



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

COLLABORATION BETWEEN LARGE GROUPS IN THE CLASSROOM

EYAL SHAI SZEWKIS SABAH

Tesis para optar al grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
MIGUEL NUSSBAUM

Santiago de Chile, (Noviembre, 2010)

© 2010, Eyal Szewkis



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

COLLABORATION BETWEEN LARGE GROUPS IN THE CLASSROOM

EYAL SHAI SZEWKIS SABAH

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

MIGUEL NUSSBAUM

VALERIA HERSKOVIC

ÁLVARO SALINAS

JOSÉ MANUEL DEL VALLE

Para completar las exigencias del grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, (Noviembre, 2010)

*A mis abuelos, padres y hermanos
por estar siempre ahí.*

AGRADECIMIENTOS

Durante la realización de este trabajo tuve la suerte de compartir con un gran número de personas y aprender de cada una de ellas, por lo cual me gustaría agradecerles muy especialmente. En primer lugar a mi profesor supervisor Miguel Nussbaum, quien me guió durante todo este proceso con una capacidad y conocimientos admirables, pero que también me enseñó que por medio de la educación y la tecnología podemos ser agentes activos para mejorar nuestro mundo, y que cuando se tiene la intención no hay objetivo que parezca imposible. Quiero agradecer a mi equipo José Pedro Abalos, Tal Rosen, Daniela Caballero y Francisca Readí, quienes se unieron a este proyecto con una motivación y dedicación que fueron fundamentales para el éxito del mismo. Creo que no podría haber elegido mejores compañeros para este trabajo, y siento que encontré en ellos grandes personas y amigos. De todo corazón, gracias. A Cristián Alcohado y Arturo Tagle, por su apoyo técnico y estar siempre dispuestos a ayudarme cuando lo requería. Me gustaría agradecer también a Fernanda Denardin, quien me entregó sus consejos y mirada desde el punto de vista pedagógico y que significó para mí un aporte fundamental, fue realmente un placer trabajar con ella.

A los colegios Brother's School y Liceo Teniente Dagoberto Godoy n°3 quienes me abrieron sus puertas para poder llevar a la práctica este trabajo y poder observar sus resultados, especialmente me gustaría agradecer a los niños participantes, pues demostraron que realmente quieren tener una mejor educación y que valoran fuertemente iniciativas como ésta para cambiarla; verlos participar contentos y aprender, fueron de las mayores recompensas que recibí en este trabajo.

Por último, a mis padres y hermanos, quienes han estado conmigo apoyándome durante toda mi carrera y muy especialmente en este proyecto, dándome las facilidades y el ánimo para que éste haya sido lo que fue, me siento muy afortunado de tenerlos junto a mí.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
 1. INTRODUCCIÓN.....	 1
1.1 Motivación	1
1.1.1 Educación y Tecnología a un bajo costo	1
1.1.2 Colaboración en grandes grupos.....	2
1.2 Hipótesis.....	5
1.3 Objetivos	6
1.4 Metodología	6
1.4.1 Diseño del juego	6
1.4.2 Diseño del Software.....	11
1.4.3 Diseño cuasi-experimental.....	15
1.5 Resultados	19
1.6 Conclusiones y trabajo futuro	22
 2. Collaboration between large groups in the classroom.....	 24
2.1 Introduction	24
2.2 Conditions for collaborative learning.....	26
2.3 Silent Collaboration with an Interpersonal Computer	28
2.3.1 Game logic: Silent and Spoken Collaboration.....	28
2.3.2 Game mechanics	30
2.4 Experimental work.....	35
2.4.1 Design of the intervention	35
2.4.2 Software easy of use	38
2.4.3 Achievement of Conditions for Collaboration	38
2.4.4 Evaluation of learning achievements.....	40

2.4.5 The impact of Silent and Spoken Collaboration.....	41
2.5 Conclusions	44
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXO: EMAIL DE RECEPCIÓN	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Estructura de pagos del Dilema del Prisionero.....	4
Tabla 1-2: Estructura de pagos propuesta	8
Tabla 1-3: Principales componentes de la aplicación	13
Tabla 1-4: Incremento en puntaje promedio grupo experimental.....	21
Table 2-1: Qualitative observations	37
Table 2-2: Log indicators.....	37
Table 2-3: How the conditions for collaboration were achieved.	39
Table 2-4: How the conditions for collaboration were achieved	40
Table 2-5: Post-test comparison between CG and EG.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Matriz de clasificación múltiple	7
Figura 1-2: Niños interactuando en pantalla común	9
Figura 1-3: Diagrama de clases.....	13
Figura 1-4: Disposición del equipamiento	18
Figura 1-5: Niños interactuando con la aplicación	19
Figura 1-6: Comparación pre y post test grupo experimental.....	20
Figura 1-7: Comparación pre y post test grupo control	21
Figure 2-1: Layout of the game.....	31
Figure 2-2: Personal control.....	32
Figure 2-3: Feedbacks after exchanges have been made	34
Figure 2-4: Children interacting with the Interpersonal Computer.....	36
Figure 2-5: Software assimilation	38
Figure 2-6: Comparison between spoken collaboration and competition.....	41
Figure 2-7: Comparison between spoken collaborative events and incorrect exchanges	42
Figure 2-8: Comparison between spoken collaborative events and cancellations	43
Figure 2-9: Comparison between cancellations and incorrect exchanges	43

RESUMEN

El propósito de este trabajo es mostrar cómo un gran grupo de estudiantes puede trabajar colaborativamente de manera síncrona dentro de la sala de clases con el soporte tecnológico más económico posible. Haciendo uso de las características de Single Display Groupware y Multiple Mice, nosotros proponemos un modelo de Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador para grandes grupos dentro de la sala de clases. El modelo en el cual se basó el trabajo fue una Matriz de Clasificación Múltiple, y la aplicación que construimos fue para el aprendizaje de lenguaje (Español). El mecanismo básico en el cual se basó el modelo es Colaboración Silenciosa, en la cual estudiantes –a través de sugerencias e intercambios– deben comparar sus ideas con sus compañeros de clases, creando así un conflicto socio-cognitivo Piagetiano, que conduce al aprendizaje de los contenidos prontamente. El trabajo experimental presentado estudia qué tan fácil es utilizar el Software, analiza cómo las condiciones para aprendizaje colaborativo fueron logradas, evalúa los logros en aprendizaje bajo objetivos de lenguaje definidos, y analiza el impacto de la Colaboración Silenciosa y Hablada. Nuestra principal conclusión es que la Colaboración Silenciosa demostró ser un mecanismo eficiente para lograr aprendizaje en grandes grupos.

Este trabajo fue parcialmente financiado por el fondo FONDECYT No. 1100309.

Palabras Claves: Colaboración masiva, Multimice, Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador, Aprendizaje colaborativo en la sala de clases, Colaboración silenciosa, Colaboración hablada.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to show how a large group of students can work collaboratively in a synchronous way within the classroom with the cheapest possible technological support. Making use of the features of Single Display Groupware and of Multiple Mice we propose a Computer Supported Collaborative Learning model for big groups within the classroom. The model the work was based on was a Multiple Classification Matrix and the application we built was for learning language (Spanish). The basic collaboration mechanism the model is based on is Silent Collaboration, in which students –through suggestions and exchanges- must compare their ideas to their classmates', thus creating a Piagetian socio-cognitive conflict that leads to learning the contents at hand. The presented experimental work studies how easy it is to use the Software, analyzes how the conditions for collaborative learning were achieved, evaluates the achievements in learning under the defined language objectives, and analyzes the impact of Silent and Spoken Collaboration. Our main conclusion is that Silent Collaboration showed to be an effective mechanism to achieve learning in large groups.

This work was partially funded by FONDECYT grant No. 1100309

Keywords: Massive collaboration, Multimice, Computer Supported Collaborative Learning, Collaborative learning in the classroom, Silent collaboration, Spoken collaboration

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación

1.1.1 Educación y Tecnología a un bajo costo

Los beneficios individuales proporcionados por la educación incluyen según el Banco Mundial mayores ingresos de por vida, reducción de mortalidad, mejores condiciones sanitarias, reducción de la vulnerabilidad a la explotación y de manera agregada un incremento en la productividad nacional (Mertaugh et al., 2009). Esta misma institución señala que aún existen muchas deficiencias en la cobertura de la educación básica, sobre todo en los niños de hogares más necesitados, en los de países pobres y en grupos de exclusión social.

Asimismo, el apoyo de la tecnología para el aprendizaje ha demostrado ser sumamente positivo en los contextos educativos (Schacter, 1999), sin embargo en muchas iniciativas de este tipo ha existido la tendencia de solo poner énfasis en la infraestructura tecnológica y no en cómo ésta es utilizada (Mishra & Koehler, 2006)

El bajo costo que supone el uso de una gran cantidad de mice, además de la posibilidad de interactuar con un gran número de ellos en un computador interpersonal y de manera concurrente (Pawar et al., 2006), han abierto las puertas para desarrollar aplicaciones educativas accesibles para las poblaciones con mayores limitaciones económicas, pudiendo de esta forma incentivar el aprendizaje activo y práctico de los estudiantes y cultivar una de las grandes habilidades del futuro como es la colaboración (McKinney & Denton, 2006).

Asimismo, Wallace et al. (2009), señalan que al utilizar un computador interpersonal y compartir una pantalla común se potencian ciertas habilidades de los niños, entre ellas la comunicación y la coordinación. Cuando este espacio común se combina con el uso de un dispositivo personal (como es el caso de un mouse), y los usuarios interactúan entre ellos, hay un incremento en la participación de los estudiantes en la actividad (Scott et al., 2003).

Si bien “crear una sala de clases colaborativa puede ser una oportunidad extraordinariamente gratificante, ella está llena de desafíos y dilemas” (Smith & MacGregor, 1992). Sin embargo, haciendo uso de las herramientas tecnológicas disponibles hoy en día, como es el caso de Multiple Mice, este desafío se podría ver facilitado.

1.1.2 Colaboración en grandes grupos

Vigotsky (1978) define la Zona de Desarrollo Próximo como la distancia entre el nivel de desarrollo actual determinado por la resolución de un problema de manera independiente y el nivel de los desarrollos potenciales determinados por la resolución de problemas en colaboración con otros compañeros. Por otra parte Piaget & Inhelder (1956) señalan que los niños pueden beneficiarse de mejor manera al interactuar con sus compañeros que con adultos. Fawcett & Garton (2005) afirman que con este mecanismo alcanzar un mayor desarrollo al crearse el conflicto socio-cognitivo Piagetiano. Este conflicto se refiere al hecho de que cuando los individuos cooperan se crea un desequilibrio cognitivo, que a su vez conlleva a un desarrollo cognitivo y potencia la capacidad de asumir una perspectiva diferente (Johnson et al., 1998).

