



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**Máster Universitario en Informática Interactiva  
y Multimedia**

**Curso Académico 2012-13**

**Trabajo Final de Máster**

**Discapacidad intelectual y superficies multicontacto:  
Influencia del modo de colaboración en el aprendizaje**

**Autora: Silvia Rosado Martín**

**Tutores: Estefanía Martín Barroso, Pablo A. Haya Coll**



# Resumen

Las tecnologías abren un abanico de posibilidades a los docentes, especialmente dentro del área de la educación especial, donde permiten adaptar el material a las necesidades de cada usuario. En los últimos años y gracias al surgimiento de los dispositivos táctiles, se han desarrollado diversos materiales y aplicaciones orientados a este tipo de superficies.

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es hacer un caso de estudio con alumnos de la Fundación Síndrome de Down de Madrid (FSDM) que realizaron actividades educativas en una mesa multicontacto. Por un lado, se quiere ver si se produce aprendizaje significativo en la materia trabajada usando este tipo de superficies. Por otro lado, se quiere observar el comportamiento de los alumnos mientras realizan actividades en la mesa. En concreto, se quiere observar si dependiendo de si la actividad se realiza por turnos o de forma simultánea, los alumnos son conscientes de las acciones del resto de sus compañeros observando las respuestas que están dando y analizando el resultado de sus acciones. La diferencia entre los modos de interacción podría afectar al aprendizaje de los alumnos. Por este motivo, los participantes de este estudio se organizaron en tres modalidades: turnos, simultáneo y mixto.

Este caso de estudio ha llevado una preparación previa minuciosa debido principalmente a la población objeto del estudio, desde la preparación del material educativo con el que se iba a trabajar, la realización de las actividades por parte de los alumnos de la FSDM y el posterior análisis de los resultados recogidos a lo largo de las pruebas mediante diferentes técnicas: observación directa e indirecta, ficheros históricos y pruebas de evaluación.

Como resultado de este estudio, se presentan resultados satisfactorios relacionados con el aprendizaje de los alumnos. Además, se analiza la influencia del modo de interacción respecto a los resultados, confirmándose que en el modo por turnos los alumnos adquieren un aprendizaje significativo mientras que en el simultáneo no se puede concluir que hubiera aprendizaje. Además de esta medición del aprendizaje, también se discuten los resultados extraídos del análisis de los históricos de la mesa multicontacto, donde se registraban todos y cada uno de los movimientos que hacían todos los alumnos mientras realizaban las actividades. Estos análisis se han centrado en medir principalmente si existen diferencias dependiendo de la dinámica de interacción en cuanto al rendimiento de los participantes, el éxito de la respuesta en función del orden en el que contestan, el número de cambios y el tipo y si existe o no consenso entre los miembros del mismo grupo de trabajo.



# Agradecimientos

En primer lugar me gustaría dar las gracias a Estefanía y a Pablo, mis tutores del proyecto. Sinceramente no podía haber estado mejor acompañada y guiada. Gracias por todo el trabajo realizado, el apoyo incondicional, las llamadas, los correos infinitos, las sesiones de chat, por haber hecho llegar hasta mi un proyecto tan bonito, por las ganas e ilusión que me habéis transmitido y sobretodo la persistencia, que sin ella creo que me hubiera caído de esto muchas veces. ¡Un millón de gracias!.

Un rincón muy especial de esta hoja de agradecimientos va dedicado a mi familia. A mi madre, que por ti he aprendido a ser perseverante, tenaz y sobretodo luchadora. Muchas gracias por el apoyo incondicional, tu comprensión, tus consejos, tus siempre buenas palabras de ánimo, por todo, GRACIAS mamá. A mis hermanos, mis dos grandes pasiones y siempre un referente para mí. Jr y Pepa, mi hermano y hermana mayor, gracias por levantarme tantas veces cuando me he caído, os tengo muy lejos pero os siento igual de cerca. A mis siete pequeños corazones, por vuestra vitalidad que me inunda cada vez que comparto un pequeño rato con vosotros, sacáis lo mejor de mí. A mis abuelos, que con sus 100 y 90 años, vuestra lección de vida hace que valga la pena luchar. Al resto de mi familia, gracias a todos de corazón. Os quiero.

Por otro lado quería agradecer a mis amigas de la infancia, Eva y Sonia, porque pase el tiempo que pase siempre estáis ahí con la misma sonrisa y las mismas ganas de siempre. A Patri, Soraya, Inés, Maine, Noe, Mary y a los dos pequeños soles de la familia, Carla y Naiara, por darme tantos buenos ratos, ¡sois muy grandes!. Por vuestras llamadas y mensajes, por los gabinetes de crisis, por nuestras cenas de risoterapia, por vuestros ánimos para que siguiera y no me rindiera, todo esto me enriquece. Gracias amigas.

A Natalia, porque siempre tienes la palabra adecuada en el momento adecuado, sabiendo darme esa protección e inyección de moral que me hace falta. Creo que ya estabas practicando, porque siempre has sacado tu lado más maternal conmigo. Gracias amiga. A mis nuevos y no tan nuevos compañeros, Lara, Mariano, Tamara, Julio, que con su savia nueva han sabido aportarme otra visión de la vida.

Y para finalizar, a mi último descubrimiento. Gracias por tu paciencia en mayúsculas, tu cariño, por compartir todo conmigo, por darme tan buenos momentos, por las risas revitalizantes, por tu apoyo en estos meses y sobre todo por cómo me demuestras lo orgulloso que estás de mí.



# Tabla de contenidos

Resumen.....	II
Agradecimientos .....	IV
Tabla de contenidos .....	VI
Índice de figuras .....	VIII
Índice de tablas .....	IX
1. Motivación.....	1
1.1. Presentación del problema.....	4
1.2. Objetivos del trabajo .....	8
1.3. Estructura del documento .....	9
2. Dedos.....	11
2.1. DEDOS-Editor .....	12
2.2. DEDOS-Player.....	16
3. Caso de estudio .....	23
3.1. Participantes .....	24
3.2. Metodología.....	24
3.3. Creación de las actividades.....	29
3.4. Instrumentos de medida.....	30
3.5. Desarrollo de las actividades en la mesa multicontacto .....	31
4. Evaluación.....	33
4.1. Preprocesamiento.....	33
4.2. Análisis de los resultados de los tests.....	34
4.2.1. Evaluación del aprendizaje según los resultados generales de los tests .....	34
4.2.2. Comparación del aprendizaje según el modo de interacción.....	35
4.3. Análisis de los ficheros históricos .....	37
4.3.1. Actividades 1 y 25 .....	37
4.3.2. Distribución de la interacciones por grupo .....	37
4.3.3. Aciertos y fallos totales según el tipo de modo de juego .....	38
4.3.4. Demostrar si influye el número de primeras respuestas o cambios, dependiendo de la dinámica de juego .....	39
4.3.5. Demostrar si influye la dinámica de juego en el número de cambios .....	40
4.3.6. Influye el orden de respuesta en el éxito según la dinámica de juego (turnos)44	
4.3.7. Influye el orden de respuesta en el éxito según la dinámica de juego (simultáneo) .....	44
4.3.8. Distribución de aciertos y demostrar si hay consenso entre las respuestas de los alumnos.....	45
5. Conclusiones.....	47
5.1. Logros.....	47
5.2. Dificultades .....	50
5.3. Trabajos futuros.....	51
Bibliografía .....	53
Anexo I – Instrumentos de medida .....	57

Anexo II – Plantilla anotaciones ..... 65



# Índice de figuras

Figura 1. Pantalla inicial DEDOS-Editor .....	12
Figura 2. Ejemplo de una actividad educativa en DEDOS-Editor .....	16
Figura 3. Pantalla con las opciones básicas de DEDOS-Player.....	17
Figura 4. Ejemplo de actividad simultánea en el reproductor DEDOS – Player .....	19
Figura 5. Ejemplo de actividad por turnos en DEDOS – Player .....	20
Figura 6. Ejemplo de actividad por turnos en DEDOS-Player con retroalimentación .....	21
Figura 7. Ejemplo de actividad tipo1 – Nombre del instrumento.....	25
Figura 8. Ejemplo de actividad tipo2 – Tipo de instrumento .....	26
Figura 9. Ejemplo de actividad tipo3 – Sin refuerzo .....	26
Figura 10. Ejemplo de creación de una actividad educativa en DEDOS-Editor.....	30
Figura 11. Estudiantes de la FDSM interactuando con la mesa multicontacto .....	32
Figura 12. Histogramas con la distribución de puntuaciones antes y después de la prueba .....	34
Figura 13. Comparativa de las puntuaciones medias según el tipo de interacción antes y después de la prueba .....	36
Figura 14. Nº de repeticiones por jugador perteneciente a cada grupo .....	38
Figura 15. Nº de repeticiones por jugador perteneciente a cada grupo .....	41
Figura 16. Nº de interacciones máximas en una actividad por modos de interacción .....	42
Figura 17. Consenso según la dinámica de juego.....	46

# Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de grupos e interacciones con la mesa multicontacto – Semana de Mayo 2012.....	28
Tabla 2. Distribución de grupos e interacciones con la mesa multicontacto – Semana de Junio 2012.....	28
Tabla 3. Resumen de la ganancia en las puntuaciones según la dinámica con la mesa .....	36
Tabla 4. Distribución del número de aciertos y fallos totales.....	38
Tabla 5. Distribución del número de primeras respuestas y cambios .....	39
Tabla 6. Distribución del nº de cambios de un jugador y los cambios que se ha hecho después de haber cambiado una primera vez.....	40
Tabla 7. Distribución del nº de interacciones por actividad .....	42
Tabla 8. Ejemplo de 8 interacciones dentro de una misma actividad en modo turnos.....	43
Tabla 9. Ejemplo de 7 interacciones dentro de una actividad en modo simultáneo.....	43
Tabla 10. Distribución del nº de aciertos y fallos en modo de interacción por turnos.....	44
Tabla 11. Distribución del nº de aciertos y fallos en modo de interacción simultáneo.....	44
Tabla 12. Distribución si existe consenso entre los alumnos y sus respuestas finales dadas en cada actividad.....	45

# 1.Motivación

Hay multitud de investigaciones y estudios que destacan la utilidad de las nuevas tecnologías para mejorar las habilidades mentales de personas con discapacidad intelectual. Por ejemplo, se han realizado estudios en los que niños con patologías como síndrome de down, autismo, parálisis cerebral, y deficiencias auditivas severas han utilizado programas informáticos para ejercitar conceptos espaciales y corporales involucrados en sus acciones, realizar proyectos de aprendizaje, interactuar con diversos objetos, expresar ideas complejas, y asumir un rol más activo y productivo en su procesos de aprendizaje [1]. También se han aprovechado herramientas informáticas para diseñar estrategias didácticas que buscan estimular el aprendizaje de la lecto-escritura y potenciar habilidades cognitivas en niños con diversos problemas de aprendizaje.

Otro estudios han tratado de comprobar los beneficios de la utilización del ordenador sin encontrar resultados positivos, demostrando que tanto en las personas con discapacidad como en las que no la tienen, los beneficios no vienen del uso del ordenador por sí mismo (ya que éste es sólo una herramienta), sino del diseño de la aplicación o forma de utilizar el ordenador [2]. Por lo tanto es cuando el ordenador se utiliza como un instrumento cognitivo que estructura, organiza, amplía y desarrolla los procesos mentales del sujeto, cuando su utilización puede ser beneficiosa para los sujetos con discapacidad. Así, mediante la adecuada y adaptada inclusión de recursos tecnológicos se favorece y facilita la comprensión, la experimentación, el análisis, etc., posibilitando por un lado, el entrenamiento de ciertas habilidades relacionadas con la realidad social y la vida cotidiana y, por otro que se encuentren en contacto con el mundo de la tecnología. En concreto, en los usuarios con síndrome de Down, las nuevas tecnologías son una herramienta muy útil para facilitar el acceso a la información y el aprendizaje siempre que estos materiales les resulten accesibles. Debido a la personalización y secuenciación de tareas que permiten los dispositivos tecnológicos, el uso de materiales multimedia adaptados puede ayudar a solucionar algunos de los problemas de aprendizaje que presenta este grupo de usuarios. Dentro del ámbito de los dispositivos táctiles, en los últimos años se ha prestado especial atención al desarrollo de aplicaciones accesibles destinadas a personas con discapacidad cognitiva. Este tipo de dispositivos favorece que la interacción sea más natural y fácil utilizando los dedos de la misma manera que lo hacen en la vida cotidiana [3]. Las personas con síndrome de Down y/o discapacidad intelectual, crecen en una sociedad rodeada de elementos tecnológicos y aunque se han

estudiado detenidamente las características de los mismos, el conocimiento sobre cómo el uso de las tecnologías de la información les influye es muy limitado [4].

El espectro de comportamiento es muy variado entre las personas con síndrome de Down. Existen unos patrones comunes que nos permiten tener en cuenta ciertos aspectos de cara a la adaptabilidad del dispositivo [5]:

- **Motricidad:** Físicamente, entre las personas con síndrome de Down se suele dar cierta torpeza motora, tanto gruesa (brazos y piernas) como fina (coordinación ojo-mano). Presentan lentitud en sus realizaciones motrices y mala coordinación en muchos casos.
- **Atención:** Las personas con síndrome de Down suelen tener dificultad para mantener la atención durante periodos de tiempo prolongados y facilidad para la distracción frente a estímulos diversos y novedosos. La atención es una capacidad que requiere un entrenamiento específico para ser mejorada. Es conveniente presentar actividades variadas y amenas que favorezcan el que consigan mantenerla en aquello que están haciendo. En el trabajo con ellos, algunas estrategias son: mirarles atentamente cuando se les habla, comprobar que atienden, eliminar estímulos distractores, presentarles los estímulos de uno en uno y evitar enviarles mensajes al mismo tiempo.
- **Percepción:** Numerosos autores confirman que los bebés y niños con síndrome de Down procesan mejor la información visual que la auditiva y responden mejor a la visual. Y es que, además de la frecuencia con que tienen problemas de audición, los mecanismos cerebrales de procesamiento pueden estar alterados. Por otro lado, su umbral de respuesta general ante estímulos es más elevado que en la población general, incluido el umbral más alto de percepción del dolor. Por ello, si en ocasiones no responden a los requerimientos de otras personas, puede deberse a que no les han oído o a que existen otros estímulos que están distrayéndoles. En ese caso será preciso hablarles más alto o proporcionarles una estimulación más intensa. Se les ha de presentar la estimulación siempre que sea posible a través de más de un sentido, de forma multisensorial. Se les proporcionará la información visualmente o combinando el canal visual con el auditivo al mismo tiempo, e incluso a través del tacto, permitiéndoles que toquen, manipulen y manejen los objetos. En el campo educativo el modelado o aprendizaje por observación, la práctica de conducta y las actividades con objetos e imágenes son muy adecuadas. Para favorecer la retención conviene que las indicaciones verbales que se les den, vengan acompañadas de imágenes, dibujos, gestos, modelos e incluso objetos reales para favorecer la

transferencia de conocimiento con elementos y situaciones del mundo real.

- **Aspectos cognitivos:** La afectación cerebral propia del síndrome de Down produce lentitud para procesar y codificar la información y dificultad para interpretarla, elaborarla y responder a sus requerimientos tomando decisiones adecuadas. Por eso les resultan costosos, en mayor o menor grado, los procesos de conceptualización, abstracción, generalización y transferencia de los aprendizajes. También les cuesta planificar estrategias para resolver problemas y atender a diferentes variables a la vez. Es preciso proporcionarles la información teniendo en cuenta estas limitaciones. Al dirigirse a una persona con síndrome de Down es necesario hablar despacio, utilizando mensajes breves, concisos, directos y sin doble sentido.
- **Inteligencia:** Independientemente de otras características psicológicas, el síndrome de Down siempre se acompaña de deficiencia intelectual. La mayoría de las personas con síndrome de Down alcanzan en las pruebas para medir la inteligencia un nivel intelectual de deficiencia ligera o moderada. El resto se mueve en los extremos de estas puntuaciones.
- **Memoria:** Las personas con síndrome de Down tienen dificultades para retener información, tanto por limitaciones al recibirla y procesarla (memoria a corto plazo) como al consolidarla y recuperarla (memoria a largo plazo). Sin embargo, tienen la memoria procedimental y operativa, bien desarrollada, por lo que pueden realizar tareas secuenciadas con precisión. Presentan importantes carencias con la memoria explícita o declarativa de ahí que puedan realizar conductas complejas que son incapaces de explicar o describir. Por otro lado, les cuesta seguir más de tres instrucciones dadas en orden secuencial. También son de gran utilidad los ejercicios de memoria visual y auditiva a corto y largo plazo.
- **Lenguaje:** Presentan un retraso significativo en la emergencia del lenguaje y de las habilidades lingüísticas, aunque con una gran variabilidad de unas personas a otras. Les resulta trabajoso dar respuestas verbales, dando mejor respuestas motoras, por lo que es más fácil para ellas hacer que explicar lo que hacen o lo que deben hacer.

