

**EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE HABILIDADES BÁSICAS PARA CIRUGÍA  
LAPAROSCÓPICA POR MEDIO DEL ENTRENAMIENTO CON VIDEOJUEGOS**



**MARÍA FERNANDA GÓMEZ RAMÍREZ**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ, D.C.  
2013**

**EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE HABILIDADES BÁSICAS PARA CIRUGÍA  
LAPAROSCÓPICA POR MEDIO DEL ENTRENAMIENTO CON VIDEOJUEGOS**

**Trabajo de Grado  
para optar por el título de pregrado en Ingeniería Industrial**

**Autor:  
MARÍA FERNANDA GÓMEZ RAMÍREZ**

**Director:  
Ing. ELIANA MARÍA GONZALEZ NEIRA, M.Sc.**

**Codirector:  
Ing. DANIEL SUAREZ VENEGAS, Ph.D.**

**Asesores:  
Dr. SAUL RUGELES  
Dr. LILIAN TORREGROSA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ, D.C.  
2013**

## TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO .....	13
RESUMEN .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
1. TÍTULO .....	16
2. MARCO CONCEPTUAL .....	16
2.1 Cirugía mínimamente invasiva (MIS) .....	16
2.1.1 Cirugía laparoscópica .....	17
2.2 Entrenamiento fuera del quirófano .....	18
2.3 Diseño de medidas repetidas .....	18
3. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	19
3.1 Antecedentes .....	20
3.1.1 Revisiones bibliográficas .....	20
3.2 Pregunta de investigación .....	22
3.3 Palabras clave .....	22
4. OBJETIVOS Y ALCANCE .....	23
4.1 Objetivo general .....	23
4.1.1 Objetivos específicos .....	23
4.2 Alcance .....	23
5. MÉTODO DE ENTRENAMIENTO .....	24
5.1 Materiales y métodos .....	24
5.1.1 Sujetos .....	24
5.1.2 Consola y videojuego .....	25
5.1.3 Tiempo de entrenamiento .....	26
5.1.4 Actividades evaluativas .....	29
5.2 Sesión inicial .....	35
5.3 Sesión final .....	36
5.4 Mediciones .....	36
6. RESULTADOS OBTENIDOS .....	37
6.1 Actividad de sutura .....	38
6.2 Actividad patrón de corte .....	39

6.3 Actividad coordinación mano-ojo .....	40
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	42
7.1 Supuestos .....	42
7.1.1 Aleatoriedad .....	42
7.2 Análisis estadístico de las actividades .....	43
7.2.1 Número de intentos fallidos para la actividad de sutura.....	43
7.2.2 Armellas suturadas para la actividad de sutura .....	46
7.2.3 Tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte .....	48
7.2.4 Número de dedos cortados patrón de corte .....	51
7.2.5 Número de intentos fallidos patrón de corte .....	54
7.2.6 Tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo .....	56
7.2.7 Número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo. ....	62
7.2.8 Número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo .....	67
8. CONCLUSIONES .....	72
9. SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES .....	74
9.1 Continuación de este Trabajo de Grado .....	74
10. REFERENCIAS .....	76
11. ANEXOS.....	80
ANEXO 1. Base de datos de los Estudiantes.....	80
ANEXO 2. Acta de compromiso con el Estudio .....	81
ANEXO 3. Manual de actividades Laparoscópicas .....	82
ANEXO 4. Video Actividades Laparoscópicas Evaluativas.....	90
ANEXO 5. Protocolo Centro de Simulación Clínica .....	90
ANEXO 6. Formatos Tiempo de Entrenamiento.....	94
ANEXO 7. Encuesta para evaluar la Experiencia con Nintendo Wii®.....	95
ANEXO 8. ANOVAS en SPSS .....	96
ANEXO 9. ANOVAS en Minitab 16 .....	96
ANEXO 10. Registro de estudiantes entrenando.....	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma del método de entrenamiento.....	28
Tabla 2: Resultados coordinación mano-ojo.....	33
Tabla 3: Resultados sutura doctores R2.....	33
Tabla 4: Resultados actividad patrón de corte doctores R2.....	34
Tabla 5: Variables de desempeño medidas en las actividades.....	36
Tabla 6: Resultados obtenidos intentos fallidos actividad de sutura.....	38
Tabla 7: Resultados obtenidos armellas suturadas.....	38
Tabla 8: Resultados obtenidos tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.....	39
Tabla 9: Resultados obtenidos número de dedos cortados patrón de corte.....	39
Tabla 10: Resultados obtenidos número de intentos fallidos patrón de corte.....	40
Tabla 11: Resultados obtenidos del tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.....	40
Tabla 12: Resultados obtenidos del número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo.....	41
Tabla 13: Resultados obtenidos del número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.....	41
Tabla 14: Promedio y desviación estándar de cada variable de desempeño.....	42
Tabla 15: Tabla de aleatorización de los tratamientos.....	43
Tabla 16: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos de la actividad de sutura.....	44
Tabla 17: ANOVA para la variable de desempeño, número de armellas suturadas para la actividad de sutura.....	47
Tabla 18: ANOVA para la variable de desempeño, tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.....	50
Tabla 19: ANOVA para la variable de desempeño, número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.....	52
Tabla 20: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte.....	55
Tabla 21: ANOVA para la variable de desempeño, tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.....	59
Tabla 22: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo.....	64
Tabla 23: ANOVA para la variable de desempeño, número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.....	69
Tabla 24: P-valor de las ocho variables de desempeño medidas.....	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Instrumental de acceso para cirugías mínimamente invasivas .....	17
Ilustración 2: Charlas informativas para participar en el estudio .....	24
Ilustración 3: Consola y videojuego para el entrenamiento .....	25
Ilustración 4: Entrenamiento del grupo de intervención.....	26
Ilustración 5: Metodología del grupo Control.....	27
Ilustración 6: Metodología del grupo de intervención.....	27
Ilustración 7: Tablero evaluador para la actividad de sutura .....	29
Ilustración 8: Actividad de sutura en el simulador laparoscópico.....	30
Ilustración 9: Ejercicio de sutura en zic zac.....	30
Ilustración 10: Actividad patrón de corte en el simulador laparoscópico .....	31
Ilustración 11: Actividad coordinación mano-ojo en el simulador laparoscópico .....	32
Ilustración 12: Tablero evaluador de la actividad coordinación ojo-mano .....	32
Ilustración 13: Primera sesión de la evaluación de habilidades básicas laparoscópicas .....	35
Ilustración 14: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos en la actividad de sutura .....	46
Ilustración 15: Gráficos de perfil para el número de armellas suturadas para la actividad de sutura .....	48
Ilustración 16: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte .....	51
Ilustración 17: Gráficos de perfil para el número de dedos cortados de la actividad patrón de corte .....	53
Ilustración 18: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte.....	56
Ilustración 19: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.....	60
Ilustración 20: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.....	61
Ilustración 21: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.....	61
Ilustración 22: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo .....	65
Ilustración 23: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo .....	66
Ilustración 24: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo .....	66
Ilustración 25: Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.....	70
Ilustración 26: Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.....	71
Ilustración 27: Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.....	71

## GLOSARIO

- ✓ **Aleatorización:** Técnica para reducir la influencia no predeterminable de variables extrañas sobre los resultados del experimento (Design Institute For Six Sigma, s.f.).
- ✓ **Bloque:** Agrupación planeada de factores o combinaciones. Es realizada a manera de minimizar la variación no incluida en el diseño (Cuesta, s.f.).
- ✓ **Corrida experimental:** Implementación de cada una de las combinaciones (Clorets, s.f.).
- ✓ **Disección:** operación que consiste en separar metódicamente los diferentes órganos para estudiar las relaciones y el aspecto macroscópico (Ruiz et al., 2010).
- ✓ **Diseño de Experimentos:** Metodología estadística destinada a la planificación y análisis de un experimento (Fundibeq, s.f.).
- ✓ **Efecto:** Es el cambio en la variable de respuesta por el cambio del nivel de un factor (Cuesta, s.f.).
- ✓ **Factor:** Una de las variables independientes que son estudiadas en el experimento (Clorets, s.f.).
- ✓ **Interacción:** Cuando uno o más factores trabajan juntos para producir un efecto diferente que los efectos producidos por aquellos factores de manera individual (Clorets, s.f.).
- ✓ **Laparoscopia:** es una técnica quirúrgica que se practica través de pequeñas incisiones, usando la asistencia de una cámara de video que permite al equipo médico ver el campo quirúrgico dentro del paciente y accionar en el mismo. Se llama a estas técnicas mínimo-invasivas, ya que evitan los grandes cortes de bisturí requeridos por la cirugía abierta o convencional y posibilitan, por lo tanto, un periodo post-operatorio mucho más rápido y confortable (Ruiz et al., 2010).
- ✓ **Nivel:** Son los valores que puede tener el factor a estudiar (Clorets, s.f.).
- ✓ **Tratamientos:** es una combinación específica de los niveles de los factores en estudio. Son, por tanto, las condiciones experimentales que se desean comparar en el experimento (Introducción al Diseño de Experimentos, s.f.).
- ✓ **Trocar:** Instrumento de cirugía, que consiste en un punzón con punta de tres aristas cortantes, revestido de una cánula que deja al descubierto dicha punta. Sirve para hacer punciones (Ruiz et al., 2010).
- ✓ **Unidad Experimental:** Unidad sobre la que se efectúa el proceso de medida (Cuesta, s.f.).
- ✓ **Variable:** Característica de un objeto que puede ser observada y que puede tomar diferentes valores, tanto en el mismo objeto como en diferentes objetos (Fundibeq, s.f.).
- ✓ **Variable de respuesta:** Es el resultado de una corrida experimental. Variable dependiente a estudiar. (Fundibeq, s.f.).

## RESUMEN

En laparoscopia, el desarrollo de la competencia psicomotriz con las manos es crucial para la experiencia quirúrgica de los aprendices médicos; pero este desarrollo se ve agravado por las recientes limitaciones de horas de trabajo que reducen la cantidad de tiempo disponible para la formación técnica sólida (Gough, 2010). En respuesta a esta necesidad, los simuladores quirúrgicos se han convertido en la vanguardia de las metodologías empleadas para el desarrollo de habilidades básicas. Sin embargo el uso de estos simuladores es limitado, ya que son costosos y las horas que pueden pasar los residentes en los laboratorios de simulación también son reducidas (Lorezo & Dankelman, 2005; Trbaldo et al., 2005; Camacho et al., 2009). Un método innovador para hacer frente a este reto, reside en la utilización de consolas interactivas, portátiles y asequibles como el Nintendo Wii® que ha demostrado tener un impacto positivo en la educación médica, está a un precio por debajo de 300 dólares y se puede usar en el hogar (Bollman et al., 2010).

Para evaluar este postulado que muchos estudios presentan y resulta promisorio, este trabajo pretende evaluar las habilidades básicas para cirugía laparoscópica de catorce aprendices médicos sin experiencia laparoscópica, mediante tres actividades evaluativas dispuestas en simuladores laparoscópicos, cada una con un grado de dificultad diferente según las habilidades requeridas en esta técnica quirúrgica mínimamente invasiva. Los participantes de este trabajo de investigación fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: un grupo control, quienes se comprometieron a no hacer uso lúdico, ni de ningún tipo de videojuegos y un segundo grupo, quienes iniciaron un programa estandarizado de práctica con el videojuego Marblemania® y la consola de Nintendo Wii® en el Centro de Simulación Clínica de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Inicialmente se midieron las habilidades básicas en intervenciones quirúrgicas de mínimas invasiones de los catorce participantes; y una vez finalizadas cuatro semanas de entrenamiento del grupo de intervención, las habilidades básicas fueron medidas de nuevo en la totalidad de los participantes, bajo los mismos parámetros y características.

La validez de este plan de entrenamiento para el desarrollo de destrezas en cirugías laparoscópicas, se efectuó bajo el uso de una herramienta ingenieril tal como el diseño experimental estadístico por medio del análisis de varianza con medidas repetidas, el cual nos permitió identificar si el uso del videojuego Marblemania® de Nintendo Wii® tiene un efecto significativo en el desarrollo de habilidades básicas en los aprendices médicos, tales como: sutura, patrón de corte y coordinación mano-ojo, primordiales a la hora de llevar a cabo intervenciones laparoscópicas.

Después de efectuado el experimento, se evidenció que la práctica continua con el videojuego Marblemania® mejoró significativamente tres de las ocho variables de desempeño medidas, durante un periodo de cuatro semanas de entrenamiento. Algunas de estas conclusiones arrojadas por el experimento clínico, pudieron ser causa del videojuego escogido, tiempo de entrenamiento de los sujetos, tamaño de la muestra y las actividades seleccionadas para la evaluación.



## INTRODUCCIÓN

Se considera que el entrenamiento quirúrgico está en plena evolución debido a: 1) el reducido tiempo que los prospectos médicos y los médicos profesionales tienen para dedicarle a estas labores de entrenamiento (Gough, 2010) y; 2) la disminución de oportunidades ya que las preocupaciones éticas y de seguridad con los pacientes han aumentado considerablemente (Lynch et al., 2010). Por ello se pretende explorar técnicas fuera del quirófano para reducir errores por parte del aprendiz inexperto o novato.

Con base en esto, este trabajo tiene el propósito de estudiar si el uso de los videojuegos tiene relación con el desarrollo de destrezas en estudiantes de medicina para la ejecución de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, (caso especial: laparoscopia). Las conclusiones de este estudio podrían sugerir direcciones futuras relacionadas con el uso del videojuego Marblemania® para Nintendo Wii® (fue el empleado en este estudio), para el entrenamiento de médicos cirujanos en laparoscopia y evaluar así mismo, esta metodología como una herramienta educativa alternativa en los planes de estudio para los aprendices quirúrgicos. Este postulado persuade llevar a cabo proyectos de investigación en esta área considerando programas de entrenamiento alternativos, seguros, económicos, efectivos, agradables y de fácil acceso como el entrenamiento por medio de videojuegos para el mejoramiento de habilidades básicas específicas para efectuar cirugías laparoscópicas.

Este estudio es de vital importancia ya que responde a las necesidades actuales que se presentan en la formación de aprendices en cirugías mínimamente invasivas, aplicando conocimientos de ingeniería industrial y aportando a temas de investigación sobre los cuales han aumentado las preocupaciones por las restricciones y limitantes que existen en el medio y evaluando nuevas metodologías que se han estudiado y concluyen ser efectivas.

## 1. TÍTULO

Evaluación del mejoramiento de habilidades básicas para cirugía laparoscópica por medio del entrenamiento con videojuegos.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presenta una breve descripción acerca de los conceptos fundamentales usados a lo largo de este proyecto, tales como: cirugía mínimamente invasiva (MIS), laparoscopia, entrenamiento fuera del quirófano y finalmente diseño de experimentos con medidas repetidas.

### 2.1 Cirugía mínimamente invasiva (MIS)

La cirugía mínimamente invasiva (CIM) o Minimally Invasive Surgery (MIS) se puede definir como el “conjunto de técnicas diagnósticas y terapéuticas que por visión directa, endoscópica o por otra técnica de imagen, que utiliza mínimos abordajes o vías naturales para introducir herramientas y actuar en diferentes partes del cuerpo humano” (Bravo, 2004). Este tema toma cada día más relevancia en la comunidad científica internacional ya que los estudios comparativos evidencian sus diversas ventajas frente a la cirugía tradicional.

Estas técnicas permiten llevar a cabo procedimientos quirúrgicos sin necesidad de realizar una gran incisión, “disminuyendo de esta manera las lesiones en el paciente y reduciendo el riesgo de hemorragia”, generando así, una mejor calidad de vida en el postoperatorio ya que acorta el tiempo de recuperación y genera menores costos hospitalarios (Ruiz et al., 2010).

Como evidencia (Ruiz et al., 2010) el instrumental quirúrgico utilizado en MIS se puede dividir en tres (3) tipos: instrumental de acceso que incluye las herramientas relacionadas con la creación de un espacio de trabajo o campo quirúrgico en el cual se lleva a cabo la MIS; el instrumental de visualización o instrumentación óptica está constituido por un endoscopio o tubo que cuenta con un sistema especial de lentes, que a través de fibra óptica transmite la luz generada por una fuente externa para iluminar la cavidad de trabajo. Este sistema se conecta a una cámara de video, que lleva la imagen hasta los monitores. Finalmente el instrumental de disección<sup>1</sup> que se usa para realizar el acto quirúrgico en sí; comprende diversas pinzas usadas para la tracción de tejidos y la disección, así como también fuentes de corriente eléctrica, utilizadas para la coagulación y para cortar los tejidos.

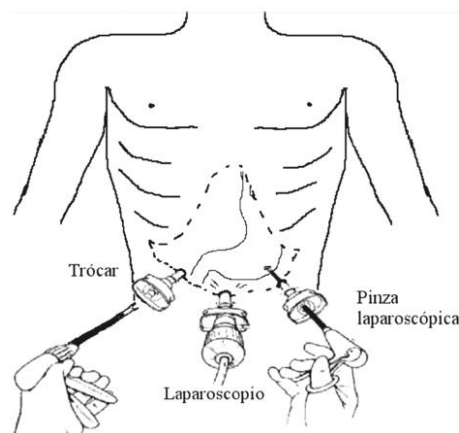
Aunque son muchas las ventajas que la MIS tiene sobre la cirugía convencional, ésta presenta algunas dificultades para los cirujanos, quienes se ven obligados a interactuar en el campo quirúrgico con reducidos grados de libertad y limitado sentido del tacto, y a su vez, disponiendo sólo visualización en dos dimensiones, lo cual implica una coordinación manual-visual diferente a la habitual del cirujano (Ruiz et al., 2010). Por esta situación la comunidad médica centra gran atención en investigaciones propositivas para la capacitación y el desarrollo de técnicas de entrenamiento en la adquisición de estas nuevas habilidades que requiere la cirugía mínimamente invasiva.

---

<sup>1</sup> Ver definición en el GLOSARIO

### 2.1.1 Cirugía laparoscópica

La cirugía Laparoscópica es un tipo de cirugía mínimamente invasiva (MIS), ya que se practica a través de pequeñas incisiones que van de 0.5 cm a 1 cm (Santos, 2008) por donde se introducen instrumentales especiales para visualizar la cavidad pélvica y abdominal e intervenir en ella (Ver Ilustración 1). Así por ejemplo, esta cirugía se realiza gracias a una video-cámara diminuta que se introduce en el cuerpo a través de una incisión y cuenta con una fuente de luz fría que ilumina el campo quirúrgico dentro del organismo. El equipo laparoscópico en el quirófano cuenta con monitores de alta resolución donde el cirujano puede ver las imágenes producidas por la video-cámara en un tamaño mayor (Reyes, 2010); la aguja de Veress es otro instrumento primordial, la cual es usada para puncionar el abdomen e insuflar el gas (dióxido de carbono); los trocares que son elementos a través de los cuales se introduce el laparoscopio y demás instrumentos como las pinzas *Maryland*, tijeras laparoscópicas, pinzas *Grasping*, entre otras (Ruiz et al., 2010).



**Ilustración 1: Instrumental de acceso para cirugías mínimamente invasivas**  
Extraído de revista ingeniería biomédica

Con relación a esto, la cirugía laparoscópica presenta algunos inconvenientes derivados, en gran medida a la manipulación de una gran variedad de instrumentos durante maniobras, más o menos complicadas, a través de la imagen que proporciona un monitor bidimensional; de igual manera hay que unirle a esta circunstancia la pérdida de sensación táctil y la adopción de posturas forzadas durante periodos de tiempo relativamente largos. Al contrario de lo que sucede con los procedimientos de cirugía abierta, la laparoscopia conlleva varios cambios en lo que se refiere a la forma en que se realiza la cirugía ya que la coordinación manual-visual está alterada, la sensación táctil está disminuida, los grados manuales de libertad están limitados y se pierde la vista tridimensional (Touijer, 2006). Estos retos constituyen los obstáculos iniciales de la laparoscopia y su superación establece el primer paso en el aprendizaje de la misma. Esto se consigue generalmente mediante la práctica repetitiva en el laboratorio y por la cual el cirujano adquirirá las habilidades básicas y la destreza quirúrgica (Touijer, 2006).

## **2.2 Entrenamiento fuera del quirófano**

Actualmente, la laparoscopia se está haciendo cada vez más popular entre pacientes y cirujanos por lo cual se puede decir que pronto se convertirá, si es que no lo es ya, en el método estándar de intervención en muchas enfermedades (Touijer, 2006). Sin embargo, el rápido éxito en su aplicación debe ir de la mano de un éxito en la capacidad de ser enseñada y la adquisición de una experiencia adecuada. Las limitaciones económicas y médico-legales han condicionado las oportunidades del médico en prácticas de aprender y adquirir experiencia en cirugías de mínimo abordaje (Lynch et al., 2010) y diversos factores, como la reducción de horas de trabajo de los médicos residentes (80 horas semanales en Estados Unidos y 48 horas semanales en Europa), el incremento de los costos de quirófano, la seguridad del paciente, los costos económicos de los errores médicos y las razones éticas (Fleita, 2004), han dado como resultado un aumento del interés en el entrenamiento de los cirujanos en técnicas mínimamente invasivas. Es por ello que se están desarrollando formas alternativas de entrenamiento fuera del quirófano para contrarrestar estos factores que impiden una buena y garantizada adquisición de habilidades quirúrgicas modernas.