Adicionalmente, Rogoff (1991) señala la existencia de un mecanismo llamado ‘apropiación’ mediante el cual la resolución conjunta de un problema puede cambiar su entendimiento, y en el que cada uno de los participantes le da significado a las acciones realizadas por su par, de acuerdo a su propio marco conceptual. Dillenbourg et al.

(1996), lo ejemplifica con dos sujetos A y B, quienes resuelven un problema de manera conjunta. A es quien realiza la primera acción, y B la siguiente. Así, la acción de B le indica a A cómo B interpreta la primera acción que A realizó, por lo que Dillenbourg también menciona que “los seres humanos modifican el significado de sus acciones retrospectivamente, de acuerdo a las acciones de otros que las siguen”.

Lo anterior establece entonces que puede existir un aprendizaje por ‘apropiación’, sin que necesariamente exista un intercambio verbal entre los involucrados, pero sí una interacción colaborativa.

En cuanto al aprendizaje colaborativo varios autores han señalado ciertas condiciones que deben estar presentes para que éste se lleve a cabo, Dillenbourg (1999) señala que para que éste sea efectivo debe existir una meta común para la cual deben trabajar los integrantes del grupo, por otra parte, la interdependencia positiva entre pares permite la participación activa de todos los estudiantes (Johnson & Johnson, 1999), la coordinación y cooperación contribuye a que los niños se puedan comunicar exitosamente (Gutwin & Greenberg, 2004), la responsabilidad individual asegura que cada individuo actúe por el beneficio común (Slavin, 1996), la existencia de información compartida por todos quienes participan en la actividad permite una retroalimentación común (Janssen, 2007) y las recompensas compartidas entre quienes interactúan garantiza la presencia de incentivos para actuar beneficiosamente (Axelrod & Hamilton, 1981).

Si se analizan las experiencias colaborativas que se han gestado a través de la historia en la civilización humana, en la naturaleza y en la interacción entre los animales (Axelrod & Hamilton, 1981, Grinnell et al., 1995, Kaplan & Gurven, 2005) es posible apreciar que existe un denominador común que viene regido por la presencia de incentivos en las tomas de decisiones, y que en muchas ocasiones se ve reflejado en la teoría de juegos por el Dilema del Prisionero.

En el Dilema del Prisionero (Tucker, 1983) dos hombres son acusados de haber transgredido la ley, por lo que son encerrados de manera separada e incommunicados entre sí. A cada uno de ellos se les dice:

- (i) Si uno de ellos confiesa y el otro no lo hace, el que confesó tendrá una recompensa de una unidad, mientras que al otro se le multará con dos unidades.
- (ii) Si ambos confiesan, ambos deberán pagar una multa de una unidad.
- (iii) Si ninguno de los dos confiesa, ambos salen libres, sin obtener ninguna recompensa, y sin pagar ninguna multa.

Esta situación da paso al juego simétrico graficado en la Tabla 1-1, en la que se muestra una estructura de pago en donde en el par (X,Y) la X representa el pago recibido por el jugador I y la Y el pago recibido por el jugador II, según las acciones señaladas en los encabezados de sus respectivas filas o columnas.

Tabla 1-1: Estructura de pagos del Dilema del Prisionero

		II	
		Confesar	No Confesar
I	Confesar	(-1,-1)	(1,-2)
	No Confesar	(-2,1)	(0,0)

En un juego de este tipo ambos individuos se beneficiarían de la cooperación mutua (no confesar), pero cada uno de ellos se beneficiaría más confesando cuando su compañero no confiesa (coopera) (Grinnell et al., 1995), e incluso si ambos confiesan, cada uno tendría un pago mayor al que hubiesen recibido si no hubiese confesado y su oponente

sí. Por lo tanto en este juego la estrategia dominante es la de no cooperar o confesar (Ahn et al., 2001).

Así, es importante preguntarse cómo los involucrados en un juego de estas características podrían cooperar. Una de las respuestas más mencionadas en la literatura (Stevens & Hauser, 2004, Kaplan & Gurven, 2005) en relación a la ocurrencia de actitudes cooperativas en los grupos de animales es el ‘altruismo’ (la acción es costosa para el que coopera y beneficiosa para el que la recibe), en donde si bien en el corto plazo cooperar puede ser costoso, en el largo plazo puede traer grandes beneficios, al crearse una reputación y recuperar pérdidas en futuras interacciones que se puedan dar entre los involucrados (Stevens & Hauser, 2004).

Kreps et al. (1982) demostró que puede existir cooperación en un juego con la estructura del Dilema del Prisionero si cada jugador tiene la seguridad suficiente de que el otro va a responder de manera cooperativa a una acción de este tipo ejecutada por él mismo. Por otra parte, Taylor (1987) señala que la sociedad encontró en la creación de los gobiernos una solución a muchos de los dilemas que enfrentaba con la forma del juego antes expuesto, cambiando a través de estos organismos la estructura de pagos de dichos problemas. Es así como a través de cambios en las estructuras de pagos, como también de la seguridad de que los propios pares van a actuar cooperando cuando uno de ellos coopere, se ha encontrado una manera de resolver este tipo de problemas.

1.2 Hipótesis

La hipótesis de este trabajo plantea que es posible lograr aprendizaje a través de colaboración en grandes grupos dentro de una sala de clases a un bajo costo, al hacer uso de la tecnología de Multiple Mice, y en donde estén presentes las siguientes condiciones: existencia de un objetivo común, interdependencia positiva entre los integrantes del grupo, coordinación y comunicación entre los involucrados, responsabilidad individual

de las acciones realizadas, información compartida por todos los participantes y recompensas compartidas entre quienes realizan cada acción.

1.3 Objetivos

En relación a la hipótesis propuesta anteriormente, es que el objetivo de esta tesis consiste en desarrollar un entorno de aprendizaje mediado por la tecnología de Multiple Mice, de manera tal de implementar en el aula un sistema en el que los estudiantes puedan colaborar en grandes grupos y a un bajo costo, específicamente:

- 1) Buscar que grupos de al menos 25 alumnos puedan trabajar de forma simultánea en una pantalla compartida, provistos cada uno de un mouse, conectados todos estos dispositivos a un computador común, y de manera agregada hasta 50 estudiantes en la misma sala de clases.
- 2) Investigar la factibilidad de realizar trabajo colaborativo en grupos grandes de manera presencial y asíncrona.
- 3) Estudiar la contribución efectiva para el aprendizaje y el desarrollo de trabajo en equipo dentro del aula a través de un sistema como el propuesto en la hipótesis.

1.4 Metodología

1.4.1 Diseño del juego

Una de las habilidades a desarrollar en los niños según la teoría Piagetiana es la de poder clasificar objetos por más de un atributo o clase (Parker et al., 1971). Esta habilidad ha sido tradicionalmente evaluada por medio de la tarea de completar matrices (Overton & Jordan, 1971), un ejemplo de una actividad de este tipo se muestra en la Figura 1-1, en donde en las columnas se representa a la clase “tipo de alimento” y en las filas a la clase “color”, y en donde el niño debe completar las celdas de la matriz según la intersección

señaladas por ambas clases (en el espacio faltante el niño podría ubicar una ‘lechuga’, ya que es una verdura y su color es verde).

	Fruta	Verdura
Rojo		
Verde		

Figura 1-1: Matriz de clasificación múltiple

En una actividad de dos personas, con una matriz de clasificación múltiple inicialmente vacía y en la cual a uno de los niños se le asigna un objeto en el juego (ej: frutilla), y al otro una celda en la matriz incompleta (ej: intersección de ‘fruta’ con ‘rojo’), el niño que posee el objeto podría sugerir su ubicación, y el dueño de ésta aceptar o rechazar la sugerencia dependiendo de si cree que ésta es correcta o incorrecta según su propio marco conceptual (ej: si el primer jugador sugiere ubicar la ‘frutilla’ en la ubicación que posee el segundo jugador, intersección de ‘fruta’ con ‘rojo’, éste último puede aceptar o rechazar la sugerencia recibida).

Es por ello que en un sistema en el cual se quiera lograr siempre colaboración en grandes grupos, se podría definir una estructura de incentivos en que los participantes recibieran las mayores recompensas si todos cooperan de manera exitosa y beneficiosa, en que éstas sean nulas si alguno de los involucrados no acceden a cooperar, y que éstas sean negativas si la cooperación que realizan no es útil o es perjudicial.

Tabla 1-2: Estructura de pagos propuesta

		Jugador Sugerente	
		Sugiere Bien	Sugiere Mal
Jugador Sugerido	Acepta Sugerencia	(1,1)	(-1,-1)
	No Acepta Sugerencia	(0,0)	(0,0)

De esta forma cada jugador sabría que el resto respondería a sus acciones de manera colaborativa, pues solo así podrían obtener los mayores pagos. Solo en el caso en que una sugerencia es correcta, y quien la recibe la acepta, ambos ganan puntaje. Dicha estructura permite que quienes participan de esta interacción logren aprendizaje por ‘apropiación’ (sección 1.1.4), pues si quien sugiere ve rechazada su sugerencia, podrá reflexionar de por qué su compañero razonaba en que ésta no era correcta, y si su sugerencia es aceptada, podrá verificar la validez de sus conceptos a través de la retroalimentación mostrada por el sistema. De manera paralela, quien es el receptor de la sugerencia podrá analizar el por qué su compañero cree que ésta debiese ser situada en esa posición específica, pudiendo aceptarla (en cuyo caso recibirá retroalimentación) o rechazarla.

El sistema propuesto en este trabajo lo hemos definido como Colaboración Silenciosa, en donde los estudiantes deben comparar sus ideas con las de sus compañeros a través de sugerencias e intercambios y crear así un conflicto socio-cognitivo Piagetiano por el cual se logra el aprendizaje de contenidos (Nussbaum et al., 2009). Adicionalmente, este sistema de Colaboración Silenciosa, puede ser complementado con una discusión verbal entre los mismos estudiantes, definida como Colaboración Hablada, aunque es posible que ésta última sea difícil de llevarse a cabo producto del gran número de niños que estarían interactuando simultáneamente.

En la aplicación desarrollada se generalizó el modelo antes expuesto para que fuese utilizado por 25 niños de manera simultánea en la misma matriz, y para que a través del intercambio de objetos pudiesen aprender colaborativamente. Además se puso especial énfasis en que en el diseño del juego se cumplieran las 6 condiciones planteadas en la hipótesis.