Hoy en día las tecnologías están presentes en todos sitios, siendo así también en las aulas, valiéndose de la utilización de PCs, tabletas, pizarras digitales, etc. para transmitir conocimientos interactuando con ellas. El uso de las tecnologías puede incrementar la motivación de los estudiantes. Este uso de las tecnologías permite crear y realizar actividades educativas dentro de las aulas de una forma fácil e intuitiva.

Las interfaces tradicionales no permiten que varios usuarios interactúen a la vez con la misma aplicación debido a que están controladas por un único dispositivo de entrada como puede ser el ratón o el teclado. Esto genera que los usuarios compitan por el control de dicho dispositivo y tiendan a aburrirse, no explotándose las ventajas que supondría una colaboración cara a cara [6]. Durante la última década ha habido un creciente interés por los dispositivos táctiles, ya que permiten que varios usuarios colaboren a la vez a través de gestos naturales, lo que genera una mejor comunicación y comprensión. De esta manera los usuarios pueden centrarse en el contenido, divertirse, resolver problemas más rápidamente de forma completamente colaborativa y adquirir determinadas habilidades sociales que no podrían adquirirse mediante el uso de una interfaz tradicional [7]. Además, los dispositivos táctiles tienen la ventaja que los usuarios no tienen un dispositivo intermedio y actúan directamente sobre el elemento que capta su atención.

## **1.1. Presentación del problema**

El proyecto DEDOS sobre el que se va a hacer la adaptación de las actividades, surge ante la necesidad de ver cómo el aprendizaje colaborativo apoyado en la tecnología puede mejorar el proceso educativo de aprendizaje en personas con discapacidad cognitiva. Este proceso, basado en las nuevas tecnologías, se apoya en una apuesta sobre dispositivos multicontacto, donde varios usuarios pueden estar interactuando de manera individual o colaborativa. La interacción de los usuarios con estas superficies multicontacto se realiza adaptando esta a la manera natural que tienen los usuarios de actuar, a través de gestos realizados con los manos y con los dedos. Sumándole lo atractivo y motivante que suponen los recursos informáticos y visuales, sobre la creatividad y curiosidad de este tipo de usuarios, alternando una educación tradicional con una educación más actualizada [8].

Para poder estudiar los rasgos de adaptación para un determinado dispositivo hay que tener en cuenta el usuario final que lo va a utilizar. En nuestro caso, el caso de estudio presentado en este Trabajo Fin de Máster enmarcado dentro del proyecto DEDOS va dirigido a alumnos con síndrome de Down. Con independencia de los programas educativos que se estudien y se apliquen, es conveniente que se conozcan algunas características o rasgos más acentuados que pueden mostrar las personas con síndrome de Down, porque su conocimiento nos ayudará a adaptar nuestra forma de tratarles y presentarles la información en el dispositivo.

Es habitual suponer que las personas con síndrome de Down tienen unas peculiaridades comunes que las diferencian de los demás. Su aspecto físico invita también a ubicarlos en un grupo homogéneo. Sin embargo, la variabilidad existente entre estas personas es tan grande e incluso mayor que la que se da en la población general [9]. Por ejemplo, los márgenes temporales en que adquieren determinadas capacidades o hitos de desarrollo como la marcha o el habla, son más amplios.

De esta manera y estudiando los patrones de comportamiento con el dispositivo que se va a utilizar, se ha de actuar intentando potenciar las capacidades y habilidades que les puedan facilitar su interacción con la misma, fomentando un aprendizaje que finalmente ayude a su incorporación a la sociedad y corregir aquellos fallos o dificultades que se encuentren con el dispositivo, que les limiten su desarrollo y ese acceso.

En la actualidad existen multitud y variadas aplicaciones multimedia que se han desarrollado y/o utilizado como herramienta de apoyo en procesos de aprendizaje o entrenamiento en usuarios con síndrome de Down. La gran mayoría de ellas están enfocadas al aprendizaje de conceptos matemáticos, desarrollo de habilidades comunicativas o lecto-escritura, entre otros por lo que están dirigidas a usuarios en edad escolar. Un ejemplo de los beneficios del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje de los alumnos puede encontrarse en el estudio realizado por Ortega-Tudela y Gomez-Ariza donde los participantes eran personas con síndrome de Down trabajando actividades educativas relacionadas con el área de las matemáticas [10]. Dicho estudio presenta cómo los estudiantes que trabajaron con medios tecnológicos tuvieron un mayor rendimiento que los que realizaron las mismas actividades en papel. Esta mejora se debía por un lado a los contenidos y por otro a la navegación entre los mismos. Tanto la secuenciación de las tareas a realizar como el hecho que los contenidos fueran presentados de una forma más visual a los alumnos, influyeron notablemente en su rendimiento.

Ejemplos de aplicaciones educativas desarrolladas para dispositivos táctiles orientadas a personas con discapacidad intelectual serían las presentadas por Muro Haro et al. [11] o el trabajo de Lingnau [12]. En la primera, se presenta una aplicación cuyo objetivo es el aprendizaje de la lectura. En este estudio, se pudo apreciar que los estudiantes incrementaban su interés cuando estaban interactuando con esta aplicación mientras realizaban distintas actividades. Por otro lado, el trabajo de Lingnau se centró en el estudio del proceso de colaboración de alumnos con discapacidades cognitivas fomentando la comunicación verbal entre los participantes. Los estudiantes tenían que resolver un puzle utilizando tabletas de

forma colaborativa. Cada estudiante poseía unas piezas del puzle. De esta forma, se forzaba la colaboración ya que era imposible resolverlo sin la ayuda de todos los participantes.

Otras aplicaciones específicamente encaminadas a favorecer la integración social y laboral de este colectivo pueden ser las que se nombran a continuación:

- **ABC Landia [13]:** Programa audiovisual e interactivo desarrollado por la Universidad de Antioquia (Colombia). Está enfocado a niños en edades comprendidas entre 4 y 12 años con síndrome de Down. Su objetivo es estimular el desarrollo de las cuatro habilidades comunicativas básicas: hablar, escuchar, leer y escribir. El objetivo de la aplicación es sumergir al niño en un trabajo simultáneo de lectura y escritura, en el que realiza diversas actividades con una palabra estímulo. El niño trabaja con esta palabra viéndola, escuchándola, pronunciándola, escuchando su propia pronunciación y apreciándola en el contexto de una frase.
- **Mis primeros pasos con Pipo [14]:** Juana M. Ortega-Tudela y Carlos J. Gómez Ariza, de la Universidad de Jaén, han realizado un trabajo para conocer hasta qué punto el ordenador puede resultar un instrumento útil de enseñanza ayudando a la generalización de conocimientos y habilidades matemáticas a personas con síndrome de Down. En este caso se trata de hacer uso de un juego estándar del que se hace una selección de actividades.
- **Precio exacto [15]:** Desarrollado por el grupo AmILab de la Universidad Autónoma de Madrid, dentro del proyecto HADA (Hipermedia Adaptativa para la atención a la Diversidad en entornos de inteligencia Ambiental). Es una aplicación que pretende facilitar el aprendizaje y experimentación del manejo del dinero, presentando para ello situaciones contextualizadas en la vida diaria.
- **Palabras especiales (Ipad, Iphone, Ipod Touch) [16]:** Enseña a los niños a reconocer palabras escritas sirviéndose de dibujos y sonidos. Consta de 3 juegos diferentes de dificultad creciente, con los que los niños tendrán que identificar dibujos y palabras, relacionando ambos. La aplicación se ajusta al vocabulario de los primeros pasos del niño, tal y como los recoge el Programa Ver y Aprender de Down Syndrome Educational International, y que consta de 96 palabras de uso básico.
- **Memory Fun (Ipad, Iphone, Ipod Touch) [17]:** Es un juego de memoria donde el usuario tiene que recordar la posición de diversas cartas con dibujos y su correspondiente palabra, para más tarde emparejarlas. Empezando desde sólo 4 cartas, se pueden disponer sobre la



pantalla hasta 18, y ofrece un vocabulario de más de 100 palabras.

- **Counting Fun (Ipad, Iphone, Ipod Touch)** [18]: Es un sencillo juego diseñado para ayudar en la práctica de contar del 1 al 10. Con efectos de sonido y animaciones, la atención del niño se verá atraída tocando en la pantalla distintos objetos para ver y oír cada dígito.

Por otro lado, el dispositivo elegido para este caso de estudio es una mesa multicontacto [19], de manera que permite que los usuarios puedan interactuar con ella para desarrollar un mejor aprendizaje.

Para poder comprender mejor en qué consiste una mesa multicontacto, debemos explicar qué es la “manipulación directa”, concepto introducido por Ben Schneiderman en 1983: *“La manipulación directa es un estilo de interacción hombre-máquina que incluye la continua representación de los objetos de interés y acciones y retroalimentación rápida y reversible. La intención es permitir al usuario manipular directamente los objetos que se le presentan mediante acciones en un ámbito virtual que representa el mundo físico”*.

El usuario controla directamente el objeto creado de manera digital mediante estas representaciones. La manipulación interactiva de estos objetos llevó a crear las mesas multicontacto, teniendo como características:

- Utilización de la pantalla con doble función, no solo se podía ver sino que se podía tocar, permitiendo la interacción usuario-pantalla.
- Manipulación directa: Mediante los dedos, se tocan los objetos que se visualizan en la pantalla.
- Acciones de interacción asociadas a acciones cotidianas: arrastrar, tocar, coger, pellizcar, rotar, agrandar, etc.

Tras estas acciones de manipulación, pueden intervenir varios usuarios fomentando la colaboración de varios de ellos, trabajando en la misma tarea, la interacción concurrente y el reconocimiento de personas.

El rasgo fundamental para el correcto funcionamiento de la mesa multicontacto, es que ésta reconozca y procese los dedos. Los debe procesar individualmente y reconocer qué acción desea realizar el usuario en función del movimiento que lleve a cabo con los dedos. Cada acción va asociada a un evento determinado. Estas acciones están relacionadas con situaciones cotidianas, como por ejemplo: rotar, pellizcar, agitar, agrandar, arrastrar, etc.

Este tipo de dispositivos llama mucho la atención, generando ese interés y motivando a los usuarios con síndrome de Down.

La inclusión de las tecnologías en las aulas ha sido muy útil dentro del ámbito de la educación. En concreto, la tecnología ofrece nuevas oportunidades para aprender, compartir información y ganar independencia a los usuarios con necesidades especiales [20]. La tecnología puede ayudar a aumentar la confianza y la motivación a través del desarrollo de actividades creativas. Incluye además determinadas ventajas tales como favorecer un aprendizaje sin errores, la posibilidad de ofrecer al usuario un refuerzo inmediato y personalizado, o adaptar el aprendizaje al ritmo de cada alumno dependiendo de sus necesidades concretas, entre otros.

Existen algunos estudios sobre el aprendizaje con mesas multicontacto, pero no existen estudios sobre el aprendizaje con este tipo de dispositivos orientados a personas con discapacidad. El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es abordar este caso de estudio, sacando conclusiones una vez realizado el mismo, sobre si el aprendizaje experimentado por las personas con discapacidad al utilizar la mesa multicontacto, es realmente significativo o no.

## **1.2. Objetivos del trabajo**

El objetivo del Trabajo Fin de Máster es realizar un caso de estudio con un grupo de alumnos de la Fundación Síndrome de Down de Madrid (FSDM) realizando actividades educativas sobre una superficie multicontacto. Por un lado, se quiere ver si se produce aprendizaje significativo en la materia trabajada usando este tipo de superficies. Por otro lado, se quiere observar el comportamiento de los alumnos mientras están realizando actividades en la mesa. En concreto, se quiere observar si dependiendo de si la actividad se realiza por turnos o de forma simultánea, los alumnos son conscientes de las acciones del resto de sus compañeros observando las respuestas que están dando y analizando el resultado de sus acciones. La diferencia entre los modos de interacción podría afectar al aprendizaje de los alumnos. Por tanto, también será objeto de estudio.

La realización de este caso de estudio ha llevado una preparación previa minuciosa debido principalmente a la población objeto del estudio. Lo primero que se hizo fue preparar el material con el que se iba a trabajar, haciendo una búsqueda exhaustiva de imágenes para posteriormente definir cada una de las actividades. Una vez realizadas todas las actividades y revisadas por el equipo psicopedagógico de la FSDM, se realizaron las pruebas en la propia

Fundación con los participantes. A lo largo de las pruebas, se anotaron todo lo que se realizaba en el aula incluyendo problemas de interacción con la mesa, problemas de entendimiento de las actividades, etc. Esta información se procesó posteriormente obteniendo los resultados y conclusiones del caso de estudio y presentados en esta memoria.

### **1.3. Estructura del documento**

El siguiente capítulo incluye una breve descripción de las aplicaciones informáticas utilizadas para la creación y realización de las actividades educativas en la mesa multicontacto: DEDOS-Editor y DEDOS-Player [8]. En el capítulo 3 se introduce el caso de estudio que se ha llevado a cabo en este Trabajo Fin de Máster, detallando las características de los participantes, la metodología seguida, los instrumentos de medida utilizados, y cómo se llevo a cabo la creación de actividades y el desarrollo de las mismas. El capítulo 4 muestra los resultados con la evaluación del caso de estudio, comprobando si los participantes han tenido o no un aprendizaje significativo y los resultados más significativos en cuanto a las interacciones registradas por la mesa. Por último, se presentan las conclusiones obtenidas de todo el trabajo así como una propuesta de posibles trabajos futuros.



## 2.Dedos

El proyecto DEDOS surge con la motivación clara de responder a una pregunta básica: ¿cómo el aprendizaje colaborativo apoyado por la tecnología puede mejorar el proceso educativo en personas con discapacidad cognitiva? Las tecnologías multicontacto son superficies donde varios usuarios pueden estar interactuando a la vez de una forma natural a través de gestos realizados con las manos. Las posibilidades educativas y lúdicas de estas superficies son muy extensas. Según diversos estudios, la resolución de actividades de forma colaborativa fomenta enormemente el desarrollo cognitivo y social de los usuarios. Estos entornos permiten que los usuarios puedan llevar a cabo un aprendizaje colaborativo en donde la tecnología se pone al servicio de la actividad educativa y no al revés. Esto es así en cuanto que estos dispositivos proveen un espacio físico —una mesa— y se manipulan —manos — de forma similar a los instrumentos tradicionales del aula con las ventajas que aportan los medios informáticos que potencian la creatividad, curiosidad e innovación del alumno, y flexibilizan el proceso educativo.

Como fruto de este proyecto, se desarrollaron dos herramientas informáticas cuya combinación permiten a los profesores crear actividades educativas que pueden ser ejecutadas en una mesa multicontacto. DEDOS-Editor sirve para crear actividades educativas que se desarrollarán posteriormente por los alumnos utilizando el programa DEDOS-Player [8]. En el caso de estudio realizado en este trabajo, las actividades educativas fueron llevadas a cabo por los participantes sobre una mesa multicontacto aunque también se podrían haber realizado en ordenadores personales o en pizarras digitales. Se eligió este dispositivo ya que se quería que todos los alumnos interactuaran a la vez y, a la par, pudieran ver las acciones que estaban realizando el resto de los compañeros en el mismo espacio de trabajo. Las mesas multicontacto ofrecen la ventaja de la interacción múltiple y simultánea frente a la interacción individual o por turnos que ofrecen tanto ordenadores personales como pizarras digitales debido al uso de un único dispositivo de entrada (ratón en el caso de los PCs y lápiz en el caso de la mayoría de pizarras digitales).

En las dos siguientes secciones, se presentarán las características principales de las dos herramientas utilizadas en el caso de estudio realizado en este Trabajo Fin de Máster. En primer lugar, se introducirá la herramienta de creación de actividades educativas y posteriormente, se detallarán las características de la herramienta que permite que los alumnos hagan las actividades en mesas multicontacto.

## 2.1. DEDOS-Editor

Esta herramienta permite que los profesores se conviertan en desarrolladores de actividades o proyectos educativos de una manera sencilla. Tiene una interfaz familiar basada en la aplicación Power Point de Microsoft desde donde se pueden manipular de manera directa los elementos de la misma (véase la Figura 1).



Figura 1. Pantalla inicial DEDOS-Editor

La pantalla consta de un menú en la barra superior con dos opciones llamadas (área ①):



- *Proyecto*: Con esta opción se puede crear un proyecto nuevo, abrir un proyecto ya creado o guardar un proyecto nuevo en curso.
- *Actividad*: Permite crear o eliminar una actividad dentro del DEDOS – Editor.
- *Modo*: En el modo básico hasta que no se añade un área de edición para crear una zona, no se habilitan el resto de opciones. En el modo avanzado se habilitan todas las opciones de la barra de herramientas para crear actividades, independientemente de si se define algún área de edición.
- *Idioma*: Es posible tener la aplicación en español o en inglés.