Debido a las necesidades anteriormente nombradas, en el entrenamiento de aprendices médicos en cirugías mínimamente invasivas, se han realizado varios estudios por medio de diferentes técnicas tales como: el uso de simuladores para el desarrollo de habilidades en laparoscopia (Lorezo & Dankelman, 2005; Camacho et al., 2009), el uso de piezas biológicas o actividades para el desarrollo de destrezas en cirugías mínimamente invasivas (Trabaldo et al., 2005) y finalmente la práctica constante con videojuegos para el entrenamiento de aprendices quirúrgicos en donde se evidencia la correlación que existe entre la capacidad quirúrgica y la práctica con los videojuegos (Ridell et al., 2009; Kennedy et al., 2011).

Como respuesta a esta situación, en una encuesta realizada a jefes de departamentos quirúrgicos de Estados Unidos, el 92% estaba de acuerdo en la necesidad del aprendizaje y la formación en las destrezas quirúrgicas en laboratorios de entrenamiento fuera del quirófano clínico (Fleita, 2004), debido a la necesidad de aumentar la seguridad del paciente y es por esto que las metodologías anteriormente nombradas desempeñan un papel primordial para este fin.

## **2.3 Diseño de medidas repetidas**

Este estudio se efectuó con un diseño experimental de medidas repetidas, ya que las revisiones bibliográficas con estudios semejantes evidencian la comparación entre sujetos con experiencia en videojuegos y sujetos sin experiencia, lo cual genera un aumento en la variación residual debido a las diferencias entre los participantes. Con base en esto, este estudio de medidas repetidas, pretende evidenciar el cambio que se genera por el entrenamiento con videojuegos a través del tiempo, haciendo comparaciones intra-sujetos para concluir si las unidades experimentales<sup>2</sup> manifiestan cambios significativos, del momento 1 al momento 2.

En estos diseños experimentales existen factores inter-sujetos en donde cada nivel del factor corresponde a un grupo diferente de individuos y factores intra-sujetos que hacen referencia a que los niveles de un factor se aplican a los mismos sujetos (Tamayo, s.f).

---

<sup>2</sup> Ver definición en el GLOSARIO

Este tipo de diseño experimental estadístico se usa cuando las unidades experimentales manifiestan cambios a través del tiempo en respuesta a un factor o una serie de factores controlados por el investigador (Correa, 2004). Es de esta forma, como el objetivo del análisis de medidas repetidas, es examinar y comprar las tendencias en el tiempo de las respuestas a los tratamientos. Al utilizar los mismos sujetos o unidades experimentales, no sólo se logra economizar en muestra, sino que se elimina la variación que se tendrá si las mediciones se hicieran sobre sujetos diferentes. Es de vital importancia destacar que el diseño de medidas repetidas es el único que permite estudiar los patrones individuales de cambio de la respuesta sobre cada sujeto y para evidenciar el comportamiento de las medidas repetidas en cada individuo, es fundamental realizar gráficos de perfil para analizar y detectar las diferencias de los tratamientos y del transcurrir del tiempo (Correa, 2004).

Para detectar si alguno de los factores intra-sujetos o inter-sujetos tiene un efecto significativo en la variable de respuesta, se realiza un análisis de varianza o ANOVA que es una herramienta estadística que sirve para comparar más de dos medias y se llama así precisamente porque compara la variabilidad de las medias muestrales a través de la varianza muestral, con la variabilidad de los elementos de una muestra (Ruiz, 2009). Para ello se realizan las pruebas de hipótesis ( $H_0$  y  $H_a$ ) en donde se estipula si determinado factor tiene o no un efecto significativo sobre la variable de respuesta y el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ) se puede dar por el P-valor y el nivel de significancia usado en el ANOVA. De esta manera cuando el P-valor es menor que el nivel de significancia  $\alpha$ , la hipótesis nula ( $H_0$ ) se rechaza, de lo contrario no se rechaza (Manterola, 2008). Esta es una forma de extraer conclusiones de los diseños experimentales y así fue como se hizo en este estudio en particular.

### **3. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Hay una tendencia mundial que se centra en la reducción de las horas de trabajo y entrenamiento para los médicos quirúrgicos en cirugías mínimamente invasivas, especialmente en los países desarrollados occidentales. Esto ha sido liderado por la introducción de las Comunidades Directivas Europeas sobre el tiempo de trabajo (EWTD) que ha tenido un impacto significativo en los patrones de trabajo y formación (Gough, 2010). Estas horas limitadas de exposición clínica tienen una gran incidencia en el entrenamiento quirúrgico (Gough, 2010); pero la respuesta no debe ser un aumento de los años de entrenamiento para que coincida con el tiempo necesario de formación, sino que por el contrario, se deben explorar métodos y técnicas diferentes que entrenen a los cirujanos con eficacia y si es posible, en corto tiempo.

Entre algunas soluciones planteadas por los investigadores están la práctica de videojuegos que desarrollen destrezas para la realización de laparoscopias efectivas y/o el apoyo en simuladores y, actividades que refuercen un buen plan de entrenamiento para el desarrollo de habilidades básicas en cirugías mínimamente invasivas. Esto implica que el sistema clásico de enseñanza de la cirugía se ha puesto a prueba en los últimos años, debido a que a los conocimientos sobre las técnicas quirúrgicas se les han añadido la adquisición de nuevas habilidades, como la coordinación ojo-mano, la visualización del campo quirúrgico en monitores, la ausencia de la tercera dimensión, el desarrollo de una nueva forma de sentir el tacto, entre otras (Fleita, 2004).

Por otro lado, se han disminuido las oportunidades en el entrenamiento quirúrgico, ya que las preocupaciones éticas y de seguridad con los pacientes han aumentado considerablemente (Lynch et al.,

2010). Los costos económicos de los errores médicos son muy altos, al igual que el incremento de los costos de quirófano (Fleita, 2004). Todas estas problemáticas han dado como resultado un aumento del interés en la formación de aprendices en cirugías mínimamente invasivas en la última década.

Dada la dimensión de estas necesidades en el entrenamiento para la adquisición de destrezas necesarias en cirugías mínimamente invasivas, se quiere plantear una metodología de entrenamiento poco costosa, asequible, familiar y divertida por medio de videojuegos para los aprendices médicos, contribuyendo a la formación adecuada, generalizada y sincronizada con los avances tecnológicos, con bajos costos y en pro de la seguridad de los pacientes. Teniendo en cuenta estos puntos expuestos, se observa claramente un tema de investigación para evaluar el mejoramiento que tienen los videojuegos como método alternativo en el entrenamiento de habilidades básicas necesarias para llevar a cabo cirugías mínimamente invasivas (laparoscopia). Para tal fin, se pretende asignar estudiantes de medicina sin experiencia en laparoscopia a un periodo de práctica estructurada por medio del videojuego Marblemania® para Nintendo Wii® y comparar su desempeño en habilidades laparoscópicas básicas, antes y después de la intervención con un grupo de sujetos control, para finalmente analizar estadísticamente los resultados obtenidos por medio de un diseño experimental de medidas repetidas y gráficos estadísticos de perfil, que arrojarán conclusiones objetivas y válidas.

### **3.1 Antecedentes**

Debido a las necesidades que se presentan actualmente en el entrenamiento de aprendices médicos en cirugías laparoscópicas, se han realizado varios estudios por medio de diferentes técnicas tales como: i) el uso de simuladores para el desarrollo de habilidades en laparoscopia como coordinación, precisión, corte y sutura (Lorezo & Dankelman, 2005; Camacho et al., 2009); ii) uso de piezas biológicas o actividades para el desarrollo de destrezas en cirugías mínimamente invasivas medidas por tiempo y precisión (Trabaldo et al., 2005) y; iii) la práctica constante con videojuegos para el entrenamiento de aprendices quirúrgicos en donde se evidencia la correlación que existe entre la capacidad quirúrgica y la práctica con los videojuegos (Ridell et al., 2009; Kennedy et al., 2011).

Con base en esto, a continuación se enuncia una breve descripción de artículos y documentos web que presentan diferentes estudios en donde se establece que existe fuerte relación entre las habilidades necesarias para jugar videojuegos y las destrezas requeridas por los aprendices cirujanos para realizar cirugías laparoscópicas.

#### **3.1.1 Revisiones bibliográficas**

La práctica constante con videojuegos se ha convertido en una actividad universal en la sociedad actual; sin embargo, los medios en general la han calificado como algo que tiene efectos negativos en quienes la practican. Al respecto, estudios profundos han considerado que los videojuegos tienen también efectos positivos muy relevantes que pueden conducir a la adquisición de habilidades complejas tales como conducir, volar, efectuar cirugías y entrenarse para guerras (Ridell et al., 2009) ya que los videojuegos son con frecuencia el primer contacto de una persona con una interfaz gráfica.

Es por esto que se dice que los videojuegos, podrían favorecer la familiarización con otras interfaces de pantalla, como los utilizados en la cirugía laparoscópica (Rosser et al., 2007). Es así como en diversos estudios por medio de diferentes técnicas se ha demostrado que existe una relación entre el desempeño de

una persona como jugador de videojuegos y como cirujano durante la simulación de una cirugía mínimamente invasiva (Palazzesi et al., s.f.; Gentile, 2008; Ridell et al., 2009; Bardurdeen et al., 2010; Boyle & Traynor, 2011). Se presume que dicha relación se debe a que el uso de consolas de videojuego implica la manipulación de objetos en 3-D por medio de pantallas 2-D y requieren la destreza de la muñeca y de la mano. Intuitivamente estas habilidades son análogas a las usadas durante la ejecución de técnicas quirúrgicas tales como la laparoscopia y otras que se identifican como cirugías mínimamente invasivas (Lynch et al., 2010). Adicionalmente, existe una cierta evidencia que el uso de los videojuegos genera capacidades visuales superiores, necesarias para ejecutar una cirugía por medio de un monitor, ya que los usuarios de los videojuegos están acostumbrados a mirar imágenes originadas en ordenadores y por lo tanto pueden tener una ventaja artificial sobre los que no juegan (Kennedy et al., 2011). Para ello es primordial analizar la correlación que existe entre la competencia quirúrgica y la práctica con videojuegos lo cual evidenciaría si existe una influencia significativa en el desarrollo de algunas destrezas quirúrgicas por medio de la práctica constante con consolas.

Con relación a esto, existen estudios que establecen una fuerte reciprocidad entre las habilidades necesarias para jugar videojuegos y las capacidades de los cirujanos, así lo demuestra el informe publicado en la revista *Archives of Surgery* realizado por Rosser et al, (2007). Este estudio se realizó con cirujanos en el transcurso de un día y medio. Los cirujanos jugadores tuvieron mucho mejor puntaje que los no jugadores; de los 33 cirujanos que hicieron el test, los 9 que jugaban videojuegos (al menos durante 3 horas por semana), tuvieron un 37% menos errores (Palazzesi et al., s.f.; Rosser et al., 2007), fueron 27% más rápidos, y lograron resultados 42% mejores que sus colegas que no jugaban videojuegos (Gentile, 2008; Rosser et al., 2007). Este estudio concluye que los videojuegos pueden ayudar al desarrollo de destrezas motoras, la coordinación mano ojo, la atención visual y la competencia computacional.

Referente a esta especulación, estudios sugieren que los jóvenes cirujanos pueden adquirir habilidades en la cirugía laparoscópica con mayor rapidez que sus colegas mayores, posiblemente debido a que han estado expuestas a los videojuegos a una edad temprana y, por tanto, han tenido más experiencia con la pantalla mediada por la ejecución de tareas (Rosser et al., 2007).

De igual forma, otras investigaciones realizadas, examinaron el efecto de la experiencia con videojuegos en el desempeño al ejecutar cirugías laparoscópicas en veinticinco cirujanos novatos, en donde se concluyó que los cirujanos con experiencia en los videojuegos cometieron perceptiblemente menos errores y eran más rápidos que los que no tenían experiencia (Rosser et al., 2007; Ridell et al., 2009). Con base en esto, otro estudio apuntó más específicamente a comprobar si los videojuegos pueden predecir qué habilidades básicas se deben mejorar para llevar a cabo laparoscopias. Este estudio implicó once estudiantes de medicina que fueron clasificados según su experiencia con los videojuegos. Durante dos semanas los estudiantes repitieron ejercicios que desarrollaban habilidades en laparoscopia y fueron valorados nuevamente más adelante. Los resultados demostraron una relación significativa entre la hora de terminación de cada tarea y la coordinación mano-ojo, atribuida a las prácticas con videojuegos. En este estudio había una asociación más débil entre el funcionamiento del videojuego y el número de errores cometidos (Ridell et al., 2009).

Así mismo, la convención anual de la *Asociación Psicológica Americana* incluyó una serie de estudios que sugería que los videojuegos pueden ser herramientas de aprendizaje de gran alcance, potencialmente en la solución de problemas y en la mejora de las habilidades de sutura<sup>3</sup> que requieren los cirujanos en intervenciones laparoscópicas (Annual Convention, 2008).

Otro estudio que tuvo como objetivo el diseño, desarrollo validación de un simulador en casa para adquisición de habilidades laparoscópicas fundamentales usando el entrenamiento quirúrgico con Nintendo Wii®, ensayo clínico prospectivo con 21 residentes divididos en dos grupos: control (7 residentes) y otro experimental que jugaban con Nintendo Wii® con Marblemania® (14 residentes), mostró que aquellos entrenados con el Wii® hicieron menos tiempo, cometieron menos errores y más movimientos efectivos durante la tarea de electrocauterizador; junto a esto, se observó un aumento significativo en los puntajes en el transcurso de las tareas en la mano no dominante del grupo experimental (Bollman et al., 2010),.

Con base en estas investigaciones se concluye que la práctica con videojuegos es una metodología efectiva para entrenar cirujanos, ya que se han obtenido resultados promisorios en la adquisición de algunas competencias en cirugía laparoscópica, sin embargo el estudio particular que pretende este trabajo de grado, es evaluar a detalle, el mejoramiento de unas habilidades básicas específicas, a través de videojuegos que científicamente tengan soporte en el desarrollo de estas destrezas exclusivas. Este entrenamiento se evaluará por medio de una herramienta ingenieril, como lo es el diseño estadístico de experimentos, la cual validará si es una metodología efectiva o no. Este estudio se efectuará teniendo en cuenta que en la revisión literaria no se han realizado análisis estadísticos profundos que permitan inferir acerca de la población, sino que han usado herramientas de estadística descriptiva básica, y análisis cualitativos muy generales.

### **3.2 Pregunta de investigación**

¿El uso de los videojuegos potencia el desarrollo de destrezas en los aprendices médicos para la ejecución de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, (caso especial: laparoscopia)?

### **3.3 Palabras clave**

Cirugía Mínimamente Invasiva, Laparoscopia, Diseño Experimental, Videojuegos, Habilidades Básicas.

---

<sup>3</sup> Ver definición en el GLOSARIO



## **4. OBJETIVOS Y ALCANCE**

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto del entrenamiento con videojuegos en el desarrollo de habilidades básicas necesarias para técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas (laparoscopia), en una muestra de aprendices médicos de la Pontificia Universidad Javeriana sin experiencia en laparoscopia, a través de un diseño experimental.

#### **4.1.1 Objetivos específicos**

- ✓ Elaborar un método de entrenamiento para el desarrollo de habilidades básicas en cirugías laparoscópicas con el uso de videojuegos ya existentes, a través de revisión bibliográfica y trabajo práctico de campo con los médicos del Hospital Universitario San Ignacio (HUSI).
- ✓ Ejecutar el método de entrenamiento propuesto a aprendices médicos de la Pontificia Universidad Javeriana sin experiencia laparoscópica, teniendo en cuenta factores que pueden ser significativos en el experimento, para el desarrollo de habilidades básicas necesarias en cirugías laparoscópicas, con el fin de comparar su desempeño antes y después de la intervención, con un grupo de sujetos control los cuales no se entrenarán.
- ✓ Analizar el experimento efectuado y concluir acerca del efecto que tienen los videojuegos en el desarrollo de habilidades básicas en cirugías laparoscópicas.

### **4.2 Alcance**

Este proyecto pretende evaluar el uso de los videojuegos como metodología propicia para adquirir destrezas necesarias en técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas (laparoscopia) por medio de un diseño experimental.

Las habilidades adquiridas durante el plan de entrenamiento mediante el uso de videojuegos serán medidas a través de actividades específicas encontradas en la bibliografía y no mediante cirugías laparoscópicas reales.

## 5. MÉTODO DE ENTRENAMIENTO

Con base en el primer objetivo específico de éste trabajo de investigación, fue preciso elaborar un método de entrenamiento en donde se estableció la población a medir, la consola y el videojuego a usar en el adiestramiento del grupo de intervención, el tiempo requerido para hacerlo y las actividades evaluativas con las cuales se midieron las habilidades básicas en el momento 1 y el momento 2 que tuvo lugar, cuatro semanas después del entrenamiento.

### 5.1 Materiales y métodos

#### 5.1.1 Sujetos

Para este estudio de investigación se contó con un grupo de catorce estudiantes de medicina (Ver Anexo 1 “Base de datos de los Estudiantes”) que fueron reclutados para participar de manera voluntaria, mediante unas charlas persuasivas efectuadas por monitores, médicos cirujanos y estudiantes de ingeniería (ver Ilustración 2).

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- ✓ Estudiante activo de medicina que no hubiese iniciado rotaciones quirúrgicas (perteneciente a un semestre inferior a octavo).
- ✓ Estudiantes que aceptaron el acuerdo de participación en el cual se comprometían a cumplir con las indicaciones sobre el uso de consolas de video durante su tiempo libre.
- ✓ Exclusión de estudiantes con experiencia previa en laparoscopia, definida como participación en al menos una cirugía en calidad de ayudante quirúrgico.



**Ilustración 2: Charlas informativas para participar en el estudio**

Una vez recopilada la base de datos de los estudiantes interesados en participar en el estudio de investigación que lideró el Departamento de Cirugía y la Facultad de Ingeniería, se aleatorizaron los participantes con el fin de definir el grupo control, quienes se comprometieron a no hacer uso lúdico, ni de ningún tipo de videojuegos y el grupo de intervención quienes iniciaron un programa estandarizado de práctica en el Centro de Simulación Clínica de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).

### 5.1.2 Consola y videojuego

A través de revisiones bibliográficas acerca de este tema en estudio, se investigaron diferentes consolas y videojuegos utilizados en investigaciones pasadas, para tener algunos referentes.

Así por ejemplo en algunos estudios los videojuegos y sus consolas correspondientes fueron los siguientes: Mortal Kombat y Blood Rayne (Marriott; 2005); Star Wars Racer Revenge para Sony Play Station 2 y Silent Scope para Microsoft Xbox (Rosser et al., 2007); Super Monkey Ball 2 para Nintendo Gamecube (Gentile; 2008); Marblemanía para Nintendo Wii® (Bollman et al., 2010) y; Trauma Center (Gee; 2011).

Con relación a algunas sugerencias realizadas, se puede concluir que la consola Nintendo Wii® tiene un controlador más avanzado con un sensor de movimiento que permite a los jugadores mover el regulador en tres dimensiones, lo cual conlleva a especular que esta interfaz proporcionaría un mejor modelo para cirugía laparoscópica (Badurdeen et al., 2010).

Después de revisar estos hallazgos bibliográficos que orientan este estudio, se realizó un conversatorio con dos médicos cirujanos del Hospital San Ignacio, el doctor Saúl Rugeles, Director del departamento de cirugía y la doctora Lilian Torregrosa, profesora titular de cirugía de la Pontificia Universidad Javeriana, para definir el videojuego y la consola más apta para este estudio.

Con relación a esto, se eligió la consola de Nintendo Wii® por las ventajas bibliográficas que se evidencian en los diferentes artículos y el juego Marblemanía®<sup>4</sup> que ha sido usado en estudios pasados, ya que requiere de coordinación ojo-mano, desarrollo de profundidad en dos dimensiones y tiempo de reacción mínimo (Badurdeen et al., 2010), lo cual se asemeja demasiado a algunas destrezas que son necesarias a la hora de realizar cirugías laparoscópicas (ver Ilustración 3).



**Ilustración 3: Consola y videojuego para el entrenamiento**

---

<sup>4</sup> Este videojuego se mandó traer de Estados Unidos, ya que en Colombia no se encontraba.

