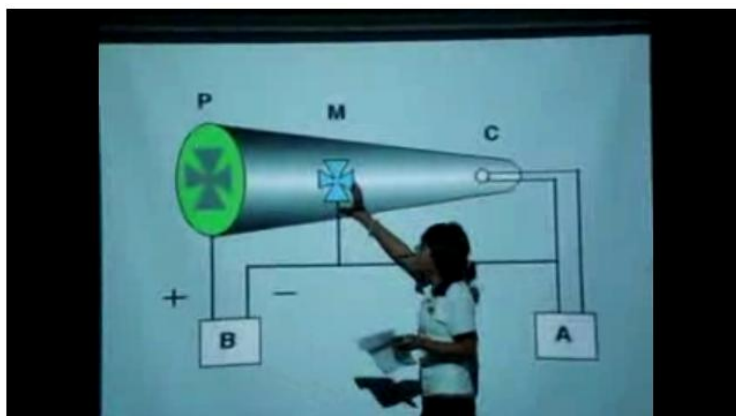


Figura.4. El profesor organiza trabajo cooperativo en su clase centrado en la apropiación de los estudiantes de la tecnología y en el aprendizaje por proyectos (ver caso 9).

Después de la realización de este estudio exploratorio es factible predecir el progreso de los profesores en relación con el aprendizaje del uso de tecnología para enseñar matemáticas.

De acuerdo con el Modelo PURIA (Zbieck and Hollebrands, 2008) extendido, los profesores que participaron en el OLC podrían alcanzar el ultimo modo de incorporación de la tecnología matemática, el modo Evaluar (Assess), después de haberse involucrado en la evaluación de las ejecuciones de sus estudiantes con la tecnología, ó notando cómo se despliega el pensamiento matemático de sus estudiantes mediado por la orquestación que previamente planea. Pero no es evidente el logro de la última fase del Modelo PURIA. Desde el punto de vista del investigador que esto suscribe, es posible pensar en el diseño de un nuevo (o adicional) ambiente de aprendizaje para el maestro en el que se promueva su desarrollo hacia la fase de evaluación del modelo PURIA, y en donde se usen herramientas metodológicas, digitales y pedagógicas recientes que permitan que los profesores se involucren en

Incorporación de tecnologías digitales en el aula: la práctica de la enseñanza de las Matemáticas en el tramo escolar de 15 a 18 años de edad

actividades centradas en el desarrollo del tipo de competencias que reclama la fase en cuestión (ver, por ejemplo, Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; Herbst, 2010).

Referencias

- Assude, T., Grugeon, B., Laborde, C. & Soury-Laverge, S. (2006). Study of a teacher professional problem: How to take into account the instrumental dimension when using Cabri-geometry? In Hoyles, C., J.B., Lagrange, Le Hung Son and Sinclair, N. (eds.), *Proceedings of ICMI17, Part 2*. Hanoi: Hanoi University of Technology.
- Beaudin, M. & Bowers, D. (1997). Logistics for facilitating CAS instruction. In J. Berry et al. (eds), *The state of computer algebra in Mathematics Education*. UK: Chartwell Bratt. (Encontrado en <http://website.lineone.net/~davidbowers/Logistic/Logistic.htm> el 05/05/2011).
- Cobo, C. (2009). Aprendizaje colaborativo. Nuevos modelos para usos educativos. En M. L. Garay (ed.), *Nuevas Tecnologías de la información: horizontes interdisciplinarios y perspectivas de investigación*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Herbst, P. (2010). Practical rationality and the justification for actions in teaching. En P. Brosnan, D. Erchick and L. Flevaris (eds.), *Proceedings of the 32th PMENA*, p. 46-54. Columbus, Ohio: Ohio State University.
- Hoyos, V. (2009). Recursos Tecnológicos en la Escuela y la Enseñanza de las Matemáticas. En M. Garay (coord.), *Tecnologías de Información y Comunicación. Horizontes Interdisciplinarios y Temas de Investigación*. México: Universidad Pedagógica Nacional
- Hoyos, V. (2009). Recursos Tecnológicos en la Escuela y la Enseñanza de las Matemáticas. En M. Garay (coord.), *Tecnologías de Información y Comunicación. Horizontes Interdisciplinarios y Temas de Investigación*. México: Universidad Pedagógica Nacional
- Jacobs, Lamb & Philipp, (2010). Professional Noticing of Children's Mathematical Thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. **41**, No. 2, p. 169-202.
- Kaput, J. J. (1992). Technology and mathematics education. In D. A. Grouws (Ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515-556). New York: Macmillan
- Kendall, M. & Stacey, K. (2001). The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, **6**: 143-165. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Ruthven, K. (2007). Teachers, Technologies and the Structures of Schooling. En *Proceedings of CERME 5*. Larnaca: University of Cyprus. (Encontrado en http://ermeweb.free.fr/CERME5b_el_02/15/09).

- Ruthven, K. (2002). Linking researching with teaching: Towards synergy of scholarly and craft knowledge. En L.D. English (ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*, p. 581-630. New Jersey: LEA.
- Ruthven, K. & Hennessy, S. (2002). A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 49 (1), 47-88.
- Trouche, L. (2004). Managing complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding student's command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 281-307.
- Verillon, P. and Rabardel, P. (1995). Cognition and Artefacts: A Contribution to the Study of Thought in Relation to Instrumented Activity. *European Journal of Psychology of Education*. Vol. 10, No. 1, pp. 77-101.
- Zbiek, R. & Hollebrands, K. (2008). A research-informed view of the process of incorporating mathematics technology into classroom practice by in-service and prospective teachers. En *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Vol. 1. Research Syntheses*, pp. 287-344. USA: Information Age Publishing.