También en la parte superior, se encuentra situada una barra de herramientas donde se encuentran las opciones que permiten crear distintas actividades educativas para las superficies multicontacto (área ②). En la parte izquierda de la ventana (área ③) se muestra una muestra en miniatura de las actividades que se han ido creando, pudiendo seleccionar de nuevo cualquiera de ellas para visualizarlas o editarlas, o incluso borrarlas pulsando sobre la aspa roja que tienen las miniaturas en la parte superior derecha. Debajo de estas vistas en miniatura, se encuentra la opción “Insertar” para poder añadir nuevas actividades educativas al proyecto (área ④) aunque como se ha visto anteriormente también se puede hacer desde el menú de la barra superior. La parte más destacada de la pantalla es el área de edición de las actividades educativas (área ⑤), donde se irán arrastrando los distintos elementos de la actividad desde la barra superior y se irán definiendo los tipos de dichas actividades. Por último, en la parte inferior derecha, se encuentra la papelera donde arrastraremos los elementos de la actividad actual que queramos eliminar (área ⑥).








A través de este programa podemos crear actividades de cuatro tipos:


- Selección simple o múltiple: Estas actividades permiten seleccionar al alumno una o varias opciones entre las que se proporcionan pulsando sobre la opción que considera que es correcta. En una misma actividad pueden existir varias opciones correctas.
- Emparejamiento: Se utilizan para emparejar y asociar unos elementos a otros.
- Caminos: El objetivo principal de esta actividad sería el desarrollo de habilidades motrices donde el alumno debe seguir un camino especificado a través de puntos que han sido definidos por el profesor.
- Matemáticas: Permite que el profesor cree actividades matemáticas dando valor numérico a los elementos incluidos en la actividad.

A continuación, se explicará de forma detallada los elementos de los que dispone el profesor para poder crear las actividades. Estos elementos serán arrastrados desde la barra de herramientas al área de edición. Los elementos se encuentran agrupados en cuatro categorías: zonas, tarjetas, objetivos y tiempo. Empezando de izquierda a derecha el significado y la funcionalidad de los elementos es el siguiente:

-  Zonas: Estos elementos sirven para agrupar tarjetas o elementos de la actividad. Las zonas pueden ser de dos tipos:
  - o  Individuales: A la hora de que los alumnos realicen estas actividades con el programa DEDOS-Player, estas zonas se replicarán tantas veces como usuarios se encuentren interactuando alrededor de la mesa. Los profesores como





creadores de las actividades educativas tan sólo tienen que hacer el diseño de la actividad pensando en un único alumno. El programa DEDOS-Player se encargará de duplicar automáticamente las áreas individuales y colocarlas en los lugares más apropiados de la mesa dependiendo del número de jugadores. Cuando un profesor inserta una zona en el área de edición, ésta será de tipo individual. Si quiere cambiarla a una zona común tendrá que pulsar simplemente sobre el icono de la parte superior izquierda de la zona.


-  Comunes: Estas zonas son áreas únicas y serán compartidas por todos los usuarios que estén interactuando alrededor de la mesa. Para cambiar de una zona común a una zona individual sólo se tendrá que pulsar sobre el icono de la parte superior izquierda.
  -  Imagen de fondo: Para añadir una imagen de fondo a cada una de las áreas definidas o a las tarjetas de tipo imagen (véase el punto siguiente) se puede utilizar esta opción.
- Tarjetas: Las tarjetas serán los elementos individuales de la actividad. En una actividad se pueden presentar tanto contenidos textuales () como visuales (). Dependiendo de lo que quiera el profesor, se deberá escoger el tipo de tarjeta adecuado. En el caso de utilizar tarjetas de tipo imagen, el profesor debe tener en cuenta que se permite incluir más de una imagen en cada tarjeta. Esta opción es interesante cuando no se quiere que se muestre la misma imagen a todos los usuarios que están realizando la actividad alrededor de la mesa. Si incluimos por ejemplo cuatro imágenes por cada una de las tarjetas de imagen, el reproductor se encargará de elegir una al azar. De esta forma, cada uno de los alumnos tendrá una imagen distinta en su actividad. Para añadir imágenes a una tarjeta de este tipo, se tendrá que pulsar sobre el icono  que se encuentra situado en la parte superior derecha de las tarjetas. Por último, las tarjetas se pueden anclar en una determinada posición con una función que se encuentra dentro de las zonas de texto o imágenes y que tienen el siguiente icono . Una vez pulsada esta chincheta la tarjeta se queda fija sin poder moverse tanto en el editor como en el reproductor.
- Las opciones avanzadas de las tarjetas que se mostrarán cuando se pulse en el icono del engranaje , no se explican ya que no se van a utilizar en este trabajo.

Una opción común tanto para las tarjetas como para las áreas es el cambio de tamaño pulsando y arrastrando sobre la esquina inferior derecha (véase el icono )



Por otro lado, tal y como se ha comentado anteriormente, se pueden construir cuatro tipos diferentes de actividades que se corresponden con cada uno de los objetivos que se muestran en la barra de herramientas.

-  Selección: En este tipo de actividades es importante que el profesor defina cuál es la respuesta correcta entre las opciones que se ofrecen al estudiante. Para ello, tendrá que incluir sobre la/s tarjeta/s correspondientes este símbolo marcando así la/s respuesta/s correcta/s.
-  Emparejamiento: En estas actividades se establecen uniones entre tarjetas relacionadas semánticamente. Para ello se deberá arrastrar un objetivo de este tipo sobre la tarjeta origen de la relación y después pulsar sobre la tarjeta destino. Visualmente aparecerá una flecha entre ambas tarjetas que indicará que se establece la relación. También se permiten relaciones entre un conjunto de tarjetas enmarcadas dentro de una misma área hacia una tarjeta destino.
-  Caminos: Sobre una imagen de fondo de una zona, se establecen una serie de puntos para definir uno o varios caminos. Cada punto de un camino se representa con este icono. El alumno tendrá que recorrer todos los puntos del camino/s definidos por el profesor.
-  Matemáticas: Se establece una tarjeta como “contador”, arrastrando desde la barra de herramientas hasta una tarjeta. Va a ser una tarjeta sobre la que se tendrán que arrastrar un determinado número de elementos para completar el ejercicio correctamente. Este objetivo se utiliza de forma combinada con el objetivo de emparejamiento definiendo qué tarjetas se pueden emparejar con la que tiene el contador asociado.

Por último, el profesor puede querer establecer un tiempo máximo de realización de la actividad. Para ello, tendrá que arrastrar el icono  a cualquier parte del área de edición para especificar este tiempo máximo. En este momento, aparecerá un contador situado en la parte inferior izquierda de la pantalla donde el profesor podrá incrementar o decrementar el tiempo de la actividad medido en segundos.

La Figura 2 muestra un ejemplo de una actividad de selección creada con el programa DEDOS-Editor donde se puede ver que existen dos áreas individuales que se replicarán posteriormente según el número de participantes que estén alrededor de la mesa, y varias tarjetas de texto e imagen para colocar de una forma apropiada el contenido a mostrar en cada una de las

actividades. En esta actividad solamente existe una opción correcta señalada con el objetivo de selección y todas las tarjetas están ancladas en una determinada posición de tal forma que no se puedan mover (véase la chincheta clavada). La misma actividad se podría haber creado utilizando solamente una zona individual. En este caso, el diseñador ha elegido hacerla con dos zonas individuales separando en cada una de ellas el enunciado de la actividad de sus posibles respuestas.

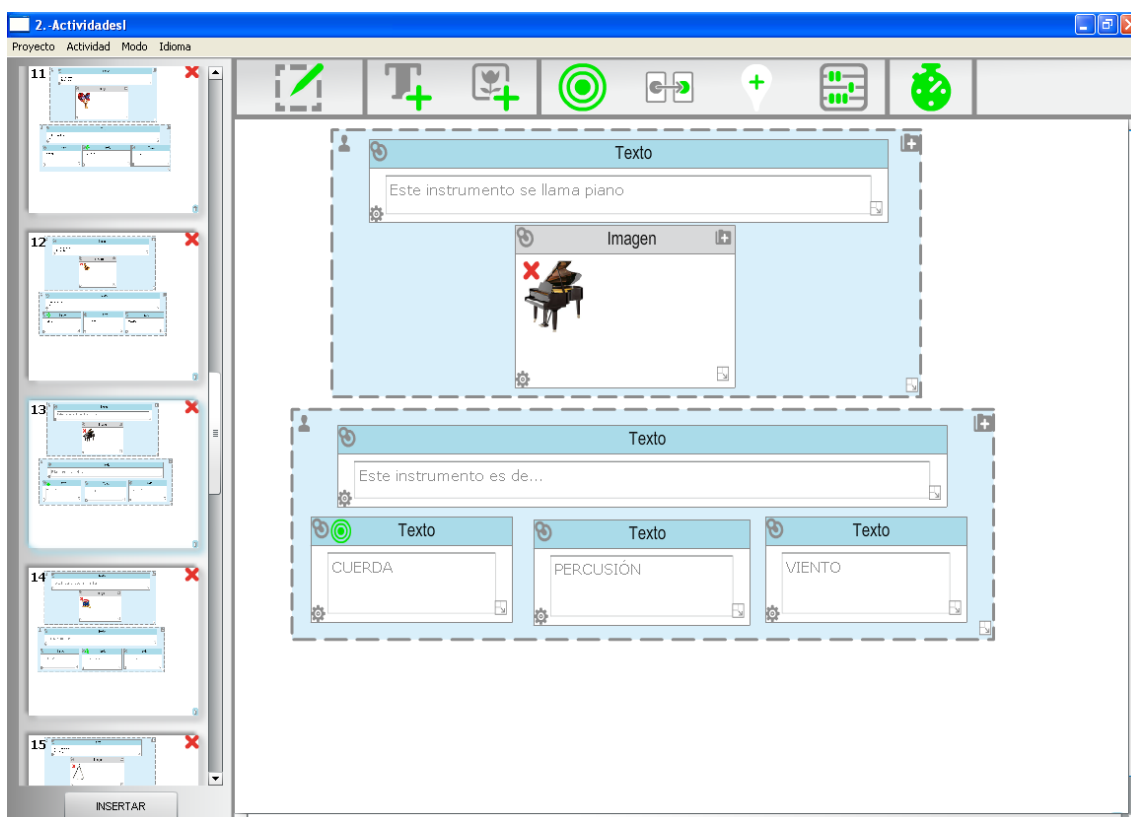


Figura 2. Ejemplo de una actividad educativa en DEDOS-Editor

## 2.2. DEDOS-Player

El programa DEDOS-Player permite visualizar y realizar las actividades educativas previamente creadas con el programa DEDOS-Editor en superficies multicontacto, ordenadores personales y pizarras digitales. Antes de poner a disposición de los alumnos las actividades para que las lleven a cabo, se recomienda tener instalado el programa DEDOS-Player en el ordenador personal para comprobar cómo quedará la actividad.

Al iniciar el programa DEDOS-Player, se pide al usuario que seleccione el proyecto educativo que quiere ejecutar con el programa. Una vez seleccionado, aparecerán una serie de opciones

básicas que serán las que se muestran en la Figura 3. La primera opción es el número de jugadores que corresponderá con el número de estudiantes que se encuentran alrededor de la mesa. Este rango va desde 1 hasta 4 ya que se ha considerado que como máximo podría estar un alumno en cada uno de los lados de la mesa. Dependiendo del número de estudiantes que haya alrededor de la mesa, la aplicación mostrará los espacios de trabajo adaptados replicando las zonas de trabajo individuales y poniendo en el centro las zonas colaborativas para que todos los participantes tengan acceso a ellas.



Figura 3. Pantalla con las opciones básicas de DEDOS-Player

El control de respuesta o realimentación indica cuándo se muestra la retroalimentación a los estudiantes que están alrededor de la mesa. Tal y como se puede ver tiene dos valores:

- Respuesta instantánea: la realimentación se muestra a medida que se realizan acciones en las actividades. En el caso de las actividades de selección cuando el usuario pulsa una tarjeta se comprueba automáticamente si la selección es correcta o incorrecta. En el caso de actividades de emparejamiento, cuando se efectúa una relación se comprueba si el emparejamiento es correcto.
- Comprobación demorada: en este modo la realimentación se muestra al final de la

actividad. En actividades de selección, el estudiante pulsa sobre las tarjetas, seleccionándolas o deseleccionándolas. Cuando quiere comprobar si las tarjetas seleccionadas son las correctas tiene que pulsar el botón de comprobación. De forma similar, en las actividades de emparejamiento también se mostrará este botón para que el usuario compruebe si los emparejamientos que ha realizado son correctos. En la Figura 4 y la Figura 5 se puede observar las diferencias entre los dos modos de realimentación. Por un lado, la Figura 4 muestra una actividad con realimentación inmediata ya que no existe botón de validación. Sin embargo, la Figura 5 aparece este botón de verificación para el caso de la comprobación demorada abajo en la derecha de los espacios de trabajo individuales.

Por último, la dinámica de respuesta está relacionada con cómo se produce la interacción de los participantes con la mesa y entre ellos. Esta opción permite que los participantes interactúen con el dispositivo de tres formas distintas:

- Todos responden a la vez: cuando se selecciona esta opción implica que todos los alumnos pueden interactuar con la mesa a la vez, es decir, que todas las zonas individuales están activas a la vez. Esta opción se ejecuta de forma automática si el profesor no ha cambiado la dinámica de respuesta en la pantalla inicial de configuración.
- Turnos por acción: en este caso, la interacción de los jugadores se realiza por turnos. En cada turno sólo la zona de un participante está activa. Esta opción la utilizará un profesor cuando quiera que primero responda un estudiante, luego otro, y así sucesivamente. Cuando todos acaben de responder la actividad, se pasará a la siguiente actividad. Si se está interactuando por turnos es muy importante que el jugador de inicio cambie. Por tanto el programa se encargará de cambiar automáticamente el jugador que inicia la actividad y seleccionarlo de forma aleatoria.
- Turnos por actividad: a diferencia del caso anterior, en esta situación cada uno de los estudiantes responde una actividad y el turno pasa al siguiente participante para realizar la siguiente actividad. En este caso, no todos los alumnos realizarían todas las actividades, sino que cada uno sería responsable de hacer parte de las actividades del proyecto educativo.

En el caso concreto de este Trabajo Fin de Máster, se fueron variando el número de jugadores que estaba alrededor de la mesa dependiendo del grupo de trabajo, fluctuando entre dos a cuatro jugadores y se combinó la retroalimentación instantánea con la demorada,


dependiendo de la dinámica de la respuesta. En el capítulo siguiente se darán los detalles del caso de estudio realizado.

Para finalizar con la explicación de esta ventana con las opciones de configuración del proyecto educativo, se tienen otros cuatro botones en la parte inferior de la ventana inicial de DEDOS-Player: acceso a opciones más avanzadas de configuración del proyecto educativo, comenzar a realizar las actividades del proyecto educativo, volver a seleccionar otro proyecto educativo y la opción de salir para cerrar la aplicación DEDOS-Player. Las opciones avanzadas del programa DEDOS-Player no se detallarán en esta memoria ya que no fueron empleadas en el caso de estudio realizado.

Una vez conocido el funcionamiento del reproductor DEDOS-Player, se muestran algunos ejemplos de las actividades que se llevaron a cabo durante el caso de estudio realizado. La Figura 4 muestra un ejemplo de una actividad del proyecto educativo donde los alumnos estaban interactuando en modo simultáneo, es decir, todos los espacios de trabajo individuales estaban activos al mismo tiempo con realimentación instantánea. Como se puede observar, las zonas están orientadas a las posiciones que ocuparon los participantes alrededor de la mesa (en este caso concreto, fueron tres personas). En la parte inferior se pueden ver tres botones que sirven para retroceder a la anterior actividad, repetir la misma actividad o avanzar a la actividad siguiente. Durante el caso de estudio realizado, estos controles fueron controlados por el profesorado, no por los participantes.



Figura 4. Ejemplo de actividad simultánea en el reproductor DEDOS – Player

La Figura 5 y la Figura 6 muestran un ejemplo de una actividad que se realizó bajo la dinámica de turnos por acción y con realimentación demorada. En este caso, se puede observar que en la parte inferior derecha de cada uno de los espacios de trabajo individuales, existe el botón  con el que el estudiante puede comprobar si su respuesta es válida o no. Antes de pulsar sobre este botón, el participante puede cambiar su respuesta tantas veces como considere necesario. En la Figura 5 se muestra una situación donde el participante número dos y tres ya han respondido a la pregunta seleccionando una respuesta pero todavía no han comprobado si la respuesta dada es correcta. El participante número uno tiene que dar su respuesta (véase el color verde del número del participante y del icono de comprobar indicando que el área de trabajo está activa).