La profesora debe crear una actividad en base a los contenidos enseñados de manera teórica en el aula, y establecer clases y objetos (palabras o imágenes) que deben ir situados en una matriz de clasificación múltiple y los cuales los alumnos deben ordenar de manera correcta. Inicialmente, la matriz se encuentra rellena con dichos objetos pero distribuidos al azar en las distintas celdas. A cada niño le es asignado al comienzo, de manera aleatoria, un objeto y una posición en la matriz (celda), y por medio de sugerencias, debe intercambiar objetos con el fin de ubicar uno específico en su posición correcta. Dicha matriz es exhibida en una pantalla común en donde los niños interactúan entre sí, tal como se muestra en la Figura 1-2.



Figura 1-2: Niños interactuando en pantalla común

De esta manera cada niño tiene dos opciones para interactuar proactivamente con sus compañeros y así poder completar la matriz de manera adecuada:

- i. El niño puede sugerir a un compañero intercambiar objetos, con el fin de situar a éste en la posición asignada a su par.
- ii. El niño puede sugerir a un compañero intercambiar objetos, con el fin de que el objeto poseído por su par pueda ser ubicado en la posición que a él se le ha asignado.

En caso de que el intercambio sea correcto ambos jugadores obtienen un punto, y en caso contrario, ambos pierden uno, sin importar quién actúa como ‘sugerente’ y quién actúa como ‘sugerido’. Si el objeto es localizado con éxito, éste queda ubicado en su posición correcta de manera fija y con un color distinto al del resto de los objetos que aún no han sido ubicados. Adicionalmente, el niño que tenía la posición en donde el objeto fue ubicado de manera correcta, recibe otra ubicación dentro de la matriz y otro objeto para así poder seguir jugando. Este proceso se repite iterativamente en el juego hasta que ya no quedan objetos sin ser ubicados en su posición correcta (detalles sobre la dinámica del juego en Sección 2.3.2).

Es importante destacar que si el niño que realiza la sugerencia cambia de opinión en torno al intercambio de objetos que ha propuesto, tiene la posibilidad de arrepentirse y cancelarla. Una vez realizada esta acción, el niño que había recibido la sugerencia ya no puede acceder a aceptar el objeto antes propuesto para su intercambio.

Como se mencionó con anterioridad (Sección 1.1.1), el uso de múltiples dispositivos conectados de manera concurrente a un computador interpersonal y compartiendo una pantalla común, trae grandes beneficios para el trabajo colaborativo, además de tener un bajo costo de implementación. Es por ello que se optó por utilizar un sistema en donde

un gran número de mice fueran conectados a un solo computador, y éste a su vez a un proyector, permitiendo hasta 25 estudiantes participar de manera simultánea y colaborativa en la misma actividad.

1.4.2 Diseño del Software

En cuanto al desarrollo de la aplicación implementada para este proyecto, se escogió el lenguaje de programación C#, y se utilizó Windows® MultiPoint™ Mouse Software Development Kit (SDK), el cual es un entorno de desarrollo que permite interactuar con un alto número de mice conectados de forma concurrente a un mismo computador. Es de esta forma que además permite reconocer los distintos mice por un identificador, detectar los clicks realizados de forma separada por cada uno de ellos, y generar eventos según las distintas acciones que se lleven a cabo.

Con respecto a la interfaz gráfica, ésta fue diseñada utilizando Extensible Application Markup Language (XAML) de Microsoft y que es parte de WPF de .NET. XAML es un lenguaje en el que por medio de etiquetas es posible diseñar y definir controles para la interacción con el usuario final del software. Ello permitió que el desarrollo necesario para el uso de los controles MultiMice se viera facilitado.

La interfaz con la que debían interactuar los alumnos estaba dividida en 2 espacios (común y personal), por lo que fue necesario separarlas, y establecer ciertas consideraciones para ellas. En el espacio común, en donde se exhibía la matriz de doble entrada, todos los alumnos debían poder ingresar y presionar cualquiera de los controles allí disponibles (objetos en las celdas), mientras que en el espacio personal el usuario debía poder recibir sugerencias de intercambio de objetos, y aceptarlas o rechazarlas (Figure 2-1). Para que los usuarios solo pudiesen ingresar a su propio espacio personal y no al de sus compañeros, pero también poder acceder al espacio común, se utilizó un método definido para el mouse, por medio del cual al presionar con el ‘click derecho’ de

este dispositivo, se podía intercambiar la ubicación del cursor entre el espacio común y el espacio personal propio, sin poder ingresar al espacio de sus compañeros.

Debido a que era necesario exhibir en la pantalla todos los cursores participantes de la actividad de manera simultánea, además de sus movimientos y su símbolo identificador asociado, hubo que encontrar un equilibrio entre la velocidad que la aplicación les permitía desplazarlos y el intervalo de tiempo por evento que el software destinaba al reconocimiento de los eventos generados por los mice, ello permitió reducir la carga de operaciones para el sistema y evitar que el movimiento de los cursores se percibiera lento.

Asimismo, como consecuencia del carácter colaborativo de la actividad a implementar en el software, se debió manejar listas de los alumnos involucrados (junto con sus atributos) a través de una clase principal llamada `MultiPointWindow`, en donde se llevan a cabo todas las interacciones entre los participantes del juego. En la Figura 1-3 se exhibe el diagrama de clases de la aplicación, con sus principales componentes.

Tabla 1-3: Principales componentes de la aplicación

Componente	Función
MultiPoint-Window	- Clase que controla la lógica principal del programa, y de iniciar threads que están constantemente revisando el estado de

	la actividad, y de las interacciones que en ésta se realizan. - Contiene a todos los jugadores participantes de la actividad.
Tools	- Clase que ejecuta operaciones para el control global del software y que es utilizada por 'MultiPointWindow'. Obtiene los datos de inicialización del programa y de la actividad, tales como los contenidos e imágenes que componen a la misma.
Student	- Es quien guarda la información más relevante en relación a cada uno de los alumnos. Es así como ella contiene los datos del mouse y símbolo asociado, sus objetos asignados actuales, su estado, e incluso sus estadísticas recopiladas durante la actividad, entre otras cosas.
Mouse	- Hereda de 'BasicMouse', y contiene el identificador de cada dispositivo así como la información de si éste se encuentra activo o no y de su posición en la pantalla.
UserControl	- Control que implementa las interfaces 'IMultiPointGenericDeviceEvents' y 'IMultiPointMouseEvents', para que el resto de los controles puedan interactuar con todos los mice involucrados en el juego.
StudentControl	- Control que permite a cada usuario utilizar las distintas opciones y botones en el espacio personal destinado para sus propias decisiones.
StudentControl-Suggestion	- Control que permite aceptar o rechazar sugerencias, así como visualizar todas las que se han recibido.

Como es posible apreciar en el diagrama de clases antes expuesto, existen ciertas clases sobre las cuales gira la estructura del software. En primer lugar la clase 'Student', la cual como se mencionó anteriormente, es quien guarda la información más relevante respecto a cada usuario. Es a través de ella que se utiliza la clase 'StudentStatisticsManager', entre otras, que permite registrar el rendimiento y las acciones realizadas por los

alumnos. Por otra parte, la clase ‘UserController’ cobra especial relevancia, siendo la mayoría de los controles utilizados en el juego heredados de ella, pues al implementar las interfaces de ‘IMultiPointGenericDeviceEvents’ y ‘IMultiPointMouseEvents’, permite la interacción en el modo Multiple Mice. Finalmente ‘StudentControlSuggestion’ maneja los controles de sugerencias para cada usuario, lo que permite a éstos poder ver todos los objetos y usuarios que le han hecho sugerencias de manera simultánea en un determinado momento del juego.

1.4.3 Diseño cuasi-experimental

Un estudio cuasi-experimental se llevó a cabo en una escuela pública (de bajos ingresos) en Santiago, Chile, en el que participaron 74 niños de 6° básico, de los cuales 42 (26 hombres y 16 mujeres) formaron parte del grupo experimental y 32 (18 hombres y 14 mujeres) del grupo de control. Cada grupo de los antes descritos estaba compuesto por un curso paralelo del mismo nivel y del mismo establecimiento.

Con el fin de medir el aprendizaje obtenido por los alumnos de ambos grupos, se les aplicó un test previo a esta experiencia y el mismo test de manera posterior, considerándose solo los alumnos que asistieron a ambos tests. El pretest a aplicar también sirvió para determinar si los cursos y grupos antes definidos eran comparables. Es importante señalar que se realizó un proceso de validación de contenido del instrumento mediante el análisis de expertos, en el cual participaron distintos docentes.

Mediante el uso de una Tablet PC y un software diseñado especialmente, se registraron durante las sesiones experimentales los eventos en los que se observaban actitudes de competencia, interacción de Colaboración Hablada y preguntas sobre el uso del software.

Este software mostraba en su interfaz un conjunto de botones, cada uno asociado a uno de los criterios a evaluar, el cual al presionarlo guardaba el evento detectado,

permitiendo así exportar el número total de eventos por clasificación al final de cada iteración.

La presencia de dos evaluadores por cada grupo de 25 personas, permitió registrar adecuadamente las interacciones generadas por los alumnos, haciendo uso de las Tablet PC. Cada pareja de evaluadores dividió entre sí los criterios que cada uno de ellos debía registrar, de manera tal de hacer más fácil su detección. Es importante destacar que éstos se encontraban de frente a los estudiantes, que a su vez estaban posicionados en una medialuna, lo cual facilitaba considerablemente su observación.

La aplicación desarrollada para poder llevar a cabo la actividad, entrega un registro completo de indicadores como el número de veces en que estudiantes se arrepentían o cancelaban sugerencias y el número de intercambios incorrectos que se llevaban a cabo. Estos datos eran exportados según el criterio evaluado, al final de cada iteración.

Asimismo, los contenidos enseñados correspondieron a la asignatura de Lenguaje, y estaban enmarcados dentro del currículo definido para el nivel que cursaban los alumnos (mayores detalles en Sección 2.4.1), por lo que para apoyar la enseñanza teórica de éstos y que a la vez sea similar entre los dos grupos, se les entregó a los profesores guías didácticas para la enseñanza de la materia. Si bien ambos grupos tuvieron lecciones teóricas, el grupo experimental utilizó aproximadamente el 40% del tiempo destinado para ellas en la actividad, mientras que el grupo control ocupó la totalidad del tiempo en clases con el sistema tradicional pero siguiendo las directrices de las guías didácticas mencionadas con anterioridad. El estudio se llevó a cabo durante 5 semanas, en donde se realizaron 6 sesiones experimentales, siendo la primera de ellas destinada a la familiarización con la aplicación. Cabe mencionar que en una sesión se podía ejercitar más de una vez cada actividad, ya que los objetos y ubicaciones en la matriz eran distribuidos al azar al inicio de cada una de las iteraciones.