### 5.1.3 Tiempo de entrenamiento

El plan de entrenamiento para el grupo de intervención fue de cuatro semanas en donde los siete participantes, debían jugar mínimo tres horas semanales (Ver Ilustración 4), las cuales eran representativas según revisiones bibliográficas y de igual forma podían ser interrumpidas (Badurdeen et al., 2010; Lynch et al., 2010).

Para dar cumplimiento estricto a esta necesidad, se firmó un acuerdo de partes, donde se estipula claramente el compromiso de participar activamente en el estudio y hacer uso o no de videojuegos según el grupo en el que aleatoriamente quedaron asignados cada uno de los participantes, (Ver Anexo 2 “Acta de Compromiso con el Estudio”).



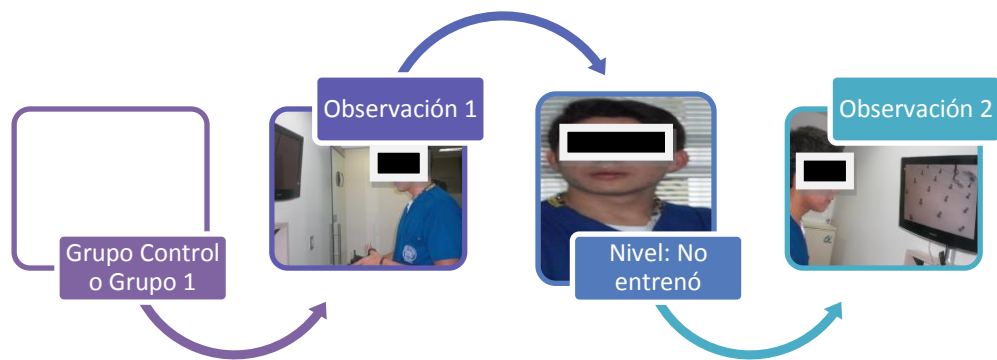
**Ilustración 4: Entrenamiento del grupo de intervención**

#### 5.1.3.1 Metodología del experimento

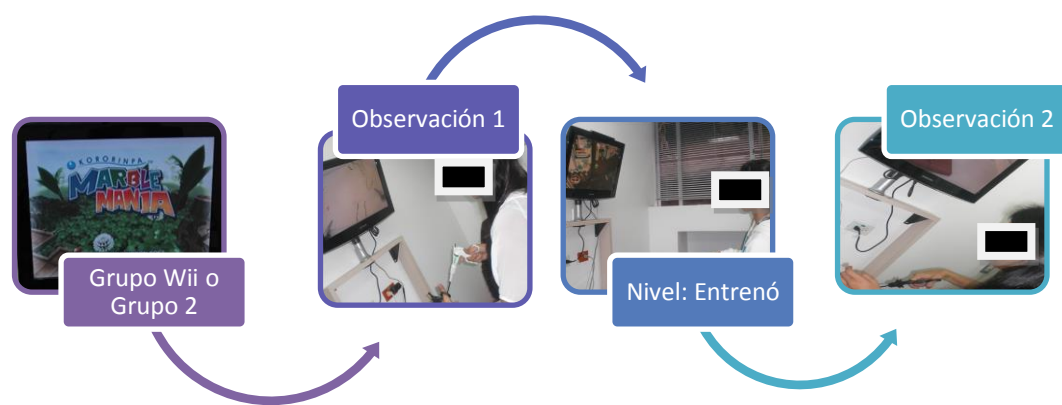
Una vez convocados los aprendices médicos, se aleatorizó la muestra para definir el grupo al que iban a pertenecer. El grupo control o grupo 1 (Entrenamiento 1) correspondía a los estudiantes que no iban a entrenar con videojuegos y el grupo de intervención o grupo 2 (Entrenamiento 2) a los participantes que entrenarían como mínimo tres horas a la semana en el centro de simulación clínica, donde estaba instalada la consola (Ver Anexo 10 “Estudiantes Entrenando”).

Correspondientemente se programaron dos sesiones iniciales con el objetivo de medir las habilidades basales de los catorce estudiantes; para que luego de ello, los participantes del grupo de intervención, iniciaran rigurosamente su plan de entrenamiento, registrando el tiempo que jugaban Mablemania® en la consola Nintendo Wii® (Ver Anexo 6 “Formatos tiempo de entrenamiento”). Este entrenamiento se efectuó durante cuatro semanas; tiempo en el cual el grupo control no podía hacer uso lúdico de ningún videojuego según el acta de compromiso firmada con el estudio.

Luego de cumplido este periodo, los estudiantes se volvieron a convocar para ser medidos nuevamente, bajo las mismas circunstancias y parámetros en dos sesiones finales, mediante las cuales se volvieron a medir las habilidades básicas laparoscópicas con las mismas actividades (ver Ilustración 5 y 6).



**Ilustración 5: Metodología del grupo Control**



**Ilustración 6: Metodología del grupo de intervención**

### 5.1.3.2 Cronograma del método de entrenamiento

Para facilitar el préstamo de materiales en el Centro de Simulación Clínica y cumplir rigurosamente con un protocolo, se realizó un cronograma para las sesiones iniciales y finales y para el entrenamiento del grupo de intervención (ver Tabla 1).

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	FECHA
<b>Sesión inicial 1</b>	A esta sesión inicial, asistieron 7 estudiantes citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	01/02/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Sesión inicial 2</b>	A esta sesión inicial, asistieron los 7 estudiantes restantes, interesados en el estudio para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	08/02/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Instalación Consola</b>	Se instaló la consola de Nintendo Wii® con el juego Marblemanía® en el Centro de simulación clínica, para que los estudiantes del grupo de intervención pudieran entrenar.	Área física en el centro para instalar los elementos. Televisor del centro de simulación Clínica	15/02/2013  Hora: 3:00 pm – 4:00 pm
<b>Entrenamiento de estudiantes Grupo de intervención</b>	7 Estudiantes escogidos al aleatoriamente, asistieron al Centro de Simulación Clínica para jugar el videojuego, mínimo 3 horas a la semana.	La asistente del Centro de Simulación Clínica llevó el control de asistencia y duración, mediante unos formatos suministrados por los estudiantes interesados en el estudio	Desde: 15/02/2013 Hasta: 15/03/2013
<b>Sesión Final 1</b>	A esta sesión final, asistieron los 7 estudiantes del Grupo control (quienes no fueron entrenados) citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	08/03/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Sesión Final 2</b>	A esta sesión final, asistieron los 7 estudiantes del grupo de intervención (quienes fueron entrenados con videojuegos), citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	15/03/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm

Tabla 1: Cronograma del método de entrenamiento

#### 5.1.4 Actividades evaluativas

Después de recopilar doce actividades en las que se incluían habilidades básicas como: movilización de objetos, patrón de corte, sutura, nudos intracorpóreos, precisión (Trabaldo et al., 2005), competencia con ordenador, manejo de la mano dominante y no dominante, nudado (Camacho et al., 2009), procesamiento de información simultánea, coordinación visio-motora (Badurdeen et al., 2010); se eligieron en compañía de los médicos cirujanos tres actividades (sutura, patrón de corte y coordinación mano-ojo) apropiadas para instalar en los simuladores laparoscópicos que ofrece el Centro de Simulación Clínica (Ver Anexo 3 “Manual de Actividades Laparoscópicas”).

Para ello se hizo uso de dos tableros evaluadores del simulador laparoscópico y se construyó el tablero evaluador para la actividad de sutura (Ver Ilustración 7).



**Ilustración 7: Tablero evaluador para la actividad de sutura**

Con relación a esto, las actividades evaluativas con las cuales se midieron los aprendices médicos la primera vez y cuatro semanas después se presentan a continuación.

#### 5.1.4.1 Actividad de sutura



**Ilustración 8: Actividad de sutura en el simulador laparoscópico**

Este ejercicio, consistía en introducir la sutura a través de los diferentes orificios de las 6 armellas que se encontraban en la base de madera. Esta actividad fue realizada utilizando un porta-agujas y una pinza *Maryland* en forma conjunta. Para ello la hebra debía dirigirse a través de los orificios de las armellas en forma de zic zac, impulsando la sutura a través de los orificios con el porta agujas. Al cruzar cada uno de los agujeros, se debía recibir la hebra con la pinza *Maryland* y continuar el proceso hasta formar un zic zac con el hilo. (Ver Ilustración 8 y 9).



**Ilustración 9: Ejercicio de sutura en zic zac**

Para efectuar esta actividad, el estudiante contaba con un tiempo límite de 2 minutos según los parámetros explicados posteriormente. Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registraban por el experimentador, teniendo en cuenta la persona que ejecutó la actividad, el tiempo que se gastó en ejecutarla, el número de intentos fallidos y el número de armellas suturadas.



### 5.1.4.2 Actividad patrón de corte



**Ilustración 10: Actividad patrón de corte en el simulador laparoscópico**

En este ejercicio se encontraba fijo un guante de latex por medio de dos pinzas incorporadas en el tablero evaluador. Este guante tenía dos líneas marcadas con 1,5 cm de separación entre ellas que es por donde el estudiante debía efectuar el corte de los dedos. Esta actividad debía ser realizada por medio de una tijera laparoscópica en la mano dominante y una pinza *Grasping* para sujetar en la mano no dominante.

Para efectuar esta actividad, el estudiante contaba con un tiempo límite de 4 minutos (240 segundos), que según revisiones bibliográficas era lo necesario. Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registraban por el experimentador teniendo en cuenta el nombre del aprendiz que realizó la actividad, el tiempo que se gastó desarrollándola, el número de dedos cortados y el número de intentos fallidos (ver Ilustración 10).

### 5.1.4.3 Actividad coordinación mano-ojo



**Ilustración 11: Actividad coordinación mano-ojo en el simulador laparoscópico**

En este ejercicio se encontraba fijo un tablero evaluador que contiene 25 tornillos sujetos, en los cuales el estudiante debía insertar 10 aros de metal, utilizando la pinza *Grasping* para sujetar (ver Ilustración 11 y 12). Esta actividad se realizaba por el aprendiz médico, primero con la mano dominante y luego con la no dominante.



**Ilustración 12: Tablero evaluador de la actividad coordinación ojo-mano**

Para efectuar esta actividad, el estudiante contaba con un tiempo límite de 2 minutos para ejecutar el ejercicio con cada una de las manos (2 minutos para la mano derecha y 2 minutos para la mano izquierda),

con base en los resultados obtenidos por los médicos R2 del Hospital San Ignacio al realizar esta prueba. Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registraban por el experimentador, teniendo en cuenta el nombre, la mano con la que realizaba la prueba, el tiempo que se gastaba con cada mano en ejecutar la actividad, el número de intentos fallidos y el número de aros insertados.

Es fundamental destacar que a la ejecución de cada actividad se le asignó un tiempo límite con base en una medición inicial que se le realizó a dos médicos de la escala R2 (segundo año de especialización en cirugía).

De esta manera fue como los doctores especialistas en cirugía ejecutaron las 3 actividades evaluativas en donde se les midieron las habilidades básicas y lograron los siguientes resultados (Ver Tabla 2, 3 y 4).

Para la actividad coordinación mano-ojo, los resultados obtenidos por los doctores R2 fueron los siguientes:

<b>Nombre</b>	<b>Mano</b>	<b>Tiempo (segundos)</b>	<b>Número de intentos Fallidos</b>	<b>Número de aros insertados</b>
Doctor I	<b>Derecha</b>	<b>59</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
	<b>Izquierda</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
Doctor II	<b>Derecha</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
	<b>Izquierda</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>10</b>

**Tabla 2: Resultados coordinación mano-ojo**

Los doctores medidos tardaron 62,5 segundos en promedio para ejecutar la actividad, por lo cual se consideró que 120 segundos (casi el doble) era un tiempo prudencial para realizar la actividad coordinación mano-ojo por los estudiantes de medicina.

Para la actividad de sutura los resultados obtenidos por los doctores R2 fueron los siguientes:

<b>Nombre</b>	<b>Tiempo (segundos)</b>	<b>Número de intentos fallidos</b>	<b>Número de Armellas suturadas</b>
Doctor I	99	5	6
Doctor II	118	7	6

**Tabla 3: Resultados sutura doctores R2**

Los doctores medidos tardaron 108.5 segundos en promedio para ejecutar la actividad de sutura, por lo cual se consideró que 120 segundos era un tiempo prudencial para realizar la actividad de sutura por los estudiantes de medicina.

Para la actividad de patrón corte los resultados obtenidos por los doctores R2 fueron los siguientes:

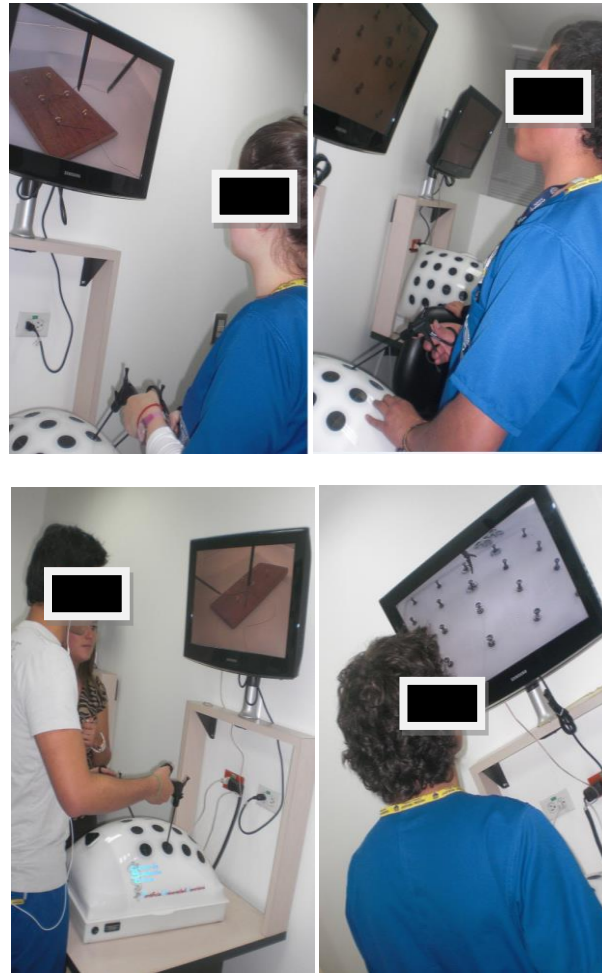
<b>Nombre</b>	<b>Tiempo (segundos)</b>	<b>Número de dedos cortados</b>	<b>Número de intentos fallidos</b>
Doctor I	57	5	0
Doctor II	73	5	2

**Tabla 4: Resultados actividad patrón de corte doctores R2**

Los doctores medidos tardaron 65 segundos en promedio para ejecutar la actividad patrón de corte. Sin embargo para esta actividad específica, revisiones bibliográficas evidencian que 4 minutos (240 segundos) es lo necesario para cortar los 5 dedos del guante (Badurdeen et al., 2010), por lo cual se estipuló este tiempo para la ejecución de la actividad patrón de corte.

## 5.2 Sesión inicial

Los participantes asistieron a una sesión inicial para la evaluación de algunas habilidades y aptitudes básicas, utilizando un simulador virtual para desarrollar actividades de cirugía laparoscópica. El objetivo de esta evaluación fue determinar el nivel basal en que se encontraban los grupos, evitando que existieran grandes diferencias en las aptitudes básicas (ver Ilustración 13).



**Ilustración 13: Primera sesión de la evaluación de habilidades básicas laparoscópicas**

La instrucción de cómo llevar a cabo las actividades a medir, se realizó mediante el video “Actividades Laparoscópicas Evaluativas” (Ver Anexo 4) con el fin de estandarizar la explicación, garantizando así que todos los estudiantes recibieran la misma información y los ejercicios no fueran explicados de forma diferente. Cabe aclarar que la instrucción fue la misma durante las sesiones de medición a lo largo del tiempo (momento 1 y momento 2) y esta evaluación se hizo con base en las actividades anteriormente descritas.

### 5.3 Sesión final

Los participantes asistieron a una sesión final para la evaluación de las mismas habilidades básicas en cirugía laparoscópica, mediante las mismas actividades realizadas en la sesión inicial.

Para hacer este experimento posible, se realizó un protocolo para el Centro de Simulación Clínica de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual fue avalado por el Departamento de Cirugía del Hospital Universitario San Ignacio, para el préstamo de materiales y el espacio físico (Ver Anexo 5 “Protocolo Centro de Simulación Clínica”).

### 5.4 Mediciones

Al cabo de cuatro semanas se repitió la medición inicial en el simulador de cirugía laparoscópica, en donde se evaluaron nuevamente los catorce sujetos bajo los mismos parámetros y las mismas actividades.

Para evidenciar claramente las variables de desempeño medidas en cada una de las tres actividades seleccionadas se presenta la tabla 5.

<i>Actividades</i>	<i>Variables de desempeño</i>
Sutura	Número de intentos fallidos
	Número de armellas suturadas
Patrón de corte	Tiempo de ejecución de la actividad
	Número de dedos cortados
	Número de intentos fallidos
Coordinación mano-ojo	Tiempo de ejecución de la actividad
	Número de intentos fallidos
	Número de aros insertados

**Tabla 5: Variables de desempeño medidas en las actividades**

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

Dando alcance al segundo objetivo específico, se ejecutó el método de entrenamiento anteriormente descrito y se tuvieron en cuenta en la evaluación de habilidades básicas para cirugía laparoscópica en el momento 1 y el momento 2, factores representativos para evitar sesgos en las mediciones, ya que algunos de estos aspectos podrían representar fuentes de variación.

Es por ello, que para controlar estas posibles fuentes de variación en las variables de respuesta medidas, las actividades evaluativas se ejecutaron bajo las siguientes condiciones:

- Único lugar (Centro de Simulación Clínica).



- Horario: los días viernes de 3:00 pm a 5:00 pm.
- Con los mismos evaluadores en cada actividad.
- Las actividades fueron ubicadas en su simulador correspondiente con sus pinzas laparoscópicas.
- Se dio la misma instrucción en las dos mediciones, mediante el Video “Actividades Laparoscópicas Evaluativas” (Ver Anexo 4).
- Se efectuó una encuesta inicial a los participantes (Anexo 7 “Encuesta para evaluar la experiencia con Nintendo Wii®”), en donde se evidencia que ninguno de ellos tenía una rutina constante con videojuegos<sup>5</sup>, sino que disponían de esta práctica como una actividad lúdica y demasiado esporádica.

Fue así como catorce aprendices médicos fueron asignados aleatoriamente a dos tratamientos o grupos: el grupo 1 o grupo control, en donde los estudiantes se abstuvieron de emplear cualquier clase de videojuegos durante el periodo de estudio que comprendió esta investigación y; el grupo 2 o grupo de intervención, que entrenó durante cuatro semanas con el juego Marblemanía® de Nintendo Wii® como mínimo 3 horas a la semana.

Se registraron las mediciones de las habilidades básicas, al comienzo del estudio y después de cuatro semanas. Los datos obtenidos según cada actividad, se evidencian en las siguientes tablas (ver Tablas de la 5 a la 12).

---

<sup>5</sup> La experiencia previa con videojuegos iba a ser un factor a medir en el diseño experimental, pero se descartó, debido a que ninguno de los participantes cumplía con una rutina constante en la práctica con los mismos.

## 6.1 Actividad de sutura

Para la actividad de sutura, la variable de respuesta tiempo de ejecución de la actividad fue la misma para todos los individuos, debido a que ninguno logró culminar la sutura de las seis (6) armellas, por lo tanto el límite de tiempo establecido (120 segundos) interrumpió la actividad.

