

EVALUACIÓN DE PARTICIPACIÓN EFECTIVA DE INDIVIDUOS EN TRABAJOS GRUPALES, AL USAR UN MODELADOR DE DATOS QUE UTILIZA UNA SUPERFICIE COLABORATIVA PORTABLE DE BAJO COSTO

Roger Granda, Katherine Chiluiza
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
rxgranda@espol.edu.ec, kachilui@cti.espol.edu.ec

Resumen

El presente estudio describe la propuesta de una superficie colaborativa de bajo costo para ser utilizada en trabajos grupales de modelamiento de datos en un aula de clases. Se realizaron pruebas de funcionalidad y usabilidad para validar y verificar el sistema propuesto. Adicionalmente, se condujeron dos experimentos para conocer cómo se afecta la percepción de profesores y estudiantes al utilizar este tipo de tecnología en trabajos grupales. Los aspectos de percepción considerados en la experimentación con profesores fueron: equidad de carga de trabajo; facilidad para asignar una calificación individual y grupal. Los aspectos considerados en la experimentación con estudiantes fueron: equidad de carga de trabajo; capacidad de las herramientas para reflejar su aportación real; conformidad con calificaciones individuales y grupales obtenidas. Diez profesores y 22 estudiantes del área de Ingeniería de Ciencias Computacionales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral participaron en este estudio. Los resultados indican que al utilizar esta tecnología existe un impacto positivo en la percepción de los profesores en cuanto a la equidad de carga de trabajo y facilidad de asignar calificaciones individuales y grupales. Además, los estudiantes reportan que este tipo de herramienta ayudan a reflejar de manera más real sus aportaciones a los trabajos grupales de modelamiento de datos. Los resultados sugieren que el sistema propuesto tiene el potencial de soportar una mejor evaluación de tareas grupales.

Abstract

The present study describes a tabletop system for supporting collaborative database design in the classroom. Functionality and usability tests were performed to validate and verify the proposed system. Additionally, two experiments were conducted to measure how educators' and students' perceptions were affected in some aspects when they use this technology for database modeling. The aspects considered in educators were: workload equality; easiness of grading individuals as well as groups. The aspects considered in students were: workload equality; capability of tools to accurately reflect individual contributions; satisfaction with individual and group score. Ten educators and 22 students from a Computer Science Program from Escuela Superior Politécnica del Litoral participated in this study. The results show that the use of this technology impacted positively on educator's perceptions about workload equality and easiness of grading individuals as well as groups. Additionally, students reported that this type of tools help them to accurately reflect their contributions to the group work. The results suggest that the proposed system does have potential to support a better group work assessment.

1. Introducción

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo es un aspecto importante durante la formación académica de los estudiantes. Los empleadores consideran este tipo de habilidades como un requisito fundamental a la hora de contratar profesionales [1][2][3]. La forma en la que se trabaja en éste y otros tipos de ambientes colaborativos no ha cambiado significativamente a través de los años, la tecnología no ha logrado desplazar el uso de herramientas tradicionales, ya que algunos estudios muestran el papel y lápiz aún

continúa siendo ampliamente utilizados la hora de diseñar [4]. En un aula de clases, las herramientas tradicionales también ocasionan ciertas limitaciones; por ejemplo, dificultad para monitorear el proceso de elaboración y posterior evaluación de trabajos colaborativos, pues generalmente los profesores solo cuentan con la versión final de estos. Esto es un problema debido a que los profesores podrían encontrar difícil asignar una calificación, así también como conocer la carga de trabajo invertida por los estudiantes, sus aportaciones individuales y la calidad de estas [5][6]. Todo esto puede ocasionar

inconformidad en el estudiante con respecto a sus calificaciones, y posteriormente a una percepción de injusta evaluación de parte del profesor. Investigadores han encontrado que la percepción de una injusta evaluación debe ser tomada en cuenta en el dictado de una asignatura, ya que ésta es predictora de la motivación, el aprendizaje, y hasta la agresividad que los estudiantes muestran hacia una asignatura en particular [7].

Investigación previa en superficies colaborativas ha demostrado el potencial de éstas para asistir a las tareas grupales en un aula de clases y el efecto positivo que tienen en los estudiantes para promover el trabajo en grupo [8][9][6][10]. A pesar de que estos trabajos se han extendido para su utilización en un aula, poca investigación ha explorado el uso de tabletops en ambientes reales [10][9][11]. Adicionalmente, estudios específicos relacionados al trabajo en grupo en aulas de clases, se han enfocado principalmente en: ayudar a los profesores a orquestar el trabajo grupal [6], visualización de datos referentes a la elaboración de tareas grupales [12]. Sin embargo, se ha prestado poca atención en el efecto en la percepción de los profesores y alumnos que provoca el uso de esta tecnología.