En cuanto al rol del profesor, éste era el encargado de enseñar las lecciones teóricas, y de ser un apoyo activo durante la actividad, resolviendo dudas de sus alumnos y detectando debilidades y fortalezas en cuanto a sus conocimientos de la materia. Adicionalmente, una vez terminada cada iteración de las actividades, el profesor debía repasar y explicar a todo el curso los conceptos practicados mediante el software.

Por otra parte, al momento de elegir la disposición de los alumnos en la sala de clases para realización de las actividades, se debieron considerar los siguientes aspectos:

- *Visión completa de la pantalla:* Cada niño debía poder observar todo lo que estaba ocurriendo en la actividad, de manera tal de poder apreciar en todo momento el estado actual del juego y las acciones de sus compañeros.
- *Capacidad de leer los caracteres y palabras en la actividad:* Debido a la gran cantidad de alumnos participantes por actividad y la necesidad de mostrar palabras y objetos involucrados en ellas, es importante considerar la capacidad que puedan tener los niños para leer con facilidad lo expuesto en la pantalla.
- *Espacio para poder desplazarse y atender a los alumnos:* El profesor juega un rol fundamental en el aprendizaje de los alumnos, resolviendo dudas que puedan surgir por parte de los niños en el transcurso de la actividad. Es por ello, que debe existir un espacio de desplazamiento por el cual se pueda movilizar el docente y así poder atender las distintas dudas de los estudiantes.
- *Adecuada instalación y rendimiento de mice y hubs:* Se debe considerar que cada alumno debe participar con un mouse y a la vez todos ellos deben ir conectados a un computador común, es por lo mismo que se debe buscar una disposición que logre mantener el mayor orden posible con respecto a los cables y dispositivos a utilizar y a la vez que logre optimizar el uso de los recursos disponibles para así mantener los bajos costos.

A raíz de lo antes expuesto y tras evaluar otras disposiciones para el aula en el cual se realizarían las actividades, se decidió la implementación de 2 Ues de hasta 25 alumnos cada una, ubicadas de forma opuesta, junto con su respectivo equipamiento. De esta manera cada niño tenía una silla y un espacio en una mesa para poder posicionar su mouse y participar simultáneamente de la actividad. En la Figura 1-4 se exhibe la disposición de una de las Ues.

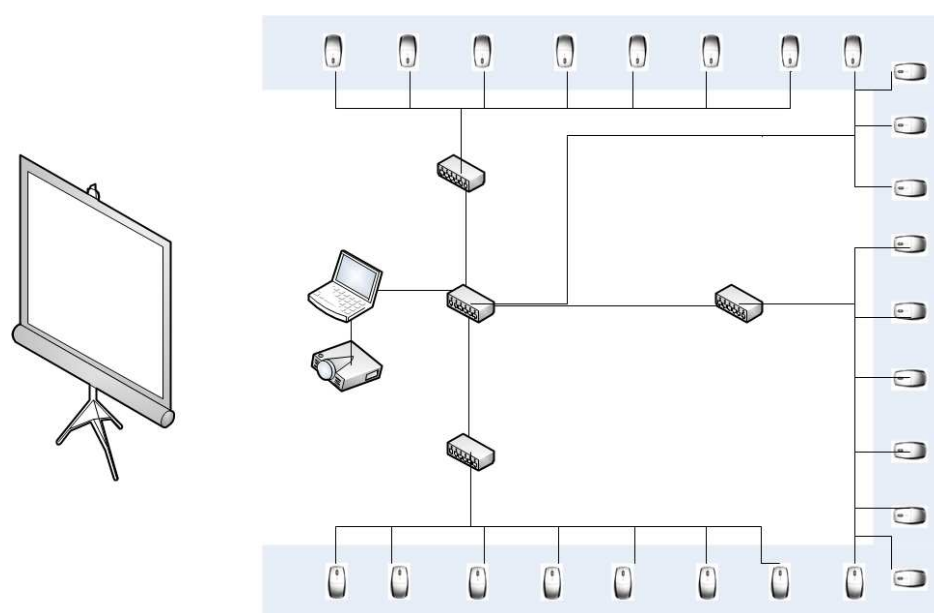


Figura 1-4: Disposición del equipamiento

El hardware utilizado consistió de 2 computadores portátiles con procesadores Dual-Core 1.8 Ghz. con 2 Gb de Ram, siendo conectados cada uno de éstos a un proyector. Adicionalmente se hizo uso de 8 hubs USB 2.0 de 7 puertos cada uno, los cuales permitieron conectar hasta 50 mices de manera agregada.

Si bien el tiempo involucrado para que 2 personas armen dicha configuración es de alrededor de 20 minutos, es recomendable para una escuela destinar una sala específica para hacer uso de aplicaciones Multiple Mice, lo cual asegura tener de manera constante

un laboratorio en donde no es necesario destinar tiempo de la hora de clases en montar y desmontar dicho sistema.



Figura 1-5: Niños interactuando con la aplicación

1.5 Resultados

El cumplimiento de las 6 condiciones antes planteadas y necesarias para la existencia de aprendizaje por colaboración en grandes grupos, se evidenció durante la intervención. El diseño del juego permitió que los niños trabajaran en pos de una meta común (ordenar la matriz de manera correcta), y consideraran así importante el poder terminar conjuntamente lo antes posible. La interdependencia positiva, se manifestó por la necesidad de intercambiar objetos entre ellos mismos para poder ganar puntaje, y aseguró la participación de todos los integrantes del grupo. Los participantes podían observar, en la pantalla común, las acciones que cada uno de ellos llevaba a cabo, ya que además estaban identificados con un símbolo (responsabilidad individual e información compartida). Por otra parte, el intercambio de objetos se gestó a través de un canal de comunicación basado en sugerencias, lo cual permitió coordinar de manera exitosa a los participantes en el juego, e informarles cuando ganaban o perdían puntos, dependiendo de sus acciones (recompensas compartidas).

En cuanto a los resultados cognitivos, al comparar los resultados de los pre y post tests tanto en el grupo de control como en el experimental, se apreció que el primero de éstos subió su puntaje promedio de 31,21 a 32,70 (un 4,75%), mientras que el segundo lo incrementó de 31,36 a 42,71 (un 36,16%), de un total de 73 puntos. Al comparar los puntajes post intervención, el grupo experimental tiene una diferencia de puntaje que es un 36,61% mayor que el del el grupo de control, y el impacto según el indicador delta de Cohen corresponde a 0,89, lo que se traduce en que su efecto fue de ‘gran tamaño’.

Asimismo, si se hace una comparación detallada del progreso de cada alumno después de la intervención, es posible constatar que dentro del grupo experimental la mayoría de los niños incrementó considerablemente su rendimiento como lo muestra la Figura 1-6. También es posible notar que en este grupo los mayores incrementos los tuvieron los niños con menor puntaje en el pre-test.

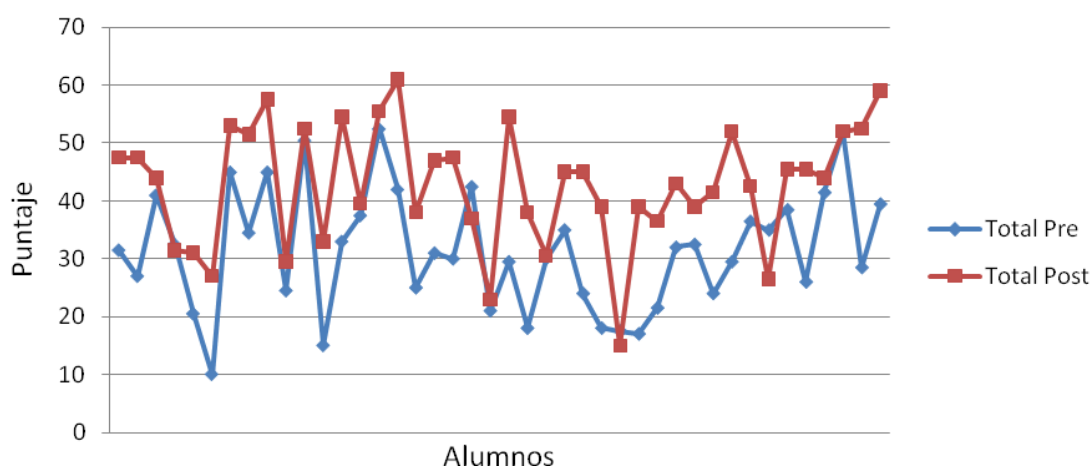


Figura 1-6: Comparación pre y post test grupo experimental

En cuanto al grupo de control (Figura 1-7), si bien existió una leve mejoría en el puntaje promedio de sus alumnos, una gran parte de ellos no mejoró su rendimiento en comparación al pre-test, a diferencia de lo ocurrido con el grupo experimental.

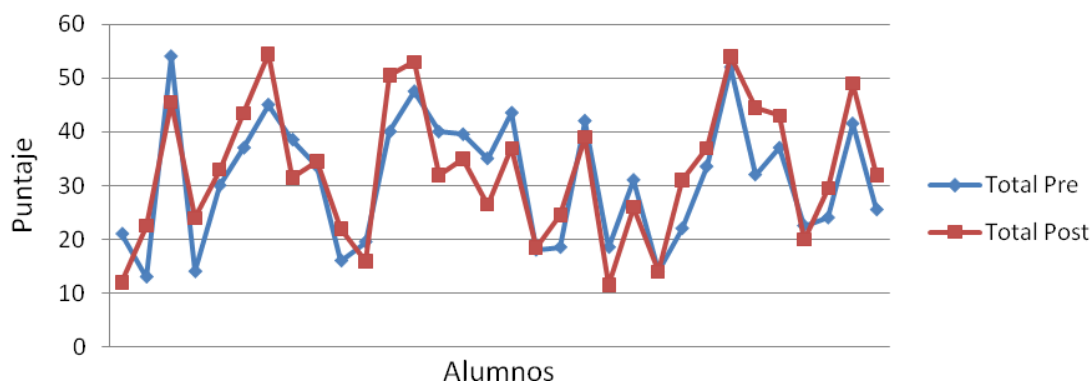


Figura 1-7: Comparación pre y post test grupo control

Así, es posible concluir que el método utilizado es altamente beneficioso para el rendimiento de los alumnos, y en especial para aquellos que se encuentran inicialmente con un nivel más bajo de conocimientos, logrando incrementos sustanciales en sus aprendizajes (Tabla 1-4).

Tabla 1-4: Incremento en puntaje promedio grupo experimental

Segmento puntaje Pre-test	Promedio Pre-test	Promedio Post-test	Diferencia promedio
10-27 (15 alumnos)	20.6	35.23	14.63
28.5-35 (14 alumnos)	31.75	44.26	12.71
36.5 – 42.5 (13 alumnos)	43.38	49.46	6.07

Al analizar el número de eventos de Colaboración Hablada por sesión (Figura 2-8), éstos tuvieron una fuerte correlación con la cantidad de cancelaciones de intercambios

registrados (0.99), sin embargo esto no necesariamente se tradujo en una influencia en el número de respuestas correctas, ya que existió una alta correlación entre Colaboración Hablada e intercambios incorrectos (0.94), como se puede observar en Figura 2-9.