Intentos Fallidos				
Nombre	Grupo	Estudiante	Semana	
			0	4
Participante 1	1	1	14	27
Participante 2	1	2	29	38
Participante 3	1	3	39	37
Participante 4	1	4	22	22
Participante 5	1	5	8	8
Participante 6	1	6	9	16
Participante 7	1	7	19	22
Participante 8	2	8	21	3
Participante 9	2	9	31	5
Participante 10	2	10	26	14
Participante 11	2	11	12	5
Participante 12	2	12	15	4
Participante 13	2	13	3	6
Participante 14	2	14	9	4

**Tabla 6: Resultados obtenidos intentos fallidos actividad de sutura**

Armellas Suturadas				
Nombre	Grupo	Estudiante	Semana	
			0	4
Participante 1	1	1	1	0
Participante 2	1	2	0	1
Participante 3	1	3	0	1
Participante 4	1	4	2	1
Participante 5	1	5	0	0
Participante 6	1	6	0	1
Participante 7	1	7	1	1
Participante 8	2	8	2	1
Participante 9	2	9	1	1
Participante 10	2	10	3	3
Participante 11	2	11	0	0
Participante 12	2	12	0	0
Participante 13	2	13	0	3
Participante 14	2	14	0	0

**Tabla 7: Resultados obtenidos armellas suturadas**



## 6.2 Actividad patrón de corte

Nombre	Tiempo			
	Grupo	Estudiante	Semana	
			0	4
Participante 1	1	1	02:24	04:00
Participante 2	1	2	01:55	01:18
Participante 3	1	3	02:47	02:53
Participante 4	1	4	02:08	02:10
Participante 5	1	5	03:35	02:36
Participante 6	1	6	01:30	01:05
Participante 7	1	7	02:53	01:46
Participante 8	2	8	01:15	00:45
Participante 9	2	9	01:18	01:17
Participante 10	2	10	02:42	01:17
Participante 11	2	11	04:00	03:01
Participante 12	2	12	01:40	01:39
Participante 13	2	13	02:09	01:11
Participante 14	2	14	01:00	00:40

Tabla 8: Resultados obtenidos tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte

Nombre	Número de dedos cortados			
	Grupo	Estudiante	Semana	
			0	4
Participante 1	1	1	5	2
Participante 2	1	2	5	5
Participante 3	1	3	5	5
Participante 4	1	4	5	5
Participante 5	1	5	5	5
Participante 6	1	6	5	5
Participante 7	1	7	5	5
Participante 8	2	8	5	5
Participante 9	2	9	5	5
Participante 10	2	10	5	5
Participante 11	2	11	4	5
Participante 12	2	12	5	5
Participante 13	2	13	5	5
Participante 14	2	14	5	5

Tabla 9: Resultados obtenidos número de dedos cortados patrón de corte

Nombre	Número de Intentos Fallidos			
	Grupo	Estudiante	Semana	
			0	4
Participante 1	1	1	4	18
Participante 2	1	2	6	12
Participante 3	1	3	9	16
Participante 4	1	4	8	2
Participante 5	1	5	4	12
Participante 6	1	6	10	8
Participante 7	1	7	12	8
Participante 8	2	8	4	0
Participante 9	2	9	5	6
Participante 10	2	10	11	7
Participante 11	2	11	16	11
Participante 12	2	12	6	3
Participante 13	2	13	1	0
Participante 14	2	14	2	0

Tabla 10: Resultados obtenidos número de intentos fallidos patrón de corte

### 6.3 Actividad coordinación mano-ojo

	Tiempo				
	Grupo	Estudiante	Mano	Semana	
				0	4
Participante 1	1	1	1	02:00	02:00
			2	02:00	02:00
Participante 2	1	2	1	01:43	01:47
			2	02:00	02:00
Participante 3	1	3	1	02:00	02:00
			2	02:00	02:00
Participante 4	1	4	1	02:00	01:19
			2	01:52	02:00
Participante 5	1	5	1	02:00	02:00
			2	02:00	02:00
Participante 6	1	6	1	02:00	01:59
			2	02:00	02:00
Participante 7	1	7	1	02:00	01:33
			2	02:00	01:54
Participante 8	2	8	1	02:00	02:00
			2	02:00	02:00
Participante 9	2	9	1	02:00	02:00
			2	02:00	01:58
Participante 10	2	10	1	01:48	00:59
			2	01:55	01:00
Participante 11	2	11	1	02:00	02:00
			2	02:00	01:44
Participante 12	2	12	1	02:00	01:54
			2	02:00	01:44
Participante 13	2	13	1	02:00	01:34
			2	02:00	01:33
Participante 14	2	14	1	01:27	00:55
			2	02:00	01:06

Tabla 11: Resultados obtenidos del tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo

	Número de Intentos fallidos				
	Grupo	Estudiante	Mano	Semana	
				0	4
Participante 1	1	1	1	6	16
			2	4	6
Participante 2	1	2	1	2	13
			2	6	14
Participante 3	1	3	1	3	6
			2	4	8
Participante 4	1	4	1	5	2
			2	2	14
Participante 5	1	5	1	8	20
			2	8	16
Participante 6	1	6	1	10	5
			2	6	11
Participante 7	1	7	1	5	3
			2	5	9
Participante 8	2	8	1	6	3
			2	5	7
Participante 9	2	9	1	2	8
			2	7	4
Participante 10	2	10	1	5	1
			2	4	0
Participante 11	2	11	1	6	0
			2	15	2
Participante 12	2	12	1	9	6
			2	7	3
Participante 13	2	13	1	5	3
			2	1	4
Participante 14	2	14	1	0	0
			2	14	1

Tabla 12: Resultados obtenidos del número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo

	Número de aros insertados				
	Grupo	Estudiante	Mano	Semana	
				0	4
Participante 1	1	1	1	7	6
			2	6	8
Participante 2	1	2	1	10	10
			2	9	8
Participante 3	1	3	1	2	6
			2	2	4
Participante 4	1	4	1	7	10
			2	10	8
Participante 5	1	5	1	3	4
			2	2	7
Participante 6	1	6	1	9	10
			2	7	9
Participante 7	1	7	1	7	10
			2	9	10
Participante 8	2	8	1	3	8
			2	7	6
Participante 9	2	9	1	7	9
			2	8	10
Participante 10	2	10	1	10	10
			2	10	10
Participante 11	2	11	1	6	10
			2	1	10
Participante 12	2	12	1	5	10
			2	7	10
Participante 13	2	13	1	6	10
			2	5	10
Participante 14	2	14	1	10	10
			2	2	10

Tabla 13: Resultados obtenidos del número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

A modo de resumen se presenta el promedio y la desviación estándar de cada grupo según los datos obtenidos en cada variable en el momento 1 y el momento 2 (ver Tabla 14).

		Actividad de Sutura				Actividad de Corte						Coordinación mano-ojo					
		Número de Intentos Fallidos		Número de armellas Suturadas		Tiempo de Corte		Número de dedos Cortados		Número de intentos fallidos Corte		Tiempo de ejecución		Número de Intentos Fallidos		Número de aros insertados	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
GRUPO 1	$\mu$	17,3	21,7	0,4	1,1	147,4	135,4	5,0	4,6	7,6	10,9	118,2	113,7	5,3	10,2	6,4	7,9
	$\sigma$	13,5	13,3	0,8	1,3	41,5	60,4	0,0	1,1	3,0	5,4	4,9	12,6	2,3	5,5	3,0	2,2
GRUPO 2	$\mu$	18,1	8,4	1,0	1,3	120,6	84,3	4,9	5,0	6,4	3,9	116,4	96,2	6,1	3,0	6,2	9,5
	$\sigma$	9,2	7,0	1,2	1,3	63,3	47,2	0,4	0,0	5,3	4,3	9,1	25,6	4,3	2,6	2,9	1,2

Tabla 14: Promedio y desviación estándar de cada variable de desempeño

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para dar cumplimiento al tercer objetivo específico, se analizaron los resultados obtenidos teniendo en cuenta el diseño experimental estadístico de medidas repetidas, puesto que la población objetivo se midió en un instante 1 y un instante 2, que tuvo lugar cuatro semanas después.

Con base en esto, se realizaron 8 ANOVAS o análisis de varianza, ya que las variables de respuesta en cada actividad eran diferentes y entre ellas no se pueden comparar. Así mismo se elaboraron los gráficos de perfil de las interacciones posibles para analizar el comportamiento de los datos y factores, que apoyaran la elaboración de conclusiones, objetivas y válidas.

Para hacer este análisis de datos se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS Versión 19 (IBM Corp., Estados Unidos) (Ver Anexo 8 “ANOVAS en SPSS”) y Minitab 16 (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, Estados Unidos) (Ver Anexo 9 “ANOVAS en Minitab”), con un nivel de confianza del 95% ya que según revisiones bibliográficas es el usado en estudios clínicos quirúrgicos (Manterola., et al. 2008).

### 7.1 Supuestos

Si bien un diseño de medidas repetidas se caracteriza por la no independencia de los resultados, dado que se miden las mismas unidades experimentales, se realizó para este experimento una aleatorización en cuanto al orden en que las mediciones fueron tomadas con el fin de no generar sesgos en la variable de respuesta.

#### 7.1.1 Aleatoriedad

Partiendo de lo anterior, se aleatorizaron los tratamientos por medio de la función “aleatorio de Excel”, generando 14 números aleatorios, los cuales se organizaron después de menor a mayor, arrojando de esta manera en orden en el que iban a ser medidos los aprendices médicos.

Por otro lado, como cada uno debía realizar tres actividades, también se aleatorizó el orden en la que ejecutaría cada una de ellas, realizando el mismo proceso mencionado anteriormente. La actividad de sutura era la número uno (1), la de corte era la número dos (2) y la de mano dominante era la número tres (3) (Ver Tabla 13).

Orden	Orden medición	Nombre	Aleatorio	Grupo	Aleatorizar Orden de medida de los tratamientos	Orden de las actividades asignadas
1	3	Participante 13	1	JUEGA	0,110267083	12 3 2 1
2	11	Participante 9	1	JUEGA	0,260965106	11 2 3 1
3	13	Participante 10	1	JUEGA	0,365244164	1 1 2 3
4	14	Participante 7	0	NO JUEGA	0,39681914	7 1 2 3
5	8	Participante 5	0	NO JUEGA	0,468378914	13 1 2 3
6	7	Participante 11	1	JUEGA	0,482250876	10 1 2 3
7	4	Participante 14	1	JUEGA	0,48644816	6 3 1 2
8	10	Participante 2	0	NO JUEGA	0,513694068	5 2 1 3
9	9	Participante 4	0	NO JUEGA	0,521505821	9 3 1 2
10	6	Participante 3	0	NO JUEGA	0,556069895	8 3 2 1
11	2	Participante 6	0	NO JUEGA	0,578738393	2 2 1 3
12	1	Participante 1	0	NO JUEGA	0,602833299	14 3 2 1
13	5	Participante 8	1	JUEGA	0,814953516	3 3 2 1
14	12	Participante 12	1	JUEGA	0,831014334	4 2 3 1

Tabla 15: Tabla de aleatorización de los tratamientos

## 7.2 Análisis estadístico de las actividades

Para el análisis estadístico de las actividades se ejecutaron 8 ANOVAS, teniendo en cuenta las variables de respuesta de cada una de las actividades; sin embargo el tiempo de ejecución de la actividad de sutura no se analizó, debido a que ninguno de los participantes terminó la actividad antes del tiempo límite, por lo cual se registraron 120 segundos para cada uno de los individuos.

Una vez arrojadas las conclusiones estadísticas por los ANOVAS comparando el P-valor con el nivel de significancia del 5%; se procedió al análisis de los gráficos de perfil que evidencian claramente el comportamiento de las variables.

### 7.2.1 Número de intentos fallidos para la actividad de sutura

#### 7.2.1.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Número de intentos fallidos cometidos por el sujeto k, en el grupo i, en el momento j en la actividad de sutura.

$\mu$ : Número promedio de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo i en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo i y el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$\gamma_{k(i)}$ : Efecto del sujeto k que se encuentra en el grupo de medición i, sobre el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura por el sujeto k, en el grupo i y el momento j.

### 7.2.1.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

Ho: El momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

Ha: El momento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

#### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\gamma_{k(i)} = 0 \forall ki$$

Ha: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \gamma_{k(i)} \neq 0 \forall ki$$

### 7.2.1.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for Medida, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos(Entrena)	12	1760,57	1760,57	146,71	4,99	0,005
Entrena	1	825,14	825,14	825,14	5,62	0,035
Momento	1	75,57	75,57	75,57	2,57	0,135
Entrena*Momento	1	401,29	401,29	401,29	13,64	0,003
Error	12	353,14	353,14	29,43		
Total	27	3415,71				

Tabla 16: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos de la actividad de sutura

Con base en los valores P dados en la tabla 16, se puede concluir que

- Se rechaza  $H_0$  para los sujetos, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, si tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.
- Se rechaza  $H_0$  para el grupo, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo  $i$ , si tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.
- No se rechaza  $H_0$  para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos en la actividad de sutura.
- Se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , si tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad de sutura.

#### 7.2.1.4 Gráficos de Perfil<sup>6</sup>

En la ilustración 14 en el primer gráfico de perfil, se puede observar que los participantes del grupo 1 o grupo control (Entrenamiento 1) tendieron a cometer en promedio más errores en la segunda medición, debido a que su pendiente es creciente; contrariamente del grupo 2 o grupo de intervención (Entrenamiento 2) que cometieron en promedio menos intentos fallidos en la actividad de sutura.

En el primer momento, donde fueron evaluadas las habilidades básicas para cirugía laparoscópica y ningún participante había entrenado, el margen de diferencia no es tan alto, debido a que ninguno de los individuos tenía una rutina específica con videojuegos. Sin embargo esta diferencia se vio acrecentada en el momento 2, en el cual los aprendices médicos que entrenaron con videojuegos mejoraron significativamente y cometieron menos intentos fallidos en la actividad de sutura.

De igual forma, en el segundo gráfico de la Ilustración 14 se evidencia la interacción que existe entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , ya que se cruzan las rectas. La recta del momento 1 tiene una pendiente muy pequeña, por lo cual se podría concluir que inicialmente los estudiantes de ambos grupos, tendían a cometer en promedio el mismo número de errores en la actividad de sutura.

Lo anterior refleja, para esta actividad en particular, que el entrenamiento con el juego Marblemania sí permitió disminuir de manera significativa el número de intentos fallidos.

---

<sup>6</sup> En estos gráficos el factor entrenamiento se refiere al grupo, por lo tanto, entrenamiento 1 hace referencia al Grupo 1 o Grupo Control y Entrenamiento 2 al Grupo 2 o Grupo de intervención.

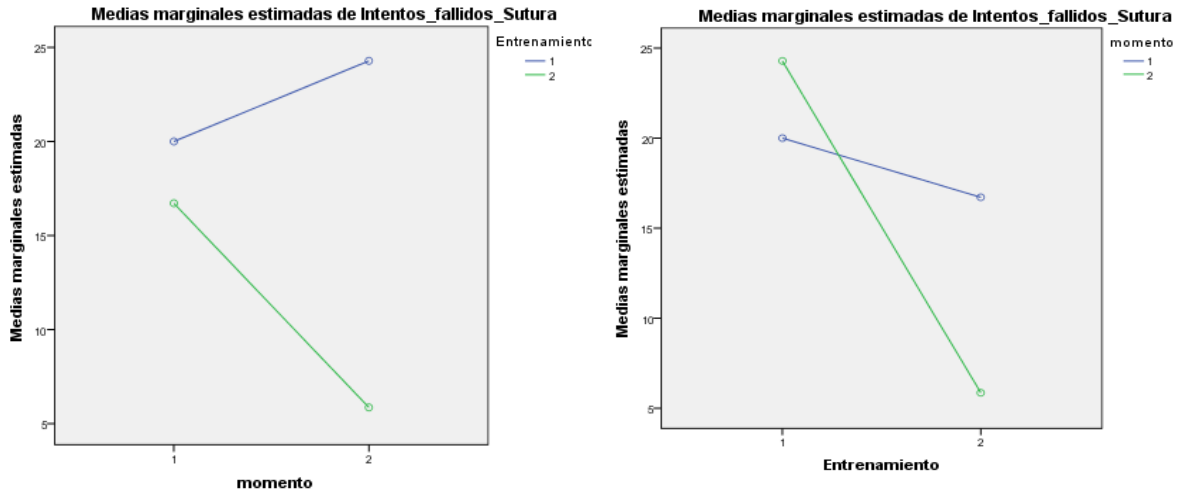


Ilustración 14: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos en la actividad de sutura

## 7.2.2 Armellas suturadas para la actividad de sutura

### 7.2.2.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Número armellas suturadas por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$ , en el momento  $j$  en la actividad de sutura.

$\mu$ : Número promedio de armellas suturadas.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$\gamma_{k(i)}$ : Efecto del sujeto  $k$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , sobre el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$  y el momento  $j$ .

### 7.2.2.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

$H_0$ : El momento no tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

$H_a$ : El momento tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

$H_0$ : No existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.



$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\gamma_{k(i)} = 0 \forall ki$$

Ha: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, tienen un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

$$\text{Al menos un } \gamma_{k(i)} \neq 0 \forall ki$$

### 7.2.2.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for Medida, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujeto(Entrena)	12	17,7143	17,7143	1,4762	2,48	0,065
Entrena	1	0,8929	0,8929	0,8929	0,60	0,452
Momento	1	0,3214	0,3214	0,3214	0,54	0,477
Entrena*Momento	1	0,0357	0,0357	0,0357	0,06	0,811
Error	12	7,1429	7,1429	0,5952		
Total	27	26,1071				

Tabla 17: ANOVA para la variable de desempeño, número de armellas suturadas para la actividad de sutura

Con base en los valores P dados en la tabla 17, se puede concluir que:

- No se rechaza Ho para los sujetos, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.
- No se rechaza Ho para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.
- No se rechaza Ho para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de armellas suturadas en la actividad de sutura.

#### 7.2.2.4 Gráficos de Perfil

En la ilustración 15, en el primer gráfico de perfil para la variable número de armellas suturadas, se evidencia que a pesar de que las hipótesis nulas no se rechazaron, se ve que en el momento 1 y 2 los individuos del grupo de intervención (Entrenamiento 2) suturaron en promedio más armellas que los del grupo control (Entrenamiento 1). Sin embargo la mejoría en el segundo momento, fue más evidente en el Grupo de intervención aunque el efecto no es suficientemente significativo, para rechazar la hipótesis nula. Esto se puede observar debido a que la diferencia es más alta en el Grupo 2 del primer al segundo momento.

En el segundo gráfico de perfil de la ilustración 15, se puede observar que los dos grupos mejoraron en el momento 2 ya que las rectas son crecientes, sin embargo este cambio es más contundente en el Grupo de intervención (Entrenamiento 2) ya que su pendiente está más inclinada.

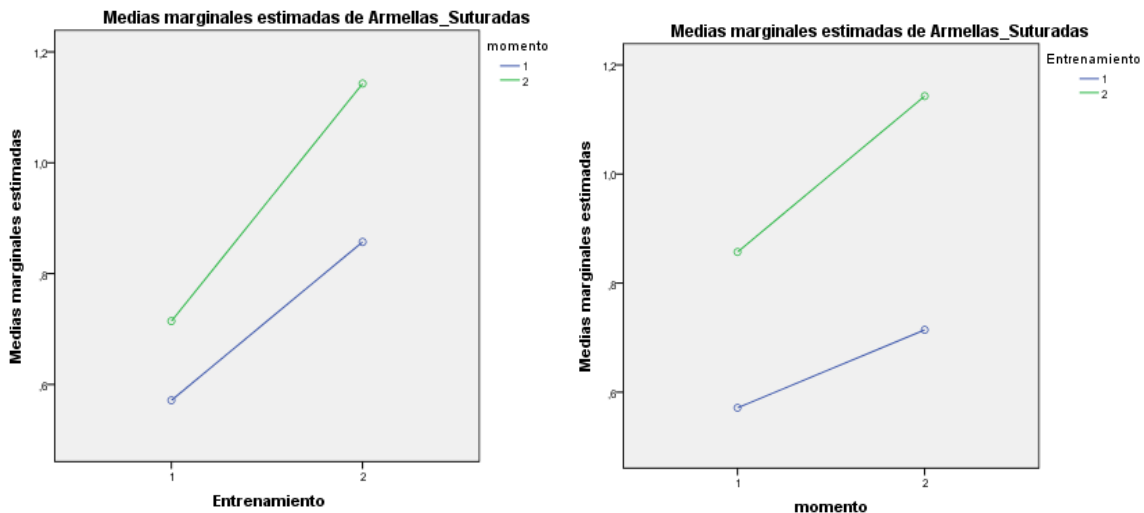


Ilustración 15: Gráficos de perfil para el número de armellas suturadas para la actividad de sutura

### 7.2.3 Tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte

#### 7.2.3.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte, por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$ , en el momento  $j$ .

$\mu$ : Tiempo promedio de ejecución de la actividad patrón de corte.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$\gamma_{k(i)}$ : Efecto del sujeto  $k$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , sobre el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte, por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$  y el momento  $j$ .

### 7.2.3.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

Ho: El momento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

Ha: El momento tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

#### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, no tienen un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\gamma_{k(i)} = 0 \forall ki$$

Ha: Los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, tienen un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \gamma_{k(i)} \neq 0 \forall ki$$

### 7.2.3.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos(Entrena)	12	57471	57471	4789	4,72	0,006
Entrena	1	10647	10647	10647	2,22	0,162
Momento	1	4080	4080	4080	4,02	0,068
Entrena*Momento	1	1032	1032	1032	1,02	0,333
Error	12	12184	12184	1015		
Total	27	85414				

Tabla 18: ANOVA para la variable de desempeño, tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte

Con base en los valores P dados en la tabla 18, se puede concluir que:

- Se rechaza  $H_0$  para los sujetos, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, si tienen un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.
- No se rechaza  $H_0$  para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.
- No se rechaza  $H_0$  para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte.