Por otro lado, una vez que el alumno verifica si su respuesta es correcta o si por el contrario ha fallado, en el modo con retroalimentación demorada, se presenta un icono con un refuerzo visual indicando si la respuesta fue correcta o incorrecta además de incluir un mensaje textual. La Figura 6 muestra el mismo ejemplo pero en otra situación de la misma actividad donde el tercer estudiante ya ha respondido y conoce que la respuesta dada es correcta, el segundo estudiante también ha respondido y sabe que la respuesta fue incorrecta (véase la retroalimentación visual y textual en el primer y segundo jugador). Es el turno del tercer estudiante para verificar si la respuesta que ha dado es correcta o no (véase el botón de confirmación activo). En este caso, ya que el alumno conoce si las respuestas dadas por sus compañeros fueron correctas o no, podría volver a cambiar la opción seleccionada antes de comprobar si es correcta.

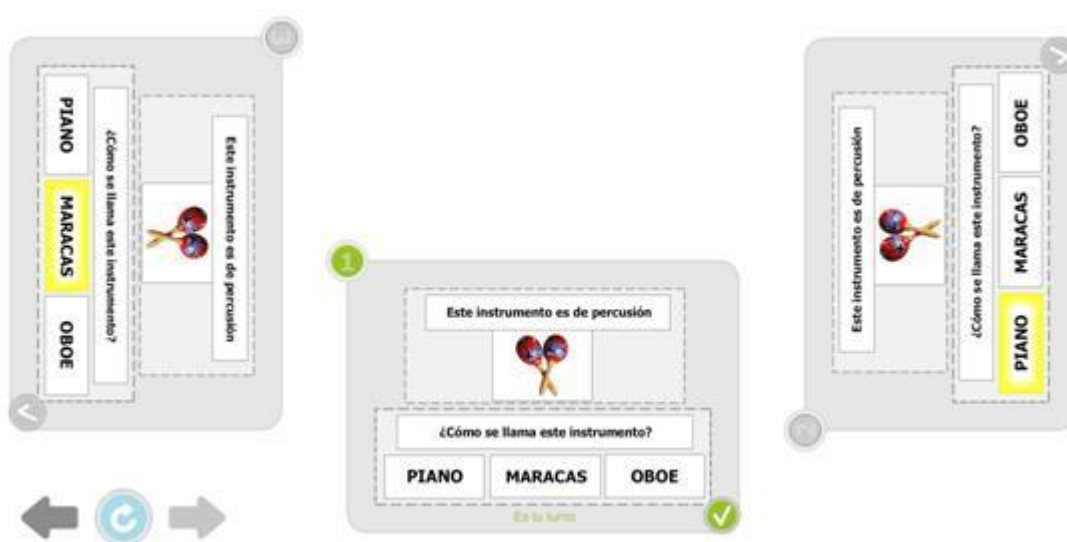


Figura 5. Ejemplo de actividad por turnos en DEDOS – Player



Figura 6. Ejemplo de actividad por turnos en DEDOS–Player con retroalimentación

A continuación, se detallarán las características del caso de estudio realizado en este Trabajo Fin de Máster que incluirán los participantes del estudio, la metodología que se llevó a cabo, los instrumentos de medida utilizados, y tanto el proceso de creación de las actividades con el programa DEDOS-Editor como el proceso de desarrollo de las actividades en una mesa multicontacto utilizando el programa DEDOS-Player.





### 3.Caso de estudio

El caso de estudio tiene un doble objetivo. Por un lado, trata de medir si se produce aprendizaje significativo realizando actividades educativas en una mesa multicontacto donde los participantes son personas con discapacidad intelectual. Por tanto, se propuso un caso de estudio donde los alumnos tenían que realizar distintas actividades a lo largo de diferentes sesiones. Con el objetivo de analizar el aprendizaje de los alumnos se llevaron a cabo pre-test y post-test así como un análisis de las interacciones de los usuarios con la mesa.

Por otro lado, se propone medir es si los estudiantes tienen consciencia de las interacciones que se están llevando a cabo en la mesa. Las mesas multicontacto son entornos que permiten la colaboración de los usuarios y una mayor consciencia de las acciones del resto de los compañeros. Los alumnos con discapacidad intelectual suelen aprender a base de repeticiones y fijándose en lo que hacen sus compañeros (aprendizaje por imitación). Por tanto, se propone utilizar dos formas de interacción de tal forma que se favorezca que se fijen en las acciones que están realizando sus compañeros (modo por turnos de DEDOS-Player) o se deje libremente a los usuarios poder decidir si interactúan a la vez o si esperan a que responda un compañero para ver la respuesta que ha dado (modo simultáneo). La dinámica con la que trabajan los alumnos puede afectar al aprendizaje de los mismos. Existen estudios preliminares con usuarios sin discapacidad en los que se indican que los alumnos que trabajan por turnos en este tipo de superficies, obtienen mejores resultados que si los realizan simultáneamente [22]. En este sentido, también se quiere medir si esta dinámica de interacción afecta al aprendizaje de los participantes.

Además, las interacciones de los estudiantes con la mesa, serán analizadas para sacar conclusiones acerca de si, la dinámica escogida influye en el número de aciertos y fallos totales según el tipo de interacción, si existe una variación en el comportamiento de los participantes en cuanto al número de veces que cambia una respuesta dependiendo de la dinámica de respuestas, si influye la dinámica del juego en el número de cambios, si existe una dependencia entre orden de la respuesta y el éxito de la misma en función de la dinámica de juego, y saber si hay relación en el consenso de las respuestas de los participantes dependiendo de la dinámica de juego.

### 3.1. Participantes

En total participaron en el estudio, 52 estudiantes de la Fundación Síndrome de Down de Madrid, entre los cuales había 19 chicos y 33 chicas. Como ya se ha indicado en el primer capítulo de esta memoria, las personas con DI tienen dificultades a la hora de retener la información y necesitan que la información sea presentada de una forma visual, sencilla y repetida para que el aprendizaje significativo tenga lugar.

### 3.2. Metodología

La metodología seguida para el desarrollo de este trabajo fue la siguiente: elección del tema sobre el cual se crearían las actividades educativas, estructuración del caso de estudio en sesiones y definición de las tareas a realizar en cada una de ellas, distribución de los alumnos en grupos de trabajo, creación de las actividades educativas, realización de los instrumentos de medida, desarrollo de las actividades en la mesa multicontacto, evaluación de los resultados obtenidos y extracción de conclusiones.

El tema elegido para las actividades debía ser un tema en el que los alumnos apenas tuvieran un conocimiento previo ya que se quería medir el aprendizaje partiendo de un nivel bajo de conocimientos o incluso desconocido. Con la colaboración de la FSDM se llegó a la conclusión que los estudiantes no deberían tener conocimientos previos del tema "*Instrumentos musicales*" ya que no formaba parte del currículum trabajado en la propia Fundación. Por tanto, este fue el tema elegido para realizar el caso de estudio.

Una vez determinado el tema, y dado que las personas con discapacidad intelectual aprenden mejor mediante elementos visuales, se buscaron imágenes de instrumentos musicales reales con buena calidad para hacer las actividades. Las imágenes tenían que cumplir una serie de requisitos debido a las particularidades de aprendizaje de los participantes con discapacidad cognitiva. Estos requisitos fueron los siguientes: las imágenes debían ser reales y a color, no permitiéndose dibujos ya que al ser objetos de la vida cotidiana favorecen la transferencia del conocimiento desde la actividad educativa a objetos del mundo real. Además, las imágenes debían de visualizarse correctamente en una orientación que facilitara el reconocimiento del instrumento musical, tener todas el mismo tamaño y el mismo aspecto.

Posteriormente, se diseñaron los tipos de actividades que se les presentaría a los alumnos y que habría que crear con el programa DEDOS-Editor. En este proceso de creación de

actividades se contó con la ayuda del personal de la FSDM con el objetivo de que las actividades se adecuaran al proceso de aprendizaje de los participantes y se lograra obtener un aprendizaje significativo. Tras diversas reuniones con los expertos de la FSDM se acordó que la mejor manera de realizar el experimento era haciendo actividades de tres tipos ordenadas de menor a mayor dificultad y retirando los apoyos mientras se trabajaba con una colección de instrumentos musicales. Cada una de las actividades tendrían tres posibles respuestas siendo sólo una de ellas cierta. Para cada instrumento se realizaron tres actividades, una por cada uno de los tipos siguientes:

- **Nombre de instrumento:** En este primer tipo de actividad se le muestra al alumno información sobre el tipo de instrumento musical que es (cuerda, percusión o viento) junto con una ayuda visual del instrumento (véase la Figura 7). Se pide que seleccione el nombre del instrumento entre tres opciones posibles.



Figura 7. Ejemplo de actividad tipo1 – Nombre del instrumento

- **Tipo de instrumento:** Una vez que los alumnos realizaban las actividades del primer tipo, se proponía a los alumnos otro tipo de actividades donde dado un instrumento musical identificado por su nombre y por la imagen correspondiente se pedía que seleccionara el tipo de instrumento: cuerda, percusión o viento (véase la Figura 8).
- **Eliminación visual de la ayuda:** Por último, los participantes tuvieron que realizar actividades similares a la que se muestra en la Figura 9 En este tipo de actividad, se mostraba una imagen de un instrumento musical, y se le preguntaba al alumno bien por el nombre del instrumento que habían trabajado en el primer tipo de actividades, bien por el tipo de instrumento que habían trabajado en el segundo tipo de actividades.



Figura 8. Ejemplo de actividad tipo2 – Tipo de instrumento



Figura 9. Ejemplo de actividad tipo3 – Sin refuerzo

El siguiente paso fue pensar cómo se iban a realizar las sesiones con los estudiantes para planificar las actividades a realizar en cada día. Se propusieron dos semanas de casos de estudios destinadas a dos grandes conjuntos de estudiantes de la FDSM. Teniendo en cuenta aspectos como el poco conocimiento previo sobre el tema de las actividades y la poca retentiva que presentan estos estudiantes, se valoró hacer las sesiones de la siguiente manera:

- Primera semana: L: 28/05/2012 – X: 30/05/2012 – V:01/06/2012.
- Segunda semana: L: 04/06/2012 – X: 06/06/2012 – V:08/06/2012.

En cada semana la metodología seguida fue la siguiente:

- Primer día - Lunes: Al inicio de la sesión, los participantes realizaban en papel un pre-test que contenía preguntas sobre las actividades del proyecto que posteriormente trabajarían en la mesa multicontacto. A continuación, se realizaba la primera sesión de actividades en la mesa que trabajaban los 8 instrumentos musicales siguientes: castañuelas, flauta, maracas, saxofón, piano, tambor, triángulo y bandurria por cada uno de los tipos de actividades. Por tanto, en total realizaron 24 actividades.
- Segundo día - Miércoles: En este día, los participantes realizaron una segunda colección de actividades con la mesa donde se trabajaban otros 8 instrumentos musicales distintos a los del primer día: violín, xilófono, banjo, campana, tuba, gong, guitarra, arpa (véase en el material electrónico anexo a este trabajo la carpeta sesion2). Al igual que la sesión anterior, los participantes realizaban un total de 24 actividades (8 instrumentos musicales por 3 tipos de actividades).
- Tercer día - Viernes: El último día, los participantes se limitaban a realizar el post-test que contenía exactamente las mismas preguntas que el pre-test realizado el lunes antes de empezar a trabajar con las actividades educativas sobre instrumentos musicales. Los resultados de este post-test serían analizados de forma conjunta con los del pre-test para ver posteriormente si hubo aprendizaje significativo o no. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan en el siguiente capítulo de esta memoria.

Además, las habilidades de los alumnos de la FSDM varían mucho dependiendo del sujeto. Por lo que, un punto delicado del caso de estudio era la distribución de los alumnos en los grupos de trabajo. Debido a la variedad entre los participantes, se decidió hacer los grupos de trabajo lo más heterogéneos posibles. Para poder clasificar a los alumnos y hacer estos grupos de trabajo heterogéneos, se pasó el test RIAS (*Reynolds Intellectual Assessment Scales*) [23] con el fin de obtener indicadores como los CIs (Cociente Intelectual) a parte de otras medidas. Este test es apropiado para un gran número de propósitos y resultara útil cuando sea necesario evaluar el nivel intelectual de una persona. Su aplicación es individual y se puede aplicar en un rango amplio de edades entre 3 y 94 años. La duración de la prueba es aproximadamente de unos 40 minutos para la aplicación completa de las pruebas de inteligencia y de memoria. Los baremos de este test se obtienen en función de la edad del sujeto con una determinada puntuación, percentil y CI. En el caso presentado en este trabajo, el personal del equipo psicopedagógico de la FSDM fue el encargado de obtener los datos de sus alumnos y de

organizarlos en grupos heterogéneos.

Los 52 estudiantes fueron organizados en 16 grupos de 4 y 3 estudiantes. De los 16 grupos, 8 realizaron el caso de estudio la primera semana y los otros 8 lo realizaron la segunda semana. Dentro de los 8 grupos que participaban en cada una de las semanas, se decidió dividirlos dependiendo de la dinámica de respuesta utilizada en cada una de las sesiones en sus interacciones con la mesa (simultánea o por turnos).

Debido al estilo de aprendizaje por imitación que tienen estos alumnos, se quería observar si dado una dinámica, los alumnos repetían la misma dinámica al día siguiente o por el contrario, empezaban a fijarse en lo que hacían el resto de sus compañeros y a modificar sus respuestas dependiendo de acciones previas. Además, la dinámica inicial con la que empezaran podría influir en el comportamiento de los alumnos. Debido a este reparto dependiendo de las dinámicas, en cada semana hubo dos grupos que realizaron las actividades en la mesa por turnos los dos días; otros dos grupos que realizaron las actividades en el modo simultáneo ambos días; dos grupos que empezaron por turnos y el segundo día cambiaron a modo simultáneo y por último; dos grupos que empezaron en modo simultáneo y el segundo día lo realizaron por turnos.

A continuación se muestra la tabla con la asignación de los grupos a los distintos tipos de interacción con la mesa. Entre paréntesis, al lado de la dinámica de interacción que tuvieron en los dos días, se incluye el número de personas que participaron en cada una de las combinaciones de dinámicas.

**Tabla 1. Distribución de grupos e interacciones con la mesa multicontacto – Semana de Mayo 2012**

Por turnos (7)	Turnos/Simultáneo (6)	Simultáneo/Turnos (6)	Simultáneo (7)
G1	G2	G3	G4
G5	G6	G7	G8

**Tabla 2. Distribución de grupos e interacciones con la mesa multicontacto – Semana de Junio 2012**


Por turnos (6)	Turnos / Simultáneo (6)	Simultáneo / Turnos (8)	Simultáneo (6)
G15	G9	G14	G13
G10	G11	G16	G12

Al final, la mitad de los participantes utilizaron una dinámica de turnos por acción con respuesta demorada, mientras que la otra mitad utilizaron la opción todos responden a la vez con realimentación instantánea. En este sentido, los que utilizaban una dinámica por turnos tenían la posibilidad de observar que respuesta habían dado sus compañeros y además,

podían cambiar su respuesta ya que la retroalimentación era demorada. Los participantes que utilizaron la dinámica de respuesta de todos a la vez podían interactuar a la vez o esperarse a que contestara un compañero. En este caso, una vez que facilitaran la respuesta la actividad se corregía automáticamente y no había la posibilidad de cambiar la respuesta.

### 3.3. Creación de las actividades

El siguiente paso fue crear las actividades educativas utilizando la herramienta DEDOS-Editor explicada en el capítulo anterior. Al estar centrado el estudio en el aprendizaje, no se quiso añadir elementos que pudieran introducir problemas de interacción. Por ejemplo, el movimiento de arrastrar un elemento a otro que tiene lugar en las actividades de emparejamiento, físicamente es un movimiento más complejo que el de selección pulsando sobre un elemento. Algún participante presentaba problemas motrices y la interacción con gestos complejos podía incrementar el tiempo de desarrollo de la actividad frustrando al usuario cuando se produjeran problemas con la interacción de la mesa multicontacto (p.e. si el usuario levanta el dedo antes de llevar un elemento al destino, el objeto volvería a su posición original y tendría que volver a recorrer todo el camino). Por este motivo, las actividades con las que trabajaron los participantes fueron exclusivamente de selección de los tres tipos explicados anteriormente: pregunta del nombre del instrumento, pregunta del tipo de instrumento y pregunta del nombre o del tipo de instrumento musical quitando apoyos en la pregunta. Además, tal como se ha podido observar en los ejemplos presentados en la sección 3.2. sobre los tipos de actividades, se puede ver que en el diseño de las mismas se evitaba que éstas tuvieran demasiada información sin elementos distratores, teniendo así actividades con una disposición clara y concisa, y con apoyo de una explicación y una imagen para que la entendieran mejor y se les facilitara el aprendizaje.