Es importante mencionar que según lo observado la mayor parte de los eventos de Colaboración Hablada, se dieron entre los alumnos que se encontraban sentados de manera adyacente. Si bien también existieron casos de Colaboración Hablada entre alumnos sentados a una mayor distancia, ésta fue más difícil de llevarse a cabo debido a la separación de los interlocutores y al ruido que se generaba en la sala de clases por estas mismas acciones.

A raíz de los resultados antes expuestos es posible establecer que efectivamente se logró aprendizaje en grandes grupos principalmente por causa del mecanismo de Colaboración Silenciosa propuesto, el cual tuvo un gran impacto en el grupo experimental.

1.6 Conclusiones y trabajo futuro

Por medio del presente trabajo se ha realizado un estudio en el que se logró alcanzar aprendizaje mediante colaboración masiva en la sala de clases. Para ello se desarrolló un sistema de colaboración mediado por un computador interpersonal, y se utilizó un mouse por alumno además de un proyector, los cuales en su conjunto lograron integrar en una misma actividad a un gran número de estudiantes a un costo sumamente bajo.

Para lograr colaboración dentro de un grupo con hasta 25 alumnos, fue necesario que en las actividades realizadas, cada uno de ellos supiera que sus compañeros interactuaban de manera colaborativa y favorable, para que así el trabajo grupal conjunto fuese exitoso. Para ello se necesitó establecer una estructura de pagos que beneficiara o perjudicara por igual a los involucrados en cada acción, la cual les entregaba incentivos para trabajar en pos del objetivo común del grupo. Asimismo se implementaron las condiciones establecidas como necesarias para la existencia de este tipo de colaboración.

A través de una actividad en la que se debían ordenar de manera correcta los objetos contenidos en una matriz de clasificación múltiple, fue posible, utilizando un mecanismo de Colaboración Silenciosa, lograr un ‘gran impacto’ en el aprendizaje de los alumnos involucrados en el estudio. Se pudo constatar que si bien existió Colaboración Hablada, ésta no influyó de gran forma en los resultados.

De esta forma, el sistema de Colaboración Silenciosa se establece como una alternativa eficiente al trabajar de manera colaborativa en grandes grupos dentro de la sala de clases con el fin de lograr aprendizaje.

Como trabajo futuro queda explorar con mayor profundidad las oportunidades que entrega la Colaboración Silenciosa en los contextos educativos, pudiendo generalizar este mecanismo y aplicarlo en otras actividades de carácter pedagógico. Por otra parte, se debe investigar cómo combinar la Colaboración Silenciosa con la Colaboración Hablada, de manera tal que ésta última logre contribuir al proceso de aprendizaje a través de la discusión verbal.

2. COLLABORATION BETWEEN LARGE GROUPS IN THE CLASSROOM

2.1 Introduction

Many authors have claimed that collaboration has become an important subject, regarding education (Johnson & Johnson, 2002; Roschelle & Teasley, 1995). It is defined as an essential component of XXI century skills (Bruns, 2007), hence its adaptation to the classroom is crucial to enhance this fact.

However, the difference between what is considered collaboration and what is meant by cooperation is fuzzy. Cooperation mainly refers to the division of tasks within a group where each member is responsible for his own actions, whereas collaboration is defined as the coordinated work of a group of individuals to solve a common problem together, where all members are responsible (Roschelle & Teasley, 1995; Dillenbourg 1999). We could say that cooperation is similar to the action of workers in an automobile assembly line, where each operator is responsible for carrying out a specific action and only cares that this action is executed successfully, whereas collaboration could be assimilated to assembling a puzzle, where everyone helps on any part of it, and in which all take responsibility for correcting a misplaced piece.

Social interaction and the ability to share and consider other points of view, add a component that is not present in individual learning. Vygotskian and Piagetian researchers have inferred that “development may occur when two participants differ in terms of initial level of competence about some skill or task, work collaboratively on it, and arrive at shared understanding” (Tudge, 1992), so it is possible to say that collaborative learning can be very effective and useful (Gokhale, 1995), because it can develop generic skills in communication, collaboration and team building, also assisting teachers in the management of the class (Allen et al., 2006).

Computer-supported collaborative learning (CSCL) studies how people can learn collaboratively, while mediated by a computer (Stahl et al., 2006). Several initiatives have been implemented in CSCL for the classroom. Some examples of these experiences are given by Zurita & Nussbaum (2004) and Diggelen & Overdijk, (2007) who performed small group collaborations, Hung et al. (2009) who developed a collaborative English vocabulary acquisition game system, and Zea et al. (2009) who made a collaborative video-game to teach vowels. We can see that research has focused on small groups, where each participant has his own device.

We can also find examples of CSCL in large groups. An illustrative case is Wikipedia, a free online encyclopedia written collaboratively by thousands of contributors from around the world (Kittur & Kraut; 2008). There are also experiences using Massively Multiplayer Online Games (MMOGs); Girvan and Savage (2010) used the virtual world *Second Life* in order to examine how Communal Constructivism could be an appropriate collaborative pedagogic tool for these environments and Bennerstedt & Linderöth (2009) studied how collaborative interaction takes place among players in a Massively Multiplayer Online Role Playing Game (MMORPG). A final example is Jara et al. (2009), who worked with virtual laboratories, a web-learning resource that incorporates collaborative learning practices through the Internet.

However, we cannot find examples of CSCL for large groups in the classroom because there is no environment in which we can engage all students simultaneously, as in the previous cases where collaboration for large groups occurs on the web.

Wallace et al. (2009) argue that working in a common physical space can provide great benefits such as “improved activity awareness and coordination, improve communication efficiency by enabling non-verbal communication such as gestures, and facilitate grounding via a shared visual reference”. Single Display Groupware (SDG) allows multiple collocated users, each with his own input device, to share a common screen (Moraveji et al., 2008), which is useful when developing a collaborative activity

where interaction with each member of a large group within the classroom is desired (Pavlovych & Stuerzlinger, 2008). It has also been shown that when several users, each with his own personal input device but with a shared screen, have to interact among themselves to complete the activity, there is greater participation and student engagement (Infante et al., 2009, Scott et al., 2003).

By working with one mouse per person and sharing a common screen (Multiple Mice) it is possible to get a great number of students to participate in an activity at a much lower cost than if each of them were using a computer, which makes it an attractive technology, especially when resources are scarce. (Pawar et al., 2006).

Making use of the features of SDG and of Multiple Mice we propose a CSCL model for big groups within the classroom, with low costs for hardware infrastructure. First, we analyze the conditions for collaboration. Second, we show a model for Silent Collaboration using an Interpersonal Computer that makes use of large group collaboration in the classroom, and an application for learning language concepts. Third, we describe the experimental work performed as well as the qualitative and quantitative results of these experiences. Finally the paper's conclusions are presented.

2.2 Conditions for collaborative learning

It is not easy to achieve learning through massive collaboration in the classroom; certain conditions must be present that allow such activities to be conducted in a successful manner. These are: the existence of a common goal (Dillenbourg, 1999), positive interdependence between peers (Johnson and Johnson, 1999), coordination and communication between peers (Gutwin & Greenberg, 2004), individual accountability (Slavin, 1996), awareness of peers' work (Janssen et al., 2007) and joint rewards (Axelrod & Hamilton, 1981). In what follows, we analyze the importance of each of these.

Common goal: To characterize a situation as collaborative there must be a common goal (Dillenbourg, 1999). In this way, members of a group who make the effort to solve a problem together, achieve learning through collaboration as a result of the social interactions that it generates (Zurita & Nussbaum, 2004; Roschelle & Teasley, 1995).

Positive interdependence: Positive interdependence is defined as “the perception that we are linked with others in a way so that we cannot succeed unless they do” (Johnson & Johnson, 1999). Even when there is a common goal that requires peer interdependence, its achievement is greater when the group mates interact among themselves, compared to individual work (Johnson & Johnson, 2009). In positive goal interdependence, students realize they can be successful in achieving their goals only if all their peers are successful too (Brush 1998).

Coordination and communication: Malone & Crostow (1990) define coordination as “the act of managing interdependencies between activities performed to achieve a goal”. Coordination ensures that interactions occur in the right order and in the right time, avoiding the loss of communication and cooperation efforts (Raposo et al., 2001, Gutwin & Greenberg, 2004). Without proper communication, it is not possible to achieve successful collaboration (Spada et al., 2005).

Individual accountability: When a group member performs an action and its consequences are observed by all other members, he is accountable before his peers for his action (Janssen, et al., 2007; Johnson & Johnson, 1999). In this way the role of each individual is reinforced to ensure proper contribution to the joint work (Slavin 1996).

Awareness: To carry out a collaborative activity successfully, there must be an awareness mechanism that allows group members to obtain information about the current state of their peers (Zurita & Nussbaum, 2004). In this way, common feedback is received by all participants, which supports their decision making process (Gutwin & Greenberg, 2004; Janssen et al., 2007).

Joint rewards: When all group members receive either rewards or punishments, i.e. depending on the result all players win or lose alike, they will look to maximize their joint utility and so generate a scenario where collaboration will prevail (Zagal et al., 2006).

2.3 Silent Collaboration with an Interpersonal Computer

Our aim was that a large group of students worked collaboratively in a synchronous way within the classroom with the cheapest possible technological support. To achieve this we used a PC, a projector and one mouse for each group member. In this way, we built an Interpersonal Computer (Kaplan et al. 2009) that allows personal input and feedback for each student.

The model we worked with was a Multiple Classification matrix, which refers to “the ability to define a class by two or more attributes simultaneously” (Parker et al., 1971) and is considered one of the most important research topics in Piagetian theory (Inhelder & Piaget 1964). In the activities, each student receives an object (a word or image), initially not positioned in its right place in a cross-classification matrix. Through exchanges with other peers the objects must be placed where they belong.

2.3.1 Game logic: Silent and Spoken Collaboration

Considering our goal is to make every student in a class participate simultaneously, while being present in the classroom, through an Interpersonal Computer, we propose a Silent Collaboration system, where students must compare their ideas to their classmates’, through suggestions and exchanges, which creates a Piagetian socio-cognitive conflict that leads to learning the contents at hand (Nussbaum et al., 2009).

The Interpersonal Computer presents students with a space for common interaction, where a cross-classification matrix filled with objects that are initially distributed at random is found. Each child is assigned one of these objects, and his task is to place it in the correct position, depending on the characteristics specified by the heading of the corresponding line and column. In order to move an object, the child must exchange it for one of his peers’.