### 7.2.3.4 Gráficos de Perfil

En el primer gráfico de perfil del tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte (Ver ilustración 16) se puede observar que los dos grupos en la medición 2 mejoraron su tiempo de respuesta, ya que en promedio se demoraron menos. De esta manera este gráfico de perfil sugiere cierta mejoría para los que sí entrenaron ya que el tiempo de ejecución más rápido lo consiguió el Grupo de intervención en el momento 2. Aun así, la diferencia no es suficiente para que estadísticamente se pueda afirmar esto, debido a que las hipótesis nulas no se rechazaron.

De igual forma, en el segundo gráfico de perfil de la ilustración 16 se puede observar que el grupo de intervención (Entrena 2), tuvo una mejora más evidente en el tiempo de respuesta ya que la recta es más inclinada. Sin embargo, según en el ANOVA el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo con  $\alpha = 5\%$  en la variable de respuesta tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte, debido a que la hipótesis nula no se rechazó.

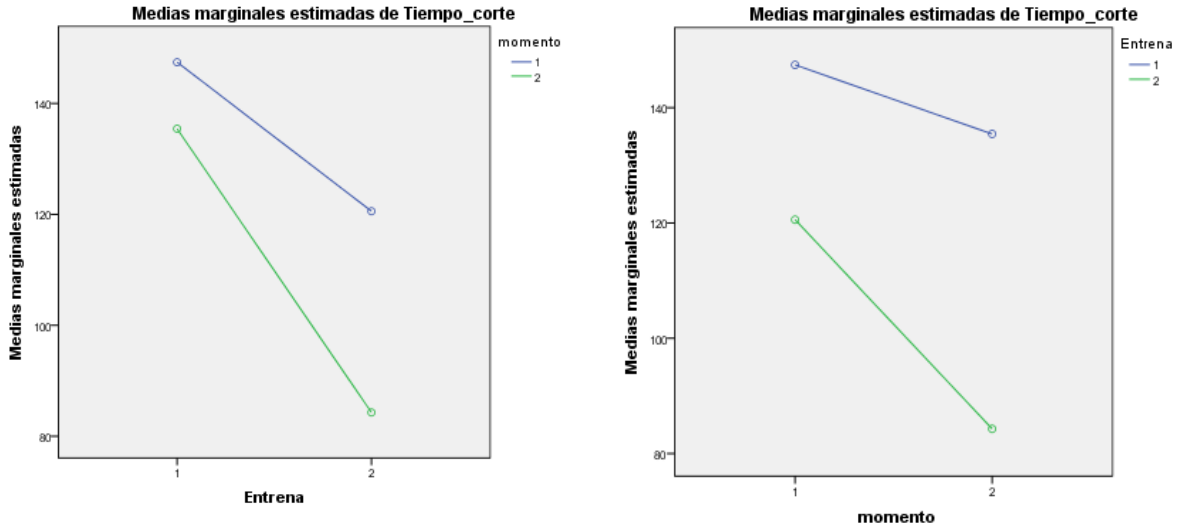


Ilustración 16: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte

## 7.2.4 Número de dedos cortados patrón de corte

### 7.2.4.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Número de dedos cortados en la actividad patrón de corte, por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$ , en el momento  $j$ .

$\mu$ : Número promedio de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$\gamma_{k(i)}$ : Efecto del sujeto  $k$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , sobre el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

### 7.2.4.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

$H_0$ : El momento no tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

$H_a$ : El momento tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\gamma_{k(i)} = 0 \forall ki$$

Ha: Los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, tienen un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \gamma_{k(i)} \neq 0 \forall ki$$

### 7.2.4.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for DedosCortados, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos(Entrena)	12	4,2857	4,2857	0,3571	1,00	0,500
Entrena	1	0,1429	0,1429	0,1429	0,40	0,539
Momento	1	0,1429	0,1429	0,1429	0,40	0,539
Entrena*Momento	1	0,5714	0,5714	0,5714	1,60	0,230
Error	12	4,2857	4,2857	0,3571		
Total	27	9,4286				

Tabla 19: ANOVA para la variable de desempeño, número de dedos cortados en la actividad patrón de corte

Con base en los valores P dados en la tabla 19, se puede concluir que:

- No se rechaza Ho para los sujetos, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos  $k$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

- No se rechaza  $H_0$  para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.
- No se rechaza  $H_0$  para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de dedos cortados en la actividad patrón de corte.

#### 7.2.4.4 Gráficos de Perfil

En el primer gráfico de perfil de la ilustración 17, se puede observar que en el momento 1 el grupo control cortó más dedos que el Grupo de intervención. Sin embargo en el momento 2 ocurrió lo contrario y los del grupo de intervención evidenciaron una mejora en esta variable de respuesta, mientras que el grupo control desmejoró.

Consecuentemente, en el segundo gráfico de perfil (Ver ilustración 17) se observa que el Grupo control – Entrena 1, cortó más dedos en el momento 1 que en el momento 2, contrariamente del Grupo de intervención que el momento 2 mejoró la efectividad en el corte, puesto que cortó en promedio más dedos. Sin embargo este gráfico demuestra que al grupo control en el momento 1 se le facilitó más la actividad que al Grupo de intervención ya que los resultados obtenidos fueron mejores; casi que se puede ver que el Grupo de intervención en el momento 2 alcanzó a cortar en promedio, el mismo número de dedos que el Grupo Control en el momento 1.

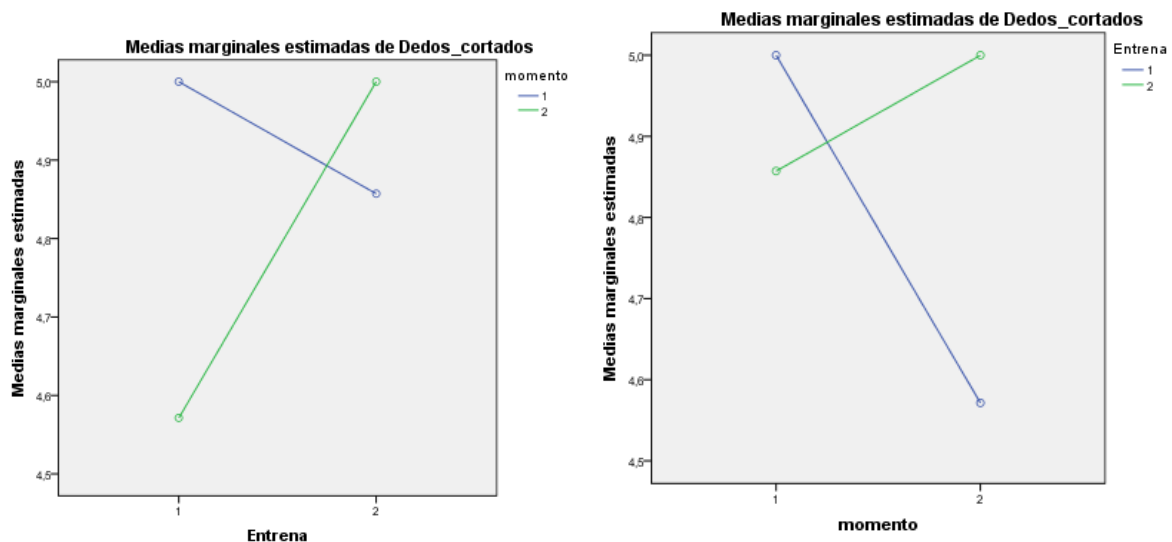


Ilustración 17: Gráficos de perfil para el número de dedos cortados de la actividad patrón de corte

## 7.2.5 Número de intentos fallidos patrón de corte

### 7.2.5.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte, por el sujeto  $k$ , en el grupo  $i$ , en el momento  $j$ .

$\mu$ : Número promedio de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$\gamma_{k(i)}$ : Efecto del sujeto  $k$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , sobre el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$\varepsilon_{ijk}$ : Error aleatorio en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

### 7.2.5.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

$H_0$ : El momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

$H_a$ : El momento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

$H_0$ : No existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

$H_a$ : Existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

#### Inter-Sujetos

$H_0$ : El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

$H_a$ : El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.



$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\gamma_{k(i)} = 0 \forall ki$$

Ha: Los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

$$\text{Al menos un } \gamma_{k(i)} \neq 0 \forall ki$$

### 7.2.5.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos(Entrena)	12	335,57	335,57	27,96	1,91	0,138
Entrena	1	116,04	116,04	116,04	4,15	0,064
Momento	1	0,89	0,89	0,89	0,06	0,809
Entrena*Momento	1	60,04	60,04	60,04	4,10	0,066
Error	12	175,57	175,57	14,63		
Total	27	688,11				

Tabla 20: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte

Con base en los valores P dados en la tabla 20, se puede concluir que:

- No se rechaza Ho para los sujetos, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos k medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.
- No se rechaza Ho para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.
- No se rechaza Ho para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.
- No se rechaza Ho para la interacción entre el grupo i y el momento j, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad patrón de corte.

### 7.2.5.4 Gráficos de Perfil

En el primer gráfico de perfil de la ilustración 18 se evidencia que en el momento 1 los dos grupos tenían en promedio casi la misma habilidad para no cometer errores en la actividad de corte, puesto que la línea es casi horizontal. Así mismo, en el momento 2 se observa que el Grupo control cometió en promedio,

más intentos fallidos en la actividad de corte que el Grupo de intervención. Acá se observa que en el momento 2, el grupo de intervención mejoró, mientras que el grupo control desmejoró.

Adicionalmente en el segundo gráfico de perfil (Ver ilustración 18) se observa que en la actividad de corte el grupo control cometió más intentos fallidos en el momento 2 que en el momento 1. Contrariamente el grupo de intervención cometió menos errores en el momento 2. En la medición inicial se evidencia que los participantes de ambos grupos tienen la misma en la actividad de corte con respecto a los errores que cometen, pues en el momento 1, las rectas empiezan casi en el mismo valor, mientras que en el momento 2, este margen se agranda considerablemente, pues el Grupo de intervención minimiza esta variable de respuesta y el Grupo control la maximiza.

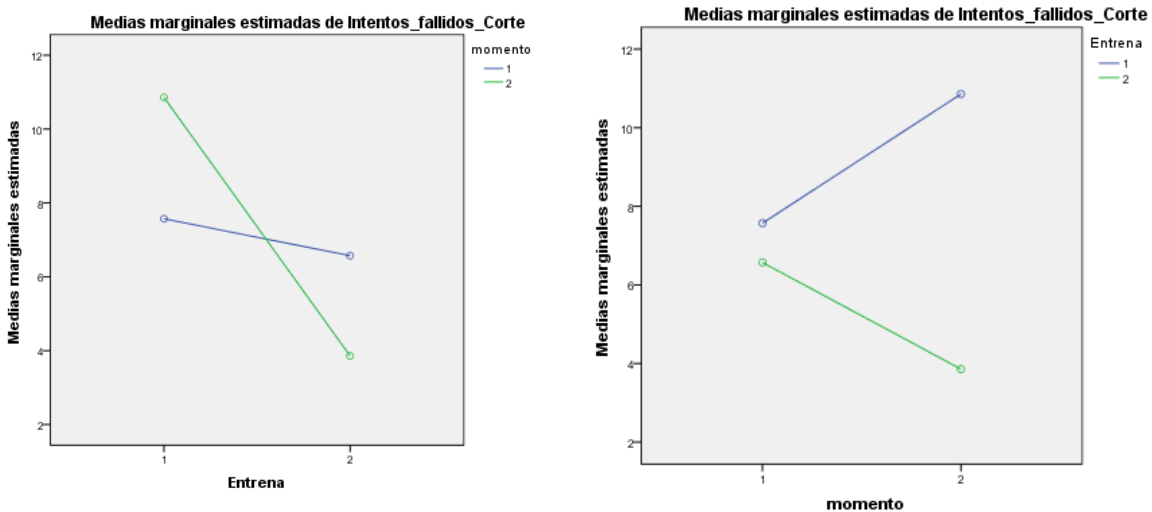


Ilustración 18: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte

## 7.2.6 Tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo

### 7.2.6.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \gamma_{l(i)} + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : Tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo, por el sujeto  $l$ , en el grupo  $i$ , en el momento  $j$  y con la mano  $k$ .

$\mu$ : Tiempo promedio de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$\delta_k$ : Efecto que tiene la mano  $k$  en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$\gamma_{l(i)}$ : Efecto del sujeto  $l$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , sobre el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\delta)_{ik}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$(\beta\delta)_{jk}$ : Efecto de la interacción entre el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta\delta)_{ijk}$ : Efecto de la interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$\varepsilon_{ijkl}$ : Error aleatorio en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

### 7.2.6.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

Ho: El momento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

Ha: El momento tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\beta\delta)_{jk} = 0 \forall jk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\beta\delta)_{jk} \neq 0 \forall jk$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta\delta)_{ijk} = 0 \forall ijk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta\delta)_{ijk} \neq 0 \forall ijk$$

Ho: La mano k usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\delta_k = 0 \forall k$$

Ha: La mano k usada en la ejecución de la actividad, tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \delta_k \neq 0 \forall k$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\delta)_{ik} = 0 \forall ik$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\delta)_{ik} \neq 0 \forall ik$$

### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\gamma_{l(i)} = 0 \forall li$$

Ha: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \gamma_{l(i)} \neq 0 \forall li$$

### 7.2.6.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for Medida, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos (Entrena Mano)	24	7749,1	7749,1	322,9	2,13	0,035
Entrena	1	1301,8	1301,8	1301,8	4,03	0,056
Momento	1	2137,8	2137,8	2137,8	14,07	0,001
Mano	1	208,3	208,3	208,3	0,65	0,430
Entrena*Momento	1	864,3	864,3	864,3	5,69	0,025
Entrena*Mano	1	68,6	68,6	68,6	0,21	0,649
Momento*Mano	1	1,8	1,8	1,8	0,01	0,915
Entrena*Momento*Mano	1	274,6	274,6	274,6	1,81	0,191
Error	24	3646,6	3646,6	151,9		
Total	55	16252,9				

Tabla 21: ANOVA para la variable de desempeño, tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo

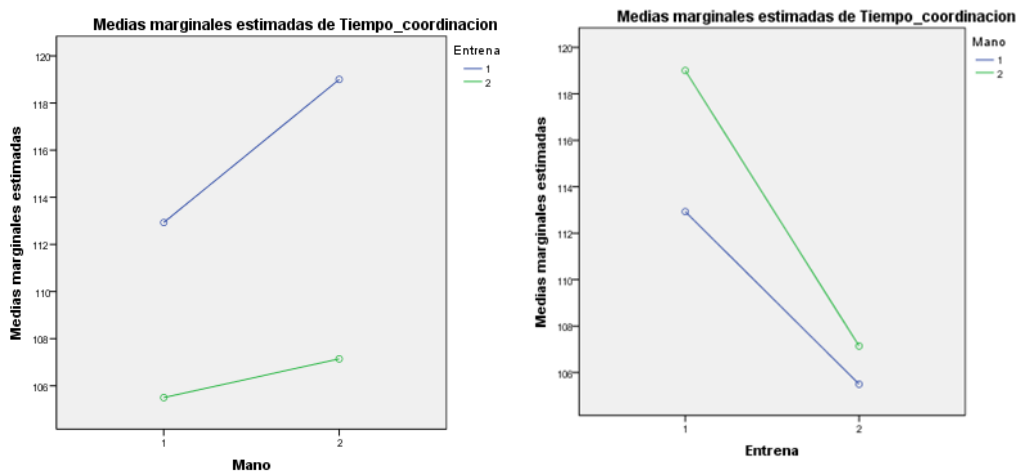
Con base en los valores P dados en la tabla 21, se puede concluir que:

- Se rechaza  $H_0$  para los sujetos, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos  $i$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- Se rechaza  $H_0$  para el momento, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la mano, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que la mano  $k$  usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- Se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el momento  $j$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo.

### 7.2.6.4 Gráficos de Perfil<sup>7</sup>

En el primer gráfico de perfil de la ilustración 19 se evidencia que ambos grupos tienen más destreza con la mano dominante (mano 1), puesto que ejecutan la actividad en menor tiempo. Aun así la pendiente de la recta del grupo control es más alta, lo cual quiere decir que existe un margen más grande de tiempo entre la mano dominante y la no dominante. Mientras que en el Grupo de intervención, las habilidades de reacción rápida con las manos son más parejas pues la recta no es tan inclinada.

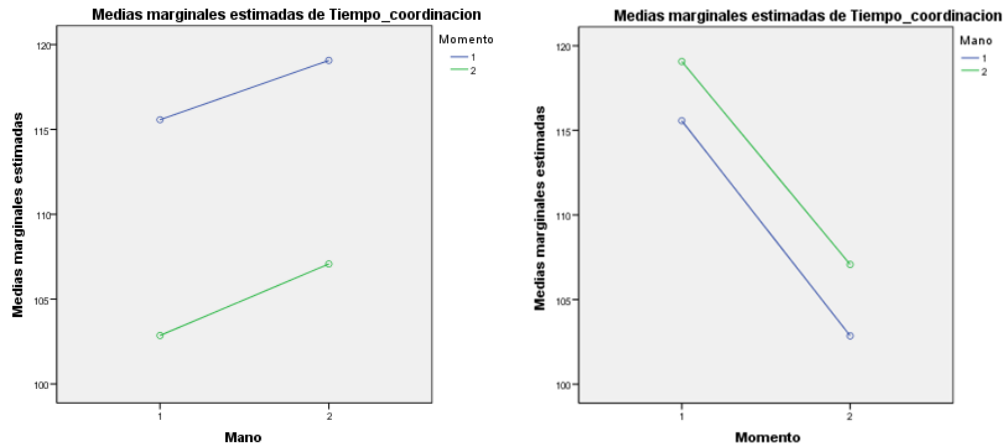
En el segundo gráfico de perfil (ver Ilustración 19) se muestra que los grupos dominan con más destreza la mano dominante (mano 1), puesto que con ella, logran tiempos de respuesta más rápidos y efectivos. Con la mano no dominante (mano 2) los tiempos de respuesta fueron más elevados, más sin embargo el grupo de intervención obtuvo en promedio un menor tiempo que el Grupo control (Entrena 1) con ambas manos.



**Ilustración 19: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo**

En los gráficos de perfil de la ilustración 20 se evidencia que en el momento 1, la mano dominante obtiene el mejor tiempo en promedio con respecto a la otra mano y el momento 2 ya que la actividad se ejecuta más rápido. Igualmente en este gráfico de perfil se observa que los participantes son un poco más ágiles con la mano dominante, pues lograron tiempos de ejecución menores. Globalmente los tiempos en el momento 1 fueron más altos que en el momento 2 para ambas manos.

<sup>7</sup> En estos gráficos el factor entrenamiento se refiere al grupo, por lo tanto, entrenamiento 1 hace referencia al Grupo 1 o Grupo Control y Entrenamiento 2 al Grupo 2 o Grupo Wii y la mano 1 hace referencia a la mano dominante y la mano 2 a la no dominante.

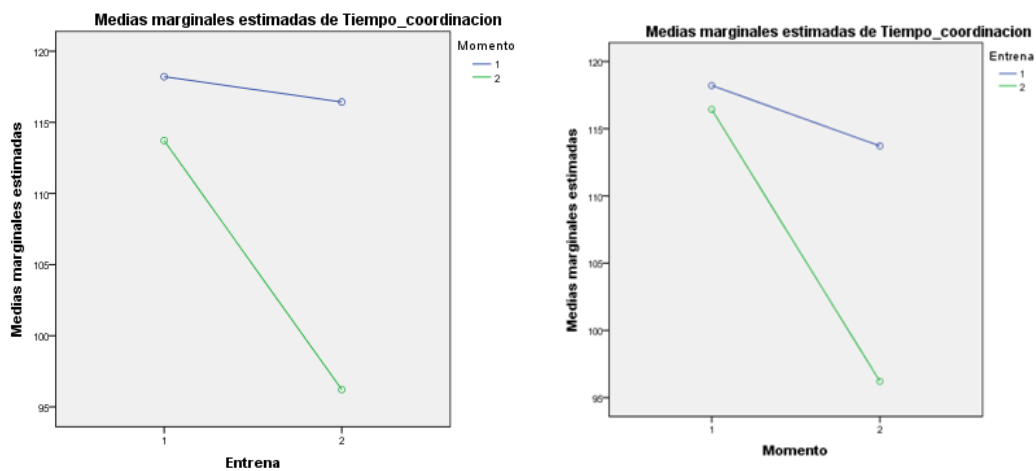


**Ilustración 20: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo**

En los gráficos de perfil de la ilustración 21 se observa que ambos grupos ejecutaron la actividad coordinación mano-ojo más rápido en el momento 2; por lo cual se puede evidenciar que con respecto al momento 1 presentaron mejoría. Aun así la variación es más grande en el grupo de intervención, en donde los participantes ejecutaron la actividad en un tiempo muy pequeño durante el momento 2, por lo tanto se refleja una mejora significativa.

La recta del momento 1 presenta claramente que ambos grupos obtuvieron en promedio el mismo tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo puesto que la línea es casi horizontal. Es quizás por esto que la interacción entre el grupo y el momento en el tiempo de ejecución de esta actividad tiene un efecto significativo con un nivel de confianza del 95%.

Estos gráficos de perfil evidencian de manera general que los dos grupos mejoraron en el tiempo de reacción en el momento 2 debido a que ejecutaron las actividad más rápido y es por ello que la pendiente es decreciente. Sin embargo el cambio a través del tiempo fue más radical en el Grupo de intervención (Entrena 2) ya que en el momento 2 ejecutaron la actividad coordinación mano-ojo en un tiempo muy corto.



**Ilustración 21: Gráficos de perfil para el tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo**

## 7.2.7 Número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo.

### 7.2.7.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \gamma_{l(i)} + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : Número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo, por el sujeto  $l$ , del grupo  $i$ , en el momento  $j$  y con la mano  $k$ .

$\mu$ : Número promedio de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo  $i$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$\delta_k$ : Efecto que tiene la mano  $k$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$\gamma_{l(i)}$ : Efecto del sujeto  $l$  que se encuentra en el grupo de medición  $i$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\delta)_{ik}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\beta\delta)_{jk}$ : Efecto de la interacción entre el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta\delta)_{ijk}$ : Efecto de la interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$\varepsilon_{ijkl}$ : Error aleatorio en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

### 7.2.7.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

$H_0$ : El momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

$H_a$ : El momento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

$H_0$ : No existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

$H_a$ : Existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$



Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\beta\delta)_{jk} = 0 \forall jk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\beta\delta)_{jk} \neq 0 \forall jk$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta\delta)_{ijk} = 0 \forall ijk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta\delta)_{ijk} \neq 0 \forall ijk$$

Ho: La mano k usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\delta_k = 0 \forall k$$

Ha: La mano k usada en la ejecución de la actividad, tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \delta_k \neq 0 \forall k$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\delta)_{ik} = 0 \forall ik$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\delta)_{ik} \neq 0 \forall ik$$

### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\gamma_{l(i)} = 0 \forall li$$

Ha: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \gamma_{l(i)} \neq 0 \forall li$$

### 7.2.7.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for Medida, using Adjusted SS for Tests							
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Sujetos(Entrena Mano)	24	383,43	383,43	15,98	1,07	0,439	
Entrena	1	141,45	141,45	141,45	8,85	0,007	
Momento	1	11,16	11,16	11,16	0,74	0,397	
Mano	1	15,02	15,02	15,02	0,94	0,342	
Entrena*Momento	1	228,02	228,02	228,02	15,21	0,001	
Entrena*Mano	1	2,16	2,16	2,16	0,14	0,716	
Momento*Mano	1	0,16	0,16	0,16	0,01	0,918	
Entrena*Momento*Mano	1	24,45	24,45	24,45	1,63	0,214	
Error	24	359,71	359,71	14,99			
Total	55	1165,55					

**Tabla 22: ANOVA para la variable de desempeño, número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo**

Con base en los valores P dados en la tabla 22, se puede concluir que:

- No se Ho para los sujetos, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- Se rechaza Ho para el grupo, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento si tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza Ho para el momento, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza Ho para la mano, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que la mano usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- Se rechaza Ho para la interacción entre el grupo i y el momento j, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que si existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza Ho para la interacción entre el grupo i y la mano k, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza Ho para la interacción entre el momento j y la mano k, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza Ho para la interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un

efecto significativo de interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo.

#### 7.2.7.4 Gráficos de Perfil

En los gráficos de perfil de la ilustración 22 se observa que los dos grupos cometen menos errores en promedio con la mano dominante (Mano 1) aunque no sea mucha la diferencia, puesto que la pendiente es muy pequeña. Igualmente se puede observar que el Grupo de intervención – Entrena 2, comete menos intentos fallidos con cada una de las manos que el Grupo control. Sin embargo el mejor puntaje se dio en el Grupo de intervención con la mano dominante.

En el segundo gráfico de perfil de la ilustración 22 se evidencia que los grupos cometen menos intentos fallidos con la mano dominante, debido a que la recta que representa la mano 1 está debajo de la recta verde de la mano 2; por lo cual se podría intuir que los participantes tienen mayor destreza para evitar cometer errores con esta mano.

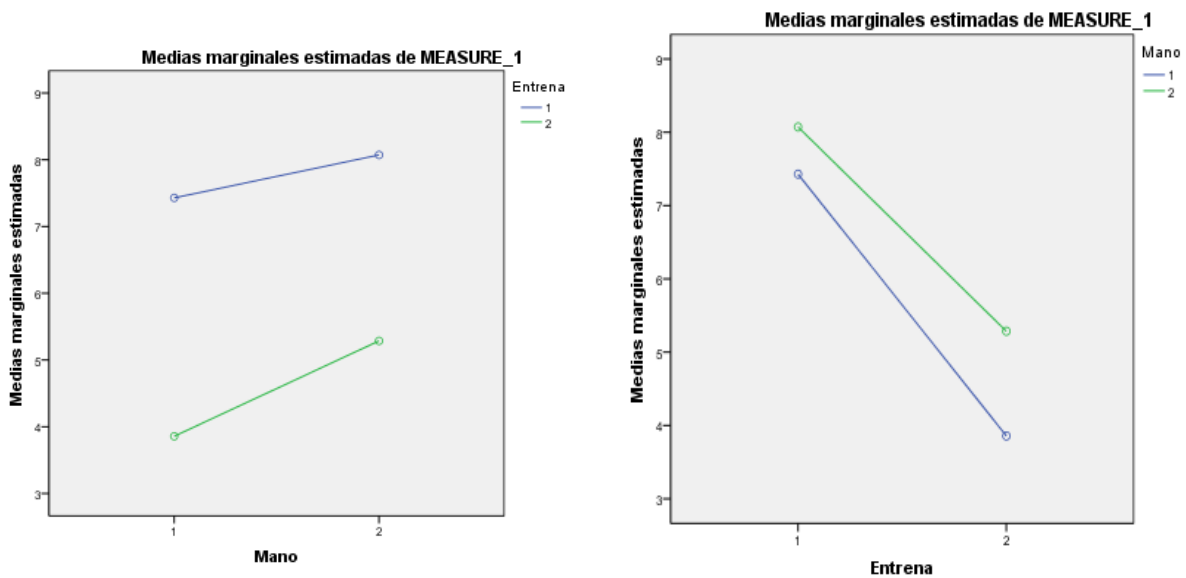
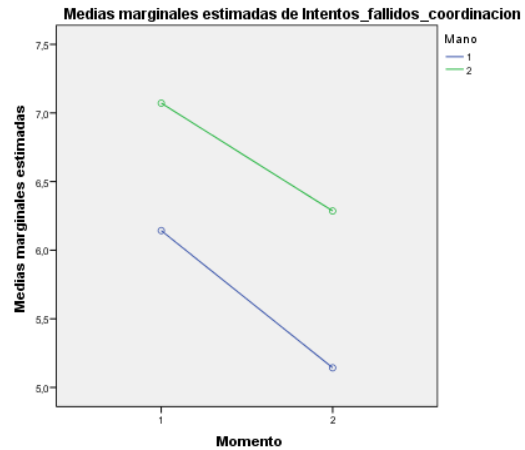
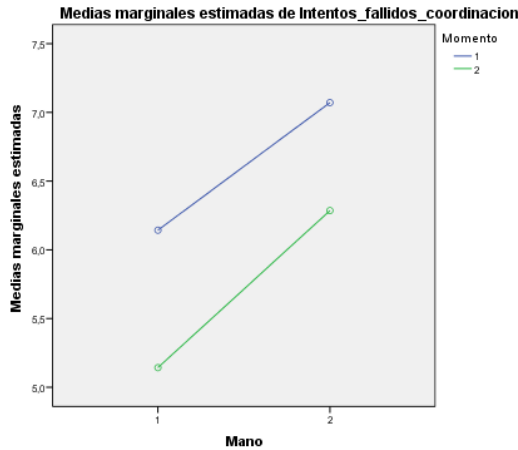


Ilustración 22: Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo

Los participantes cometieron menos intentos fallidos a través del tiempo con la mano dominante (mano 1) como se evidencia en los gráficos de perfil de la ilustración 23. En el momento 1 los participantes cometieron más intentos fallidos que en el momento 2 con ambas manos.

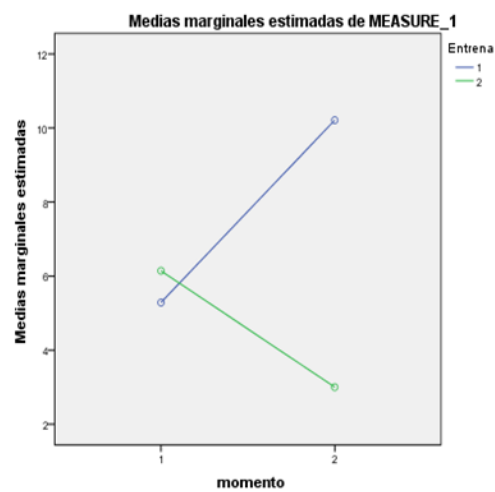
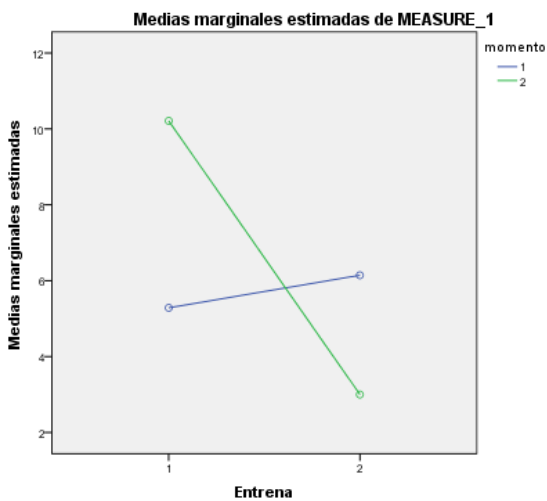
Los participantes del experimento, cometieron menos intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo con la mano 1, ya que la recta se encuentra por debajo de la que representa la mano no dominante – mano 2 (recta verde). Adicionalmente se observa que en el momento 1, los participantes cometieron más errores con ambas manos y en el momento 2 cometieron menos intentos fallidos en esta actividad, lo cual demuestra gráficamente que entrenar con el videojuego Marblemania tuvo un efecto significativo en la mejora de esta variable de desempeño en el grupo de intervención.



**Ilustración 23:** Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo

En la ilustración 24 se evidencia en los gráficos de perfil que evalúan los factores grupo momento, presentan una interacción entre el momento y el grupo ya que las rectas se cruzan. Sin embargo a nivel general se puede observar que los participantes de ambos grupos cometieron casi los mismos intentos fallidos en la actividad en el momento 1 ya que la línea es casi horizontal debido a que la diferencia es muy pequeña. Aun así en el momento 2, el grupo control (Entrena 1) cometió en promedio muchos más intentos fallidos que el Grupo de intervención (Entrena 2) puesto que su pendiente es muy inclinada.

De igual forma esta ilustración 24 evidencia que el Grupo control - Entrena 1 comete más errores en promedio en el momento 2, contrariamente de lo que sucede en el Grupo de intervención – Entrena 2, el cual comete más errores en el momento 1. Adicionalmente se observa que en el momento 1 los participante están propensos a cometer en promedio la misma cantidad de errores en la actividad coordinación mano-ojo ya que las rectas comienzan casi desde el mismo punto, sin embargo este pequeño margen de diferencia se da porque el Grupo Control comete menos intentos fallidos en promedio en el momento 1 en contraste con el Grupo de intervención – Entrena 2.



**Ilustración 24:** Gráficos de perfil para el número de intentos fallidos cometidos en la actividad coordinación mano-ojo

## 7.2.8 Número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

### 7.2.8.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \gamma_{l(i)} + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : Número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo, por el sujeto l, del grupo i, en el momento j y con la mano k.

$\mu$ : Número promedio de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

$\alpha_i$ : Efecto que tiene el grupo i en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$\beta_j$ : Efecto que tiene el momento j en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$\delta_k$ : Efecto que tiene la mano k en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$\gamma_{l(i)}$ : Efecto del sujeto l que se encuentra en el grupo de medición i, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el grupo i y el momento j, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\delta)_{ik}$ : Efecto de la interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\beta\delta)_{jk}$ : Efecto de la interacción entre el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$(\alpha\beta\delta)_{ijk}$ : Efecto de la interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$\varepsilon_{ijkl}$ : Error aleatorio en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

### 7.2.8.2 Pruebas de Hipótesis

#### Intra-Sujetos

$H_0$ : El momento no tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\beta_j = 0 \forall j$$

$H_a$ : El momento tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \beta_j \neq 0 \forall j$$

$H_0$ : No existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta)_{ij} = 0 \forall ij$$

$H_a$ : Existe un efecto significativo de interacción del grupo i y el momento j en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \forall ij$$

$H_0$ : No existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\beta\delta)_{jk} = 0 \forall jk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\beta\delta)_{jk} \neq 0 \forall jk$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\beta\delta)_{ijk} = 0 \forall ijk$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i, el momento j y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\beta\delta)_{ijk} \neq 0 \forall ijk$$

Ho: La mano k usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\delta_k = 0 \forall k$$

Ha: La mano k usada en la ejecución de la actividad, tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \delta_k \neq 0 \forall k$$

Ho: No existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$(\alpha\delta)_{ik} = 0 \forall ik$$

Ha: Existe un efecto significativo de interacción entre el grupo i y la mano k, en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } (\alpha\delta)_{ik} \neq 0 \forall ik$$

### Inter-Sujetos

Ho: El grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\alpha_i = 0 \forall i$$

Ha: El grupo de entrenamiento tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \alpha_i \neq 0 \forall i$$

Ho: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, no tienen un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\gamma_{l(i)} = 0 \forall li$$

Ha: Los sujetos l medidos en el grupo i correspondiente, tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

$$\text{Al menos un } \gamma_{l(i)} \neq 0 \forall li$$

### 7.2.8.3 ANOVA General

Este ANOVA se ejecutó con un nivel de significancia del 5%, por lo tanto  $\alpha = 0.05$

Analysis of Variance for Medida, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Sujetos(Entrena Mano)	24	215,429	215,429	8,976	2,57	0,012
Entrena	1	7,143	7,143	7,143	0,80	0,381
Momento	1	77,786	77,786	77,786	22,30	0,000
Mano	1	1,786	1,786	1,786	0,20	0,660
Entrena*Momento	1	12,071	12,071	12,071	3,46	0,075
Entrena*Mano	1	0,643	0,643	0,643	0,07	0,791
Momento*Mano	1	0,286	0,286	0,286	0,08	0,777
Entrena*Momento*Mano	1	1,143	1,143	1,143	0,33	0,572
Error	24	83,714	83,714	3,488		
Total	55	400,000				

**Tabla 23: ANOVA para la variable de desempeño, número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo**

Con base en los valores P dados en la tabla 23, se puede concluir que:

- Se rechaza  $H_0$  para los sujetos, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que los sujetos  $i$  medidos en el grupo  $i$  correspondiente, si tienen un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para el grupo, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el grupo de entrenamiento no tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- Se rechaza  $H_0$  para el momento, debido a que el P-valor es menor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que el momento  $j$  si tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la mano, debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que la mano  $k$  usada en la ejecución de la actividad, no tiene un efecto significativo en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y el momento  $j$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción del grupo  $i$  y el momento  $j$  en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el grupo  $i$  y la mano  $k$ , en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el momento  $j$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.
- No se rechaza  $H_0$  para la interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , debido a que el P-valor es mayor que el nivel de significancia. Con  $\alpha = 5\%$  se puede concluir que no existe un efecto significativo de interacción entre el grupo  $i$ , el momento  $j$  y la mano  $k$ , en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo.

#### 7.2.8.4 Gráficos de Perfil

En los gráficos de perfil de la ilustración 25 se evidencia claramente que el Grupo de intervención insertó en promedio más aros que el grupo control, debido a que su recta se encuentra por encima. El mayor número de aros insertados la tuvo en Grupo de intervención con la mano dominante (mano-1) debido a que su efectividad disminuyó con la no dominante y esto se observa en la pendiente de la recta, puesto que está inclinada. Por el contrario el grupo control, obtuvo en promedio casi el mismo resultado con ambas manos ya que la pendiente de la recta azul es mínima.

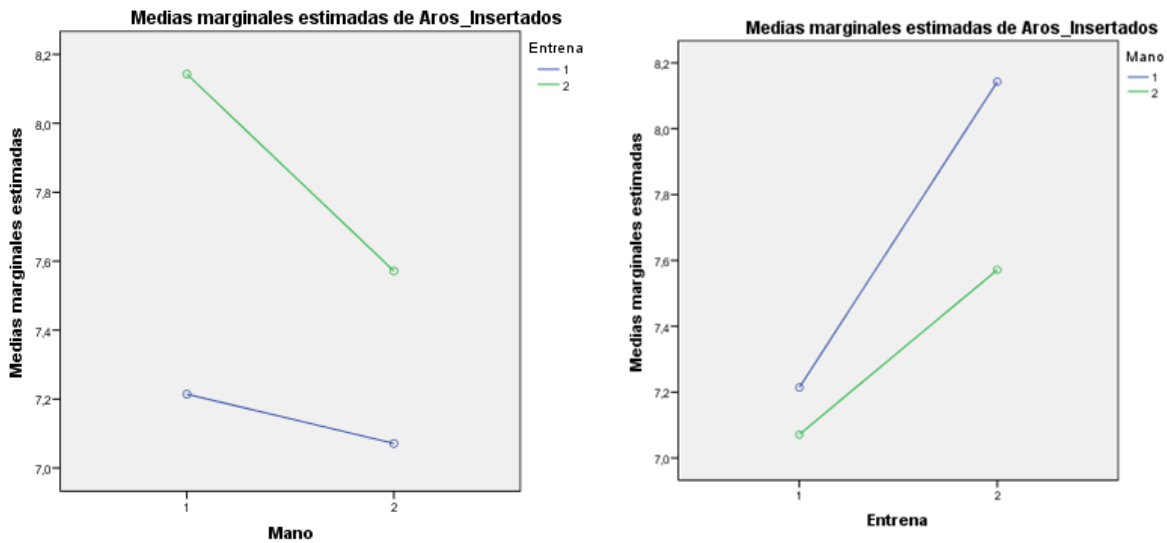
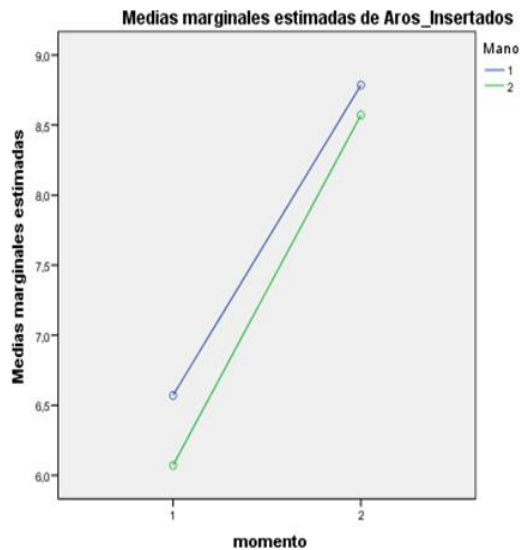
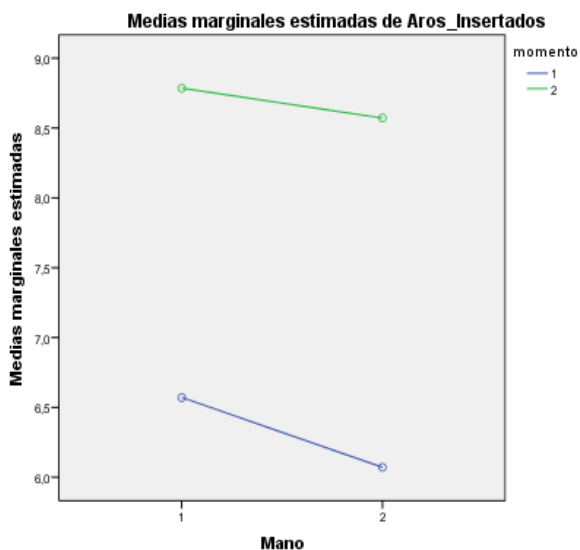


Ilustración 25: Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

En los gráficos de perfil de la figura 26 se evidencia el comportamiento de la variable de respuesta aros insertados con respecto a los factores momento y mano. Con base en esto se puede decir que en el momento 1 los participantes insertaron menos cantidad de aros que en el momento 2. Sin embargo en estos momentos específicos la variación entre las manos no es muy representativa ya que la inclinación de ambas rectas es muy pequeña. Adicionalmente se puede evidenciar la falta de interacción entre la mano y el momento, ya que las rectas son casi paralelas. La recta de la mano uno o mano dominante, logra insertar en promedio mayor número de aros. Es por esto, que se puede decir que la mano dominante es en promedio más precisa y logra maximizar la variable de respuesta.

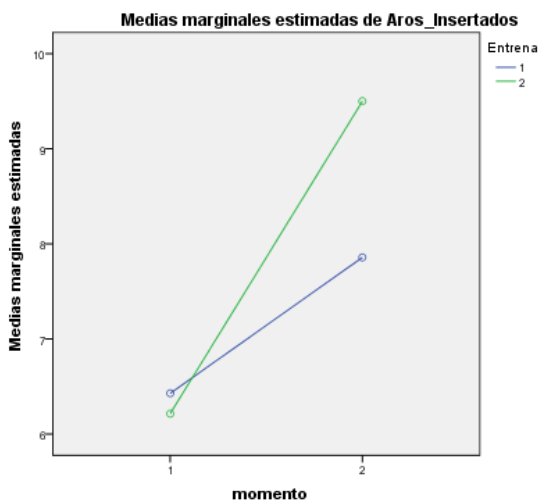
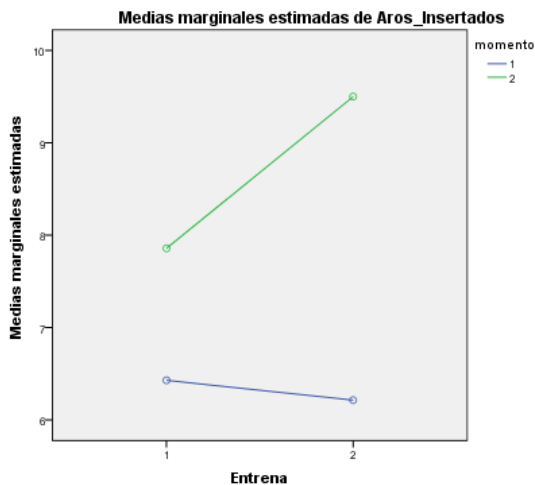
Por otro lado, se muestra que en el momento 2 ambas manos logran insertar más cantidad de aros en promedio contrastándolo con el momento 1, lo cual indica una posible adquisición de la habilidad con el paso del tiempo.





**Ilustración 26:** Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

En los gráficos de perfil de la ilustración 27 se describe el comportamiento de los dos tipos de grupos, a través del tiempo. Se evidencia un aumento en la variable respuesta en ambos grupos en el momento 2, sin embargo el margen de diferencia es mayor en el grupo de intervención. Es decir que con el uso de la consola se maximiza la cantidad de aros insertados en promedio con respecto al grupo que no tuvo entrenamiento alguno. Esto aumenta la precisión y la efectividad en el desarrollo de la actividad. Si bien estadísticamente la interacción entre el entrenamiento y el momento no es significativa, tiene un valor p de 7.5% lo cual es muy cercano al nivel de significancia, mostrando que sí tiene sentido lo que se concluye de este gráfico de perfil. En este gráfico de perfil se puede observar que los dos grupos mejoraron en el número de aros insertados en el momento 2; aun así el grupo de intervención – Entrena 2 aumentó en mayor proporción en la variable de respuesta, ya que la recta tiene una pendiente mayor.



**Ilustración 27:** Gráficos de perfil para el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

Después de evidenciar el comportamiento de las variables de respuesta en los grupos, teniendo en cuenta el momento 1 y el momento 2, a modo de resumen se presenta la tabla 24 con el p-valor de cada uno de los factores y sus interacciones para facilitar la extracción de conclusiones objetivas acerca de las ocho variables de desempeño medidas a lo largo del trabajo de grado.

<i>P-valor de las variables de desempeño de Sutura y Corte</i>						<i>P-valor de las variables de desempeño Coordinación mano-ojo</i>			
<i>FUENTE</i>	Número de Intentos Fallidos Sutura	Número de Armellas Suturadas	Tiempo de Corte	Número de dedos Cortados	Número de Intentos Fallidos Corte	<i>FUENTE</i>	Tiempo de Ejecución de la Actividad	Número de Intentos Fallidos	Número de Aros Insertados
<i>Sujetos (Grupo)</i>	0,005	0,065	0,006	0,5	0,138	<i>Sujetos (Grupo Mano)</i>	0,035	0,439	0,012
<i>Grupo</i>	0,035	0,452	0,162	0,539	0,064	<i>Grupo</i>	0,056	0,007	0,381
<i>Momento</i>	0,135	0,477	0,068	0,539	0,809	<i>Momento</i>	0,001	0,397	0
<i>Gupo*Momento</i>	0,003	0,811	0,333	0,23	0,066	<i>Mano</i>	0,43	0,342	0,66
						<i>Grupo*Momento</i>	0,025	0,001	0,075
						<i>Grupo*Mano</i>	0,649	0,716	0,791
						<i>Momento*Mano</i>	0,915	0,918	0,777
						<i>Grupo*Momento*Mano</i>	0,191	0,214	0,572

**Tabla 24: P-valor de las ocho variables de desempeño medidas**

## 8. CONCLUSIONES

Debido a que el objetivo de este trabajo de grado era evaluar la influencia del entrenamiento con el videojuego Marblemanía en la obtención de resultados de las ocho variables que se midieron (ver Tabla 5) mediante el desarrollo de las tres habilidades básicas para cirugía laparoscópica (sutura, patrón de corte y coordinación mano-ojo); se puede concluir que para el grupo de 14 aprendices médicos de la Pontificia Universidad Javeriana que fueron entrenados durante 4 semanas jugando como mínimo 3 horas semanales que podían ser interrumpidas, tuvo un efecto significativo con un nivel de significancia del 5%, lo cual se considera estadísticamente muy confiable en:

Número de intentos fallidos en la actividad de sutura (p-valor: 0.035<significancia: 0.05), en donde se evidencia claramente que entrenar con el juego Marblemania® por un periodo de 4 semanas, minimiza considerablemente el número de errores cometidos en esta actividad, ya que el grupo de intervención cometió en promedio menos intentos fallidos en contraste con el grupo control.

Número de intentos fallidos en la actividad coordinación mano-ojo (p-valor: 0.007<significancia: 0.05), que de igual forma evidencia que jugar Marblemanía® reduce el número de intentos fallidos cometidos por los aprendices médicos. Esto se dice debido a que el grupo de intervención cometió menos errores al ejecutar la actividad coordinación mano-ojo que el grupo control que no entrenó.

El entrenar con este videojuego durante un periodo de 4 semanas, no tuvo un efecto significativo en la maximización o minimización de las otras seis variables de respuesta (número de armellas suturadas, tiempo de ejecución de la actividad patrón de corte, número de dedos cortados, número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte, tiempo de ejecución de la actividad coordinación mano-ojo, número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo). Con relación a esto, se podría intuir que el periodo de entrenamiento no fue suficiente para evidenciar un efecto significativo en el grupo de intervención como claramente lo afirman los estudios nombrados en las revisiones bibliográficas.

Sin embargo el factor grupo tuvo una interacción significativamente representativa con el factor momento en diferentes actividades, lo cual quiere decir que uno o más factores trabajan juntos para producir un efecto diferente a los producidos por aquellos factores de manera individual. Así por ejemplo también se puede concluir que:

La interacción entre el grupo y el momento tuvo un efecto significativo en las variables de respuesta: i) intentos fallidos en la actividad de sutura (p-valor: 0.003<significancia: 0.05),, ii) tiempo de ejecución actividad coordinación mano-ojo (p-valor: 0.025<significancia: 0.05),, iii) intentos fallidos actividad coordinación mano-ojo (p-valor: 0.001<significancia: 0.05),.

Con base en la primera variable se puede decir que el Grupo de intervención mejoró significativamente a través de tiempo, consecutivamente en el tiempo de ejecución actividad coordinación mano-ojo mejoraron el tiempo de ejecución de la actividad en el momento 2. Sin embargo el cambio a través del tiempo fue más radical en el Grupo de intervención ya que en el segundo momento ejecutaron la actividad de coordinación mano-ojo en un tiempo muy corto, evidenciando una mejora significativa en el tiempo de respuesta; finalmente en el número de intentos fallidos de la actividad coordinación mano-ojo, el Grupo de intervención mejoró a través del tiempo ya que en el momento 2 cometió considerablemente menos errores que en el momento 1, caso contrario de lo que pasó con el Grupo Control.

Vale la pena resaltar que estas conclusiones se extraen con un nivel de confianza del 95%. Por lo cual se excluyen probabilidades dadas por el p-valor muy cercanas al 5%. Esto quiere decir que la interacción entre el momento y el grupo en las variables de respuesta 1) número de intentos fallidos corte (p-valor: 0.066) y 2) número de aros insertados (p-valor: 0.075) y el factor grupo en la variable 3) número de intentos fallidos en la actividad patrón de corte (p-valor: 0.064); tienen valores p que oscilan entre 5% y 8% lo cual quiere decir que presentan cierta influencia en la mejora de estas variables de desempeño debido al entrenamiento; minimizando así, el número de intentos fallidos en la actividad de corte y potencializando la precisión en el número de aros insertados en la actividad coordinación mano-ojo

Finalmente este trabajo de grado también pretende sugerir futuras investigaciones en estas temáticas que se han visto restringidas, para hacer estudios más completos que puedan arrojar conclusiones más sólidas.

## 9. SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Algunas de las conclusiones arrojadas por el experimento, pudieron ser causa del videojuego escogido, tiempo de entrenamiento de los sujetos, tamaño de la muestra y las actividades seleccionadas para la evaluación.

Con base en esto, se pretende seguir impulsando el desarrollo de estos temas de investigación, debido a las limitantes que se han desatado en la formación de médicos cirujanos para efectuar cirugías de mínimas incisiones. Es por ello, que este trabajo de grado sugiere realizar futuras investigaciones evaluando el efecto de otros videojuegos que se relacionen de manera directa con las habilidades que requiere la cirugía laparoscópica o en su defecto seleccionar un videojuego por cada habilidad que se pretenda desarrollar y evaluar para observar la relación que existe entre el desempeño en el uso del videojuego y la actividad evaluativa en el simulador.

Así mismo periodos de entrenamiento más largos podrían haber alterado el resultado de las variables de respuesta en el segundo momento de medición en este trabajo de investigación. Para comprobar esto, se sugiere que el grupo de intervención entrene por un periodo de tiempo más largo, según el alcance que se le pretenda dar a futuros hallazgos. Sin embargo, el diseño experimental de medidas repetidas, ofrece un análisis de varias mediciones a lo largo del tiempo, así por ejemplo el factor intra-sujeto “momento” podría tener tres o más niveles (momento 1, momento 2, ... momento n), lo cual puede dar un panorama más específico de la variación en las variables de respuesta en los diferentes momentos.

De igual manera, para inferir acerca de una población es necesario tener muestras robustas y se sugiere comparar los sujetos con sí mismos y no con otros, como se efectuó en este estudio. Inclusive se puede llevar a cabo de la misma manera, para otro segmento de población como por ejemplo los médicos residentes (R1, R2 o R3) o en su defecto médicos cirujanos expertos y hacer el análisis de los resultados obtenidos por cada población, teniendo en cuenta la experiencia quirúrgica de cada uno de ellos como un factor adicional en el diseño experimental.

Si se tiene una muestra balanceada con relación al género, y/o niveles de experticia con videojuegos en los sujetos, se podrían analizar estos factores para evidenciar si tienen un efecto significativo en los resultados obtenidos.

### 9.1 Continuación de este Trabajo de Grado

Este trabajo de grado continúa en estudio, ya que se pretende que los 14 estudiantes sean medidos en dos ocasiones más, para observar claramente la evolución de entrenar con el juego Marblemania® y Nintendo Wii® por un periodo de 3 meses que es considerablemente largo. Estas mediciones están programadas para el viernes 19 de Abril del 2013 y para el viernes 17 de Mayo del 2013 en las mismas instalaciones y a la misma hora, ya que el departamento de cirugía y la facultad de Ingeniería están interesadas en lanzar artículos de investigación en varias revistas, acerca de este tema pero considerando más mediciones y un periodo de entrenamiento más largo del Grupo de intervención. De igual manera, los residentes quieren hacer un proyecto de investigación similar con las mismas actividades, el mismo método de entrenamiento y la misma consola, pero esta vez teniendo en cuenta el segmento que tiene experiencia en cirugía laparoscópica. Este estudio será comandado por el doctor Fernando Alvarado con el objetivo de publicar artículos de investigación en su área de interés.

Este es un paso muy positivo en el nombramiento que tendrá la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, siendo pionera en Colombia de estos temas de investigación quirúrgica que se han comandado en países como Estados Unidos, donde se encuentran principalmente investigaciones realizadas por la Universidad de Wisconsin y el Centro Médico Beth Israel de Nueva York (Ibarburu, 2005). Por otro lado se encuentra también Canadá que es también un país promotor de estas investigaciones en cirugías mínimamente invasivas, liderada por la Universidad de Toronto, Ontario (Jowett et al., 2006) y finalmente Irlanda representada por el centro de investigación Royal College of Surgeons in Ireland, Dublin (Boyle & Traynor, 2011).

## 10. REFERENCIAS

- Badurdeen, S., Abdul-Samad, O., Story, G., Wilson, C., Down, S., Harris, A. (2010). Nintendo Wii® Video-gaming Ability Predicts Laparoscopic Skill. *Surg Endosc* 24, 1824-1828.
- Bollman, M., Bokhari, R., Kahoi, K., Smith, M., Ferrara, J. (2010). Design, Development, and Validation of a Take-Home Simulator for Fundamental Laparoscopic Skills: Using Nintendo Wii® for Surgical Training. *The American Surgeon*, vol 76.
- Boyle, E., Trainor, O. (2011). Training Surgical Skills Using Nonsurgical Task-Can Nintendo Wii® Improve Surgical Performance. *Journal of Surgical Education* 68, 148-154.
- Bravo, J. (2004). El Futuro de la Cirugía Mínimamente Invasiva. *Ciencias de la Salud*, 4-46. Recuperado el 10 de Agosto de 2012, de [http://www.fenin.es/pdf/prospectiva\\_cmi.pdf](http://www.fenin.es/pdf/prospectiva_cmi.pdf)
- Camacho, F., Ramírez, J., Peralta, M., Cortés, M. (2009). Determinación de los Niveles de Competencia en Entrenamiento Básico para Cirugía Laparoscópica. *Revista Científica del Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión* 4, 1-8.
- Clorets. (s.f.). Diseño de Experimentos. Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/granados\\_m\\_d/capitulo6.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/granados_m_d/capitulo6.pdf)
- Christensen, L. (2000). *Experimental Methodology*. 8ed. Boston, Mass.: Allyn and Bacon, Inc.
- Correa, G. (2004). Análisis de Medidas Repetidas. Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1577/1/71711864.2004.pdf>
- Cuesta, C. (s.f.). Centro de Ingeniería de la Calidad. Recuperado el 22 de Agosto de 2012, de <http://www.cicalidad.com/articulos/Dise%F1o%20de%20Experimentos.pdf>
- Design Institute for Six Sigma. (s.f.). Concepts of Experimental Design. 1-34. Recuperado el 1 de Septiembre del 2012, de <http://support.sas.com/resources/papers/sixsigma1.pdf>
- Fleita, M. (2004). La Necesidad de Cambios en la Formación y la Capacitación Quirúrgica: un problema pendiente de resolver en la cirugía endoscópica. *Centro de Formación e Investigación en Cirugía Endoscópica y Procedimientos Mínimamente Invasivos Guiados*

por la *Image* 77(1), 3-5. Recuperado el 3 de Septiembre de 2012, de [http://mail.aecirujanos.es/secciones/formacionpostgraduada/cambios\\_en\\_la\\_formacion\\_en\\_cirugia\\_endoscopica.pdf](http://mail.aecirujanos.es/secciones/formacionpostgraduada/cambios_en_la_formacion_en_cirugia_endoscopica.pdf)

Fundibeq. (s.f.). Diseño de Experimentos. 1-23. Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/disenno\\_de\\_experimentos.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/disenno_de_experimentos.pdf)

Gee, J. (2011). Videojuegos y el entrenamiento de funciones cognitivas. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de <http://www.atencion.org/blog/?p=320>

Gentile, D. (2008). Un estudio confirma que los videojuegos mejoran la destreza de los cirujanos. Recuperado el 3 de Febrero de 2013, de Noticias EFE: <http://www.hoytecnologia.com/noticias/estudio-confirma-videojuegos-mejoran/72135>

Gough, I. (2010). The impact of reduced working hours on surgical training in Australia and New Zealand. *Journal of de Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland* 9, 1-3.

Guerrero, A. (s.f.). Psicopedagogía. *Pedagogía para la educación de padres y profesionales*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012, de <http://www.psicopedagogia.com/definicion/psicomotricidad>

Ibarburu, J. (2005). Videojuegos para cirujanos. Clarin. Recuperado el 20 de Octubre de 2012, de <http://old.clarin.com/suplementos/informatica/2005/04/13/f-00501.htm>

Introducción al Diseño de Experimentos. (s.f.). Recuperado el 11 de Septiembre de 2012, de <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/Disenno/IntroDE.pdf>

Jowett, N., LeBlanc, V., Xeroulis, G., MacRae, H. (2006). Surgical Skill Acquisition With Self-Directed Practice Using Computer-Based Video Training. *The American Journal of Surgery*, 237-242.

Kennedy, A., Boyle, E., Traynor, O., Walsh, T., Hill, A. (2011) Video Gaming Enhances Psychomotor Skills But Noy Visuospatial and Perceptual Abilities in Surgical Trainees. *Journal of Surgical Education*, 414-420.

- Klein, S., Winter, J., Jansen, F. (2009). Objective Classification of Residents Based on Their Psychomotor Laparoscopic Skills. *Surg Endosc* 24, 1031-1039.
- Lorenzo, N., Dankelman, J. (2005). Surgical Training and Simulation. *A Surgeon's Notes on an Imperfect Science* 1, 1-6.
- Lundstedt, T., Seifert, E., Abramo, L., Thelin, B., Nystrom, A., Pettersen, J., Bergman, R. (1998). Experimental Design and Optimization. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 42, 3-40.
- Lynch, J., Aughwane, P., Hammond, T. (2010). Video Games and Surgical Ability: A Literature Review. *Journal of Surgical Education*, 184-188.
- Manterola, C., Pineda, V., Mincir, G. (2008). El valor de “p” y la “significación estadística”. Aspectos generales y su valor en la práctica clínica- Interpretation of medical statistics. *Revista Chilena de Cirugía*, 86-89.
- Marriott, M (2005). Videojuegos para cirujanos. Recuperado el 1 de Febrero de 2013, de <http://old.clarin.com/suplementos/informatica/2005/04/13/f-00501.htm>
- Palazzesi, A., Reggiani, F., Sabbione, G. (s.f.). Los videojuegos hacen buenos cirujanos. Recuperado el 29 de Julio de 2012, de <http://www.neoteo.com/los-videojuegos-hacen-buenos-cirujanos>
- Ramón, G (2012). Diseños Experimentales. Recuperado el 1 de Septiembre de 2012, de Apuntes de clase del curso Seminario Investigativo VI: [http://viref.udea.edu.co/contenido/menu\\_alterno/apuntes/ac37-diseno\\_experiment.pdf](http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf)
- Reyez, J (2010). Introducción a la Cirugía Laparoscópica. Recuperado el 28 de Febrero de 2012, de Cirugía del aparato Digestivo y Laparoscopia: <http://www.doctorjesusreyes.com/procedimientos.html>
- Ridell, A., Kalsi, V., Arya, M. (2009). Video-Games station or Minimally Invasive Skills Training Station?. *Journal Compilation*. 104, 159-160.



- Rosser, J., Lynch, P., Cuddihy, L., Gentile, D., Klonsky, J., Merelle, R. (2007). The impact of video games on training surgeons in the 21 st century. *Arch Surg*. 181-186.
- Ruiz, A (2009). Herramientas estadísticas, comparación de más de dos muestras. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://web.cortland.edu/matresearch/anova-i.pdf>
- Ruiz, D., Betancur, M., Bustamante, J. (2010). Cirugía Robótica Mínimamente Invasiva: Análisis de Fuerza y Torque. *Revista de Ingeniería Biomédica* 4 (8), 84-92.
- Santos, A. (2008). Salud Femenina Integral. Recuperado el 30 de Agosto de 2012, de Cirugía Laparoscópica: <http://www.saludfemeninaintegral.com/home/pflaparoscopia.php>
- Tamayo, I (s.f.). Análisis de Varianza. Recuperado el 30 de Marzo de 2013, de [http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5\\_ANOVA.pdf](http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5_ANOVA.pdf)
- Touijer, K. (2006). Formación en Oncología Urológica Laparoscópica. *Actas Urol Esp*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2012, de <http://scielo.isciii.es/pdf/ae/v30n5/v30n5a09.pdf>
- Trabaldo, S., Fregoso, J., Gaxiola, R. (2005). Método de medición del desarrollo de habilidades básicas en la enseñanza de la cirugía endoscópica, con el uso de simulador y piezas biológicas. Recuperado el 18 de Septiembre de 2012 de, <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66273209>
- Udlap. (s.f.). Teoría de Diseño de Experimentos. Recuperado el 29 de Agosto de 2012, de [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/salvador\\_s\\_g/capitulo4.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/salvador_s_g/capitulo4.pdf)

## 11. ANEXOS

### ANEXO 1. Base de datos de los Estudiantes

Orden	Orden medición	Nombre	Semestre	Género	Aleatorio	Grupo	Aleatorizar Orden de medida de los tratamientos		Orden de las actividades asignadas aleatoriamente		
12	1	Participante 1	2	M	0	NO JUEGA	0,602833299	14	3	2	1
8	10	Participante 2	2	F	0	NO JUEGA	0,513694068	5	2	1	3
10	6	Participante 3	2	F	0	NO JUEGA	0,556069895	8	3	2	1
9	9	Participante 4	2	M	0	NO JUEGA	0,521505821	9	3	1	2
5	8	Participante 5	1	F	0	NO JUEGA	0,468378914	13	1	2	3
11	2	Participante 6	8	F	0	NO JUEGA	0,578738393	2	2	1	3
4	14	Participante 7	2	F	0	NO JUEGA	0,39681914	7	1	2	3
13	5	Participante 8	2	M	1	JUEGA	0,814953516	3	3	2	1
2	11	Participante 9	2	M	1	JUEGA	0,260965106	11	2	3	1
3	13	Participante 10	2	M	1	JUEGA	0,365244164	1	1	2	3
6	7	Participante 11	1	F	1	JUEGA	0,482250876	10	1	2	3
14	12	Participante 12	1	M	1	JUEGA	0,831014334	4	2	3	1
1	3	Participante 13	4	F	1	JUEGA	0,110267083	12	3	2	1
7	4	Participante 14	1	F	1	JUEGA	0,48644816	6	3	1	2

## ANEXO 2. Acta de compromiso con el Estudio

### “Evaluación Del Mejoramiento De Habilidades Básicas Para Cirugía Laparoscópica Por Medio Del Entrenamiento Con Videojuegos”

Yo \_\_\_\_\_ identificado con tarjeta de identidad No. \_\_\_\_\_, o cédula de ciudadanía No. \_\_\_\_\_, me comprometo a participar de manera constante en el trabajo de investigación del departamento de cirugía de la Pontificia Universidad Javeriana.

De esta forma si quedo en el grupo entrenado con videojuegos, acumularé un tiempo mínimo de 3 horas semanales, practicando el juego Marblemania de Nintendo Wii® en el Centro de Simulación Clínica y asistiré a las mediciones de manera cumplida y responsable.

Por otro lado, si quedo en el grupo control me comprometo a no realizar actividades recreativas con videojuegos durante el desarrollo del proyecto, que estará comprendido en el primer periodo del 2013 (01-2013) y de igual forma asistiré a las mediciones de manera cumplida y responsable.

Leída la presente acta y estando completamente de acuerdo con su contenido firmo en la ciudad de Bogotá – Colombia, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 2013.

Firma \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Cédula de Ciudadanía o Tarjeta de identidad \_\_\_\_\_

#### ACTA DE COMPROMISO.

Para los efectos de mejor COORDINACIÓN de actividades y propósitos, los especialistas en cirugía suscriben la presente acta:

**DE PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA**, estos se comprometen a:

1.- Participar activamente en el trabajo de investigación, asistiendo de manera puntual a las actividades y mediciones que se requieran.

En constancia firman:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **ANEXO 3. Manual de actividades Laparoscópicas**



**Pontificia Universidad**  
**JAVERIANA**  
Bogotá

#### **INTRODUCCIÓN**

El Hospital Universitario son Ignacio (HUSI), comandado por el departamento de cirugía y la facultad de Ingeniería, ha desarrollado un curso básico de entrenamiento en habilidades para cirugía laparoscópica como parte de una nueva metodología de enseñanza y entrenamiento para las diferentes especialidades medico quirúrgicas, base fundamental de la curva de aprendizaje que demandan las técnicas de mínima invasión en la actualidad. Este proceso se fundamenta en un entrenamiento riguroso por medio del videojuego Mablemanía de la consola Nintendo Wii y el uso de simuladores quirúrgicos que evaluarán habilidades laparoscópicas básicas y permitirán a los estudiantes adquirir el desarrollo de destrezas visomotoras para desarrollar competencias en procedimiento quirúrgicos mínimamente invasivos.

#### **OBJETIVOS GENERALES**

- ✓ Ofrecer a los estudiantes espacios de interacción y reconocimiento con equipos e instrumental laparoscópico.
- ✓ Suministrar al estudiante diferentes ejercicios que lo capaciten en habilidades de corte, sutura y coordinación ojo-mano.

## EQUIPOS E INSTRUMENTAL



## ACTIVIDADES

### Actividad de Sutura



Este ejercicio, consiste en introducir la sutura a través de los diferentes orificios de las 6 armellas que se encuentran en la base de madera. Esta actividad debe ser realizada utilizando un porta-agujas y una pinza Maryland en forma conjunta. Para ello la hebra debe dirigirse a través de los orificios de las armellas en forma de zic zac, impulsando la sutura a través de los orificios con el porta agujas. Al cruzar cada uno de los agujeros, se debe recibir la hebra con la pinza Maryland y continuar el proceso hasta formar un zic zac con el hilo. (Véase Ilustración 5).



Para efectuar esta actividad, el estudiante cuenta con un tiempo límite de 2 minutos. Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registrarán por el experimentador con base en la siguiente tabla.

Nombre	Tiempo	Número de intentos fallidos	Número de Armellas suturadas

**Nombre:** Se registrará el nombre del estudiante al que se está evaluando.

**Tiempo:** Si el estudiante culmina el ejercicio antes de los 2 minutos se le registra el tiempo, en caso de que el tiempo límite culmine, se anotará 2:00 minutos.

**Número de Intentos fallidos:** El experimentador deberá registrar el número de veces que el hilo se le cae al estudiante y el número de intentos en que el estudiante trata de insertar la sutura por el orificio y no lo logra.

**Número de armellas suturadas:** El experimentador registrará el número de orificios que el estudiante logró suturar.

## Actividad de Corte



En este ejercicio se encuentra fijo un guante de latex por medio de dos pinzas incorporadas en el tablero evaluador. Este guante tiene dos líneas marcadas con 1,5 cm de separación entre ellas que es por donde el estudiante debe efectuar el corte de los dedos. Esta actividad debe ser realizada por medio de una tijera laparoscópica en la mano dominante y una pinza grasping para sujetar en la mano no dominante.

Para efectuar esta actividad, el estudiante cuenta con un tiempo límite de 4 minutos. Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registrarán por el experimentador con base en la siguiente tabla.

Nombre	Tiempo	Número de dedos cortados	Número de intentos fallidos

**Nombre:** Se registrará el nombre del estudiante al que se está evaluando.



**Tiempo:** Si el estudiante culmina el ejercicio antes de los 4 minutos se le registra el tiempo, en caso de que el tiempo límite culmine, se anotará 4:00 minutos.

**Número de dedos cortados:** El experimentador registrará el número de dedos cortados con éxito (en medio de las dos líneas), en caso de salirse de las líneas en alguno de los dedos, anotará cero (como si no hubiese cortado ese dedo).

**Número de Intentos fallidos:** El experimentador deberá registrar el número de veces que el estudiante agarra el guante para cortar y se le suelta e igualmente el número de veces que intenta cortar y no lo logra.

### Actividad Coordinación ojo-mano



En este ejercicio se encuentra fijo un tablero evaluador que contiene 25 tornillos sujetos, en los cuales el estudiante debe insertar 10 aros de metal, utilizando la pinza Grasping para sujetar (Véase ilustración 8). Esta actividad se realizará primero con la mano dominante y luego con la no dominante.



Para efectuar esta actividad, el estudiante cuenta con un tiempo límite de 2 minutos para ejecutar el ejercicio con cada una de las manos (2 minutos para la mano derecha y 2 minutos para la mano izquierda). Una vez finalizada la actividad o el tiempo máximo de la prueba, las mediciones se registrarán por el experimentador con base en la siguiente tabla.

Nombre	Mano	Tiempo	Número de intentos Fallidos	Número de aros insertados
	Dominante			
	No dominante			
	Dominante			
	No dominante			

**Nombre:** Se registrará el nombre del estudiante al que se está evaluando.

**Tiempo:** Si el estudiante culmina el ejercicio antes de los 2 minutos que corresponde a cada una de las manos se le registra el tiempo, en caso de que el tiempo límite culmine, se anotará 2:00 minutos.

**Número de Intentos fallidos:** El experimentador deberá registrar el número de veces que el estudiante agarra el aro y lo deja caer e igualmente el número de veces que intenta “embocinar” el aro en los tornillos y no lo logra.

**Número de aros insertados:** El experimentador registrará el número de aros insertados en los tornillos, teniendo en cuenta la mano con la que se realizó el ejercicio.

## REFERENCIAS

- CLEMI, C. L. (s.f.). Guía para el estudiante. Curso Básico de entrenamiento de Habilidades para Cirugía Endoscópica.
- Camacho, F., Ramírez, J., Peralta, M., Cortés, M. (2009). Determinación de los Niveles de Competencia en Entrenamiento Básico para Cirugía Laparoscópica. *Revista Científica del Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento en Cirugía de Mínima Invasión* 4, 1-8.
- Trinaldo, S., Fregoso, J., Gaxiola, R., Hernández, J., Iñiguez, J., Ojeda, A. (2005). Método de medición del desarrollo de habilidades psicomotoras en la enseñanza de la cirugía endoscópica, con el uso de simulador y piezas biológicas. Recuperado el 17 de Noviembre de 2012
- Badurdeen S., Abdul-Samad O., Story G., Wilson C., Down S., and Harris A.. *Nintendo Wii video-gaming ability predicts laparoscopic skill*. *Surgery Endoscopic* 28 January 2010, 24:1824–1828.

## **ANEXO 4. Video Actividades Laparoscópicas Evaluativas**



### **ANEXO 4. Video Actividades Laparoso**

## **ANEXO 5. Protocolo Centro de Simulación Clínica**

### **Protocolo**

#### **Cirugía Mínimamente Invasiva: Entrenamiento con videojuegos**

##### **1. Objetivo general:**

Evaluar el efecto de la práctica regular de un videojuego en el desarrollo de habilidades identificadas como esenciales para un especialista en Cirugía Mínimamente Invasiva.

##### **2. Descripción general del experimento:**

Se pretende evaluar por medio de un experimento el efecto de la práctica regular de un videojuego en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes de medicina. Este experimento comprende una práctica regular de un videojuego en particular y la evaluación de las habilidades seleccionadas antes y después de la práctica del juego.

##### **3. Población de estudio:**

Para este estudio de investigación se contó con un grupo de 14 estudiantes de medicina que fueron reclutados para participar de manera voluntaria, mediante unas charlas persuasivas efectuadas por monitores, médicos cirujanos y estudiantes de ingeniería.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

Estudiante activo de medicina que no hubiese iniciado rotaciones quirúrgicas (perteneciente a un semestre inferior a octavo).

Estudiantes que aceptaron el acuerdo de participación en el cual se comprometían a cumplir con las indicaciones sobre el uso de consolas de video durante su tiempo libre.

Exclusión de estudiantes con experiencia previa en laparoscopia, definida como participación en al menos una cirugía en calidad de ayudante quirúrgico.

#### 4. Metodología:

Se han seleccionado tres actividades que permiten evaluar habilidades básicas en cirugía mínimamente invasiva (corte, sutura y precisión de la mano dominante y no dominante). Las actividades seleccionadas y las habilidades básicas han sido seleccionadas con la ayuda de cirujanos expertos.

**4.1 Fase inicial:** Los estudiantes reciben información acerca del estudio, se les pregunta si desean participar como voluntarios en el experimento y se determina.

**4.2 Evaluación pre-entrenamiento:** Los participantes asistirán una sesión inicial para la evaluación de algunas habilidades y aptitudes básicas, utilizando un simulador virtual para desarrollar actividades de cirugía laparoscópica. El objetivo de esta evaluación es determinar el nivel basal en que se encuentran los grupos, evitando que existan grandes diferencias en las aptitudes básicas.

Para la evaluación pre-entrenamiento, se desarrollarán las actividades de evaluación descritas posteriormente.

**4.3 Entrenamiento:** El plan de entrenamiento para el Grupo Wii (7 estudiantes) será de cuatro (4) semanas en donde los participantes deberán jugar mínimo tres (3) horas semanales, las cuales serán representativas según revisiones bibliográficas y de igual forma podrán ser interrumpidas.

Es necesario que en el Centro de Simulación Clínica nos colabore con el registro de asistencia y horas de entrenamiento de los estudiantes.

ESTUDIANTES	SEMESTRE
Daniel Solarte-Bothe	2
José Luis Peralta	2
Juan Fernando Lizarazo	2
Carolina Bohorquez Vargas	1
Felipe Botero Rodríguez	1
Ana Holguin	4
María José Lara	1

Descripción de las actividades de evaluación

##### 4.3.1 Actividad de Corte

En este ejercicio se encuentra fijo un guante de latex por medio de dos pinzas incorporadas en el tablero evaluador. Este guante tiene dos líneas marcadas con 1,5 cm de separación entre ellas que es por donde el estudiante debe efectuar el corte de los dedos. Esta actividad debe ser realizada por medio de una tijera laparoscópica en la mano dominante y una pinza grasping para sujetar en la mano no dominante.

### 4.3.2 Actividad de Sutura

Este ejercicio, consiste en introducir la sutura a través de los diferentes orificios de las 6 armellas que se encuentran en la base de madera. Esta actividad debe ser realizada utilizando un porta-agujas y una pinza Maryland en forma conjunta. Para ello la hebra debe dirigirse a través de los orificios de las armellas en forma de zic zac, impulsando la sutura a través de los orificios con el porta agujas. Al cruzar cada uno de los agujeros, se debe recibir la hebra con la pinza Maryland y continuar el proceso hasta formar un zic zac con el hilo.

### 4.3.3 Actividad de Precisión Mano Dominante

En este ejercicio se encuentra fijo un tablero evaluador que contiene 25 tornillos sujetos, en los cuales el estudiante debe insertar 10 aros de metal, utilizando la pinza Grasping para sujetar (Véase ilustración 8). Esta actividad se realizará primero con la mano dominante y luego con la no dominante.

### 4.4 Evaluación pos-entrenamiento

Los participantes asistirán una sesión final para la evaluación de las mismas habilidades básicas en cirugía laparoscópica, mediante las mismas actividades realizadas en la sesión inicial.

## 5. Herramientas y equipos

Para este trabajo de investigación se necesita la disposición del Centro de Simulación Clínica de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) desde el 1 de Febrero hasta el 1 de Junio.

Los equipos y herramientas a usar allí son:

Simuladores laparoscópicos del centro

Tableros evaluadores para cada simulador

Instrumental laparoscópico:

Instrumento	Cantidad
Tijera laparoscópica	1
Pinzas de agarre laparoscópicas	4

**Nota:** se hará uso de estos instrumentos en los días de medición a estudiantes que se especifican en el cronograma.

De igual forma, se requiere que el Centro de Simulación suministre un espacio físico con un televisor y puerto eléctrico, para instalar la consola de Nintendo Wii.

## 6. Análisis estadístico:

Los resultados serán analizados usando la estadística “Diseño experimental de medidas repetidas” mediante el software SPSS, para encontrar cambios significativos en las habilidades de los estudiantes debido al entrenamiento con el videojuego.

## 7. Cronograma

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	FECHA
<b>Sesión inicial 1</b>	A esta sesión inicial, asistirán 7 estudiantes citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	01/02/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Sesión inicial 2</b>	A esta sesión inicial, asistirán los 7 estudiantes restantes, interesados en el estudio para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	08/02/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Instalación Consola</b>	Se instalará la consola de Nintendo Wii con el juego Marblemanía en el Centro de simulación clínica, para que los estudiantes del grupo Wii puedan entrenar.	Área física en el centro para instalar los elementos. Televisor del centro de simulación Clínica	15/02/2013  Hora: 3:00 pm – 4:00 pm
<b>Entrenamiento de estudiantes Grupo Wii</b>	7 Estudiantes escogidos al aleatoriamente, asistirán al Centro de Simulación Clínica para jugar el videojuego, mínimo 3 horas a la semana.	Se requiere amablemente apoyo de la asistente del Centro de Simulación para llevar el control de asistencia y duración, mediante unos formatos suministrados por los estudiantes interesados en el estudio	Desde: 15/02/2013 Hasta: 15/03/2013
<b>Sesión Final 1</b>	A esta sesión final, asistirán los 7 estudiantes del Grupo control (quienes no fueron entrenados) citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	08/03/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm
<b>Sesión Final 2</b>	A esta sesión final, asistirán los 7 estudiantes del grupo Wii (quienes fueron entrenados con videojuegos), citados previamente para la evaluación de habilidades básicas en cirugía laparoscópica.	Simuladores laparoscópicos Tableros Evaluadores Pinzas laparoscópicas: 1 tijera laparoscópica 4 pinzas laparoscópicas de agarre	15/03/2013  Hora: 3:00 pm - 5:00 pm

**Nota:** este cronograma no recoge todo el estudio de investigación, sino solamente lo que respecta a las prácticas y el uso del Centro de Simulación Clínica de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), para dar alcance a este proyecto.

## ANEXO 6. Formatos Tiempo de Entrenamiento

Protocolo de Registro de Asistencia

### “Evaluación Del Mejoramiento De Habilidades Básicas Para Cirugía Laparoscópica Por Medio Del Entrenamiento Con Videojuegos”

Nombre: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

C.C.: \_\_\_\_\_

Correo: \_\_\_\_\_

Fechas (Semana)	Sesión 1 (Tiempo)	Sesión 2 (Tiempo)	Sesión 3 (Tiempo)	Sesión 4 (Tiempo)	Sesión 5 (Tiempo)	Sesión 6 (Tiempo)	TIEMPO TOTAL



## ANEXO 7. Encuesta para evaluar la Experiencia con Nintendo Wii®

Nombre: \_\_\_\_\_ Semestre: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Género: F  M  Edad: \_\_\_\_\_

Denominación de la mano: Diestro  Surdo  Ambidiestro

Responda las siguientes preguntas de la forma más sincera y aproximada posible

- 1) ¿Usted ha jugado alguna vez en su vida Videojuegos?  
a) Si  
b) No

Si contesta que si, especifique que consolas a manipulado

Nintendo Wii   
X-box   
Game Cube   
Nintendo 64   
Play Station   
Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

Si ha manipulado la consola **Nintendo Wii** continúe con las siguientes preguntas, sino ha finalizado su encuesta.

- 2) ¿Usted Juega Nintendo Wii? ¿Cuántas veces a la semana?:

- a. Esporádicamente  
b. 1-3 veces a la semana  
c. 4-5 veces a la semana  
d. 6-7 veces a la semana  
e. Mayor o igual a 7 veces a la semana

- 3) ¿Usted juega aproximadamente a la semana un tiempo de mayor o igual de 3 horas?:

- a. Si  
b. No

Aproximadamente cuantas horas a la semana: \_\_\_\_\_

- 4) ¿Ha tenido la oportunidad de haber realizado alguna actividad en cirugía laparoscópica (dar cámara, manejo de pinzas, entre otras) durante el trascurso de su carrera?

- a. Si  
b. No

Si contesta Si, especifique que procedimiento realizó y en cuantas ocasiones:

\_\_\_\_\_

- 5) ¿En vacaciones Juega Nintendo Wii?

- a. Si  
b. No

Si contesta Si, aproximadamente cuantas horas acumuladas juega en vacaciones:

\_\_\_\_\_

## **ANEXO 8. ANOVAS en SPSS**



**ANEXO 8. ANOVAS  
en SPSS.zip**

## **ANEXO 9. ANOVAS en Minitab 16**



**ANEXO 9. ANOVAS  
en Minitab 16.zip**

## **ANEXO 10. Registro de estudiantes entrenando**



**ANEXO 10. Registro  
de estudiantes entrei**