La Figura 10 muestra un ejemplo del proyecto educativo desarrollado mediante el programa DEDOS-Editor donde se puede observar que se ha realizado el uso de dos zonas individuales: una para ofrecer información sobre el instrumento con el cual se está trabajando y otra donde se incluye la pregunta de la actividad junto con tres opciones posibles de las cuales sólo una de ellas era la correcta (véase el icono  con el cual se está indicando la respuesta correcta de la actividad). Cada una de las zonas engloba tarjetas de texto (p.e. “Este instrumento es de percusión”) y/o de imagen (p.e. imagen con las castañuelas). En la parte izquierda, se puede ver una vista en miniatura de las actividades del proyecto educativo.

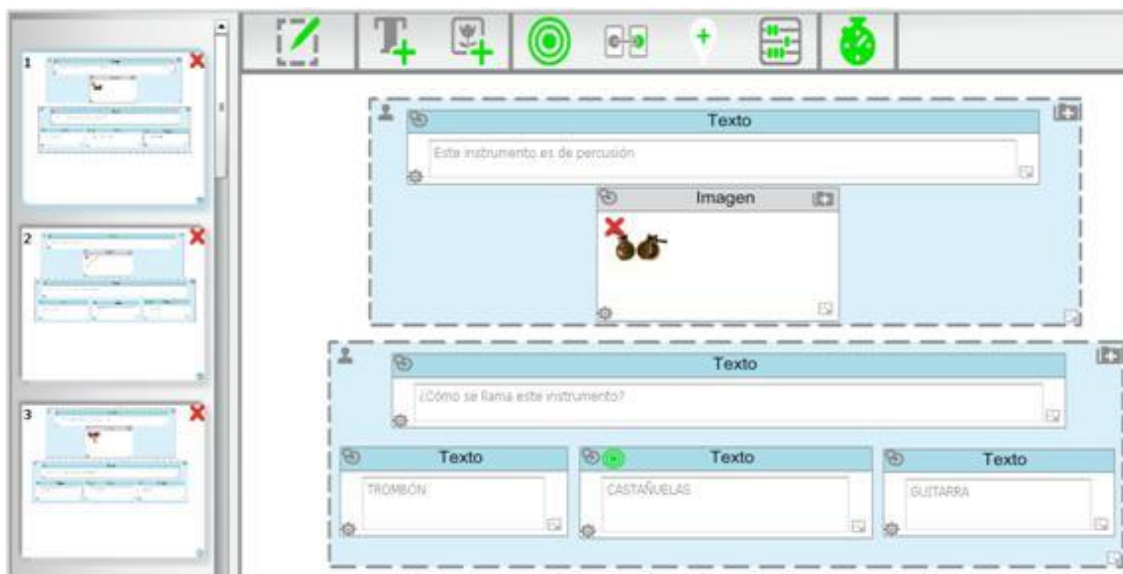


Figura 10. Ejemplo de creación de una actividad educativa en DEDOS-Editor

### 3.4. Instrumentos de medida

Tal y como se ha mencionado en la sección anterior, antes de empezar a interactuar con la mesa para realizar las actividades educativas se realizó un pre-test. El objetivo era obtener el conocimiento previo de los estudiantes sobre el tema de instrumentos musicales para poder comprobar al finalizar las sesiones si hubo aprendizaje significativo. Este pre-test constaba de un total de 16 actividades al trabajarse con 16 instrumentos musicales distintos durante las dos sesiones que estuvieron interactuando con la mesa. Se incluyeron 8 instrumentos de cada sesión en ambos tests. Además, los tipos de las actividades incluidas en el pre-test estaban distribuidas en 6 actividades del primer tipo (identificación del nombre del instrumento), 6 actividades del segundo (identificación del tipo de instrumento) y 4 actividades del tercero (identificación del nombre o del tipo de instrumento eliminando los refuerzos). Al finalizar el caso de estudio, los alumnos de la FSDM contestaron el post-test que contenía exactamente las mismas preguntas que el pre-test. Los resultados obtenidos por los alumnos en ambos tests serán analizados en el capítulo siguiente discutiendo si hubo aprendizaje significativo o no. El anexo I contiene las preguntas que se realizaron a los participantes tanto en el pre-test como en el post-test.

Además de los tests, mientras los participantes interactuaban con la mesa, DEDOS-Player iba registrando en sus ficheros históricos cada una de las acciones. En concreto se almacenaba información sobre qué actividad se realiza en ese momento, el día y la hora de realización de la actividad, el número de jugadores, qué tipo de actividad era (turnos o simultáneo), la



respuesta de cada jugador, la hora de pulsar la respuesta, si la respuesta era correcta o no, etc.

Con el objetivo de tener un registro más preciso de las acciones que tuvieron lugar, también se utilizaron las técnicas de observación directa e indirecta. Por un lado, a cada una de las sesiones asistían entre 3 y 4 observadores. Cada uno de los observadores se encargaba de anotar las acciones de cada uno de los estudiantes que se encontraban alrededor de la mesa realizando las actividades. La función del observador era analizar el comportamiento del estudiante, si copiaba, si se fijaba en la acción de su compañero pero no copiaba la respuesta, etc. Toda esta observación se realizó siguiendo un modelo de plantilla véase el anexo II, anotando cada uno de los movimientos que hacía el estudiante en la mesa o con sus compañeros. A parte de la plantilla, se designó una nomenclatura con la que los observadores tomaban nota sobre los movimientos de los estudiantes, catalogándolos y adjudicándoles una letra o dos letras para identificarlos. De esta manera todos los observadores usaban la misma nomenclatura para registrar los movimientos.

Por otro lado, en las sesiones se introdujo la observación indirecta basada en un trípode con una cámara apuntando hacia la mesa y otra hacia los estudiantes. Esto se hizo para grabar la dinámica de las sesiones, con el fin de tener registrados posibles movimientos de los estudiantes que se les pudieran pasar a los observadores en la observación directa, junto con las interacciones de la mesa. Estos pequeños detalles son significativos para saber si un estudiante está copiándose de otro, o ver cómo interaccionan entre ellos cuando uno tiene dificultades y otro le ayuda, entre otros.

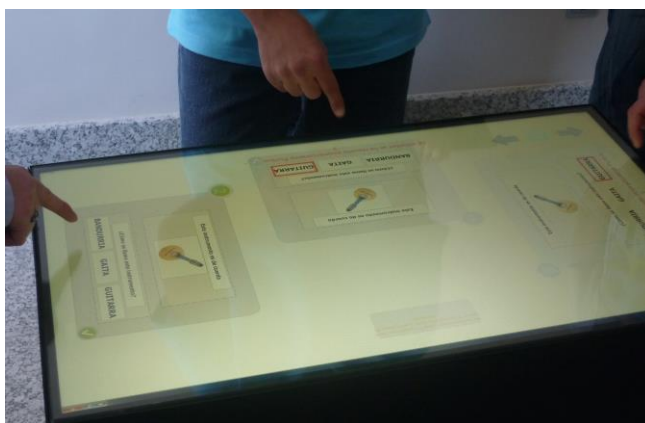
La realización de estudio conllevó la obtención de permisos para la realización del mismo, tanto por parte de la propia Fundación como por parte de los padres, tutores y los propios participantes. Los encargados de la obtención de todos los permisos fueron los miembros del equipo psicopedagógico de la FSDM.

### **3.5. Desarrollo de las actividades en la mesa multicontacto**

Una vez que las actividades estaban creadas y los instrumentos de medida listos, los alumnos de la FSDM realizaron las actividades en una mesa multicontacto usando el programa DEDOS-Player. El tutor de la FSDM que coordinaba las sesiones, era el encargado de configurar el número de jugadores que estaban alrededor de la mesa, si la retroalimentación se daba automáticamente o de forma demorada y la dinámica de la actividad en función del grupo. Las formas de interacción con las que se estuvo trabajando fueron las siguientes:

- Turnos por acción con retroalimentación demorada: En este caso, la interacción de los jugadores se realiza por turnos. En cada turno sólo la zona de un participante está activa. Esta opción la utilizará un profesor cuando quiera que primero responda un estudiante, luego otro, y así sucesivamente. Cuando todos acaben de responder la actividad y de validar sus respuestas, se pasará a la siguiente actividad. En esta ocasión, la realimentación se muestra al final de la actividad. En actividades de selección, el estudiante pulsa sobre las tarjetas, seleccionándolas o deseleccionándolas. Cuando quiere comprobar si sus respuestas son correctas tiene que pulsar el botón de comprobación.
- Simultáneo con retroalimentación inmediata: Todos los espacios de trabajo individuales están activos al mismo tiempo por lo que los alumnos pueden responder a la vez o esperarse a ver qué opciones seleccionan sus compañeros. La retroalimentación se muestra a medida que se realizan acciones en las actividades de una forma inmediata y sin posibilidad de cambiar la respuesta facilitada. En el caso de las actividades de selección cuando el usuario pulsa una tarjeta se comprueba automáticamente si la selección es correcta o incorrecta.

La Figura 1 muestra cómo tres participantes alrededor de la mesa interactuaban cuando estaban realizando las actividades por turnos por acción (véase el botón de comprobación en los espacios de trabajo individuales).



**Figura 11. Estudiantes de la FDSM interactuando con la mesa multicontacto**

Tal y como se ha visto en el apartado anterior, se usaron multitud de instrumentos de medida. Debido a la envergadura de los datos recogidos, en el siguiente capítulo se muestran los detalles del proceso de evaluación realizado y qué resultados se obtuvieron de este caso de estudio, centrándose especialmente en los resultados de aprendizaje de los alumnos extraídos de los tests y en las acciones registradas de la mesa.

## 4.Evaluación

Tras realizar el experimento de dos semanas con los 47 alumnos de la FSDM, se recopilaron todos los datos extraídos de las pruebas y las observaciones directas e indirectas: pre-test, post-test, plantillas rellenas con los datos de los observadores, logs de la mesa multicontacto y vídeos extraídos de la cámara que grababa la sesión en la sala. Estos datos fueron tratados posteriormente en la fase de análisis.

### 4.1. Preprocesamiento

Lo primero que se hizo fue tratar los datos del pre-test y el post-test de los alumnos, recogidos en las hojas que se les pasaron al empezar y finalizar la prueba. El número de alumnos que completaron los dos test y realizaron todas las actividades en la mesa fue de 47 alumnos. Se estableció una plantilla para trasladar los datos obtenidos con un formato determinado, para más tarde poder tratarlos estadísticamente con más facilidad y sacar conclusiones. La plantilla constaba de la siguiente información:

- *Respuesta Correcta*: donde se recogían para cada pregunta del pre-test y post-test, cuál era la respuesta correcta, para más tarde poder compararla con la de los alumnos. 16 preguntas con sus respectivas 16 respuestas.
- *Pre-test*: se recogen en una tabla todas las respuestas dadas por los 47 alumnos para las 16 actividades. Por ejemplo: Alumno 1, Pregunta1 respondió FLAUTA, etc.
- *Pre-test aciertos*: se recoge en otra tabla todas las respuestas dadas en formato binario, indicando cuál de las respuestas fue un acierto con un 1 y un fallo con un 0. Ejemplo: Alumno 1, Pregunta 1: 0 (tuvo fallo en esa pregunta).
- *Post-test*: se recogen en una tabla todas las respuestas dadas por los 47 alumnos para las 16 actividades. Por ejemplo: Alumno 1, Pregunta1 respondió FLAUTA, etc.
- *Post-test aciertos*: se recoge en otra tabla todas las respuestas dadas en formato binario, indicando cuál de las respuestas fue un acierto con un 1 y un fallo con un 0. Ejemplo: Alumno 1, Pregunta 1: 1 (tuvo acierto en esa pregunta).
- *RIAS*: tabla con la información del test RIAS proporcionada por la FSDM, donde se establece el coeficiente intelectual de los alumnos, edad mental, edad real, etc.

Para ver la información recogida en las tablas, puede consultar el anexo II.

## 4.2. Análisis de los resultados de los tests

### 4.2.1. Evaluación del aprendizaje según los resultados generales de los tests

Tal como se comentó en el capítulo anterior, una de las hipótesis de partida era que el uso de tecnologías multicontacto para el desempeño de actividades colaborativas soportaba el aprendizaje del alumno. Para comprobar esta hipótesis se analizó si hubo aprendizaje significativo o no analizando los datos extraídos y analizados del pre-test y el post-test.

El pre-test constaba de un total de 16 actividades cada una relacionada con uno de los 16 instrumentos musicales. Al finalizar el caso de estudio, los alumnos de la FSDM contestaron el post-test que contenía exactamente las mismas preguntas que el pre-test. El análisis obtenido de los resultados por los alumnos en ambos tests son analizados a continuación, discutiendo si hubo aprendizaje significativo o no. Cada una de las preguntas acertadas suma uno a la calificación del test. Las preguntas falladas no afectan a la puntuación del mismo.

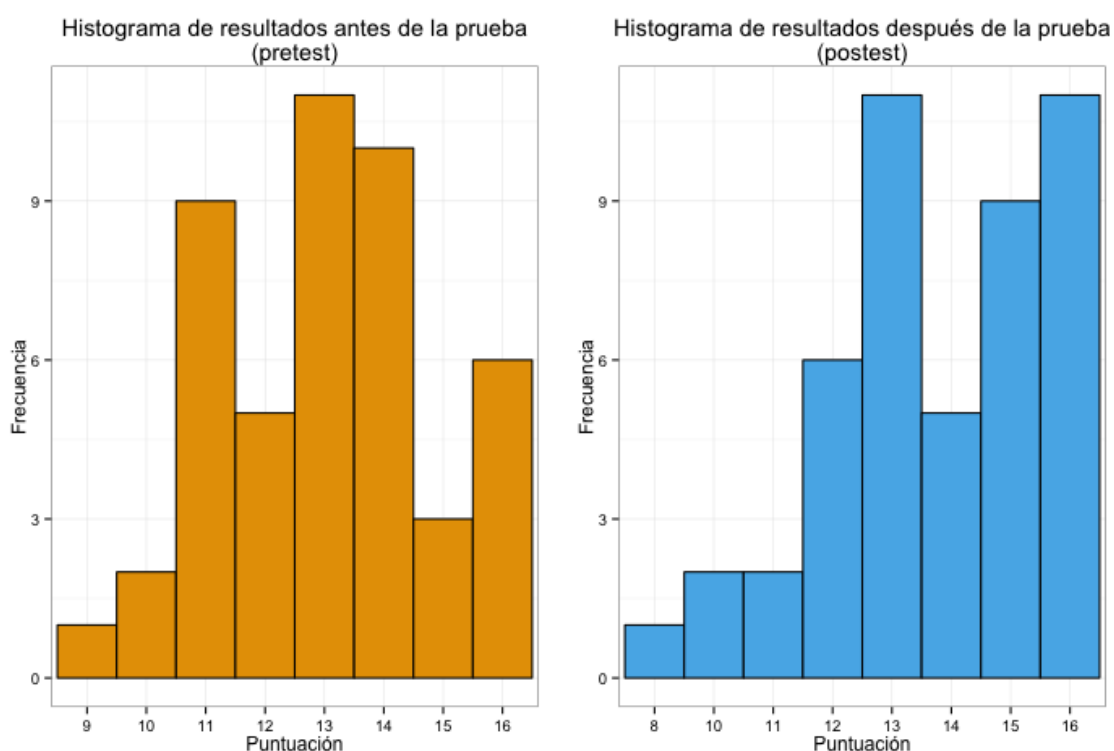


Figura 12. Histogramas con la distribución de puntuaciones antes y después de la prueba

En la Figura 12 encontramos los histogramas de los resultados antes y después de la prueba donde en el eje X se representa la puntuación obtenida, y en el eje Y el número de usuarios que obtuvieron una determinada puntuación. Comparando las dos figuras podemos observar

que se produce un aumento en el número de aciertos en el post-test ( $M = 13.74$ ,  $SD = 1.93$ ,  $Mdn = 14$ ) con respecto al pre-test ( $M = 13.02$ ,  $SD = 1.81$ ,  $Mdn = 13$ ). Analizando las distribuciones mediante el test de "Shapiro-Wilk"<sup>1</sup> [24] se obtiene que ambas distribuciones no son normales (pre-test:  $W = 0.95$ ,  $p < 0.05$ , y post-test:  $W = 0.91$ ,  $p < 0.05$ ).

Dado que los resultados de los tests no siguen una distribución normal, se utiliza la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon [24] para analizar si hubo un aprendizaje significativo o no. Esta es una prueba, es no paramétrica y se utiliza para comparar la media de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba t de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

Los resultados ( $W = 153$ ,  $Z = -3,212$ ,  $p < 0.00$ ,  $r = 0.33$ ) arrojan que existe una diferencia (0.72) entre el rendimiento de los alumnos antes de la prueba y después de la misma que es significativa, y cuyo efecto no es despreciable. Podemos validar nuestra primera hipótesis concluyendo que el uso de la tecnología multicontacto en combinación con DEDOS-Player no afecto negativamente al proceso de aprendizaje de los alumnos.

#### 4.2.2. Comparación del aprendizaje según el modo de interacción

La siguiente hipótesis que se quería comprobar era si el modo de interacción con el que los estudiantes estuvieron realizando las actividades en la mesa influía en el proceso de aprendizaje. En particular, se espera que en la interacción por turnos se obtuvieron mejores resultados que en simultáneo al aprovechar los estudiantes mejor las ventajas del aprendizaje colaborativo. Con este objetivo, se clasificaron las respuestas de los estudiantes en función del modo de interacción: por turnos, simultáneo o modo de interacción mixto donde los alumnos empezaban con un modo de interacción y luego el siguiente día cambiaban al otro. La Tabla 3 muestra las medias de los pre-test y los post-test clasificadas según el modo de interacción.

En esta tabla se puede ver que la diferencia de las medias entre los resultados del pre-test y post-test son mayores en modo por turnos, seguidos del mixto y por último el simultáneo. A continuación se separan los test en los modos de juego y se analizan las distribuciones del pre-test y del post-test. La Figura 13 muestra la puntuación media obtenida en los pre-test y en los post-test clasificando los datos por el modo de interacción.

---

<sup>1</sup> La interpretación del **Test Shapiro – Wilk** es la siguiente: Siendo la hipótesis nula que la población está distribuida normalmente, si el p-valor es menor a alfa (nivel de confianza) entonces la hipótesis nula es rechazada (se concluye que los datos no vienen de una distribución normal). Si el p-valor es mayor a alfa, no se rechaza la hipótesis y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

Tabla 3. Resumen de la ganancia en las puntuaciones según la dinámica con la mesa

	Turno	Mixto	Simultáneo
Pre-test	12,33	13,27	13,23
Post-test	13,41	13,95	13,69
Diferencia	1.08	0.68	0.46
T-Student	p = 0,03 ✓	p = 0,01 ✓	p = 0,15 ✗

Las puntuaciones según el modo de interacción siguen una distribución normal. Tras aplicar las t de Student<sup>2</sup> a los resultados antes y después de cada una de las pruebas se comprueba que la diferencia en el modo de interacción por turnos ( $t(12) = 2.05$ ,  $p < .05$ ,  $d = 0.59$ ) y mixto ( $t(22) = 2.49$ ,  $p < .05$ ,  $d = 0.52$ ) son significativas, mientras que en el modo simultáneo no ( $t(13) = 1.10$ ,  $p = 0.15$ ).

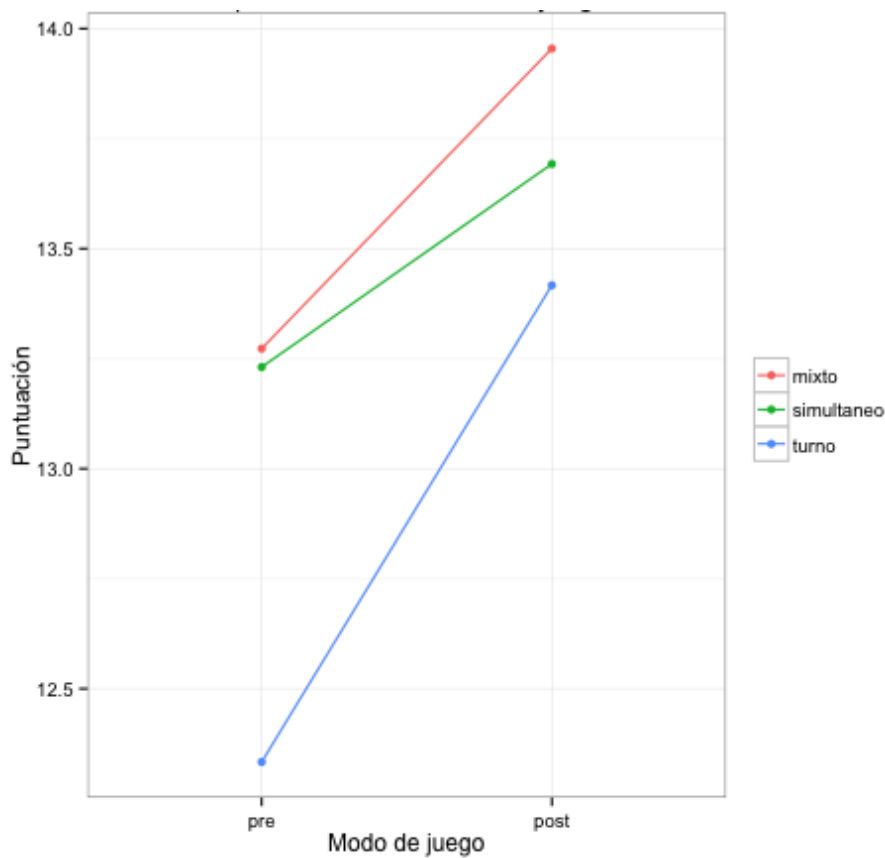


Figura 13. Comparativa de las puntuaciones medias según el tipo de interacción antes y después de la prueba

<sup>2</sup> Se ha tomado como hipótesis alternativa de una cola siendo la dirección que la ganancia antes y después de la prueba es positiva.

Podemos concluir que la hipótesis inicial de la que se partía en la cual se preveía que el aprendizaje por turnos obtuviera mejores resultados debido a que los alumnos tienen más conciencia de las acciones de los compañeros, y por ese motivo, el aprendizaje es significativo.

### **4.3. Análisis de los ficheros históricos**

Una vez tratados y analizados los datos obtenidos en los test, el siguiente paso fue recoger los datos de los ficheros históricos de las interacciones de los alumnos con la mesa. Estos ficheros eran guardados por la mesa en formato xml para poder tratarlos y analizarlos posteriormente. A continuación se muestran los cálculos y conclusiones obtenidas de dichos datos.

#### **4.3.1. Actividades 1 y 25**

Al examinar los históricos recogidos por la mesa se ha observado que la actividad 1 y la 25, correspondientes a la primera pregunta de la primera y segunda sesión, fueron actividades de contacto con la mesa y por tanto se han eliminado de la muestra para que no se vea alterado el estudio. El educador de la FSDM utilizaba estas actividades para explicarles a los estudiantes el funcionamiento de la mesa, la interacción con la misma, en qué consistían las actividades, etc, sirviéndoles de toma de contacto. Después de la explicación del educador, los alumnos probaban a tocar la mesa, guardar respuestas, etc. no sirviendo los datos obtenidos de esta actividad para el estudio.

#### **4.3.2. Distribución de las interacciones por grupo**

Todos los grupos completaron 46 actividades (excluyendo las dos iniciales de cada sesión), divididas en dos sesiones 23 actividades. Cada grupo participó en uno de los tres modos posibles: por turnos, simultáneo o en ambos. En cualquiera de los casos hicieron 23 actividades en cada modo. En la Figura 15 se muestra la distribución por grupos del número de interacciones con la mesa. El número de respuestas mínimo tendría que ser 46 respuestas por jugador. En la gráfica aparece señalado este límite con una línea punteada en negro. Aquellos grupos que tienen un número de interacciones superior al límite es que completaron todas las actividades, y en varias se produjeron cambios en sus respuesta inicial. Se observa que hay dos grupos (6 y 14) que tienen menos de 46 respuestas por jugador aunque hicieron las 46 actividades. Esto quiere decir que por alguna razón hubo jugadores de esos grupos que no respondieron en todas las actividades. El grupo 10 es un caso excepcional, puesto que este

grupo solo realizó 23 actividades ya que en la segunda sesión dos de sus miembros no pudieron acudir.

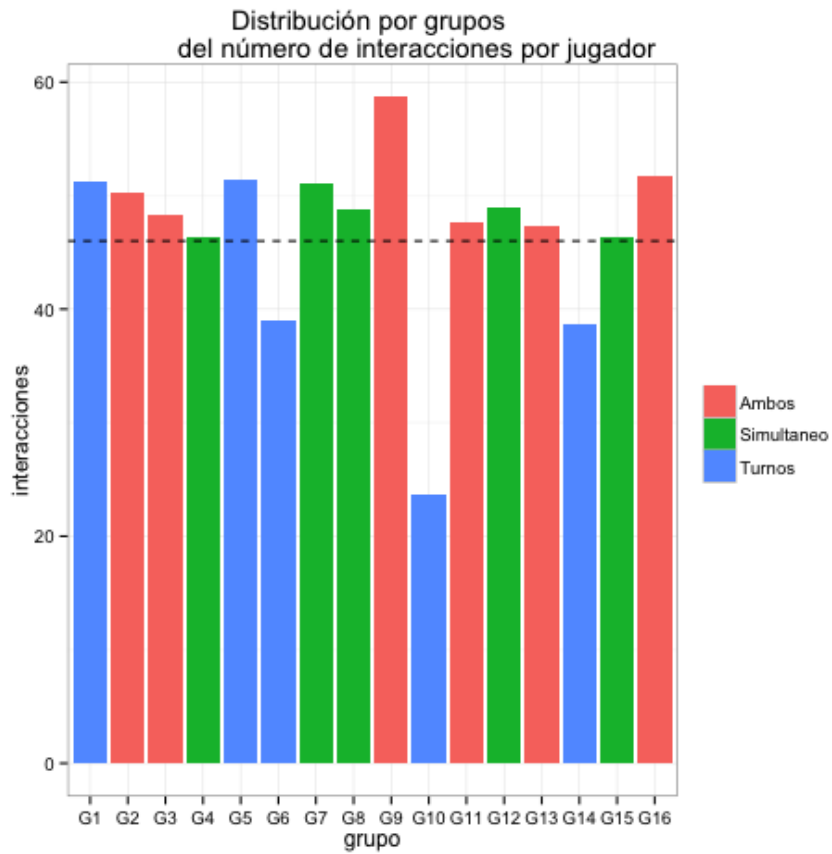


Figura 14. N° de repeticiones por jugador perteneciente a cada grupo

### 4.3.3. Aciertos y fallos totales según el tipo de modo de juego

Una de las preguntas que nos hicimos es si la dinámica de respuesta afecta al rendimiento durante la realización de las actividades.

Tabla 4. Distribución del número de aciertos y fallos totales

	FALLOS	ACIERTOS
<b>TURNOS</b>	15,95 % (165)	84,04 % (869)
<b>SIMULTÁNEO</b>	11,50 % (132)	88,49 % (1015)



En la Tabla 4 se resume los porcentajes de fallos y aciertos segmentados por dinámica de respuestas. En este cálculo sólo se ha tenido en cuenta la respuesta final de cada jugador independientemente de los cambios que hubiera realizado durante la actividad. Al contrario de lo que esperábamos se puede observar que los alumnos en el modo simultáneo (88.49%, CI [86.46%, 90.25%]) aciertan más que los alumnos que realizan las actividades por turnos (84.04%, CI [81.63%, 86.19%]). Así, los estudiantes cuando responden libremente tienden a acertar significativamente más que cuando la interacción es guiada por turnos, aunque la diferencia es pequeña ( $X^2(1, N = 2181) = 8.77, p = .003, \phi = 0.06, 95\% \text{ CI [1.46\%, 7.44\%]}$ ). A tenor de las observaciones que realizamos durante las pruebas, nuestra explicación a este fenómeno es que los alumnos en modo turnos copian más que en modo simultáneo, y no siempre copian bien, de ahí que en turnos haya más fallos que en simultáneo. En el modo simultáneo cada estudiante está más pendiente de acertar su actividad sin mirar al resto de compañeros, porque no les da tiempo. Es un modo de actividad más rápido que la dinámica por turnos.

#### 4.3.4. Demostrar si influye el número de primeras respuestas o cambios, dependiendo de la dinámica de juego

En la siguiente pregunta nos planteamos se produce una variación en el comportamiento de los participantes en cuanto al número de veces que cambia una respuesta dependiendo de la dinámica de respuestas. Para ello, se clasifican las interacciones como primera respuesta o cambio y se cuentan cuántas se producen de cada una para cada jugador.

Tabla 5. Distribución del número de primeras respuestas y cambios

	CAMBIOS	PRIMERA RESPUESTA
TURNOS	8,08 % (91)	91,91 % (1034)
SIMULTÁNEO	6,21 % (76)	93,78 % (1147)

De la Tabla 5 podemos extraer que en modo por turnos (8.08%, CI [6.59%, 9.88%]) se observa que hay más cambios que en el modo simultáneo (6.21%, 95% CI [4.96%, 7.78%]). En el modo por turnos los alumnos copiaban más, porque tenían más tiempo de observación al resto de compañeros, aunque la diferencia con el modo simultáneo es marginal ( $X^2(1, N = 2348) = 2.83, p = .09, \text{ CI [-0.00\%, 0.04\%]}$ ).

#### 4.3.5. Demostrar si influye la dinámica de juego en el número de cambios

Ahora bien, los cambios en una respuesta dentro de una actividad pueden haber sido ocasionados por el mismo jugador que cambia varias veces la respuesta, o por jugadores distintos. Para responder a esta pregunta clasificamos los cambios dentro de una actividad en tres categorías cuyos datos se resumen en la Tabla 6.

**Tabla 6. Distribución del nº de cambios de un jugador y los cambios que se ha hecho después de haber cambiado una primera vez**

	CAMBIO 1	CAMBIO RESPUESTA	Nº RESPUESTAS
TURNOS	52,74 % (48)	47,25 % (43)	0 % (0)
SIMULTÁNEO	57,60 % (53)	25 % (23)	17,39 % (16)

Para poder entender la tabla, se explican qué significan las columnas de la misma:

- *Cambio 1*: Corresponde al primer cambio de cualquier jugador.
- *Cambio respuesta*: Se corresponde con todos los cambios que se producen después del primer cambio.
- *Nº respuestas*: Número de primeras respuestas que ocurren después de que un jugador haya cambiado su respuesta.

Observando los resultados de la tabla podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Existe una diferencia significativa en cuanto al tipo de cambios que se produce según el modo de interacción ( $X^2(1, N = 167) = 4.31, p = .038, CI [0.0, 0.33], \phi = 0.17$ ). En la columna *Cambio Respuesta* se observa que hay aproximadamente la mitad de cambios en respuestas en modo simultáneo que en modo por turnos. Esto ocurre así, ya que es más probable que miren al compañero en el modo turnos para cambiar sus respuestas repetidas veces, que en el modo simultáneo.
- En la columna *Nº respuestas* para el modo de interacción y por turnos se recoge que, el número de primeras respuestas que ocurren después de que un jugador haya cambiado su respuesta, es 0. Esto es así porque en simultáneo se puede dar el caso de que ocurra esta situación, pero en turnos es imposible dado que para cambiar la respuesta tiene que haber pasado la primera ronda entera, donde todos los jugadores dan su primera respuesta. Por tanto, al producirse el cambio, ya no habrá estudiantes que den su primera respuesta después del mismo. De ahí que el valor de *Nº respuestas* para turnos sea 0.

En la Figura 15 se observan los cambios hechos por grupo, distinguiendo con colores las dinámicas de juego en las que participaron los grupos:

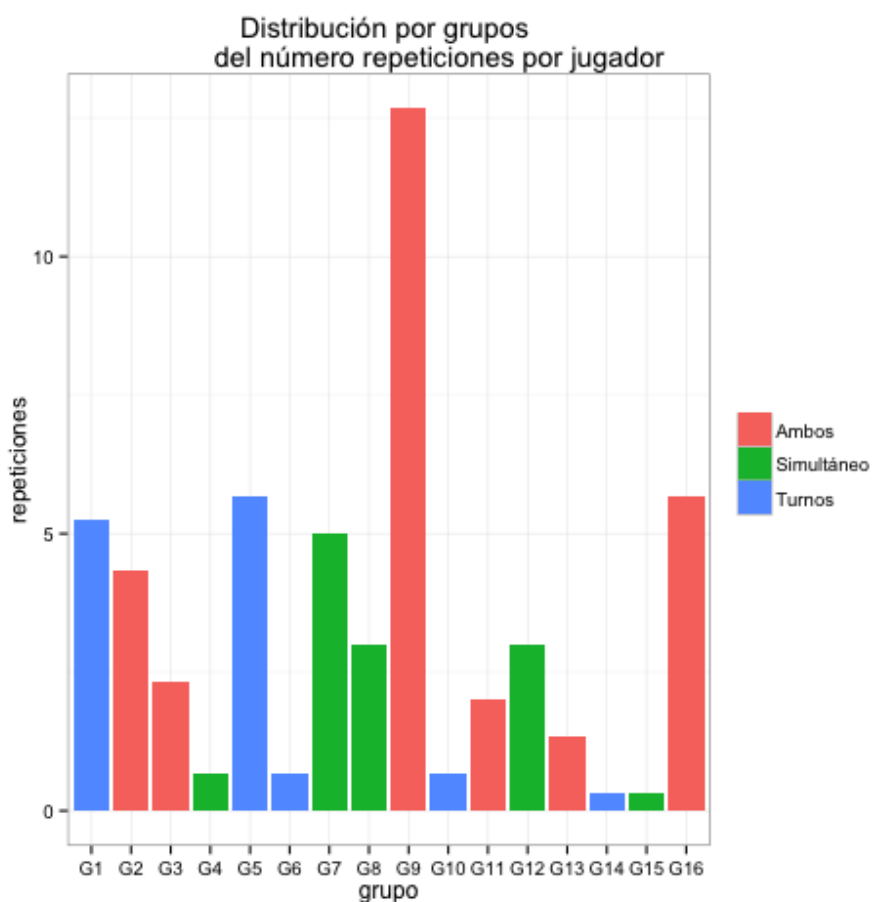


Figura 15. N° de repeticiones por jugador perteneciente a cada grupo

Como ya se comentó anteriormente, cada grupo ha participado en 46 actividades, excepto el grupo 10 que participó en 23. Se observa a partir de la gráfica que hay grupos más propensos a cambiar sus respuesta, realizando un número alto de repeticiones, como por ejemplo el grupo 9.

A continuación en la Tabla 7 se muestra la distribución del número de interacciones por actividad según la dinámica de respuesta. Para ello, se ordenaron en cada actividad las respuestas de los jugadores según el orden en que se produjeron. Dado que el número de jugadores por grupo es de cuatro, todas aquellas respuestas en la posición quinta o superior se corresponde con cambios.

Tabla 7. Distribución del nº de interacciones por actividad

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>TURNOS</b>	30,66 % (345)	30,66 % (345)	26,66 % (300)	6,66 % (75)	2,84 % (32)	1,33 % (15)	0,88 % (10)	0,26 % (3)
<b>SIMULTÁNEO</b>	30,08 % (368)	30,08 % (368)	29,92 % (366)	6,78 % (83)	2,45 % (30)	0,57 % (7)	0,81 % (1)	0 % (0)

Para entender la tabla con más claridad, se explica a continuación la información que se encuentra dentro de la misma:

- Cada columna representa el orden de respuestas.
- Cada fila representa el modo de interacción.
- Dentro de cada una de las celdas, la cantidad de respuestas que se produjeron en una determinada posición.

Esta misma tabla se encuentra representada gráficamente en la Figura 16.

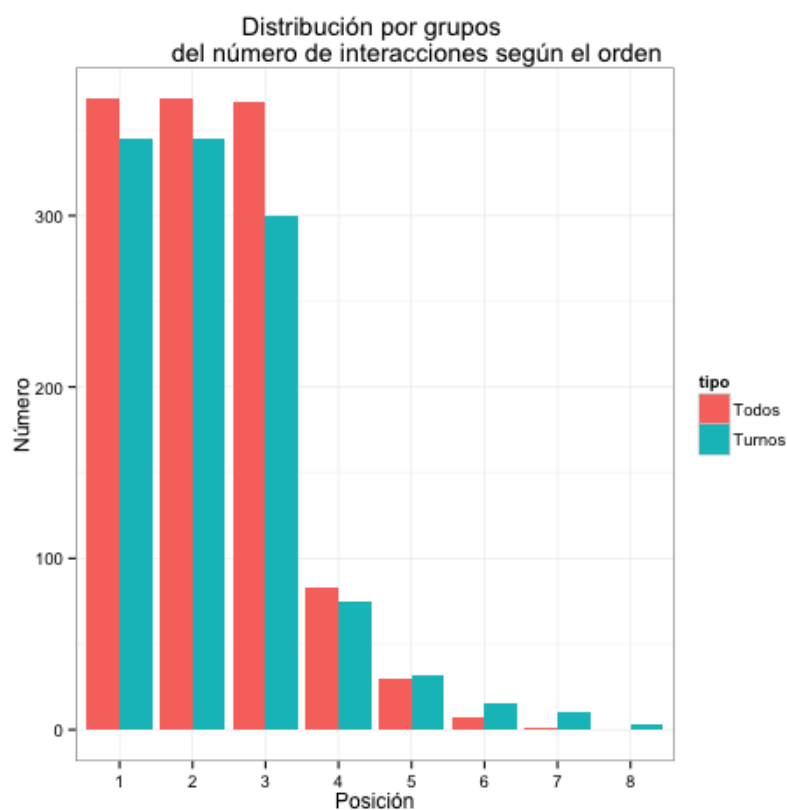


Figura 16. Nº de interacciones máximas en una actividad por modos de interacción

Tanto de la gráfica como de la tabla se puede extraer que es a partir de la posición quinta cuando empieza a ser mayor la diferencia en el modo de interacción por turnos.

Con todo lo expuesto en este apartado se puede observar que el modo de interacción por turnos produce actividades más largas, donde los jugadores tienden a cambiar más sus respuestas en función de las respuesta de sus compañeros, mientras que en la dinámica de respuesta simultánea, aunque el número de cambios totales es similar, suele producirse por el mismo jugador.

Para ilustrar este efecto se muestra unos ejemplos con datos sobre un número “x” de interacciones en la misma actividad en distintos modos de juego. En la primera tabla se muestra el caso del Grupo 1 realizando la actividad número 20 en modo de juego por turnos. Son 4 jugadores y en total se realizan en esta actividad 8 interacciones. Son los jugadores 2 y 3 los que cambian su respuesta.

**Tabla 8. Ejemplo de 8 interacciones dentro de una misma actividad en modo turnos**

Dinámica	Jugador	ObjetoSeleccionado	RespuestaCorrecta	IdGrupo	Actividad
<b>Turnos</b>	4	instance101098	instance101584	G1	20
<b>Turnos</b>	3	instance101098	instance101584	G1	20
<b>Turnos</b>	2	instance101098	instance101584	G1	20
<b>Turnos</b>	1	instance101584	instance101584	G1	20
Turnos	<b>3</b>	<b>instance101584</b>	<b>instance101584</b>	<b>G1</b>	<b>20</b>
Turnos	<b>2</b>	<b>instance101584</b>	<b>instance101584</b>	<b>G1</b>	<b>20</b>
Turnos	<b>3</b>	<b>instance101098</b>	<b>instance101584</b>	<b>G1</b>	<b>20</b>
Turnos	<b>2</b>	<b>instance101098</b>	<b>instance101584</b>	<b>G1</b>	<b>20</b>

En la segunda tabla se muestra el caso del Grupo 3 realizando la actividad número 10 en modo de juego simultáneo. Son 3 jugadores y en total se realizan en esta actividad 7 interacciones. Es el jugador 1 es el que cambia de forma repetida su respuesta.

**Tabla 9. Ejemplo de 7 interacciones dentro de una actividad en modo simultáneo**

Dinámica	Jugador	ObjetoSeleccionado	RespuestaCorrecta	IdGrupo	Actividad
<b>Todos</b>	3	instance5334	instance5334	G3	10
<b>Todos</b>	1	instance5334	instance5334	G3	10
<b>Todos</b>	1	instance4977	instance5334	G3	10
<b>Todos</b>	2	instance5334	instance5334	G3	10
Todos	<b>1</b>	<b>instance5334</b>	<b>instance5334</b>	<b>G3</b>	<b>10</b>
Todos	<b>1</b>	<b>instance5334</b>	<b>instance5334</b>	<b>G3</b>	<b>10</b>
Todos	<b>1</b>	<b>instance4977</b>	<b>instance5334</b>	<b>G3</b>	<b>10</b>

#### 4.3.6. Influye el orden de respuesta en el éxito según la dinámica de juego (turnos)

En relación a la posición en que responde un jugador, una pregunta interesante es si esta posición influye en el éxito, esto es, por ejemplo, si responder primero en turnos o en simultáneo afecta a que el jugador acierte o falle. En la Tabla 10 se recoge la información sobre el número de aciertos y fallos cuando los alumnos están jugando en un modo de interacción por turnos. En esta tabla las columnas recogen el acierto y fallo en función de la última respuesta del jugador, mientras que la fila indica el orden en que respondió el mismo.

Tabla 10. Distribución del nº de aciertos y fallos en modo de interacción por turnos

	NACIERTOS	NFALLOS
<b>1</b>	78,84 % (272)	21,15 % (73)
<b>2</b>	85,21 % (294)	14,78 % (51)
<b>3</b>	87,24 % (260)	12,75 % (38)
<b>4</b>	95,55 % (43)	4,44 % (2)

Tras analizar los datos se confirma que el orden o la posición en la mesa del alumno si influye en el éxito en el modo de interacción por turnos ( $X^2(3, N = 1034) = 12.65, p = .005, \phi = 0.11$ ), siendo así la posición 1 la más desafortunada, con un índice de fallos mayor que el resto de posiciones. En este modo de interacción, en las últimas actividades se ha observado que los alumnos aprendieron a copiar y por tanto hay menos fallos.

#### 4.3.7. Influye el orden de respuesta en el éxito según la dinámica de juego (simultáneo)

Un análisis similar se puede realizar en el caso de la interacción simultánea. En la Tabla 11 se recoge la información sobre el número de aciertos y fallos cuando los alumnos están jugando en un modo de interacción simultáneo.

Tabla 11. Distribución del nº de aciertos y fallos en modo de interacción simultáneo

	NACIERTOS	NFALLOS
<b>1</b>	89,13 % (328)	10,86 % (40)
<b>2</b>	89,67 % (330)	10,32 % (38)
<b>3</b>	87,15 % (319)	12,84 % (47)
<b>4</b>	84,44 % (38)	15,55 % (7)

En el modo simultáneo se observa que el número de fallos es muy parecido en cualquiera de las posiciones, a excepción de la posición 4 que había pocos grupos. El análisis estadístico ( $X^2$

(3, N = 1147) = 2.015, p = 0.57) confirma que el orden o la posición en la mesa del alumno no influye en el éxito en el modo de interacción simultáneo. Por tanto los alumnos se copian menos, no tienen consciencia tanto de si el compañero acierta o no y por tanto no cambian la respuesta.

#### 4.3.8. Distribución de aciertos y demostrar si hay consenso entre las respuestas de los alumnos

Finalmente nos preguntamos si hay diferencia en cuanto al consenso en las respuesta según la dinámica de respuestas. En la siguiente Tabla 12 se exponen los datos extraídos del caso de estudio:

**Tabla 12. Distribución si existe consenso entre los alumnos y sus respuestas finales dadas en cada actividad**

	TODOS BIEN	TODOS MAL	OTRO
TURNOS	70,14 % (242)	4,92 % (17)	24,92 % (86)
SIMULTÁNEO	75 % (276)	2,44 % (9)	22,55 % (83)

En la tabla está recogida la siguiente información:

- Todos bien: Todos aciertan.
- Todos mal: Todos fallan.
- Otro: cualquier otro resultado distinto de los dos anteriores.

La Figura 17 muestra una visión más clara de la información que se recogía en la tabla.

Contrariamente a lo que habíamos pensado antes de comenzar las pruebas, no existe una diferencia significativa en cuanto al consenso en las respuesta ( $\chi^2$  (2, N = 713) = 3.8457, p = 0.15). Es más, la tendencia es que los jugadores en el modo por turnos coinciden todos en respuestas fallidas más veces que el modo simultáneo. Esto puede ser un indicio más de que el hecho de que los estudiantes sean más conscientes de las acciones del otro no implica que vayan a tener un mayor éxito en actividad.

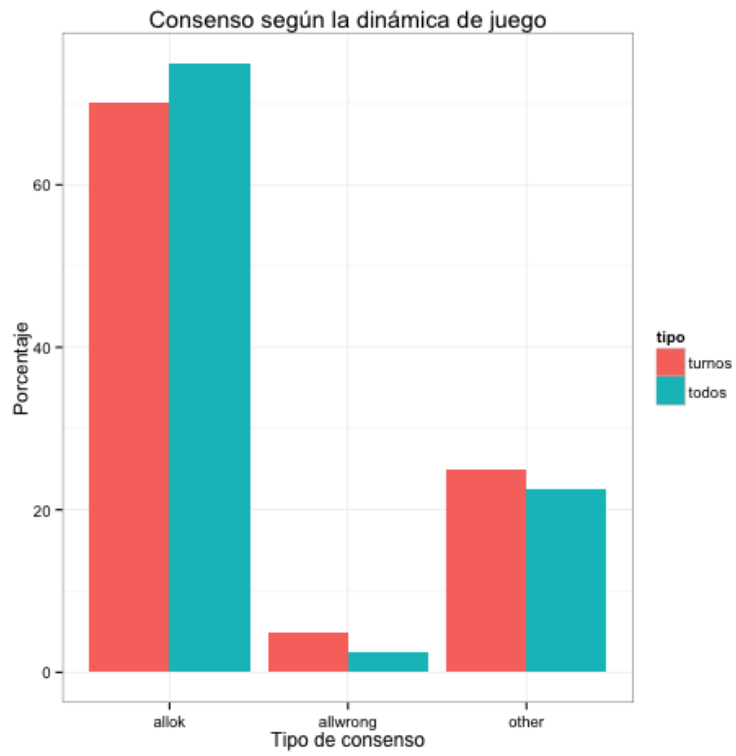


Figura 17. Consenso según la dinámica de juego



## 5. Conclusiones

Este caso de estudio ha resultado ser una experiencia novedosa en lo referente al impacto que tienen las nuevas tecnologías en el ámbito educativo sobre el aprendizaje de alumnos con algún tipo de discapacidad, en este caso, sobre los alumnos de la FSDM.

Como se ha visto en el capítulo anterior, los datos obtenidos de esta experiencia muestran que las tecnologías ofrecen nuevas posibilidades en el ámbito educativo. Además, estos nuevos dispositivos multicontacto no distraen a los estudiantes, permitiéndoles que obtengan un aprendizaje significativo de los conceptos que se están trabajando. Sin embargo, es necesario prestar especial atención a los contenidos multimedia de las actividades, ya que la inclusión de elementos distractores puede entorpecer el proceso de aprendizaje.

### 5.1. Logros

De los 52 alumnos que comenzaron a participar en el caso de estudio, 47 lograron realizar todas el estudio completo. Los participantes que causaron baja alguno de los días en los que se llevó a cabo, fue debido a que o bien se encontraban haciendo otra actividad de la FSDM o bien estaban enfermos.

Apoiados de imágenes y de la creación de las actividades con la herramienta DEDOS EDITOR, se consiguió que los alumnos pudieran desarrollar con la mesa la interacción de las actividades con claridad. No hubo problemas a la hora de entender las actividades tal y como se plantearon. Esto se consiguió gracias al proceso de diseño riguroso del material educativo llevado a cabo en colaboración con el equipo TIC de la FSDM.

La interacción de los alumnos con la mesa mientras se encontraban realizando actividades de tipo selección, exceptuando algún caso puntual, fue fluida.

Los alumnos de la FSDM pudieron realizar las pruebas del caso de estudio olvidándose de la presencia de la observación directa en la sala (observadores y cámaras de grabación).

Como logro más importante ya explicado en el apartado de evaluación, se han conseguido resultados satisfactorios en cuanto al aprendizaje de los alumnos. Los datos de los pre-tests y post-tests arrojan resultados significativos en cuanto al aprendizaje y por tanto, demuestran que los participantes aprendieron mientras realizaban actividades educativas con la mesa

multicontacto usando DEDOS-Player. Además, tal y como indicaban estudios anteriores de otros autores, el modo de interacción en el cual los estudiantes interactúan afecta al proceso de aprendizaje. En el caso de estudio realizado, no se pudo concluir que sí hubiera aprendizaje significativo en los grupos que interactuaron de forma simultánea. Al poder realizar las acciones en sus espacios de trabajo individuales de manera independiente al resto de compañeros, esto hace que no se fijen en cuál era la respuesta correcta a cada una de las actividades, lo que influye en su proceso de aprendizaje. Sin embargo, cuando los estudiantes interactuaron por turnos o bien de forma mixta combinando los dos modos de interacción sí se obtiene un aprendizaje significativo obteniendo unas diferencias mayores en los resultados de los test en el modo por turnos.

Junto con los resultados obtenidos en el pre-test y el post-test cabe destacar los resultados obtenidos del estudio de los históricos recogidos de la mesa multicontacto, donde se registraban todos y cada uno de los movimientos que hacían todos los alumnos mientras realizaban las actividades. Estos análisis se han centrado en medir principalmente si existen diferencias dependiendo de la dinámica de interacción en cuanto al rendimiento de los participantes, el éxito de la respuesta en función del orden en el que contestan, el número de cambios y el tipo y si existe o no consenso entre los miembros del mismo grupo de trabajo. Estos resultados, explicados en el apartado anterior, dan conclusiones significativas como que:

- La dinámica de respuesta afecta de forma significativa al rendimiento de los participantes mientras se encuentran interactuando con la mesa. Sin embargo, al contrario de lo que se esperaba, los alumnos aciertan más cuando se encuentran interactuando de forma simultánea frente al aprendizaje por turnos. Este hecho se debe a que los alumnos que trabajan por turnos copian más que en modo simultáneo y no siempre la copia indica que copien una respuesta correcta. Por tanto, se dan situaciones donde todos los participantes de un grupo fallan la respuesta. Sin embargo, en el modo simultáneo, al estar menos pendientes de las acciones de los compañeros, no existen tantas copias e interactúan más rápidamente con la mesa.
- En relación a la posición en que responde un jugador, una pregunta interesante es si esta posición influye en el éxito, esto es, por ejemplo, si responder primero en turnos o en simultáneo afecta a que el jugador acierte o falle. En el caso del modo turnos, se confirma que el orden de respuesta sí influye en el éxito de la misma, obteniendo peores resultados el primer participante. Los resultados a partir del segundo participante mejoran. Esto se debe de nuevo, a que en el modo de turnos se favorece

la consciencia de las acciones de los compañeros y por tanto, si el primer participante falla su respuesta, el segundo puede rectificar su respuesta. Sin embargo, este hecho no ocurre cuando la dinámica es simultánea donde el número de fallos es similar en todas las posiciones. Por tanto, en este caso no está relacionado el éxito con la posición en la que contestan.

- Respecto a si existe una variación en el comportamiento de los participantes en cuanto al número de veces que cambia una respuesta dependiendo de la dinámica de respuestas, se obtiene que en el modo de turnos existen más cambios que en el simultáneo, aunque la diferencia es pequeña. Esto se debe a que en el modo por turnos copiaban más puesto que tenían más tiempo para poder observar las acciones del resto. Si se analiza si estos cambios son debidos a un único miembro del grupo o a varios se obtiene que hay una diferencia significativa en cuanto al tipo de cambios producidos en función del modo de interacción. Cuando trabajaron por turnos, cambiaron el doble de veces la respuesta que cuando lo hicieron de forma simultánea. Además, la dinámica influye en el número de interacciones medias por actividad que se producen en la mesa. El modo de interacción por turnos hace que las actividades sean más largas, ya que aparte de esperar a que el compañero realice una acción, los alumnos tienden a cambiar más sus respuestas.
- Por último, respecto al consenso de las respuestas entre los jugadores del mismo grupo, se concluye que no hay consenso en ninguna de las dos dinámicas de juego aunque existe una tendencia donde los miembros del mismo grupo, cuando se encuentran interactuando por turnos coinciden más en las respuestas fallidas. Este hecho afecta al rendimiento del grupo cuando se encuentra interactuando con la mesa tal y como se comentó en el primer punto de este listado.

Por último cabe destacar que parte del trabajo presentado en este Trabajo Fin de Máster ha sido recogido en un artículo que será presentado en el XIV Congreso Internacional de Interacción Persona Ordenador que se celebrará dentro del CEDI 2013. Los datos completos del artículo son los siguientes:

- Rosado, S., Roldán-Álvarez, D., Martín, E., Haya, P.A., García-Herranz, M., Sánchez-Alonso, A., Berdud, M.L.: *Actividades Educativas en Mesas Multicontacto para Alumnos con Discapacidad Intelectual*. Actas del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Celebrado en el Marco del CEDI 2013, del 17-20 de septiembre de 2013 en Madrid, España. Aceptado, pendiente de publicación.

## 5.2. Dificultades

La primera dificultad que se encontró a la hora de realizar este caso concreto de estudio presentado fue la búsqueda de un material multimedia adecuado para los participantes. El proceso de la búsqueda de imágenes válidas para las actividades fue tedioso. Se hizo una búsqueda de dos baterías de imágenes, una batería de imágenes reales y otra de dibujos. Estas imágenes de instrumentos tenían que ser de cuerda, viento y percusión. Al final, se eligieron imágenes reales ya que, favorecen la transferencia del conocimiento desde la actividad educativa a objetos del mundo real y a color, para salvar cualquier tipo de discapacidad visual de los participantes. Además, las imágenes debían tener el mismo tamaño y aspecto además de visualizarse correctamente en una orientación que facilitara el reconocimiento del instrumento musical. Por tanto, no fue fácil la búsqueda de tantas imágenes que cumplieran todos los requisitos.

Una vez en las pruebas, se pudo observar que algún alumno tuvo dificultades a la hora de reconocer el tipo de un determinado instrumento musical. El instrumento en cuestión fue un tambor. La confusión de los participantes fue debida a que la imagen visual seleccionada para el tambor incluía una cuerda aparte del propio tambor. Por este motivo, algunos alumnos identificaban este instrumento como un instrumento de cuerda debido a la cuerda que aparecía en la imagen, en lugar de indicar que era de percusión.

El proceso de observación directa fue complicado. Siempre había tres observadores en la sala y a cada observador se le asignaba un alumno. Los grupos más habituales estaban formados por tres alumnos por grupo, pero de manera excepcional hubo algún grupo de 4 personas y de 2. El observador se encargaba de observar y apuntar todo lo que hacía el alumno mientras este interactuaba con la mesa y a veces se hacía complicado, sobretodo cuando había 4 alumnos realizando actividades en la mesa, y cuando la dinámica de interacción con la mesa era simultánea donde jugaban todos los alumnos a la vez.

Algún alumno tuvo dificultades para interactuar con la mesa. Estas dificultades se debían a que interactuaban con la superficie de la mesa con el dedo totalmente en vertical y apenas tocaban la superficie de la misma. Por este motivo, al no reconocer la mesa la yema del dedo, algún alumno tuvo dificultades a la hora de seleccionar un objeto. Sin embargo, estas dificultades ocurrieron en ocasiones esporádicas, sin influir en el proceso de aprendizaje de los participantes.

### 5.3. Trabajos futuros

El caso de estudio llevado a cabo en este trabajo fin de máster, abarca mucha información de resultados obtenidos en las dos semanas de experimentos con los alumnos de la FSDM. Dentro del trabajo fin de máster, como ya se ha contado en capítulos anteriores, se han recopilado y analizado los datos de los pre-test y post-test, junto con los datos recogidos en los históricos de la mesa multicontacto. De estos datos se han empezado a sacar conclusiones sobre el éxito del experimento, obteniendo como resultado demostrado que los alumnos han experimentado un aprendizaje significativo realizando actividades educativas sobre mesas multicontacto y algunos datos en cuanto a la interacción de los participantes con la mesa.

Como trabajos futuros se plantea reforzar estos resultados, analizando de una forma exhaustiva todos los datos que quedan por estudiar, como por ejemplo, el análisis de los datos temporales de las interacciones recogidas por la mesa, o la digitalización de los datos recogidos en las plantillas de cada uno de los observadores, ya que se encuentran actualmente en papel. El tratamiento de estos datos de una forma estadística permitirá poder obtener más resultados sobre el aprendizaje de los alumnos, si se fijaban en las acciones de todos los compañeros o solamente en los de uno en particular, cuántos alumnos copiaron su respuesta, cuáles eran los más rápidos, etc. Además, esta información se puede complementar con las grabaciones realizadas durante el estudio (observación indirecta). En estos vídeos se recogían por un lado las acciones que tenían lugar sobre la mesa, y por otro lado, los gestos de los ojos de los participantes para analizar posteriormente si los alumnos copiaban o no de los compañeros. Estos detalles enriquecerán los datos obtenidos de la observación directa.



# Bibliografía

- [1] Henao, O., Ramírez, D. A., Giraldo, L. E. Una propuesta didáctica apoyada en tecnología multimedia para el desarrollo de habilidades comunicativas en niños con síndrome de Down. RIBIE (Viña del Mar, Chile. 2000).
- [2] Martín, E., Calvo, S., Carro, R. M. An Adaptive Game to Train Users with Special Needs to Make Decisions: Using Public Transportation. UMAP (Waikoloa, Hawaii, USA. 2010).
- [3] Cantón, P., González, Á. L., Mariscal, G., & Ruiz, C. (2012). Applying new interaction paradigms to the education of children with special educational needs. In *Computers Helping People with Special Needs*, LNCS 7382 (pp. 65-72). Springer Berlin Heidelberg.
- [4] Dawe, M. 2007. Understanding mobile phone requirements for young adults with cognitive disabilities. In *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. (San Jose, USA, Abril 30-May 03, 2007) CHI'07, ACM, New York, NY, 179-186.
- [5] Ángel Latorre, David Bisetto, Jerónima Teruel. PUV. 2011. Trastornos y dificultades del desarrollo. Evaluación, intervención y casos prácticos.
- [6] Philip Tuddenham, David Kirk, and Shahram Izadi. 2010. Graspables revisited: multi-touch vs. tangible input for tabletop displays in acquisition and manipulation tasks. In *Proc. CHI '10*, pp 2223-2232.
- [7] M. Plichta, M. Nischt, G. Joost, and M. Rohs. Touching newton: around multi-touch table for collaborative learning among children. In *Proceedings of the 12th International Conference on Human-Computer Interaction*. (Beijing, China, July 22-27, 2007).
- [8] Proyecto DEDOS: <http://hada.ii.uam.es/dedos>. Último acceso: Mayo 2013.
- [9] Dr. Sigfried Pueschel, (2002) Entrevista con el Dr. Sigfried Pueschel. Centro de Desarrollo Infantil, Hospital de Rhode Island, USA. Facultad de Medicina, Universidad de Brown, USA. <http://www.down21.org/revista/2002/marzo/entrevista.htm>. Último acceso: Mayo 2013.
- [10] Ortega-Tudela, J. and Gomez-Ariza, C. 2006. Computer assisted teaching and mathematical learning in Down syndrome children. *Journal of Computer Assisted*

Learning, 22: 298-307. DOI = <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00179.x>.  
Último acceso: Mayo 2013.

- [11] Muro, B. P., Santana, P. C. and Magaña, M. A. 2012. Developing reading skills in children with Down syndrome through tangible interfaces. In Proceedings of the 4th Mexican Conference on Human-Computer Interaction (Ciudad de México, México, Octubre 3-5, 2012) (MexIHC '12). ACM, New York, NY, USA, 28-34. DOI = <http://doi.acm.org/10.1145/2382176>. Último acceso: Mayo 2013.
- [12] Lingnau, A., Zentel, P., & Cress, U. (2007). Fostering collaborative problem solving for pupils with cognitive disabilities. In C. A. Chinn, G. Erkens, & S. Puntambekar (Eds.), Proceedings of the Computer Supported Collaborative Learning Conference 2007: International Society of the Learning Sciences (Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA, Julio 16-21, 2007) CSCL'07, 447-449). New Brunswick: International Society of the Learning Sciences.
- [13] Henao Álvarez, O., Ramírez Salazar D. A. y Giraldo López L. E. "Una propuesta didáctica apoyada en tecnología multimedial para el desarrollo de habilidades comunicativas en niños con síndrome de Down". Universidad de Antioquía, Facultad de Educación.
- [14] Gómez-Ariza, C.J. "Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático en niños con Síndrome de Down: Generalización para la autonomía". Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, enero 2007, número 029. Universidad de Sevilla. Sevilla, España, pp 59-72.
- [15] Amilab (2010) Precio exacto: <http://amilab.ii.uam.es/doku.php?id=fling>. Último acceso: Mayo 2013.
- [16] Palabras especiales: <https://itunes.apple.com/es/app/palabras-especiales/id451723454?mt=8>. Último acceso: Mayo 2013.
- [17] Memory Fun: <https://itunes.apple.com/us/app/pcs-memory/id453918994?mt=8>. Último acceso: Mayo 2013.
- [18] Counting Fun: <https://itunes.apple.com/es/app/counting-fun/id435678130?mt=8>. Último acceso: Mayo 2013.
- [19] Llinás Pablo (2010) Mesas multicontacto. [http://www.lite.etsii.urjc.es/sitiae/2010/docs/Pablo\\_Llinas.pdf](http://www.lite.etsii.urjc.es/sitiae/2010/docs/Pablo_Llinas.pdf). Último acceso: Mayo 2013.



- [20] Seegers, M. 2001. Special Technological Possibilities for Students with Special Needs. *Learning & Leading with Technology*, 29(3): 32-39.
- [21] Reynolds, C. R., and Kamphaus, R. W. (2003). *Reynolds Intellectual Assessment Scales and Reynolds Intellectual Screening Test professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- [22] Yuill, N., and Rogers, Y. (2012) Mechanisms for collaboration: A design and evaluation framework for multi-user interfaces. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 19, 1, Article 1 (May 2012), 25 pages. DOI=10.1145/2147783.2147784 <http://doi.acm.org/10.1145/2147783.2147784>
- [23] Reynolds, C.R., and Kamphaus, R.W. *RIAS. Escalas de Inteligencia Reynolds*. TEA Ediciones.
- [24] Field, A. (2009) *Discovering Statistics Using SPSS*. SAGE Publications Ltd.



## Anexo I – Instrumentos de medida

Actividades incluidas tanto en el pre-test como en el post-test realizado.

**Este instrumento es de percusión**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

TROMBÓN

CASTAÑUELAS

GUITARRA

**Este instrumento es de viento**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

CASCABEL

BAJO

FLAUTA

**Este instrumento es de percusión**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

**PIANO**

**MARACAS**

**OBOE**

**Este instrumento es de viento**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

**SAXOFÓN**

**PLATILLOS**

**VIOLÍN**

**Este instrumento es de cuerda**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

**GITARRA**

**VIOLÍN**

**CONTRABAJO**

**Este instrumento es de percusión**



**¿Cómo se llama este instrumento ?**

**XILÓFONO**

**MARACAS**

**FLAUTA**

**Este instrumento se llama banjo**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**

**Este instrumento se llama tuba**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**

**Este instrumento se llama piano**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**

**Este instrumento se llama tambor**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**

**Este instrumento se llama triángulo**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**

**Este instrumento se llama bandurria**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**





**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**



**¿Cómo se llama este instrumento?**

**PLATILLOS**

**GONG**

**TAMBOR**



**Es un instrumento de ...**

**PERCUSIÓN**

**VIENTO**

**CUERDA**



**¿Cómo se llama este instrumento?**

**VIOLÍN**

**CAMPANA**

**ARPA**

## Anexo II – Plantilla anotaciones

Instrucciones para que los observadores tomaran las mismas notas ante los mismos movimientos de los estudiantes ante la mesa y las actividades.

### Instrucciones:

- Los participantes se numeran tomando como punto de referencia al participante que ocupa la posición central (2), el participante de su izquierda (1), y el de la derecha (3).
- Marcar claramente el inicio y el fin de la actividad de manera que los participantes estén preparados antes de comenzar, y sepan cuando ha terminado.
- Indicar el id del participante claramente en la primera hoja. Grapar todas las hojas del mismo grupo (de tres en tres personas) al terminar.
- Marcar la dirección en la cual se produce la interacción. Por ejemplo, el jugador 1 se copia del jugador 2 sería con un símbolo mayor entre la columna del 1 y el 2:

```
| |Jugador1 | | Jugador2 | |Jugador3 | |  
| | C      | > |         | |         | |
```

Si el jugador 1 copiara del jugador 3 sería:

```
| | Jugador1 | | Jugador2 | |Jugador3 | |  
| < | C      | |         | |         | |
```

### Códigos:

- M: mira (mira qué está haciendo otro jugador)
- C: copia (no sólo mira sino que se fija en lo que ha hecho el otro jugador y lo reproduce en sus respuestas)
  - C-: corrige (ayuda a otro jugador)
- P: pregunta (plante una duda explícita).
- H: habla (hace algún comentario)

- H+: habla+ = anima (el comentario es positivo de carácter reafirmante o alentador e.g. "esta es fácil", "qué bien", "vamos equipo")
- H-: habla- = queja (el comentario es negativo o con carácter desalentador/derrotista e.g. "esta no se puede", "qué difícil"...)
  - HR: hablarepuesta = comenta cuál es la respuesta a sus compañeros
- T: toca (el jugador interactúa físicamente con otro jugador)
  - T-: toca- = el jugador toca los elementos de la interfaz de otro jugador
- R-: respuesta- (responde incorrectamente a la pregunta)
- R+: respuesta+ (responde correctamente a la pregunta)
- P- problemas leves (algunas interacciones han de ser repetidas hasta conseguir el resultado esperado)
- P problemas recurrentes (dificulta la resolución del ejercicio significativamente, hay signos claros de frustración)
- P+ problemas graves (impide la resolución del ejercicio)

Plantilla en la que apuntar el Id del jugador, el tipo de actividad que se va a llevar a cabo, el día y la hora (para más tarde compararlo con el histórico de la mesa), la sesión (semana 1 o 2), desde la actividad 1 hasta la 24.

**Id Jugador:**

**Sesión 1 / 2**

Actividad 1				Actividad 2				Actividad 3				Actividad 4			
J1	J2	J3		J1	J2	J3		J1	J2	J3		J1	J2	J3	

Los datos recogidos en la observación directa, en las plantillas rellenas a mano por los observadores, se recogieron en un formato predeterminado para posteriormente tratarlos de manera más eficiente. A continuación se ve una muestra del formato del documento sobre los datos recogidos el primer día del experimento de la primera semana.