Considering that students who wish to exchange objects may not be sitting next to each other in the classroom, which would make verbal communication between them difficult, we provide a simple negotiation mechanism based on suggestions, that we have called Silent Collaboration. The Silent Collaboration process can be complemented with verbal discussion among students, which we will define as Spoken Collaboration. It is important to stress that this last process is made difficult by the fact that not all students are close to each other.

Silent Collaboration occurs when the student who wishes to carry out an exchange of objects clicks on his classmate’s object, within the cross-classification matrix, indicating the desire to swap. The student who is called upon to carry out this exchange can accept or decline this proposal. The student who suggested the exchange can take back his offer, but only until his classmate makes his decision.

In this exchange process, it may occur that both objects are placed correctly, that neither of them is placed correctly, or that only one of them is placed correctly. Considering the fact that the first option isn’t always possible, due to the activity’s characteristics, and considering the conditions for collaborative learning –where each student must be responsible for his actions (Individual Accountability) and rewards and punishments must be shared (Joint Rewards)- we determined a point mechanism that evaluates both players simultaneously. Thus, if one of the exchanged objects is placed in the correct position, both peers add one point to their score, and if not, they both lose the same amount of points.

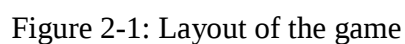
When one of the objects is placed correctly, it is fixed within the matrix until the end of the game, and a new object is assigned to the student who had it, while the second player must continue with his object, until it is placed in the correct position. Once there are no more new objects available for allocation, when a student successfully completes an exchange a message appears in his personal space, inviting him to help those of his classmates who haven't finished yet (Spoken Collaboration).

When an iteration of the activity is complete, i.e., students have correctly placed all objects in the cross-classification matrix, the teacher explains this positioning to the entire group, answering questions and analyzing the main aspects of the activity. Because the assignment of objects to each student is random, the process should ideally be repeated, making students reposition objects a second, and even a third time, with the teacher reinforcing whatever aspects of the activity he finds most convenient at the end of each repetition.

2.3.2 Game mechanics

The activity starts with the initial phase – the recognition stage- where the students identify themselves by assigning their names to their cursor, which is also related to a unique icon.

In the next phase -the activity stage- the screen is divided in two, Figure 2-1: the upper half is the common space, and the lower one is the individual space, which is divided into equally sized rectangular boxes, identified by the students' personal Icon (determined in the initial phase). In the individual space there is one box for each group member, and he has personal control over this box. Each student's cursor can only move within his personal control box. By clicking the right button, he can move to the common space. For a projector resolution of 1280 x 1024 pixels, a maximum of 25 personal Control boxes provides sufficient space to accommodate the needs of the



As illustrated in Figure 2-1, the common space represents the game board where students suggest exchanges to each other, in order to locate the objects in their right place, and receive points. In the personal control area, they have to decide whether or not to accept the suggestions they have received, according to what they think is right. In this way, the game actions are to suggest and receive objects.

Each personal control is composed of the elements shown in Figure 2-2:

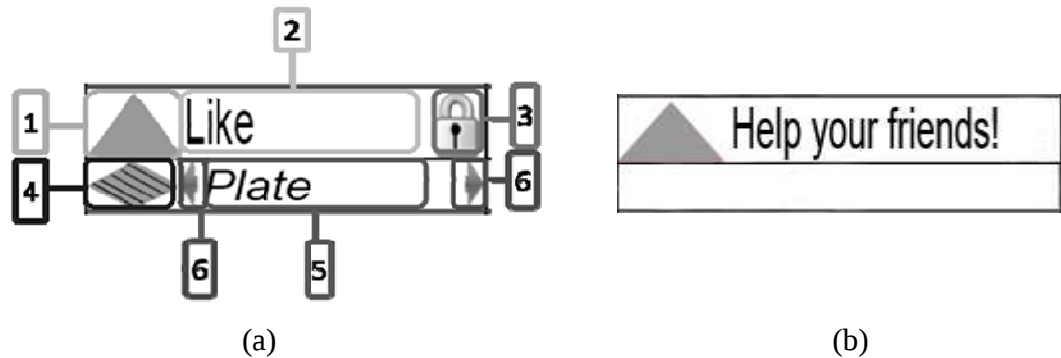


Figure 2-2: Personal control

1. Player's identifying symbol: Zone 1, Figure 2-2a, shows the student's icon. Once the player has made an exchange, the corresponding feedback is indicated in this Zone as shown in Figure 2-3.
2. Current object: Zone 2, Figure 2-2a, displays the object the student is responsible for in the common area.
3. Committed object symbol: Zone 3, Figure 2-2a, a lock appears once the student suggests an exchange to a peer; therefore he cannot offer his object to another peer or accept an incoming suggestion unless he cancels his previous suggestion by clicking on the lock icon. This mechanism allows us to maintain consistency in the game.
4. Suggester's symbol: Zone 4, Figure 2-2a, shows the icon of the peer that wants to exchange the object in Zone 5, Figure 2-2a, with the object in Zone 2 Figure 2-2a. By clicking on this symbol, the student accepts the exchange.

5. Suggested Object: Zone 5, Figure 2-2a, displays the object offered for exchange by the user corresponding to the suggesters' symbol (Zone 4, Figure 2-2a).
6. Next (previous) arrow: Zone 6, Figure 2-2a, shows the button to move to the next or previous suggestion, when there is more than one.

To perform an exchange the player has to either locate the object he owns in its correct position, suggest an exchange to the current owner of that position, or check what suggestions he has received. In Figure 2-1, the player characterized by the vertical striped circle offers his object – “And”- for exchange to the student represented by the diagonal striped square, who has the object “Animal”. In this way the student with the vertical striped circle correctly suggested the exchange (“And” is a conjunction), and if the student with the diagonal striped square accepts it, both would receive a point. Simultaneously, the student with the vertical striped circle has received a suggestion from the student represented by the triangle (with no pattern): the word “like”. If accepted, each would lose a point, since “like” is not an adverb. However, the student with the vertical striped circle cannot accept this exchange, since he already suggested one, which is indicated by the lock icon in his Personal Control box. At the same time the student characterized by the triangle (with no pattern) has received several exchange suggestions, as evidenced by both arrows, which are present in his Personal Control box, but he cannot accept any of these since he already suggested one, which is indicated by the lock icon.

When the student accepts the offered object, both objects are exchanged. We can see this by comparing Figure 2-1 and 2-3, where the object “and” is placed where the object “animal” used to be, and vice versa. If one of the exchanged objects is placed in its proper position, both students obtain a point and the object changes color (bold in Figure 2-3) and cannot be moved from that position anymore, until the end of the game (Figure 2-3); otherwise, both students lose one point. This is shown in the Score Space (Figure

2-3) where the points of each of the involved students are updated. Additionally, Figure 2-3 shows the personal feedback given to the students: both students receive a smile in the Personal Control box, when the exchange is correct and a sad face when it is incorrect. Finally, the student that received the (correct) object now has a new object to process (“Between”), while the student that received the object (“Animal”) has to process it now. In Figure 2-3 it is also shown that the students represented by a drop with a vertical stripe and a square with a diagonal stripe, Figure 2-1, made a wrong exchange, keeping their objects, and each losing a point.

	Noun	Preposition	Adjective	Pronoun	Conjunction	Adverb	
A-B-C	Fat	Invention	So	He	And	Animal	
D-E-F	Ourselves	Than	Cheap	Everybody	If	Carefully	
G-H-I	Into	Plate	Very	Me	Hardly	Sandals	
J-K-L-M	Green	Large	Easily	Or	Anyone	Loudly	
N-O-P-Q	Like	Between	Pretty	For	Key	This	
R-S-T-V-W	Even if	Over	Tall	Enterprise	Normally	Lest	
Cheap	Plate	For	Lest	Animal			
	Large						
Fat	Than	Large	Anyone	Invention			
Enterprise	He	Green	Carefully	Me			
Or	Ourselves	Like	Between	Over			
		Plate		Anyone			
Key	Very	This	Into	Easily			

Figure 2-3: Feedbacks after exchanges have been made

At a certain point in the game, close to the end of the activity, there will be no more objects to assign to the players. A message is then shown in their personal control box, encouraging the student to help their classmates (spoken collaboration) (Figure 2-2b).

When the game is over and all the objects are placed in the correct position, the teacher explains to the students why each of them is classified in a certain way and what each category means, encouraging the students to participate and ask questions (especially

those that have the lowest scores). Considering that the objects are assigned randomly at the beginning of the game, the activity can be played several times with the same students, reinforcing the concepts explained by the teacher. This iterations stops once the teacher notices that (most of) the students solve the activity (almost) flawlessly, or time is over.

2.4 Experimental work

2.4.1 Design of the intervention

An exploratory study took place in a (low income) state-subsidized school in Santiago de Chile, during 6 sessions of 45 minutes each. 74 students from 6th grade (43 boys and 31 girls, whose ages were between 11 and 12 years) were divided into an Experimental Group (EG), of 42 students, and a Control Group (CG), of 32 students.

We worked in the Language class (Spanish), with the subjects of accent rules, word classes (nouns, verbs, adjectives, prepositions, pronouns, adverbs and conjunctions), verb tenses and reading comprehension. During 5 weeks, six sessions were performed, each with one or more iterations per activity. The first session was devoted to show the system dynamics to both students and teacher. Therefore, in Figures 5, 6, 7, 8 and 9 only the last 5 sessions are depicted.

A written pre-test that covered all subjects, with a maximum of 73 points, was administered to both groups (EG and CG) during the first session to assess the students' initial knowledge. The same test was performed as a post-test in the last session. Teaching guides on the language contents to be assessed by the instrument were provided for teachers and students of the EG and the CG, to facilitate lectures on these subjects, so that both groups had a similar theoretic lesson; however, the EG used part of the available time on the activity (approximately 40% of the available time).

Since the system allows up to 25 students to work simultaneously and the EG had 42, two randomly formed groups were defined, each monitored by a teacher and working at the same time, with their own hardware. This can be seen in Figure 2-4, where we see students facing the camera, (and a screen that isn't shown), and the others facing opposite, towards the other screen (which can be seen).



Figure 2-4: Children interacting with the Interpersonal Computer

The objectives of this trial were to:

1. Study the Software's ease of use
2. Analyze if the conditions for collaboration were achieved.
3. Evaluate the achievements in learning under the defined language objectives
4. Analyze the impact of Silent and Spoken Collaboration.

The qualitative work was supported by a Tablet PC with software that registered the events in the observation guide in Table 2-1. Additionally, a log of the system provided the elements indicated in Table 2-2. The number of correct answers was not registered because, since there are a finite number of objects to be placed in each activity, the number of correct answers will always be the same unless an exchange allows two

objects to be placed correctly, simultaneously, which can be determined by the initial random distribution of objects.