Esta investigación tuvo por objetivo evaluar la efectividad de superficies colaborativas portables de bajo costo para dar seguimiento a las aportaciones individuales de estudiantes, cuando realizan trabajos colaborativos de diseño de software. Particularmente en se lo ha orientado a la utilización en el modelado de datos en un curso inicial de bases de datos. Se buscó responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es el efecto de utilizar una superficie colaborativa en la percepción de los profesores en relación a la equidad de carga de trabajo y a la facilidad de asignar una calificación individual y grupal en trabajos colaborativos de modelado de datos?; y ¿Cuál es el efecto de utilizar una superficie colaborativa en la percepción de los estudiantes en relación a la equidad de la carga de trabajo, la percepción de la capacidad de las herramientas que utiliza para reflejar el aporte real de cada miembro de su grupo de trabajo, y a la conformidad con sus calificaciones individuales y grupales obtenidas en trabajos colaborativos de modelado de datos?

Este documento está estructurado de la siguiente manera: primero una revisión de literatura, donde se exploran trabajos previos. Luego, se hace una descripción de las características de diseño con los que se consideraron y una descripción de la implementación de solución propuesta. Además se muestra la metodología utilizada, en donde se explica el contexto de investigación, las pruebas de funcionalidad, de usabilidad, los experimentos realizados y los resultados obtenidos. Se finaliza una sección de discusión y se proveen recomendaciones para trabajos futuros.

2. Revisión de Literatura

Las superficies colaborativas tienen la habilidad de capturar las aportaciones de cada individuo que participa en un trabajo grupal. Trabajo previo ha demostrado que estos datos pueden asistir a los profesores en el monitoreo de tareas grupales [6]. MindMap y TATIN-PIC son soluciones orientadas a trabajos grupales, las cuales han servido para extraer algunas características de diseño para la elaboración de la solución propuesta. Estas soluciones se las describe en los siguientes párrafos.

MindMap [2] utiliza interacción directa a través de los dedos para la participación en la superficie colaborativa. Para favorecer la participación de los integrantes del trabajo, esta aplicación brinda la posibilidad de interactuar de manera simultánea e independiente. Cada usuario tiene la posibilidad de crear nodos rectangulares para representar ideas. Estos son alimentados de información a través de un teclado virtual o una tablet. Cada nodo idea puede ser arrastrado a través de toda la superficie y ser conectado directamente a nodos padres. Una particularidad de esta aplicación es la definición de espacios personales de cada usuario donde se crean los elementos y un espacio público para la interacción. Los autores describen características de diseño que siguieron para el desarrollo de la solución: soporte multiusuarios, definición de un espacio personal, utilización de dispositivos móviles para alimentar información al mapa mental. Al concluir su trabajo, los autores demostraron que combinar el uso de tabletops y dispositivos móviles alienta el trabajo en equipo.

Jones et al. [13] propone una solución llamada TATIN-PIC, la cual utiliza una superficie táctil horizontal y una pizarra interactiva para realizar trabajo colaborativo. TATIN-PIC representa diagramas colaborativos simples para facilitar lluvias de ideas a través de la creación de pequeñas notas rectangulares o post-it. En esta solución se definen dos fases de trabajo. La primera fase, llamada fase de acción, utiliza una superficie colaborativa para permitir la creación de post-it. Las cuales pueden ser creadas a través de la realización de gestos sobre la superficie; con la posibilidad de utilizar un teclado virtual o reconocimiento de voz para alimentarlos con texto. La segunda fase es la de reflexión del trabajo. Esta se realiza a través una proyección frontal para la observación del trabajo grupal resumido, que favorece la discusión y la convergencia de ideas sobre una solución de un trabajo colaborativo.

La revisión de literatura mostró que pocas soluciones se han propuesto para ser utilizadas en tareas específicas [14][10]. La revisión de literatura, evidenció la falta de soluciones orientadas a diseño de

software. Los trabajos existentes se enfocan a asistir a tareas de tipo genéricas como lluvia de ideas, sketching, mapas mentales [15][16][8].

3. Solución propuesta

3.1. Características de diseño

La solución implementó las siguientes características de diseño.

- 1) *Soporte multiusuarios:* Al igual que la soluciones revisadas [13][2], esta característica es necesaria para poder brindar la capacidad de trabajar paralelamente a múltiples usuarios.
- 2) *Interacción con objetos tangibles:* Proveer al usuario instrumentos que sean más naturales de utilizar conducen a una menor carga cognitiva [17].
- 3) *Colocación de usuarios:* Permitir libre movimiento a los usuarios. Xambó et al. Advierte de los efectos en la creatividad cuando se definen lugares estáticos de trabajo [18].
- 4) *Ingreso de información:* Al igual que TATIN-PIC, se soporta el ingreso de información a través de tablets [13].
- 5) *Distinción de aportaciones basada en color:* Se ha considerado esta característica con el fin de facilitar al profesor la distinción de aportaciones individuales de los alumnos.
- 6) *Monitoreo y Almacenamiento de acciones de usuarios:* Tiene la finalidad de proveerle herramientas al profesor para orquestar múltiples grupos de trabajo de manera simultánea [10]. Y se brinda una funcionalidad de almacenamiento del trabajo, para brindarle al maestro la facilidad de evaluar los trabajos una vez las sesiones de tareas hayan terminado.

3.2. Implementación

La solución propuesta es una combinación de hardware y software, incluyendo una aplicación web. Los estudiantes pueden interactuar con el sistema a través de sus superficies colaborativas, plumas y tablets. La figura 1 muestra una vista superior del esquema físico para la construcción de la superficie colaborativa para los estudiantes. Por otra parte, los profesores solo necesitan un dispositivo con un navegador web para acceder al sistema. La interfaz del profesor le permite a este, monitorear el progreso de los estudiantes en las tareas colaborativas.

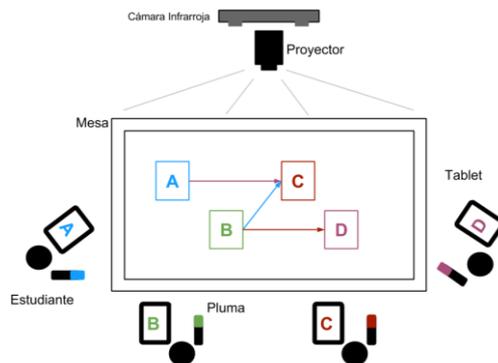


Figura 1. Esquema físico de la superficie colaborativa

1) Hardware

La solución está compuesta por un mini proyector (aaxa Technologies P300 Pico projector) de bajo costo y un Optitrack Motion Tracking V.120 Duo. También se utiliza un computador CoreI5 con 4GB RAM, 500GB HDD, tablets Samsung Galaxy Tab 3 y plumas con marcadores infrarrojos. El proyector y la cámara se encuentran ubicados por encima de una mesa. La imagen del sistema con la que los estudiantes interactúan, es proyectada hacia la superficie plana de una mesa. Los estudiantes utilizan las plumas con marcadores infrarrojos para interactuar con el sistema. Se utilizan las tablets para ingresar texto.

2) Software

En la interfaz del sistema del estudiante, la aplicación está compuesta por una aplicación web, un cliente de control colaborativo y un server de tracking. La aplicación web les permite a los usuarios iniciar sesión y editar texto utilizando la tablet. Esta aplicación fue desarrollada en Python utilizando Django Framework. El cliente de control colaborativo es responsable de dos tareas: reconocer trazos y dibujar sobre la interfaz. El cliente fue implementado en el framework Multitouch for Java (MT4J) [19]. Cada trazo realizado por los estudiantes es procesado por la librería PaleoSketch [20]. Los trazos son realizados usando plumas con 3 marcadores infrarrojos. El servidor de tracking mantiene el seguimiento de las plumas utilizando la librería Camera SDK provisto por Optitrack. Cuando un estudiante dibuja sobre la superficie, un evento de touch es generado a través del protocolo TUIO (Tangible User interface) [21] y es enviado al cliente de control colaborativo. Las figuras y el texto realizadas por cada estudiante son dibujadas con diferentes colores para diferenciar a cada miembro del grupo. Todas las acciones en la superficie son guardadas en un archivo JSON. Cuando los estudiantes finalizan su tarea, pueden descargar este archivo. Las figuras 2 y 3 muestran una vista de los estudiantes interactuando con el sistema.



Figura 2. Estudiantes utilizando plumas sobre mesa interactiva.



Figura 3. Tarea grupal de estudiantes utilizando la superficie colaborativa.

En la interfaz del profesor, la aplicación web permite al profesor evaluar las actividades de los estudiantes. Por un lado, el sistema mide los niveles de actividad que tienen cada estudiante. Se presenta unas alertas de color que cambian de verde, a amarillo o rojo según el nivel de actividad que haya tenido el estudiante en los últimos 5 minutos (Figura 4). Verde significa que el estudiante está trabajando activamente, rojo significa que el estudiante ha dejado de hacer acciones en los últimos 5 minutos. El sistema también permite visualizar un resumen de los aportes de cada estudiante al trabajo colaborativo. En este se muestran los porcentajes de contribución a la tarea, y a un nivel más detallado, también se muestra el porcentaje de participación por cada tipo de acción realizada (Figura 5). Por último, el profesor tiene la capacidad de utilizar el archivo JSON que provee la superficie colaborativa para poder reproducir, en su interfaz web, todo el proceso de creación de diagrama colaborativo (Figura 6).

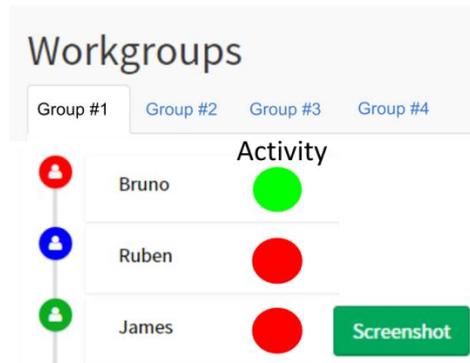


Figura 4. Alertas de colores utilizadas para indicar la actividad de cada estudiante.

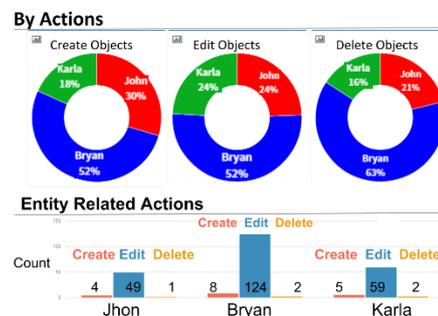


Figura 5. Porcentajes de participación de los estudiantes.

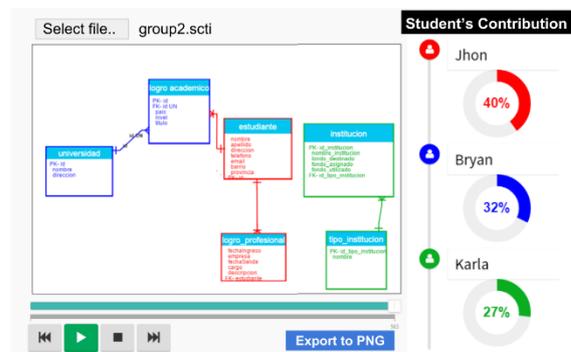


Figura 6. Reproductor utilizado para observar el proceso de elaboración de la tarea colaborativa.

4. Metodología

Se realizaron pruebas de funcionalidad para verificar el sistema. Estas pruebas tuvieron un enfoque de caja negra. Los casos de pruebas diseñados están definidos en un documento que cumple con el estándar IEEE 829-1998. También se realizaron pruebas de usabilidad con el fin de validar el sistema

los estudiantes que utilizaron la superficie colaborativa. La prueba de usabilidad se las midieron de acuerdo a 3 aspectos: facilidad de uso, satisfacción del usuario y utilidad del sistema.

4.1 Diseño del experimento y pruebas

Para este estudio se seleccionó 10 profesores (4 mujeres 6 hombres) del área de computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral que han estado relacionados con la enseñanza y/o evaluación de modelamiento de datos a lo largo de su trayectoria profesional. Además se contó con 22 estudiantes del curso de Sistemas de Bases de Datos I correspondientes al segundo término 2014-2015 de esta misma institución. Se organizaron dos grupos de experimentos, un grupo asociado a profesores y otro asociado a estudiantes.

1) Profesores

Diez profesores del área de Ciencias Computacionales participaron en un pre-post-test. Se utilizó un cuestionario donde se les preguntó acerca de su percepción acerca de sus experiencias en trabajos grupales en relación a las siguientes variables: Equidad de carga de trabajo; facilidad de asignar una calificación individual y grupal. La primera variable fue medida utilizando una escala Likert, siendo 1 Nada Equitativo y 5 muy Equitativo. La segunda (calificación individual) y tercera variable (calificación grupal) fueron de igual manera medidas en una escala Likert, donde 1 representa muy difícil y 5 muy fácil. Para conducir este experimento en primer lugar se realizó una observación en la que se midieron las variables indicadas, en donde se les solicitó a los profesores considerar su experiencia previa en cuanto al uso de herramientas colaborativas para el diseño de software, en especial, modelado de datos. Posteriormente, se condujo una sesión de trabajo que consistió en la participación de los profesores en el monitoreo y evaluación de una sesión de trabajo colaborativo, utilizando la solución implementada. Los profesores a través de la interfaz web de la solución, pudieron monitorear y evaluar las sesiones de trabajo. Una vez finalizada la experimentación, se realizó una segunda observación en la que se volvió a medir las mismas variables.

2) Estudiantes

Los 22 estudiantes participaron en dos experimentos con un esquema pre-post-test, con 7 semanas de diferencia. Se utilizó un cuestionario donde se les preguntó sobre su percepción acerca de las siguientes variables: *equidad de carga de trabajo*, *capacidad de las herramientas que para reflejar su aporte real*; y *la conformidad con sus calificaciones individuales y grupales*. Para el primer experimento, se consideraron únicamente las variables: *equidad de carga de trabajo* y *capacidad de herramientas para*

reflejar su aporte real, pues se contaba con una versión del sistema sin algunas funcionalidades implementadas. Para la experimentación 2, se consideraron todas las variables. Para las variables *conformidad con calificación individual* y *grupal* se utilizó escala Likert donde 1 fue total inconformidad y 5 total conformidad. La variable *equidad de carga de trabajo* fue medida utilizando una escala Likert, siendo 1 Nada Equitativo y 5 muy Equitativo. La variable *capacidad de herramientas para reflejar su aporte real* fue medida utilizando una escala Likert, donde 1 representa totalmente alejado de la realidad, y 5 totalmente cercano a la realidad. Previa a la experimentación los grupos de control y experimental se conformaron aleatoriamente para cada observación. Los estudiantes fueron asignados a grupos de trabajo en los que participaron 3 a 4 estudiantes escogidos al azar. Los estudiantes asignados al grupo experimental participaron utilizando la superficie colaborativa. Los estudiantes en el grupo de control participaron utilizando herramientas tradicionales, las cuales fueron: marcadores de colores, papelógrafo y stickers; o la herramienta web LucidChart. A los estudiantes que utilizaron marcadores, papelógrafo y stickers se les requirió utilizar stickers y marcadores de colores que los identifiquen. A los que utilizaron la herramienta web se les requirió utilizar fuentes y figuras de un color específico. Previa a la experimentación 1, se requirió a los estudiantes llenar un cuestionario donde se les solicitó considerar su experiencia previa en cuanto al uso de herramientas colaborativas en sus experiencias previas con el modelado de base de datos. En el caso del grupo experimental, se sometió a los estudiantes a una sesión de entrenamiento que duró no más de 5 minutos, en la cual se les explicaba las funcionalidades del sistema. Seguido de esto, los estudiantes llenaron un formulario donde se requería el llenado de la prueba de usabilidad diseñada para la superficie colaborativa. La prueba de usabilidad se compuso de 3 conceptos, todos medidos con escala Likert de 5 puntos. El primer concepto: Facilidad de uso, los valores de medidos tuvieron valores de 1-Muy Difícil a 5-Muy Fácil. El segundo concepto: Satisfacción de uso del sistema se midió con la misma escala, donde 1 fue Nada Satisfactorio a 5 que equivalió a Muy Satisfactorio. Para el tercer concepto Utilidad del Sistema, la escala escogida tuvo valores de 1-Nada Útil a 5-Muy Útil. Una vez culminada la prueba de usabilidad, un profesor requirió a los estudiantes solucionar un problema de modelado de datos con dificultad media. Una vez finalizada la sesión se procedió al llenado de un segundo formulario con las variables descritas para el experimento 1 considerando las herramientas que hayan utilizado en el experimento. Para el experimento 2, llevado a cabo luego de 7 semanas, se utilizó el sistema con todas las funcionalidades implementadas. En este experimento, se volvió a plantear un problema de similar dificultad. Una vez

finalizada la sesión, se requirió el llenado de un formulario, que consideraba todas las variables descritas anteriormente.

5. Resultados

Las pruebas de funcionalidad realizada a los 3 componentes del sistema que representa la superficie colaborativa, fueron cumplidas con éxito en todos los casos definidos en el documento de pruebas.

1) Profesores

¿Cuál es el efecto de utilizar una superficie colaborativa en la percepción de los profesores en relación a la equidad de carga de trabajo y a la facilidad de asignar una calificación individual y grupal en trabajos colaborativos de modelado de datos? La tabla 1 resume los resultados obtenidos en la experimentación con los profesores. Como se observa, después de la utilización de la solución propuesta, los profesores respondieron que la facilidad de asignar calificación individual y grupal fue mayor. De la misma manera, su percepción de equidad se reporta mayor en el post-test que el pre-test.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas y pruebas de hipótesis de la percepción de profesores

Variables	Pre-Test	Post-Test	Z	p
	Mediana	Mediana		
Facilidad de asignar una calificación individual	2	5	-2,859	0.004
Facilidad de asignar una calificación grupal	4	5	-2,333	0.020
Equidad de carga de trabajo	2	4	-2,372	0.018

2) Estudiantes

Las pruebas realizadas por los estudiantes tuvieron el objetivo evaluar la usabilidad del sistema y de responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de utilizar una superficie colaborativa en la percepción de los estudiantes en relación a la equidad de la carga de trabajo, la percepción de la capacidad de las herramientas que utiliza para reflejar el aporte real de cada miembro de su grupo de trabajo, y a la conformidad con sus calificaciones individuales y grupales obtenidas en trabajos colaborativos de modelado de datos? Esta pregunta fue respondida a través de la comparación obtenida entre los resultados de pre-test-post-test y de la comparación entre los grupo de control y de experimental.

a) Usabilidad

Se evaluó la usabilidad a través de 3 conceptos distintos con los estudiantes. Para la *facilidad de uso del sistema*, se obtuvo que el 91% de los estudiantes calificaron como fácil o muy fácil la utilización de la mesa colaborativa. Mientras que al 9% opinaron que no era ni fácil ni difícil. En cuanto a la *satisfacción del sistema*, se obtuvo que el 70% de los estudiantes opinaron que su experiencia fue satisfactoria. El 30% restante opinó que su experiencia fue muy satisfactoria. Y por último, para la *utilidad del sistema*, se obtuvo que el 90% de los encuestados respondieron que la herramienta era útil o muy útil. Un 10% mostró una opinión intermedia.

b) Equidad de participación

Los resultados de esta variable no son concluyentes en el experimento 1, pues si bien existe una diferencia significativa en las comparaciones del pre-test y post-test en el primer experimento con el grupo experimental (ver tabla 2); la comparación contra el grupo de control no fue significativa ($Z=-0.93$, $U=39$, $p>0.05$). Se observa el mismo patrón en el experimento 2 en los resultados obtenidos para esta variable. Cabe notar que las medianas obtenidas en estos experimentos fueron ligeramente superiores en el grupo experimental que las obtenidas en el grupo de control.

c) Capacidad de herramientas para reflejar su aportación real

Los resultados obtenidos para esta variable en el experimento 1 son positivos. En la tabla 2 se observa que los resultados del grupo experimental en la comparación del pre y post test son significativos. El grupo de control no presenta diferencias significativas. En la comparación entre grupos se observa diferencia significativa (pre-test: $Z=-0.19$, $U=58$, $p=0.852$; post-test: $Z=-2,73$, $U=19$, $p=0.006$). En el experimento 2 no se repiten estos resultados, pues no existen diferencias significativas para concluir lo mismo que en el primer experimento.

d) Conformidad con calificación individual

La prueba Wilcoxon realizada a partir de la segunda experimentación, mostró que las percepciones de los 10 alumnos acerca de cuán justa es su calificación individual en el post-test no fueron significativamente diferentes comparadas al pre-test (ver tabla 3), ni en la comparación con el grupo de control ($Z=-0.41$, $U=54.5$, $p>0.05$).

e) *Conformidad con calificación grupal*

La prueba de hipótesis realizada a partir de la segunda experimentación, mostró que las percepciones de los 10 alumnos acerca de cuán justa es su calificación grupal en el post-test no fueron significativamente diferentes comparadas al pre-test (ver tabla 3), ni en la comparación con el grupo de control ($Z=-1.10$, $U=45$, $p>0.05$).

Tabla 2: Descriptivas y pruebas de hipótesis del experimento 1 con estudiantes.

Variables	Grupo	Descriptivas		Prueba de Hipótesis	
		Pre-Test	Post-Test	Z	p
		Mediana	Mediana		
Equidad de carga de trabajo	Exp.	3	5	-2.54	0.011
	Ctrl.	4	4	-0.63	0.527
Capacidad herramientas para reflejar el aporte real.	Exp.	4	5	-2.97	0.003
	Ctrl.	4	4	-1.19	0.234

Tabla 3: Descriptivas y pruebas de hipótesis de experimentación 2

Variables	Grupo	Descriptivas		Prueba de Hipótesis	
		Pre-Test	Post-Test	Z	p
		Mediana	Mediana		
Equidad de carga de trabajo	Exp.	4	4.5	-1.24	0.21
	Ctrl.	3	4	-2.59	0.01
Capacidad de herramienta para reflejar el aporte real.	Exp.	4	5	-1.0	0.31
	Ctrl.	4	4	-1.27	0.20
Conformidad con calificación individual	Exp.	4	5	-0.44	0.66
	Ctrl.	4	5	-2.13	0.03
Conformidad con calificación grupal	Exp.	4	4.5	-1.67	0.09
	Ctrl.	4	4	-1.89	0.058

6. Discusión y Trabajos Futuros

El potencial de las superficies colaborativas para ser utilizadas en tareas grupales de diseño de software fue demostrado en este estudio. Las pruebas de usabilidad muestran que es posible la construcción de un sistema con superficies colaborativas que sea fácil, útil y que además sea satisfactorio de utilizar para los usuarios a los que está orientado a asistir. La percepción de los profesores acerca de la facilidad de asignar una calificación individual y grupal en trabajos de modelado de datos, son afectados positivamente con el uso de una superficie colaborativa. Esto lo demuestran los resultados de las

pruebas de hipótesis realizadas entre pre-test y post-test. Además, se evidencia que entre los profesores involucrados, existe una percepción de mayor equidad de carga de trabajo entre los individuos, cuando utilizan una superficie colaborativa. Esta percepción positiva puede deberse principalmente a que ellos observan que sus alumnos se encuentran en un ambiente de trabajo en el que se tiene más control en relación al que se cuenta cuando se trabaja en un ambiente tradicional. Estos resultados se complementan a los estudios realizados por R. Martínez et. al [6]. En el que se reporta que, la utilización de una herramienta de monitoreo en actividades de trabajo grupal, ayuda al profesor a encontrar problemas potenciales en términos de colaboración. Desde la perspectiva de los estudiantes, éstos perciben que con la utilización de superficies colaborativas, cuentan con una herramienta que hace posible reflejar sus contribuciones reales. Pero no muestran conformidad con sus calificaciones individuales y grupales, ni mejora la percepción de equidad de trabajo entre los miembros de su grupo. Los hallazgos en cuanto a conformidad de la calificación obtenida, complementan los hallazgos del estudio de K. Sinmai et al. [2] en el que se compara objetivamente la calidad de trabajo realizada con superficies colaborativas y herramientas tradicionales y no se encuentran diferencias entre el uso de estas.

Se debe considerar, además, que el diseño de la experimentación pudo haber afectado los resultados que se obtuvieron. Existieron variables que no se consideraron para la conducción de los experimentos como: la simpatía que tuvieron los alumnos hacia el profesor; distintos grados de complejidad de los problemas que se resolvieron como parte de la experimentación. Un factor que pudo afectar los resultados en cuanto a conformidad de calificación individual y grupal de estudiantes, fue el hecho de no haber medido estas variables en la primera experimentación, ya que no se contó con un prototipo de la solución con todas las funcionalidades implementadas. Estas variables pudieron haber sido afectadas por un mismo efecto atenuador que se observó en las variables de percepción de equidad de trabajo y capacidad de herramientas para reflejar aporte real en la segunda experimentación. Otra limitante fue no haber contado con un mayor número de participantes para la experimentación. Ya que se pudo observar que 2 observaciones extremas afectaron negativamente los resultados en las variables de percepción conformidad con la de calificación individual y grupal. Los métodos de selección aleatoria de estudiantes para cada experimentación, pudieron haber tenido algún efecto sobre los resultados obtenidos.

Existen varios aspectos que han surgido durante la realización de este estudio que podrían considerarse en trabajos futuros. Por ejemplo, estudios que

consideren la medición el desempeño de los estudiantes considerando la calidad de sus aportaciones; tomar en cuenta sus interacciones verbales; descubrir las características que hacen a un estudiante líder del equipo, ya que este estudio se enfocó exclusivamente en variables relacionadas a percepciones de carga de trabajo y evidencia de aportes individuales. También podría considerarse la posibilidad de estudiar analíticas de aprendizaje colaborativo en el diseño de software.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen su colaboración a los estudiantes del curso de bases de datos I del segundo término 2014 de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, y a los miembros del programa TCT del Centro de Tecnologías de Información (CTI).

