



Uso de herramientas interactivas en el aprendizaje de homotecias

Jeannette **Galleguillos** Bustamante
Departamento de Matemáticas, Universidad de Valparaíso
Chile
jeannette.galleguillos@uv.cl
Loreine **Candia** Cisternas (tesista)
Universidad de Valparaíso
Chile
loreine.candia@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de una investigación cuyo objetivo fue encontrar la relación entre la aplicación de una secuencia de aprendizaje a la que se le incorporó el uso de herramientas dinámicas a través de aprendizaje colaborativo, y los logros académicos de los estudiantes de enseñanza media en la unidad de homotecias. La secuencia aplicada tiene tres etapas: introducción, experimentación y consolidación. En ella se utilizó la Pizarra Digital Interactiva y el software Geogebra.

Para llevar a cabo la investigación se utilizó un diseño cuasiexperimental con preprueba y postprueba utilizando grupo de control, en una escuela chilena del nivel 10 de escolaridad. Los resultados arrojados apuntan a que el uso de herramientas permitió una diferencia significativa en los aprendizajes del grupo experimental por sobre el grupo de control, mejorándose así los logros académicos de los estudiantes. Se entregan además algunas percepciones de los estudiantes acerca de la experiencia vivida.

Palabras clave: tecnología y enseñanza de la matemática, educación matemática, enseñanza media.

Introducción

El uso de las TIC en educación se ha visto en el pasado como un elemento catalizador. Un elemento catalizador es un agente que acelera o retarda una reacción química, es decir, se pensó de las TIC que por sí solas podían traer un impacto en la educación. Pero en el estudio de Venezky & Davis (2002) se muestra que las TIC raramente actúan como elementos catalíticos por sí solas. Por ello, actualmente se ve a las TIC como una palanca, es decir, como una herramienta que tiene que ser utilizada con un sentido de utilidad para lograr metas concretas (Venezky & Davis, 2002). A pesar de ello, ha existido un debate entre quienes se oponen al uso de la tecnología y quienes están a favor del uso de ellas en la escuela porque creen que estas

podrían mejorar la enseñanza y aprendizaje. Lo anterior es un indicador de que la pregunta de por qué utilizar la tecnología en la escuela, para algunos, no se ha respondido aún satisfactoriamente (Borba & Villarreal, 2005).

El trabajo de Kulik (2003) incorpora diferentes resultados de investigaciones (que usan grupo de control) sobre la efectividad del uso de la tecnología en las escuelas primarias y secundarias entre las décadas 70 y 80, y separadamente en la década del 90. Los estudios por el área de matemáticas y ciencias abarcaron cuatro clases de aplicaciones: Sistemas Integrados de Aprendizaje, tutoriales en computador, simulaciones y laboratorios basados en microcomputadores. En todos estos casos se encontraron resultados positivos como también algunos negativos de su efectividad en el aula, resaltando mejores logros con el uso de simulaciones por sobre el uso de tutoriales, y además se indica que se tienen mejores resultados en décadas más recientes. Sin embargo estos resultados no son concretos. El autor señala que se debe tener en cuenta que los recursos de las primeras décadas eran menos amistosos y los estudiantes tenían menos acceso a ellos. Luego, estos experimentos podrían actualmente ser llevados a cabo obteniéndose mejores resultados, ya que los recursos, accesibilidad a los recursos y habilidades en el uso de TIC de estudiantes y profesores, son notablemente mejores que en los periodos en que se desarrollaron estos estudios, lo que insta a continuar con investigaciones en incorporación de tecnología en educación bajo los nuevos parámetros.

La tecnología que se utilizaba previamente a la década de los 90 con una interfaz DOS de características gráficas limitadas ha cambiado. Las potencialidades que brinda ahora Internet, con la facilidad de acceso a la información, “ha evolucionado la forma en que se pueden utilizar las TIC en educación”(Borba & Villarreal, 2005). El consenso es que la tecnología por sí sola no puede traer un cambio en la educación(Borba & Villarreal, 2005), sin embargo ella trae beneficios innegables. Algunos pueden utilizarla sin hacer cambios reales en la forma en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje. La pregunta que surge entonces es ¿cómo se debe utilizar estas herramientas para que produzcan un impacto en los objetivos escolares?(Borba & Villarreal, 2005). El informe de la Policy Information Center (1998) muestra que si bien es posible que los estudiantes utilicen los computadores de manera improductiva, cuando los equipos son utilizados para desarrollar tareas de nivel superior, los computadores parecen estar asociados con un incremento importante en los logros académicos en matemáticas.

Al aparecer nuevas tecnologías, como la Pizarra Digital Interactiva (PDI) y entornos de geometría dinámica (SGD), que presentan amplias capacidades educativas, se hace necesario evidenciar si la incorporación de estos elementos presta beneficios que apunten a la mejora de logros académicos. Por otro lado, para el profesor, la integración de la tecnología al aula no es un proceso sencillo (Zhao, Pugh, & Byers, 2002), por lo que se requiere de metodologías bien evaluadas de integración de los recursos tecnológicos a la clase.

Si bien algunas investigaciones se basan en la utilización de los Sistemas de Geometría Dinámica (SGD) (Macías & Lozano, 1994; Galaz, 2005) y la Pizarra Digital Interactiva (PDI) (Villarreal, 2007; Hervás, Toledo, & González, 2010) que ponen de manifiesto que el uso de estas tecnologías al servicio de la educación incide de manera positiva en el aprendizaje de los contenidos por parte de los estudiantes, se requiere de estudios experimentales que aborden el tema para evidenciar si estas herramientas influyen significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes en distintos contextos.

Los bajos resultados obtenidos por estudiantes chilenos en las mediciones nacionales (SIMCE, 2007), e internacionales en el área de las matemáticas (TIMSS), evidencian los grandes

problemas y dificultades existentes en el aprendizaje de las matemáticas, puesto que la gran mayoría de los alumnos no logran los resultados mínimos esperados (MINEDUC, 2010).

Para observar si los estudiantes recuerdan el concepto de homotecias y el uso de tecnología en su enseñanza se realizó una encuesta preliminar en la Universidad de Valparaíso a estudiantes de la carrera de Matemáticas. De ella se obtuvo que los estudiantes no recuerdan haber estudiado el concepto ni menos haber usado nuevas tecnologías en su aprendizaje. Esto nos indica que el concepto de homotecias de la unidad de Geometría puede haberse descartado por algunos profesores, o bien, se pasó de modo ligero.

El objetivo de este trabajo es determinar la relación existente entre la aplicación de una secuencia de aprendizaje con uso de la Pizarra Digital Interactiva (PDI) y un Sistema de Geometría Dinámica (SGD) incorporado mediante Aprendizaje Colaborativo (AC), y los logros académicos de los estudiantes de enseñanza media en la unidad de homotecias.

Marco teórico

Socioconstructivismo

La educación es el proceso de transmisión de información de una generación a otra (Lundgren, 1997). En este proceso intervienen diferentes actores que se interrelacionan en el proceso de aprendizaje, como son: el docente, el alumno y el conocimiento. "En un escenario colaborativo, los estudiantes intercambian sus ideas para coordinarse en la consecución de unos objetivos compartidos. Cuando surgen dilemas en el trabajo, la combinación de su actividad con la comunicación es lo que conduce al aprendizaje" (Vygotsky, 1978). Desde el punto de vista de Jonassen, Mayes & McAleese (1992), "el aprendizaje colaborativo es una actividad social que involucra a una comunidad de alumnos en la que se comparten conocimientos y se adquieren otros nuevos, proceso que se ha denominado como construcción social de conocimiento". Así el socioconstructivismo establece que el aprendizaje se produce con la interacción social entre pares. Los miembros del grupo animarse a preguntar, explicar y justificar sus opiniones (Nussbaum, 2005). Sin embargo, para que el grupo trabaje de modo eficaz se requiere que cumpla ciertas características. Según Nussbaum (2005), los grupos de trabajo son efectivos cuando existe una responsabilidad individual en cada miembro del grupo, un apoyo mutuo entre los participantes, una interacción discursiva cara a cara, cuando cada miembro del grupo trabaja para completar sus metas individuales, y cuando los grupos son pequeños, es decir de 3 a 5 miembros (Johnson & Johnson, 1999).

Tecnologías utilizadas

Por otro lado, el software educativo puede cumplir un rol importante cuando el sistema presenta la característica de interactividad (Sánchez, 2001). Aparecen entonces los Sistemas de Geometría Dinámica (SGD) aportando beneficios que permiten a los estudiantes la exploración y verificación de propiedades geométricas, además de la automatización del cálculo geométrico.

Asimismo, la Pizarra Digital Interactiva (PDI) promete la generación de un espacio de participación y reflexión grupal, además de influir positivamente en el interés en los estudiantes. Sin embargo, se hace necesario evaluar si estas herramientas, atravesando el currículo y sumando sus beneficios, permiten el desarrollo de clases interactivas e interesantes para el estudiante que aporten concretamente en una mejora en su desempeño académico en el área de geometría.

En los últimos años se ha introducido sistemas para la gestión de asignaturas en ambiente virtual en las escuelas como se indica en (IIE-Enlaces, 2009) como los Sistemas de Administración de Aprendizaje (LMS) y Administración del Aprendizaje Virtual (VLM). Estos se encuentran categorizados dentro de los sistemas de Gestión Escolar (SGE) y permiten la

administración y organización de las asignaturas y la comunicación entre los estudiantes. La plataforma Moodle se presenta como una buena opción para administrar cursos, incorporando herramientas de conversación síncrona y asíncrona, como chat y foros que permiten dialogar a los participantes registrando sus comentarios.

Integración de las TIC al aula

La integración de la tecnología al aula no es un proceso sencillo para el profesor (Zhao, Pugh, & Byers, 2002). Esto muestra la dificultad para el profesor de integrar a sus clases la tecnología de manera eficaz. Olson (1988), ya indicaba la necesidad de que la tecnología forme parte de la vida de la clase, y no que interfiera en ella. Se indica entonces que la clase debe ser centrada en el estudiante, lo que Pelgrum (2002) señala como aprendizaje controlado por el estudiante. En este mecanismo resulta muy útil el uso de la tecnología como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo no vale la pena el uso de tecnología nueva con métodos viejos, lo que puede indicar solo un cambio cosmético. Un cambio efectivo involucra que los estudiantes trabajen en grupos (aprendizaje colaborativo) resolviendo problemas en profundidad. Aquí el estudiante debe tener la responsabilidad en su aprendizaje, y el profesor toma el rol de facilitador del aprendizaje. Pelgrum (2002) menciona que para incorporarse al nuevo escenario de trabajo, el docente requiere de más tiempo y energía, ya que carece del material necesario y de una correcta comprensión del sistema, al intentar controlar de manera excesiva a los grupos de trabajo. Una de las condiciones que promueve Pelgrum (2002) es el desarrollo de herramientas TIC que apoyen y faciliten el aprendizaje controlado por el estudiante.

Rol del profesor

Según la teoría del Aprendizaje Experiencial de Roger, en Kearsly (2011), existen dos formas de aprendizaje: el cognitivo y el experiencial. Para Roger todos los seres humanos son propensos al aprendizaje, por lo que enfoca el rol del profesor en preparar y facilitar el aprendizaje. En este proceso el docente debe: “montar un clima de aprendizaje, clarificar el propósito del aprendiz, organizar y hacer disponible los recursos del aprendizaje, balancear los componentes intelectuales y emocionales del aprendizaje, y compartir sentimientos y pensamientos con el aprendiz, sin dominarlo” (Kearsley,2011).

Uso de procesadores geométricos

“La naturaleza constructivista del procesador geométrico posibilita que los alumnos de mayores aptitudes puedan rápidamente realizar la tarea encomendada y proceder a explorar otras posibilidades. La idea de ‘explora, conjetura – trata – observa lo que sucede – aprende cómo seguir’ interpreta, en alguna, medida, la respuesta de la profesora...” (Galaz, 2005, pág. 60).

Según Macías y Lozano (1994) estos últimos realizan los siguientes aportes en la clase de geometría: primero, permiten una simulación gráfica de problemas geométricos que pueden familiarizar agradablemente al usuario con el programa, realizar inmediatamente el trazado gráfico, explorar experimentalmente el problema cambiando datos para observar los efectos y conjeturar presuntos resultados. Es posible además, realizar construcciones geométricas con el computador mediante el uso del software y dar solución a numerosos problemas. Su utilización permite: realizar el diseño geométrico en menor tiempo, reformarlo inmediatamente sin necesidad de volver a dibujarlo, guardarlo para más tarde, exhibir su construcción paso a paso, verificar experimentalmente sus propiedades geométricas, etc. También permite una automatización del cálculo geométrico, debido a la eventualidad de guardar las construcciones geométricas que pueden servir de base para otra construcción futura. Además, se puede tener

fácilmente una copia para poder modificarla las veces consideradas necesaria y volver al inicio si se cometieron errores, al contrario de medir una y otra vez con regla y comenzar desde una hoja en blanco.

Uso de la pizarra digital Interactiva PDI

Los autores señalan que la PDI mejora la atención y la motivación en la participación en el aula, lo que hace que esta herramienta sea un útil instrumento de apoyo para que se produzca el aprendizaje (Villarreal & Molina, 2007, pág. 12).

Hervás, Toledo y González (2010) afirman que la PDI permite: "...una progresiva innovación en las prácticas docentes, una mejora en la motivación y la atención de los alumnos y la disponibilidad de nuevas herramientas para atender a la diversidad de los alumnos, especialmente a aquellos alumnos con discapacidad o dificultades severas o moderadas para el aprendizaje. Las pizarras interactivas son una manera eficaz de interactuar con contenidos electrónicos y multimedia en un entorno de aprendizaje". Por otro lado, usada en conjunto con software especializado puede ser utilizada en la enseñanza de toda la clase para superar temores de los alumnos, como medio de recompensa, y para permitirles mostrar sus habilidades (Richardson, 2002).

Uso de tecnología portátil

El uso de tecnología portátil en la escuela incorpora ventajas en aspectos de organización, rapidez y reducción de la carga horaria del docente (Passey, 2002; Kim, Holmes, & Mims, 2005). En los estudiantes, debido a la conexión a Internet en todo momento y lugar, el uso de aparatos portátiles ha traído importantes ventajas como movilidad, rapidez, inmediatez y aumento de la productividad. Sin embargo, se pueden presentar desventajas como el plagio y fraude de estudiantes en evaluaciones, para lo cual también se han presentado soluciones, como software de bloqueo de Internet durante las evaluaciones (Lecher, 2005).

Métodos

Diseño

Para llevar a cabo esta investigación se realizó un diseño cuasiexperimental con preprueba y postprueba utilizando un grupo de control. La experiencia se realizó durante las dos últimas semanas del mes de octubre de 2010, en seis sesiones de clases equivalentes a 12 horas pedagógicas de 45 min cada una. Los sujetos evaluados corresponden a estudiantes de segundo año medio (nivel décimo de escolaridad) del Colegio María Auxiliadora de Playa Ancha, Valparaíso, Chile. Los cursos estuvieron conformados por 24 estudiantes del grupo experimental y 30 del grupo de control, siendo estos grupos homogéneos entre sí, ya que los cursos no son ordenados por desempeño y su promedio correspondió a un 5.2 y un 5.3 de nota respectivamente (las notas van desde 1 a 7). La unidad de aprendizaje escogida correspondió a homotecias. Los estudiantes que faltaron a una de las pruebas fueron eliminados del análisis de datos.

Los instrumentos de evaluación utilizados corresponden a pruebas de conocimientos y a una encuesta en escala de tipo Likert. Las pruebas de conocimientos corresponden a una preprueba y una postprueba, del mismo nivel de complejidad. La encuesta en escala de Likert se tomó a los estudiantes que vivieron el tratamiento y se enfocó en las percepciones de la experiencia vivida.

Secuencia de Aprendizaje

En ambos grupos se abordaron los mismos contenidos en base a la implementación de una estrategia de aprendizaje compuesta de tres fases: introducción, exploración y consolidación de conocimientos. Se adoptó esta estrategia porque el colegio trabaja con estas fases de aprendizaje. De este modo, se integró a esta secuencia actividades colaborativas y herramientas tecnológicas.

Introducción. La etapa de introducción involucra la realización de una actividad introductoria al tema a tratar en clase con problemas de la vida cotidiana, tomando en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes. Las actividades deben estar vinculadas con las competencias a desarrollar y el docente debe atraer la atención, recuperar el conocimiento previo y motivar a los estudiantes.

Experimentación. En la actividad de experimentación se realiza un proceso de exploración de contenidos; el profesor recibe las consultas de las estudiantes. Se exponen las ideas principales y se sistematizan las metodologías de reducción de problemas. Se desarrollan las estrategias de enseñanza y aprendizaje para el logro de los objetivos propuestos por sesión.

Consolidación. En la etapa de consolidación se formalizan los procesos educativos realizados y se realiza un resumen de lo visto en la clase. Se deja un enganche para la aplicación de la clase siguiente. Se realizan actividades que permitan verificar el aprendizaje obtenido para continuar o reorientar el desarrollo de sus estrategias.

Rol del profesor y del estudiante

El rol del profesor es el de facilitar el aprendizaje del estudiante (Roger en (Kearsley, 2011)). En ello, en la etapa de introducción, se debe atraer la atención del aprendiz, recuperar el conocimiento previo y motivar a los estudiantes. De esta forma se pretende “montar un clima de aprendizaje”. Además, se plantean los objetivos de la sesión exponiendo así claramente los objetivos a alcanzar por el aprendiz.

En la etapa de experimentación el docente organiza el material, recursos y la forma de trabajo del curso. Los estudiantes experimentan y exploran libremente, comparten el conocimiento con sus pares en pro de alcanzar sus objetivos. Frente a las dudas y consultas el docente comparte sentimientos y pensamientos con los aprendices, sin dominarles (Kearsley, 2011).

En la etapa de consolidación, el docente tiene la labor de verificar y consolidar los aprendizajes, observando el nivel de cumplimiento de los objetivos. También incorpora alguna situación (por ejemplo una tarea) que permita preparar el clima de aprendizaje de la siguiente sesión.

Materiales

En el desarrollo de las clases y a la par con la secuencia descrita se utilizó material educativo como: fichas de aprendizaje, guías de estudio y una hoja resumen. Las fichas de aprendizaje fueron diseñadas con el objeto de evaluar de manera formativa los conceptos vistos en las sesiones de clases. Midieron los avances de los estudiantes y ayudaron a reconocer las debilidades que tenían, y así, reforzar conceptos para la sesión siguiente. La guía de estudio fue diseñada con el objeto de que las alumnas ejercitaran y aplicaran lo aprendido en las sesiones; parte de la guía se encuentra en el apéndice B. La hoja resumen fue diseñada con el objeto de englobar todos los conceptos vistos para que las estudiantes reconocieran los conceptos vistos para que las estudiantes reconocieran los conceptos tratados. Ambos grupos trabajaron con este

material y secuencia didáctica, sin embargo, en el grupo experimental utilizó además herramientas tecnológicas como: Geogebra, la Pizarra Digital Interactiva (PDI), netbooks y la plataforma Moodle. En particular, se utilizó aplicaciones de Geogebra en distintas etapas que permitían explorar y aclarar los conceptos. Cabe destacar, que para utilizar tecnología fue necesario utilizar distintas aulas como: biblioteca con mesas para trabajo en grupo, sala audiovisual para utilizar la PDI y sala de computación, además de la sala de clases.

El grupo de control trabajó con los mismos materiales educativos del grupo experimental, incluso de manera grupal, pero sin uso de tecnología. Incorporó, a diferencia del grupo experimental el uso del texto escolar del MINEDUC, estableciéndose si una relación de contenidos, objetivos de sesiones y materiales de evaluación.

Formas de incorporación de la tecnología

En esta sección indicamos el uso dado a la tecnología a través de todas las sesiones. La plataforma Moodle se usó para administrar el curso exponiendo el material a utilizar en las clases. Las alumnas lo accedían en cualquier momento, incluso desde sus hogares. De modo más efectivo, la implementación de foros de discusión en la fase de introducción permitió preparar su disposición para el aprendizaje.

La PDI se usó como recompensa al grupo que primero terminaba una de las actividades. Este manipuló la PDI en plenaria para construir sus propias figuras homotéticas. Si bien un solo grupo manipuló la PDI, todas las estudiantes participaron de la construcción con sugerencias y opiniones de la construcción. Este uso permitió una participación activa del curso en la etapa de experimentación. Hay que notar que su uso se limitó a dos sesiones, sin embargo presenta un aporte en motivar a las estudiantes a participar activamente de la tarea en conjunto como curso.

Geogebra se utilizó principalmente en la etapa de experimentación para explorar figuras mediante el movimiento, visualizar y descubrir relaciones y regularidades por medio de la manipulación de aplicaciones con contenido homotético. Cada alumna trabajó con netbooks en forma individual ubicada en su grupo de trabajo. El tamaño pequeño de los equipos facilitó el trabajo en grupo. Los grupos fueron conformados por 3 o 4 miembros.

Descripción de tipo de clases

Para ejemplificar, consideraremos la explicación generalizada de las clases realizadas. En la primera sesión, después de tomar la preprueba, se realiza un refuerzo de conocimientos previos mediante la ficha de actividad uno, en la cual reconstruyen el concepto de razón trabajando en la biblioteca, que se muestra en la Figura 1. Las alumnas trabajaron en grupos de 3 a 4 miembros, designados por la profesora. Al final de la sesión se les deja una pregunta abierta a los estudiantes ¿qué pasa cuando las razones son negativas? Ellos debieron investigar en sus casas y traer una explicación al respecto en la sesión siguiente.



Figura 1. Estudiantes trabajando en la Biblioteca

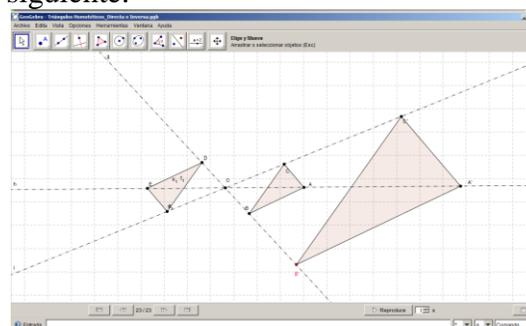


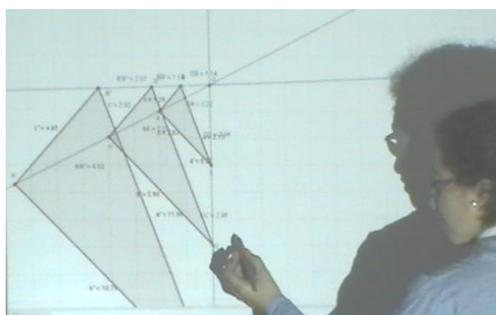
Figura 2. Triángulos Homotéticos

En el segundo encuentro, las estudiantes participan en un foro en la plataforma Moodle: “Las razones negativas tienen un significado especial ¿cuál es?” donde los estudiantes participan activamente. Luego de variadas ideas construyen el concepto de razón negativa.

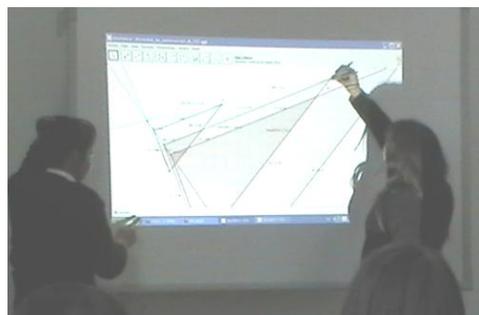
En la fase de experimentación, cada alumna ubicada en un computador visualiza con Geogebra la construcción de tres triángulos homotéticos mostrados en la Figura 2, notando la influencia de la razón negativa y positiva, por medio de la interacción con el software. Luego responden la siguiente pregunta: ¿qué notan a cerca del punto de intersección de las rectas que unen los vértices correspondientes? Las alumnas levantan conjeturas respecto a las razones formadas y la existencia del centro. En seguida, las alumnas conocen y formalizan los conceptos relacionados con las homotecias, la notación y el valor de la razón k haciendo uso PowerPoint.

En la etapa de consolidación, las alumnas completan en unas fichas la interpretación de los conceptos vistos en clase y evalúan su desempeño y la actividad realizada. Las fichas deben ser entregadas al final de la sesión.

En la siguiente sesión, las estudiantes construyen figuras en papel. El grupo que primero terminó las construcciones, a modo de recompensa utilizó la PDI para la construcción de las figuras en Geogebra. El curso completo participa de la construcción con sugerencias y opiniones. La Figura 3(a) y 3(b) muestran a estudiantes utilizando la pizarra interactiva.



(a)



(b)

Figura 3 (a) y (b). Estudiantes haciendo uso de la Pizarra Digital Interactiva

En la sesión posterior el profesor utiliza la PDI mostrando la actividad a realizar (ver Figura 5) y las estudiantes netbooks individuales. Las alumnas trabajaban de manera grupal en una actividad en que deben generar conjeturas y establecer parámetros sobre la influencia de la razón entre el área y perímetro de figuras homotéticas haciendo uso del software Geogebra en sus netbooks (ver Figura 4), y completando las fichas de actividad 3.



Figura 4. Estudiantes utilizando netbook

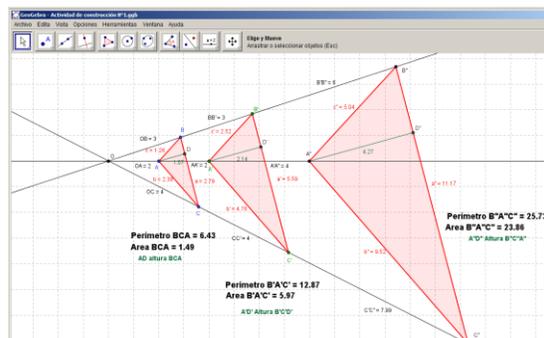
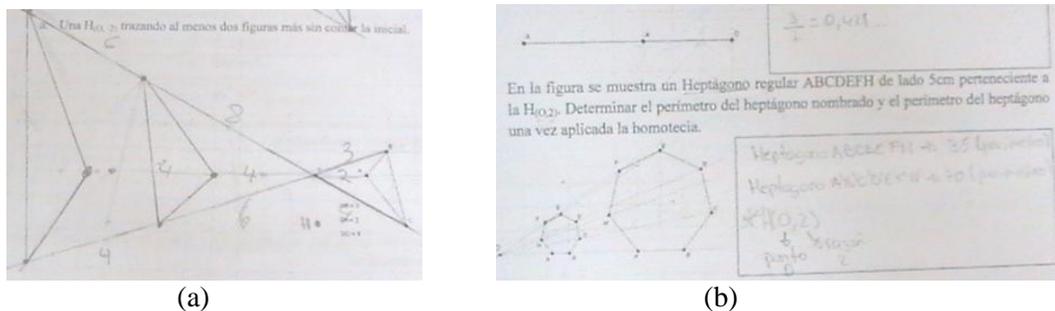


Figura 5. Aplicación con Software Geogebra

En la siguiente sesión, las estudiantes se dedican al desarrollo de la guía de estudio, en la cual aplican todos los conceptos vistos en las sesiones anteriores. En las figuras Figura 6 (a) y (b) se encuentran evidencias de aplicaciones realizadas por las estudiantes en la guía de estudio.



(a) (b)
 Figura 6 (a) y (b). Guías de estudio desarrolladas por las estudiantes

En la sesión final, las estudiantes desarrollan la post-prueba aplicando todos los conceptos vistos en las sesiones anteriores. Posteriormente contestan una encuesta para saber las apreciaciones personales de las estudiantes sobre la experiencia vivida.

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó por medio de pruebas de conocimiento y por medio de una encuesta cerrada en un formato de Likert. Los datos recogidos de las pruebas de conocimiento evidencias que hubo en ambos grupos un incremento en su aprendizaje, sin embargo se aprecia una diferencia más marcada en los resultados del grupo experimental.

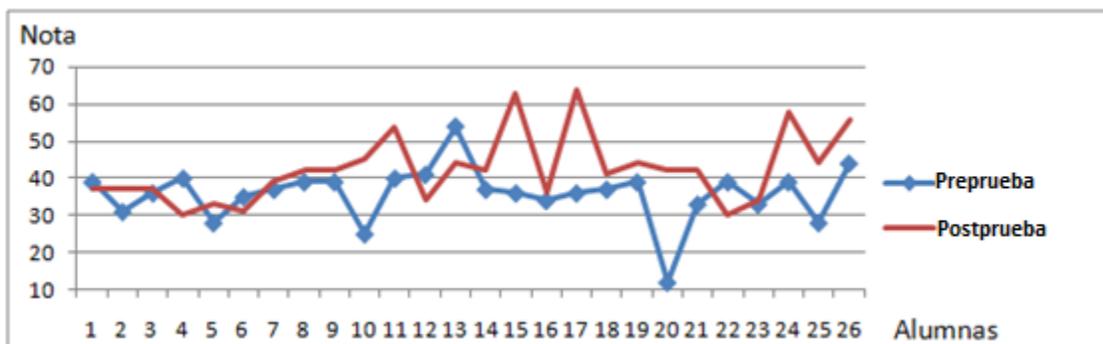


Figura 7: Diferencias a aprendizaje entre la preprueba y postprueba en el grupo de control

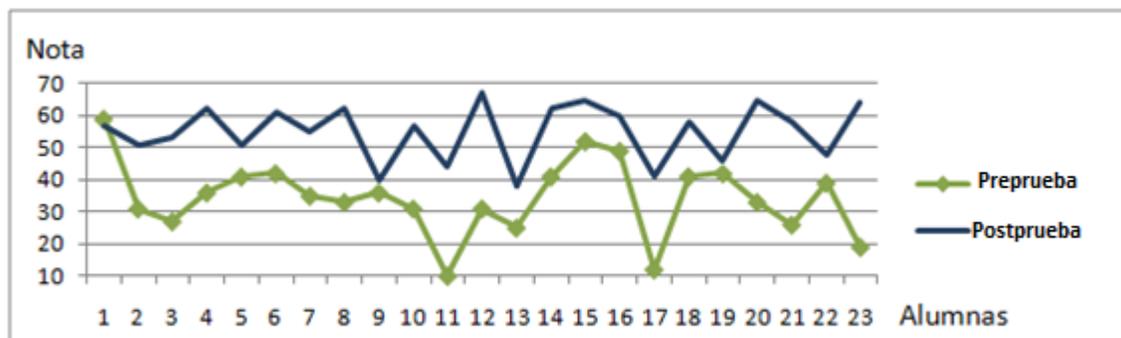


Figura 8: Diferencias de aprendizaje entre la preprueba y postprueba en el grupo experimental

La figura 7 muestra las diferencias de aprendizajes entre la preprueba y postprueba de cada alumna del grupo de control, y la figura 8, las diferencia entre la preprueba y postprueba de cada alumna del grupo experimental.

La tabla 1 muestra las diferencias de los promedios obtenidos en las pruebas de conocimientos, mostrando una diferencia de 1.5 puntos del grupo experimental por sobre el grupo de control. Para determinar si estas diferencia corresponde a una diferencia significativa se realizó la prueba de comparación de medias de U Mann-Withney, ya que las series de datos no presentan una distribución normal.

Tabla 1

Diferencias de promedios entre grupos experimental y grupo de control

Grupo	preprueba	postprueba	diferencias
Grupo Experimental	3.4	5.5	2.1
Grupo de Control	3.6	4.2	0.6
			1.5

La prueba U de Mann-Whitney arrojó un resultado de probabilidad $p=0.0001 < 0.05$, indicando así que el grupo experimental tuvo una diferencia significativa con respecto al grupo de control en sus aprendizajes no debida al azar. Entonces, el uso de herramientas interactivas mediante aprendizaje colaborativo produjo un mejor desempeño con respecto a los estudiantes que no utilizaron estas herramientas.

El uso de tecnología me brindó apoyo en mis conocimientos

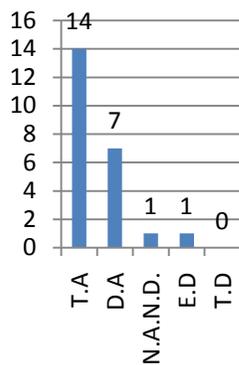


Figura 9: Apoyo con el uso de tecnología

Prefiero las clases convencionales, en vez del uso de tecnología

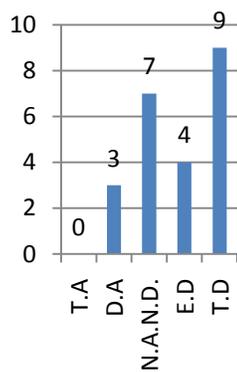


Figura 10: Preferencia de clases habituales sobre el uso de tecnología

La tecnología no fue necesaria para el desarrollo de mis aprendizajes

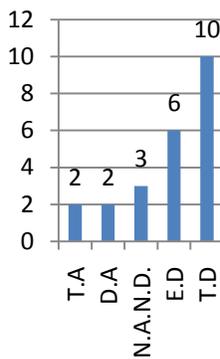


Figura 11: Necesidad de tecnología para aprendizaje

Pude compartir mejor con mis compañeras y profesora utilizando estos medios

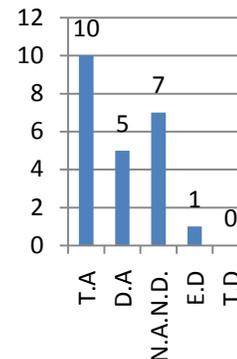


Figura 12: Convivencia con compañeras

La encuesta reveló que los estudiantes sienten que la tecnología utilizada les apoyó en su aprendizaje (ver figura 9), que prefieren las clases con uso de tecnología antes que las tradicionales (ver figura 10), y que el uso de la tecnología es necesario para lograr el aprendizaje (ver figura 11). Asimismo, percibieron que el uso de Geogebra les ayudó a aclarar dudas en su grupo y a una mejor comprensión de los conceptos. Además, sienten que la tecnología les ayudó en la convivencia grupal, en el sentido de que compartieron mejor entre compañeros y con la

profesora con el uso de la PDI y netbook (Figura 12). Manifestaron una preferencia por el trabajo en grupo con respecto a una clase tradicional, ya que les ayudó a comprender mejor el concepto al sentirse apoyadas por sus compañeras.

Conclusiones y discusión

En este trabajo se incorporó el uso de herramientas interactivas a una secuencia de aprendizaje a través de aprendizaje colaborativo. La investigación realizada utilizó un diseño de preprueba y postprueba con un grupo de control. El grupo experimental obtuvo diferencias de aprendizaje de 1.5 décimas por encima del grupo de control, lo que corresponde a una diferencia significativa y no producto del azar.

Los aspectos más relevantes que pudieron influir en las diferencias de resultados de aprendizaje a favor del grupo experimental, a nuestra opinión, están relacionados con los diferentes escenarios de trabajo en distintas aulas y recursos tecnológicos en ellas utilizados en la experiencia. Esto se explicaría por el clima de aprendizaje que se logró establecer potenciando la propensión natural de las alumnas al aprendizaje (Roger en (Kearsley (2011)), que en el grupo de control se vio disminuido por la posible monotonía de trabajar en una misma aula y bajo los mismos materiales de una clase convencional. Además, la incorporación de diferentes herramientas interactivas como Geogebra y la PDI, utilizadas mediante aprendizaje colaborativo, permitieron descubrir los conceptos tratados a través de la experimentación y la discusión con sus pares, tanto cara a cara como a través de foros en Moodle, lo que les permitió construir su conocimiento (Jonassen et al, 1992), aclarar las dudas y fortalecer su aprendizaje.

Lo anterior se corrobora con las percepciones de las estudiantes a través de la encuesta cerrada, donde se obtuvo que ellas prefirieron el uso de herramientas tecnológicas interactivas por sobre una clase convencional. Percibieron que el uso de Geogebra les ayudó a aclarar dudas en su grupo y a una mejor comprensión de los conceptos. Por otro lado sintieron que la tecnología les ayudó en la convivencia grupal, en el sentido de que compartieron mejor con el uso de la PDI y netbooks. Manifestaron una preferencia por el trabajo en grupo, debido a que les ayudó a comprender mejor los conceptos al sentirse apoyadas por sus compañeras.

Ahora mencionamos las formas de incorporación de la tecnología que permitieron estos resultados. El uso del foro en la plataforma Moodle en la etapa de introducción, permitió una discusión activa acerca de preguntas ya entregadas como tarea. El uso de la PDI como recompensa (Richardson, 2002) fue un incentivo al desarrollo de las tareas. También, se usó en plenaria con participación activa del curso de sugerencias y opiniones en la etapa de experimentación. El uso de Geogebra a través de tecnología portátil, la exploración de applets y las discusiones en profundidad en grupos de trabajo efectivos, tanto cara a cara como a través de la plataforma, apoyó fuertemente en el aprendizaje de las estudiantes. Y finalmente, la forma de trabajar tanto con material impreso y tecnología brindó un apoyo complementario en el conocimiento de las homotecias.

Referencias y Bibliografía

Borba, M., & Villarreal, M. (2005). *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. New York: Springer.

Galaz, M. (2005). *La enseñanza y aprendizaje de Geometría en la Enseñanza Media. Un procesador geométrico como Medio Didáctico*. Programa de Magíster en Educación. Santiago: Universidad de Chile.

- Hervás, C., Toledo, P., & González, M. d. (2010). La utilización conjunta de la Pizarra Digital Interactiva y el sistema de participación Senteo: Una Experiencia Universitaria. (U. d. Sevilla, Ed.) *Revista de Medios de Educación* , 36, 203 - 214.
- IIE-Enlaces. (2009). *Reporte del estado del arte de Sistemas de Gestión Escolar*. Instituto de Informática Educativa y Enlaces.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone. Cooperative, competitive, and individualistic learning*. MA: Publisher Allyn and Bacon. En Nussbaum, M., & Zurita, G. (2005). A conceptual framework based on Activity Theory for mobile CSCL. *British Journal of Educational Technology* , 1-4.
- Jonassen, D., Mayes, T., & McAleese, R. (1992). *A manifesto for a Constructivist Approach to Uses of Technology in Higher Education*. En Barros, B., & Verdejo, M. F. (2001). Entornos para la realización de actividades de aprendizaje colaborativo a distancia. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* , 5 (12), 39-49.
- Kearsley, G. (2011). *The Theory Into Practice Database*. Obtenido de <http://tip.psychology.org>
- Kim, S. H., Holmes, K., & Mims, C. (2005). Mobile wireless technology use and implementation: opening a dialogue on the new technology in education. *TechTrends*, 49(3), 54-89.
- Kulik, J. (2003). Effects of Using Instructional Technology in Elementary and Secondary Schools: What Controlled Evaluation Studies Say. *SRI International* .
- Lecher, M. (2005). Academic honesty through technology. Paper presented at the *Proceedings of the 2005 ASCUE Conference*, Myrtle Beach, South Carolina
- Lundgren, U. P. (1997). *Teoría del currículum y escolarización*. Madrid: Ediciones Morata, Segunda Edición.
- Macías, E. R., & Lozano, E. R. (1994). *Nuevas Tecnologías en Geometría* (Primera ed.). Madrid, España: Editorial Complutense.
- MINEDUC. (2010). *Enlaces en Cifras*. Chile.
- Nussbaum, M., & Zurita, G. (2005). A conceptual framework based on Activity Theory for mobile CSCL. *British Journal of Educational Technology* , 1-4.
- Passey, D. (2002). *ICT and school management of selected literature: a review*. Obtenido de http://becta.org.uk/page_documents/research/ict_sm.pdf
- Pelgrum, W. J. (2002). Teachers, teacher policies and ICT assessment. *OECD/JAPAN SEMINAR*
- Policy Information Center. (1998). *Does it compute? The Relationship Between Educational Technology*. Princeton, New Jersey: Research Division, Educational Testing Service.
- Richardson, A. (2002). Effective Questioning in Teaching Mathematics Using an Interactive Whiteboard. *Micromath*, 18(2), 8-12. En BECTA (2003). What the research says about using ICT in Maths. Obtenido de <http://www.becta.org.uk/research>
- Sánchez, J. (2001). *Aprendizaje Visible, tecnología invisible*. Madrid: Dolmen Ediciones.

SIMCE. (2007). *Informe Nacional SIMCE 2006*. Obtenido de SIMCE: www.simce.cl

Venezky, R., & Davis, C. (2002). Quo Vademus? The Transformation of Schooling in a Networked World. *OECD/CERI* .

Villarreal, G. (2007). *La Pizarra Interactiva en la enseñanza de la Matemática: Resultados de una experiencia en escuelas chilenas*. Universidad de Santiago de Chile. Santiago: Centro Comenius.

Villarreal, G., & Molina, O. (2007). *La Pizarra Interactiva en la enseñanza de la Matemática: Resultados de una experiencia en escuelas chilenas*. Universidad de Santiago de Chile. Santiago: Centro Comenius

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.

Zhao, Y., Pugh, K. S., & Byers, J. L. (2002). Conditions for Classroom Technology Innovation. *Teacher College Record* , 104, 482-515.