Table 2-1: Qualitative observations

Event	Description
Competition	Number of occurrences where students compare themselves to their peers, checking their position in the Score Space, or commenting their performance in the activity with others.
Spoken Collaboration	Number of occurrences where students verbally interact with each other, in order to negotiate an exchange, or decide whether it is convenient to carry out an action within the activity.
Software Usage Questions	Number of occurrences where students ask about an aspect related to the use of the Software.

Table 2-2: Log indicators

Indicator	Description
Cancellations	Number of times a student cancelled a suggestion.
Incorrect Exchanges	Number of incorrect exchanges carried out during the activity.

2.4.2 Software easy of use

We began our analysis by studying whether the software presented the children with any difficulties, because this could be a disturbance that influenced other results. The children, with each passing session, proved to handle the software very well, as shown in Figure 2-5, which illustrates the evolution of students' requests for help with using the application correctly. We observed a peak of 14 events, for a total of 42 children, which is a very low number. This indicates that dedicating the first session to familiarizing the children with the system made it easier for them to properly interact with it in future sessions.

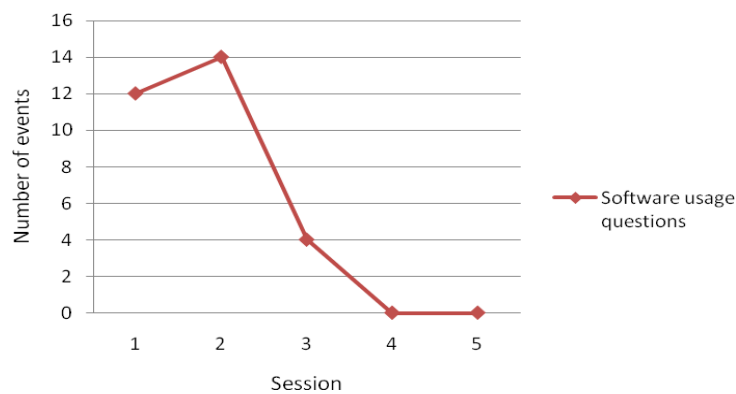


Figure 2-5: Software assimilation

2.4.3 Achievement of Conditions for Collaboration

During the activity, we observed that the previously mentioned conditions to build a collaboration scenario within the classroom were met, which is analyzed in Table 2-3.

Table 2-3: How the conditions for collaboration were achieved.

Condition	Description
Common goal	The group had to collectively complete an activity based on a double entry chart. In order to do this, everyone had to place their object correctly, so at the end of the activity, all the elements would be correctly classified.
Positive interdependence between peers	All group members had to actively participate in the game, because it was necessary to interact among each other, in order to complete exchanges. Otherwise, it was not possible to achieve the group's goal.
Coordination and communication between peers	Students had to communicate and coordinate their actions, in order to negotiate object exchanges. For this they used Silent and Spoken Collaboration. With the first, they communicated their suggestions and accepted or rejected their peers'; with the latter, they verbally discussed their decisions.
Individual accountability	When a student made an incorrect suggestion, or didn't accept an exchange, he had to be accountable of the action, which reflected in a loss of points for him, and therefore loss of credibility before his classmates.
Awareness of peers' work	Because of the Shared Display, group members had constant access to information about their classmates' situation: they knew what object others had, who they should ask to swap, and how credible each one was, through his score and the correct or

incorrect exchanges he was accepting.

Joint rewards When a correct/incorrect exchange took place, those involved gained/lost points equally.

2.4.4 Evaluation of learning achievements

As a first analysis, we considered the EG students' performance on the written content test we mentioned earlier, before and after the intervention, obtaining a very large effect size (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Table 2-4: How the conditions for collaboration were achieved

	Number of students	Mean	Difference	Significance	Cohen's d
Pre test	42	31.369	11.345	0.000	1.11
Post test	42	42.714	(36.16%)		

On the other hand, we compared post-test results between the EG and CG, which showed a large effect size between both groups, as shown in Table 2-5.

Table 2-5: Post-test comparison between CG and EG

Student group	Number of students	Pre-test	Post-test	Difference	Significance	Cohen's d
Control group	32	31.219	32.703	10.011	0.000	0.89
Experimental group	42	31.369	42.714	(30.6%)		

Learning happens in this activity through the collaborative dynamic. Silent collaboration, as defined in the model, ensures that each child needs a peer to carry out his task. The results shown in Table 2-4 and Table 2-5 show the learning impact in the EG.

2.4.5 The impact of Silent and Spoken Collaboration

Figure 2-6 shows the correlation between the number of spoken collaboration events and competition events, for each one of the activities (which consisted of 2, 1, 2, 3 and 3 iterations in each session, respectively). We can see that in sessions 1, 2 and 5, spoken collaboration prevails above competition, while in sessions 3 and 4, the opposite occurs. During these last two sessions, where the most competition was registered, completion time for the group was short (13:15 and 5:35 minutes for the first iteration). Session 2 is where the difference between spoken collaboration and competition was the most notorious. This activity was perceived as very difficult by the students, which was also reflected in their completion time (31:05 minutes for the only iteration). From this, we can infer that activities that took longer to complete and presented greater difficulty contributed to boost spoken collaboration among students, in detriment of competition.

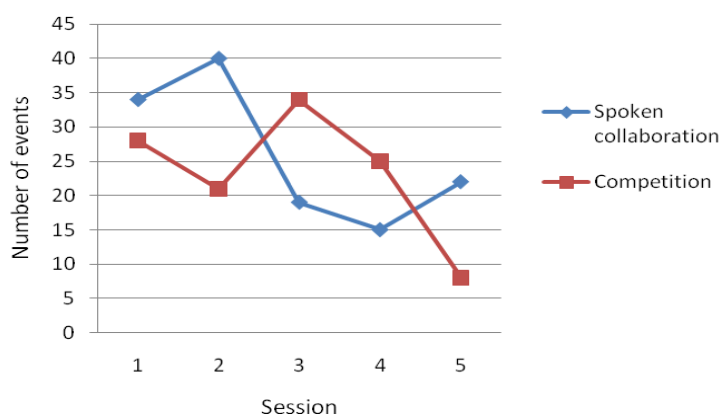


Figure 2-6: Comparison between spoken collaboration and competition

In Figure 2-7 we can observe the correlation between Spoken Collaboration events among students, and incorrect exchanges (correlation coefficient of 0.94). In Figure 2-8 it is possible to see that the number of cancellations increases with Spoken Collaboration (correlation coefficient of 0.99), however this does not contribute to lowering the number of incorrect exchanges, because –as shown in Figure 2-9- the more cancellations, the more incorrect exchanges there are (correlation coefficient of 0.89). All of the above leads us to conclude that there is no correlation between Spoken Collaboration and correct answers.

It is interesting to compare the results shown in Table 2-4 and Table 2-5 with those in Figure 2-7, where we saw that spoken collaboration didn't have a clear influence on the students' learning, because it didn't contribute to lowering the number of incorrect exchanges. We can state, therefore, that we reached our goal of achieving learning in a large group that collaborates mainly through a silent collaboration mechanism, which manifests as an effective method for learning in large groups.

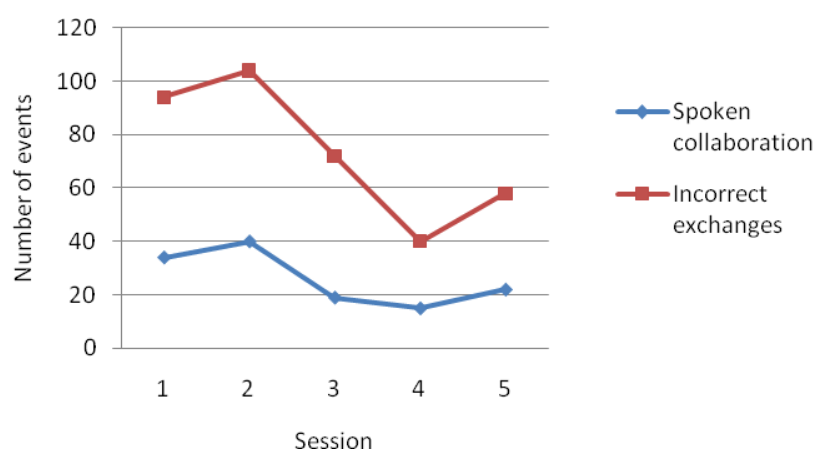


Figure 2-7: Comparison between spoken collaborative events and incorrect exchanges

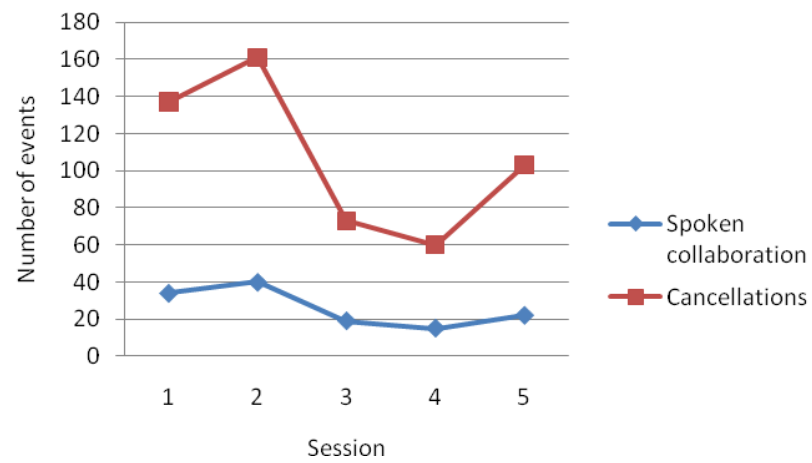


Figure 2-8: Comparison between spoken collaborative events and cancellations

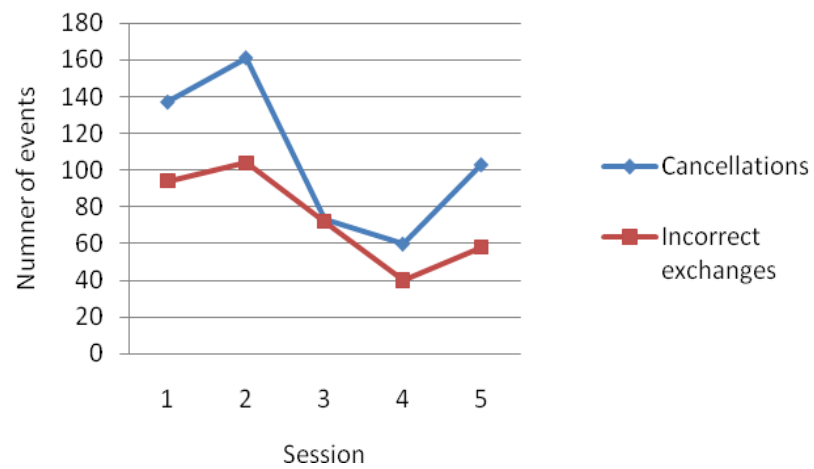


Figure 2-9: Comparison between cancellations and incorrect exchanges

2.5 Conclusions

In this work, we have analyzed an application of Single Display Groupware with Multiple Mice, with low hardware infrastructure costs –a computer, a projector, and one mouse per student- which makes massive collaborative learning possible in the classroom. We showed how to achieve the conditions for collaborative learning, and we reached the goals of learning and collaboration in large groups.