8. Referencias

- [1] National Association of Colleges and Employers, The Skills and Qualities Employers Want in Their Class of 2013 Recruits, 2012. [Online]. Available: <http://www.nacweb.org/s10242012/skills-abilities-qualities-new-hires/>. fecha de consulta febrero de 2015
- [2] Sinmai, K., Andras, P., Mapping on Surfaces: Supporting Collaborative Work Using Interactive Tabletop, in *Collaboration and Technology SE - 29*, vol. 8658, N. Baloian, F. Burstein, H. Ogata, F. Santoro, G. Zurita, Eds. Springer International Publishing, 2014, pp. 319–334.
- [3] Kaplan, Graduate Recruitment Report: Employer Perspectives, 2014.
- [4] Hilliges, O., Terrenghi, L., Boring, S., Kim, D., Richter, H., Butz, A., Designing for collaborative creative problem solving, in *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition - C&C '07*, 2007, pp. 1–2.
- [5] Hayes, J. H., Lethbridge, T. C., Port, D., Evaluating individual contribution toward group software engineering projects, pp. 1–2, 2003.
- [6] Martínez Maldonado, R., Kay, J., Yacef, K., Schwendimann, B., An interactive teacher's dashboard for monitoring groups in a multi-tabletop learning environment, in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012.
- [7] Chory- Assad, R. M., Classroom justice: Perceptions of fairness as a predictor of student motivation, learning, and aggression, *Commun. Q.*, vol. 50, no. 1, pp. 58–77, 2002
- [8] Rick, J., Marshall, P., Yuill, N., Beyond one-size-fits-all: how interactive tabletops support collaborative learning, in *Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children*, ACM, 2011
- [9] Martínez, R., Collins, A., Kay, J., Yacef, K., Who did what? Who said that?, in *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - ITS '11*, 2011
- [10] Martínez Maldonado, R., Dimitriadis, Y., Kay, J., Yacef, K., Edbauer, M.-T., Orchestrating a multi-tabletop classroom, in *Proceedings of the 2012 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces - ITS '12*, 2012
- [11] AlAgha, I., Hatch, A., Ma, L., Burd, L., Towards a teacher-centric approach for multi-touch surfaces in classrooms, in *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - ITS '10*, 2010
- [12] Martínez, R., Kay, J., Yacef, K., Visualisations for longitudinal participation, contribution and progress of a collaborative task at the tabletop, *Int. Conf. Comput. Support. Collab. Learn. CSCL 2011*, 2011
- [13] Jones, A., Moulin, C., Barthes, J.-P., Lenne, D., Kendira, A., Gidel, T., Personal assistant agents and multi-agent middleware for CSCW, in *Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, 2012
- [14] Xu, S., Manders, C. M., Building a multi-touch tabletop for classrooms, *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, 2011.
- [15] Frisch, M., Heydekorn, J., Dachselt, R., Diagram editing on interactive displays using multi-touch and pen gestures, Aug. 2010
- [16] Wobbrock, J. O., Morris, M. R., Wilson, A. D., User-defined gestures for surface computing, *Proc. 27th Int. Conf. Hum. factors Comput. Syst. - CHI 09*, 2009
- [17] Shen, C., Shen, C., Ryall, K., Ryall, K., Forlines, C., Forlines, C., Esenther, A., Esenther, A., Informing the Design of Direct- Touch Tabletops, *Ieee Comput. Graph. Appl.*, no. October, 2006
- [18] Xambó, A., Hornecker, E., Marshall, P., Jordà, S., Dobbyn, C., Laney, R., Let's jam the reactable, *ACM Trans. Comput. Interact.*, 2013
- [19] NuiGroup, mt4j - MT4j - an open framework to create visually rich 2D/3D multi-touch applications in java - Google Project Hosting. [Online]. Available: <https://code.google.com/p/mt4j/>, fecha de consulta febrero de 2015
- [20] Paulson, B., Hammond, T., PaleoSketch, in *Proceedings of the 13th international conference on Intelligent user interfaces - IUI '08*, 2008.
- [21] TUIO, TUIO. [Online]. Available: <http://www.tuio.org/>. fecha de consulta febrero de 2015