We determined experimentally that, in order to achieve collaboration in large groups, it is necessary to develop mechanisms that we named Silent Collaboration, which create an impact on the students' learning process, by creating a socio-cognitive conflict. We also saw that, because the students that were working together weren't next to each other, Spoken Collaboration proved to be ineffective. For future investigations, new mechanisms of Silent Collaboration need to be studied, as well as improving the use of Spoken Collaboration in this scenario.

BIBLIOGRAFIA

Ahn, T., Ostrom, E., Schmidt, D., Shupp, R. & Walker, J. (2001). Cooperation in PD Games: Fear, Greed, and History of Play. *Public Choice*, 106(1), 137-155

Allen, B., Crosky, A., McAlpine, I., Hoffman, M., & Munroe, P. (2006). A blended approach to collaborative learning: Can it make large group teaching more student-centred. In *Proceedings of the 23rd annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education: Who's learning* (págs. 33–41).

Axelrod, R., & Hamilton, W. D. (1981). The evolution of cooperation. *Science*, 211(4489), 1390.

Bennerstedt, U., & Linderöth, J. (2009). The spellbound ones: illuminating everyday collaborative gaming practices in a MMORPG. In *Proceedings of the 9th international conference on Computer supported collaborative learning-Volume 1* (p. 404–413).

Bruns, A. (2007). Produsage: Towards a broader framework for user-led content creation. In *Creativity & Cognition* (Vol. 6, p. 13–15).

Brush, T. (1998). Embedding cooperative learning into the design of integrated learning systems: Rationale and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 46(3), 5-18.

Diggelen, W. V., & Overdijk, M. (2007). Small-group face-to-face discussions in the classroom: a new direction of CSCL research. In *Proceedings of the 8th International conference on Computer supported collaborative learning* (pp. 727-736). New Brunswick, New Jersey, USA: International Society of the Learning Sciences.

Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, 189–211.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning. *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*, 1–19.

Fawcett, L.M., & Garton, A.F. (2005), The effect of peer collaboration on children's problem-solving ability. *British Journal of Educational Psychology*, 75, 157 – 169.

Girvan, C., & Savage, T. (2010). Identifying an appropriate pedagogy for virtual worlds: A Communal Constructivism case study. *Computers & Education*, 55(1), 342-349.

Gokhale, A. A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology Education*, 7, 22–30.

Grinnell, J., Packer, C., & Pusey, A. E. (1995). Cooperation in male lions: kinship, reciprocity or mutualism? *Animal Behaviour*, 49(1), 95-105

Gutwin, C., & Greenberg, S. (2004). The importance of awareness for team cognition in distributed collaboration. In E. Salas & S. M. Fiore (Eds.), *Team cognition: Understanding the factors that drive processes and performance* (pp. 177–201).

Hung, H., Young, S. S., & Lin, C. (2009). Constructing the face-to-face collaborative game-based interacted environment for portable devices in English vocabulary acquisition. In *Proceedings of the 9th international conference on*

Computer supported collaborative learning - Volume 1 (p. 370-374). Rhodes, Greece: International Society of the Learning Sciences.

Infante, C., Hidalgo, P., Nussbaum, M., Alarcón, R., & Gottlieb, A. (2009). Multiple Mice based collaborative one-to-one learning. *Computers & Education*, 53(2), 393-401.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1964). *The Early Growth of Logic in the Child: Classification and Seriation*. Routledge and Kegan Paul.

Janssen, J., Erkens, G., Kanselaar, G., & Jaspers, J. (2007). Visualization of participation: Does it contribute to successful computer-supported collaborative learning? *Computers & Education*, 49(4), 1037–1065.

Jara, C. A., Candelas, F. A., Torres, F., Dormido, S., Esquembre, F., & Reinoso, O. (2009). Real-time collaboration of virtual laboratories through the Internet. *Computers & Education*, 52(1), 126-140.

Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Smith, K. A. (1998). Cooperative Learning Returns To College What Evidence Is There That It Works? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), 26–35.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67–73.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Learning together and alone: Overview and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 95–105.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365.

Kaplan, F., DoLenh, S., Bachour, K., Yi-ing Kao, G., Gault, C. & Dillenbourg. P. (2009) Interpersonal Computers for Higher Education. P. Dillenbourg et al. (eds.), *Interactive Artifacts and Furniture Supporting* 129 Collaborative Work and Learning, Volume 10, pp. 1-17.

Kaplan, H. & M. Gurven (2005): “The natural history of human food sharing and cooperation: A review and a new multi-individual approach to the negotiation of norms,” in *Moral Sentiments and Material Interests: The Foundations of Cooperation in Economic Life*, pp. 75–113.

Kittur, A., & Kraut, R. E. (2008). Harnessing the wisdom of crowds in wikipedia: quality through coordination. En *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work* (p. 37-46). San Diego, CA, USA: ACM.

Kreps, D.M., Milgrom, P., Roberts, J. & Wilson, R. (1982). Rational cooperation in the finitely repeated prisoner’s dilemma. *Journal of Economic Theory* 27: 245–252.

Malone, T. W., & Crowston, K. (1990). What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems? In *Computer Supported Cooperative Work: Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work*.

McKinney, D., & Denton, L. F. (2006). Developing collaborative skills early in the CS curriculum in a laboratory environment. *ACM SIGCSE Bulletin*, 38(1), 138–142.

Mertaugh, M., Jimenez, E. Y., & Patrinos, H. A. (2009). *The Global Challenge in Basic Education: Why Continued Investment in Basic Education is Important*. HDNED, World Bank, Washington, D.C.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

Moraveji, N., Kim, T., Ge, J., Pawar, U. S., Mulcahy, K., & Inkpen, K. (2008). Mischief: supporting remote teaching in developing regions. In *Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (p. 353-362). Florence, Italy: ACM.

Nussbaum, M., Alvarez, C., McFarlane, A., Gomez, F., Claro, S., & Radovic, D. (2009). Technology as small group face-to-face Collaborative Scaffolding. *Computers & Education*, 52(1), 147–153.

Overton, W. F., & Jordan, R. (1971). Stimulus preference and multiplicative classification in children. *Developmental Psychology*, 5(3), 505–510.

Parker, R. K., Rieff, M. L., & Shelby J. Sperr. (1971). Teaching Multiple Classification to Young Children. *Child Development*, 42(6), 1779-1789.

Pavlovych, A., & Stuerzlinger, W. (2008). Effect of screen configuration and interaction devices in shared display groupware. In *Proceeding of the 3rd ACM international workshop on Human-centered computing* (p. 49-56). Vancouver, British Columbia, Canada: ACM.

Pawar, U.S., Pal, J., & Toyama, K. (2006). Multiple mice for computers in education in developing countries. *Proceedings of IEEE/ACM ICTD 2006* (pp. 64–71). Piscataway, NJ: IEEE.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.

Raposo, A. B., Magalhaes, L. P., Ricarte, I. L. M., & Fuks, H. (2001). Coordination of collaborative activities: a framework for the definition of tasks interdependencies. In *Groupware, 2001. Proceedings. Seventh International Workshop on* (p. 170–179).

Rogoff, B. (1991) Social interaction as apprenticeship in thinking: guided participation in spatial planning. In L. Resnick, J. Levine & S. Teasley(Eds). *Perspectives on Socially Shared Cognition* (p. 349-364).Hyattsville, MD: American Psychological Association.

Roschelle, J. & Teasley, S.D. (1995). The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving. In C. O'Malley (Ed.) *Computer Supported Collaborative Learning*,. pp. 69-100. Berlin: Springer-Verlag.

Schacter, J. (1999) *The impact of educational technology on student achievement: what the most current research has to say*. Santa Monica, CA: The Milken Family Foundation

Scott, S. D., Mandryk, R. L., & Inkpen, K. M. (2003). Understanding children's collaborative interactions in shared environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(2), 220–228.

Slavin, R. E. (1996). Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 43-69.

Smith, B.L. & MacGregor, J.T. (1992) "What is Collaborative Learning?" In *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*, p10-29.

Spada, H., Meier, A., Rummel, N., & Hauser, S. (2005). A new method to assess the quality of collaborative process in CSCL. In *Proceedings of the 2005 conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!* (p. 631).

Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. *Cambridge handbook of the learning sciences*, 2006.

Stevens, J. R., & Hauser, M. D. (2004). Why be nice? Psychological constraints on the evolution of cooperation. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(2), 60-65.

Taylor, M. (1987). *The possibility of cooperation*. New York: Cambridge University Press.

Tucker, A. W. (1983). The Mathematics of Tucker: A Sampler. *The Two-Year College Mathematics Journal*, 14(3), 228-232

Tudge, J. R. (1992). Processes and consequences of peer collaboration: A Vygotskian analysis. *Child development*, 63(6), 1364–1379.

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

Wallace, J., Scott, S., Stutz, T., Enns, T., & Inkpen, K. (2009). Investigating teamwork and taskwork in single- and multi-display groupware systems. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(8), 569-581.

Zagal, J. P., Rick, J., & Hsi, I. (2006). Collaborative games: Lessons learned from board games. *Simulation Gaming*, 37(1), 24-40.

Zea, N. P., Sanchez, J. L. G., & Gutierrez, F. L. (2009). Collaborative Learning by Means of Video Games: An Entertainment System in the Learning Processes. En *Proceedings of the 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (págs. 215-217). IEEE Computer Society.

Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42(3), 289-314.

ANEXO: EMAIL DE RECEPCIÓN

Asunto: Acknowledgement of Receipt

Fecha: 17 Aug 2010 03:41:34 -0400

De: Int'l. Journal of Computer Supported Collaborative Learning <exec@ijcscl.org>

Para: miguel nussbaum <mn@ing.puc.cl>

Dear miguel nussbaum:

Thank you for submitting your manuscript, "Collaboration between large groups in the classroom", to International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning.

During the review process, you can keep track of the status of your manuscript by accessing the following web site:

<http://ijcscl.edmgr.com/>

With kind regards,

The Editorial Office

International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning