

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Doctorado en Ciencias
Ciencias de la Computación**

**Adaptación de la ejercitación promovida por *exergames* para
apoyar el envejecimiento activo: un estudio de acción
participativa**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Doctor en Ciencias

Presenta:

Amado Reyes Velázquez Montalvo

Ensenada, Baja California, México
2017

Tesis defendida por
Amado Reyes Velázquez Montalvo

y aprobada por el siguiente Comité

Dra. Ana Isabel Martínez García
Directora de tesis

Miembros del comité
Dra. Angélica Muñoz Melendez

Dr. Eduardo Calvillo Gamez

Dr. Jesús Favela Vara

Dra. José Antonio García Macías



Dr. Jesús Favela Vara
Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Computación

Dra. Rufina Hernández Martínez
Directora de Estudios de Posgrado

Resumen de la tesis que presenta **Amado Reyes Velázquez Montalvo** como requisito parcial para la obtención del grado de Doctor en Ciencias en Ciencias de la Computación.

Adaptación de la ejercitación promovida por *exergames* para apoyar el envejecimiento activo: un estudio de acción participativa

Resumen aprobado por:

Dra. Ana Isabel Martínez García

Director de tesis

La población de adultos mayores es cada vez mayor, en México se pronostica un crecimiento drástico que hará que este grupo alcance el 21% de la población total en 2050; en este sentido, los efectos de un comportamiento altamente sedentario y sus repercusiones en la salud del adulto mayor, es un aspecto preocupante para el sector salud, dado que la actividad física es un elemento relevante para mantener la capacidad de movimiento del adulto mayor, que permite prolongar su independencia funcional. La Asociación Americana del Corazón ha recomendado el uso de *exergames*, como actividad físico recreativa adecuada para el adulto mayor. Diversos trabajos previos han señalado las ventajas y desventajas del uso de *exergames* con adultos mayores y han planteado áreas de investigación abiertas relacionadas con varios aspectos como: la dificultad que tiene el adulto mayor para realizar el movimiento promovido por el *exergame*, y la generación de situaciones de riesgo producidas por la misma razón; el dilema de si es posible, o no, aplicar los principios de diseño normalmente utilizados en el diseño de la experiencia de ejercitación que llevan al jugador adulto mayor al límite de su capacidad física; el cómo adaptar el movimiento promovido a la movilidad real del jugador; como sobrellevar la aparición de barreras psicoafectivas que impiden que el jugador se enganche con el *exergame*, incluso antes de utilizarlo por primera vez; además de la necesidad de estudiar todos estos problemas fuera del ambiente controlado del laboratorio. Con el propósito de analizar cada una de estas problemáticas, se llevó a cabo un estudio de Acción Participativa, con un grupo de adultos mayores. Esta metodología permite que tanto el investigador como los participantes en el estudio, en este caso el propio adulto mayor, participen en la resolución de problemas locales, en un proceso espiral ascendente. Al final del mismo se llega a una situación idónea, donde los problemas han sido resueltos, y mucha información sobre el fenómeno estudiado, relevante para la investigación, se ha producido. La presente tesis presenta los resultados del estudio, en donde se llevaron a cabo dos intervenciones; con duración de 8 y 4 meses respectivamente. La primera intervención consistió de cuatro fases. Durante estas se investigó si el uso de *exergames* que promueven una ejercitación adecuada bajo un perfil generalizado de movilidad del adulto mayor, y el apoyo de los pares, es suficiente para superar la problemática mencionada; la relación entre los efectos que tienen las limitaciones físicas y la problemática establecida; se estableció una clasificación de la movilidad del adulto mayor que permitió personalizar los movimientos de control-tarea, aquellos que el *exergame* rastrea; se ajustó la dinámica de ejercitación en base a la clasificación de la movilidad, permitiendo llevar al adulto mayor al límite de su capacidad de forma segura, y se redujeron los efectos negativos que pueden llegar a tener la competencia en ciertos jugadores. Como resultado de la primera intervención se obtuvieron cuatro recomendaciones de diseño: (R1) clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego, (R2) ayudar a incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos, (R3) controlar la ejercitación percibida de acuerdo a la movilidad del jugador, y (R4) reducir los efectos negativos de la competencia. Estas fueron validadas en la segunda intervención con un grupo mayor de adultos mayores con una capacidad de movimiento más heterogénea. Los resultados obtenidos demuestran que las recomendaciones y acciones implementadas incrementaron grandemente el apego al juego. Las recomendaciones de diseño y las acciones que les acompañan se presentan en las conclusiones de la presente tesis en la forma de un modelo que establece en qué consiste, y cómo se adapta la ejercitación en un *exergame* para adultos mayores.

Palabras clave: Exergames, Adulto Mayor, Estudio de Acción Participativa, Adaptabilidad

Abstract of the thesis presented by **Amado Reyes Velázquez Montalvo** as a partial requirement to obtain the Doctor of Science degree in Computer Science

Adaptation in exercise promoted by exergames for older adults aimed at support active aging: an action research study

Abstract approved by:

PhD Ana Isabel Martínez García
Thesis Director

The older population is growing at an unprecedented rate, in Mexico, it is projected a drastic grow that will make this group to reach 21 percent of the entire population in 2050; in this sense, the effects of a highly sedentary behavior and its repercussions in the elders' health, is an important concern of the health sector, because physical activity is a relevant aspect to keep the movement capacity, that in time helps to prolong they functional independency. The American Heart Association has recommended the use of exergames as a leisure-physical activity adequate for older adults. Previous research highlights advantages and dis-advantages about the use of exergames by older adults, and have left open research areas such as: the difficulties that older adults when trying to perform the movement promoted by the exergame, and the risky situations generated for the same reason; the problem of, whether or not it is possible to apply directly the design insights that are normally used to generate the exertion experience, taking the player to the limits of his physical capacity; how to adapt the movement promoted to the actual player's motion capacity; how to overcome the psycho-affective barriers that impede the engagement with the exergame, even when the older adult has not played for the first time; additionally, the need to conduce all these studies outside of a controlled laboratory environment. In order to analyze these problems, we conducted an Action Research Study with a group of older adults. This methodology allows both, researcher and participants, in this case the older adults, to solve local problems in an ascendant spiral process. At the end of this process, it gets to an ideal situation where all problems are solved, and a lot of information about the phenomena studied, useful for the research, is generated. This thesis presents the results of the study, where two interventions took place; with a duration of 8 and 4 moths respectively. The first intervention consisted of four phases. During these phases it was investigated: if using exergames that promote an exercise, considered adequate for a general profile of the motion capacity in an older adult and peers support, is enough to overcome the problems mentioned above; the relationship among physical limitations and the problems described; a classification of gamer's motion capacity was stablished, and based on this classification the task-control movements, those that the exergame keeps tracking, were personalized; the dynamic of exercise was adjusted according to the gamer's motion classification, this action enabled us to take the older adult player to the limits of his/her own motion capacity in a safety manner, also the negative effects, that a competition has in some older adults, were reduced. As a result of the first intervention, four recommendations of design were obtained: (R1) To classify the gamers' motion capacities during game-time, (R2) To increase the efficacy in the game from the first attempt at playing, (R3) To control the perceived exertion according at the gamers' motion capacities, and (R4) To reduce negative effects from competitiveness. These recommendations were validated in a second intervention, with another group of older adults, larger and more heterogenic in motion capacity. Our outcomes shows a significant increase in gamer's engagement with the exergame use. The design recommendations and the actions involved in their use, are presented in the conclusions of this thesis as a model that establishes how it is constructed and how it adapts to the exertion in an exergame for older adults.

Keywords: Exergames, Older Adults, Action Research Study, Adaptability

Dedicatoria

A mí querida esposa Beatriz compañera de toda mi vida en las buenas y en las malas. Apoyo e inspiración.

Agradecimientos

Agradezco a todos los adultos mayores que participaron en este estudio, sin cuyo amor y entusiasmo hubiese sido imposible el desarrollo del mismo.

A la sección de atención a grupos vulnerables del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado en Ensenada, a Grupos Vulnerables de Ensenada perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Social. Particularmente a Lupita, Dulce y la Lic. Patricia Reyes, cuyo apoyo incondicional fue decisivo para el desarrollo de este trabajo.

Al Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada por la aportación de sus conocimientos y el apoyo incondicional que siempre dieron en la construcción de varios de los instrumentos elaborados durante la presente tesis, particularmente agradezco al Dr. Aguirre y a los Licenciados en Fisioterapia Alejandro y Eliseo por la aportación de su conocimiento y tiempo al proyecto.

Agradezco a la Dra. Ana Isabel Martínez por su dirección, al Dr. Jesús Favela por sus consejos, y a todos los miembros de mi comité de tesis por su apoyo incondicional y paciencia.

Agradezco al CICESE por su apoyo y al CONACYT por su soporte económico.

Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	ix
Lista de tablas.....	xii
Capítulo 1. Introducción	
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Efectos del Sedentarismo.....	1
1.1.2 Uso de <i>exergames</i> en apoyo a la reactivación física del adulto mayor.....	3
1.2 Trabajo previo.....	5
1.2.1 Los <i>exergames</i> como apoyo a la fisioterapia bajo supervisión médica.....	6
1.2.1.1 Entrenar al adulto mayor en actividades que mejoren su capacidad de movimiento, tales como el baile.....	6
1.2.1.2 Mejorar la capacidad de balance.....	6
1.2.1.3 Mejora de la movilidad del adulto mayor emulando disciplinas tales como Yoga y Tai-Chi mediante <i>exergames</i>	7
1.2.1.4 Uso para la mejora de la marcha.....	7
1.2.2 Los <i>exergames</i> como una actividad físico-recreativa para el divertimento del adulto mayor.....	8
1.2.2.1 Manejo de un perfil de movilidad único.....	8
1.2.2.2 Dificultad para recordar el movimiento.....	9
1.2.2.3 Facilitar la dinámica de juego.....	9
1.2.3 Estudios enfocados a analizar la socialización promovida mediante el <i>exergame</i> ...	10
1.2.4 Estudios enfocados a analizar los aspectos psico-afectivos durante el juego.....	11
1.3 Planteamiento del problema.....	11
1.4 Preguntas de Investigación.....	12
1.5 Objetivos.....	12
1.5.1 Objetivo general.....	12
1.5.2 Objetivos específicos.....	13
1.6 Estructura de la tesis.....	13
Capítulo 2. Metodología de la Investigación	
2.1 La entrevista contextual en el análisis de afinidad.....	15
2.2 Categorización de datos y análisis de afinidad.....	16
2.3 Sesiones de grupo focal.....	17
2.4 La investigación de Acción Participativa (AR).....	17
2.4.1 Uso de AR en Interacción Humano Computadora (IHC-AR).....	18
2.4.2 La metodología de investigación de Acción Participativa Canónica (CAR).....	19
2.4.3 Etapas del CAR.....	22
Capítulo 3. Estudio contextual	
3.1 Entrevistas con especialistas en el envejecimiento humano.....	25

3.2	Diagrama de afinidad.....	30
3.2.1	Actividad física adecuada para el adulto mayor.....	32
3.2.2	Capacidad funcional del adulto mayor.....	35
3.2.3	Apoyos al realizar el ejercicio.....	37
3.2.4	Simplificación interacción con el juego y control médico.....	37
3.2.5	Resumen.....	37
3.3	Sesión de grupo focal sobre el uso de <i>exergames</i> con adultos mayores que juegan por primera vez.....	39
Capítulo 4. Primera Intervención de Investigación de AR		
4.1	Primera fase – efecto del apoyo de los pares.....	47
4.1.1	Etapa de diagnóstico.....	48
4.1.2	Planeación de las acciones.....	49
4.1.3	Intervención.....	49
4.1.4	Evaluación.....	50
4.1.5	Reflexión.....	51
4.2	Segunda fase – Simplificación del movimiento.....	54
4.2.1	Etapa de diagnóstico.....	54
4.2.2	Planeación de las acciones.....	56
4.2.3	Intervención.....	56
4.2.4	Evaluación.....	57
4.2.5	Reflexión.....	58
4.3	Tercera fase – Clasificación de la movilidad y personalización del movimiento.....	61
4.3.1	Etapa de diagnóstico.....	62
4.3.2	Planeación de las acciones.....	62
4.3.3	Intervención.....	63
4.3.4	Evaluación.....	66
4.3.5	Reflexión.....	69
4.4	Cuarta fase – Adaptación de la dinámica de ejercitación e introducción del juego cooperativo	72
4.4.1	Etapa de diagnóstico.....	72
4.4.2	Planeación de las acciones.....	75
4.4.3	Intervención.....	76
4.4.4	Evaluación.....	78
4.4.5	Reflexión.....	79
Capítulo 5. Segunda intervención validación de las recomendaciones de diseño		
5.1	Estrategia en la segunda intervención.....	86
5.2	Primera fase.....	87
5.3	Segunda fase.....	90
5.4	Tercera fase.....	94
5.4.1	Dinámica sentado.....	94
5.4.2	Dinámica sentado-parado.....	94
5.4.3	Dinámica parado-sentado.....	95
5.4.4	Dinámica parado.....	95
5.5	Cuarta fase.....	97
5.6	Conclusión.....	100
Capítulo 6. Conclusiones		
6.1	Discusión de los Resultados.....	102

6.2	Conclusiones.....	108
6.3	Limitaciones del estudio.....	109
6.4	Aportaciones al conocimiento.....	109
6.5	Trabajo Futuro.....	110
	Literatura citada	112
	Anexos	120

Lista de figuras

Figura		Página
1	Círculos viciosos de los efectos de la falta de actividad física regular en un adulto mayor.....	2
2	Metodología.....	14
3	Esquematación de las etapas del modelo CAR.....	19
4	Diagrama de afinidad de las categorías en las cuales se agrupan las consideraciones, requerimientos y criterios que debe cumplir un exergame para adaptar la ejercitación a las condiciones funcionales del adulto mayor.....	31
5	Criterios que definen una movilidad enferma comparada con la de una persona sana.....	32
6	Efectos de la capacidad remanente de movimiento en el modelo dual de Sinclair.....	34
7	Dimensiones producto del Análisis de Afinidad.....	38
8	Diagrama causal que resume los efectos de las limitaciones físicas y de socialización resultado de la primera fase.....	53
9	Movimiento facilitador para el tiro en el boliche.....	55
10	Rediseño al distribuir las sillas en forma de U y agregando un área de demostraciones mímicas dentro del área de juego.....	61
11	Pruebas provistas por el médico en rehabilitación, se basan en la escala de Berg.....	64
12	Primer acercamiento a un conjunto de reglas estructuradas que permiten identificar la pertenencia a cada uno de los subgrupos de la clasificación.....	65
13	Distribución del número de personas según los resultados en la evaluación de los arcos de movilidad articular, velocidad de reacción neuromuscular y pruebas de fuerza-balance.....	67
14	Re-expresión de la retórica correr para los cuatro subgrupos de movilidad.....	73
15	Modelo del tipo de esfuerzo adecuado tomando como base la clasificación de la OMS y extendiéndolo con la clasificación de movilidad propuesta.....	74

16	(A) Señalización de las interacciones básicas dentro de la retórica del lanzamiento de jabalina, (B) ejemplificación del uso de apoyo de la silla durante su ejecución y (C) control de fatiga a través de la parametrización del movimiento de control tarea.....	75
17	Esquema que muestra cómo el subgrupo 4 (frágil) está limitado a una ejercitación enfocada a mejorar las actividades de la vida diaria y cómo los jugadores con mejor capacidad de movimiento gradualmente son incluidos en ejercicios más demandantes.....	76
18	Ejemplos de movimientos de control tarea practicados sentados.....	77
19	Juego de obstáculos del balance board de Wii® donde aparecen adultos mayores pertenecientes a la intervención practicando junto con el fisioterapeuta un juego de wii que va a ser jugado en forma cooperativa.....	78
20	Escalones de adaptabilidad en un exergame para adultos mayores.....	80
21	Resumen de los principales elementos que permitieron obtener las recomendaciones de diseño a lo largo de la intervención.....	82
22	Aparición de las recomendaciones de diseño de acuerdo a las fases de la primera intervención y aplicación de las mismas en la segunda.....	86
23	Comparación entre ambas intervenciones del porcentaje de participantes por grupos de movilidad.....	90
24	Redistribución del área de juego de acuerdo a la clasificación de la movilidad.....	92
25	Ejemplos de cómo recalibrar el movimiento apoyando a la articulación de carga principal.....	96
26	Distribución de los nueve participantes pasivos y observadores por clasificación de la movilidad.....	97
27	Cambios en la composición del tipo de jugadores al pasar de la fase 3 a la fase 4 de la segunda intervención.....	99
28	Modelo de adaptabilidad de acuerdo al marco de trabajo establecido por la teoría fundamentado.....	102
29	Movilidad de acuerdo a la escala de Graff y la Clasificación Funcional de la OMS.....	129
30	Relación de la capacidad de movimiento articular, ejercitación percibida correspondiente y tipo de ejercicio correspondiente a ese nivel de intensidad.....	130
31	Orientación médica que el ejercicio promovido por un exergame debe tener, tomando en cuenta la involución motora y el tipo de ejercicio adecuado basándose en la clasificación funcional de la OMS.....	132

32	Relación entre una clasificación basado en improntas de movimiento y el énfasis del tipo de ejercitación proporcionado por la línea base de ejercicio.....	135
33	Movimientos articulares que el análisis realizado estableció como más relevantes a evaluar por un exergame para adultos mayores.....	139
34	Modelo dual de la generación de flow en un exergame.....	143
35	Relación tipo de exergame –movimiento promovido.....	145
36	Efectos de la capacidad remanente de movimiento en el modelo dual de Sinclair.....	145
37	Diagrama causal sobre la socialización durante el juego.....	160
38	Diagrama causal relación movilidad tipo de ejercitación.....	160
39	Movimiento facilitador tiro de boliche.....	161
40	Movimiento facilitador para carrera o caminata en balance board.....	161
41	Movimiento facilitador para la carrera de cerditos.....	162
42.	Movimiento facilitador para el lanzamiento de jabalina.....	162
43	Movimiento facilitador para la retórica de correr.....	163

Lista de tablas

Tabla	Página
1 Ejemplos representativos de términos utilizados en la literatura para referirse a videojuegos que promueven una ejercitación a través de la interfaz de movimiento.....	4
2 Relación de profesiones y años de experiencia de los especialistas en envejecimiento humano entrevistados.....	27
3 Ejemplo de codificación abierta y códigos generados. Preg. 2. ¿Podría usted profundizar en cuáles son las condiciones físicas que se consideran necesarias para decir que un adulto mayor está apto para realizar el ejercicio físico?.....	28
4 Ejemplo de una categoría obtenida por el proceso de codificación abierta.....	28
5 Límites de los arcos de movilidad de las articulaciones principales a medir al tomar en cuenta los ajustes a los valores normales elaborada incluyendo los estudios realizados con adultos mayores, así como los límites de movilidad por debajo de lo normal asentados en la literatura.....	36
6 Cronograma de la sesión de grupo focal.....	40
7 Herramientas utilizadas durante la sesión de grupo focal.....	41
8 Resultados del cuestionario inicial y el IPAQ.....	42
9 Comentarios más recurrentes mencionados en la sesión de grupo focal.....	43
10 Participación y promedio de tiempo efectivo de juego acumulado por sesión durante toda la primera intervención.....	50
11 Tiempos requeridos, de seis casos significativos, para alcanzar el puntaje promedio del grupo durante el tercer mes de la intervención.....	58
12 Versión resumida de la tabla de rangos de movilidad articular que aparece en la sección III.2.2, expresados en grados, de acuerdo a la Asociación para el estudio de la Osteoporosis (AO) y la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (AAOS por sus siglas en inglés) (Taboadela, 2007), rangos de movilidad sana para el adulto mayor (Soucie, et al., 2011) (Roach & Miles, 1991).....	63
13 Resumen de las recomendaciones de diseño, sus implicaciones y etapa durante la cual aparecieron en la primera intervención de AR.....	85
14 Comparativo de participación entre ambas intervenciones.....	88
15 Desglose por edad-grupo de movilidad en la segunda intervención.....	91
16 Tiempos requeridos para alcanzar marcadores cercanos a la media del grupo de 6 casos significativos; media del grupo para el boliche 2 semanas, cuerda floja 5 semanas, walking out 5 semanas.....	92

17	Recomendaciones establecidas al final de la primera intervención y su validación durante la segunda intervención.....	101
18	Límites de los arcos de movilidad de las articulaciones principales a medir tomando en cuenta los ajustes a los valores normales tomando en cuenta estudios realizados con adultos mayores, así como los límites de movilidad por debajo de lo normal (Taboadela, 2007), (Soucie, y otros, 2011), (Roach & Miles, 1991).....	140

Capítulo 1 Introducción

1.1 Antecedentes

En 2016 la población de adultos mayores, personas cuya edad cronológica es de 65¹ años y más (Instituto Nacional de Geriátrica, 2015), alcanzó 8.5% (617 millones) de la población mundial (National Institute on Aging, 2015). Se estima que en el 2050 este porcentaje será del 17% (1,600 millones) (ibidem). En México la población de adultos mayores ha tenido un crecimiento sin precedente en su historia durante 2000-2010 alcanzando una tasa del 5% anual (González-González, 2010). La encuesta intercensal 2015 (INEGI, 2015) indica que los adultos mayores ya son el 7.2% de la población total en México. Sin embargo, las estimaciones prevén una aceleración drástica en la tasa de crecimiento que hará que este grupo etario alcance el 21% de la población total en 2050 (González-González, 2010). Este incremento poblacional ha provocado una gran preocupación en la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los gobiernos de varios países, entre ellos México, por las repercusiones que se pueden llegar a tener en el sector salud dada la gran incidencia de enfermedades crónico degenerativas que se presenta entre los adultos mayores (Gutierrez-Robledo, 2010).

En éste capítulo se explican los efectos de un comportamiento altamente sedentario, sus repercusiones en la salud del adulto mayor, y cómo finalmente estos efectos se suman y llevan a la involución de su capacidad de movimiento. El trabajo previo que se ha desarrollado utilizando la tecnología de video juegos que generan movimiento para promover una actividad física en el adulto mayor, donde se establecen las áreas abiertas de investigación que son la base de la presente tesis. Se establece el plantamiento del problema a tratar, así como los objetivos de la misma. En los siguientes capítulos se presenta la metodología de Investigación de Acción Participativa, mediante la cual se llevó a cabo un estudio compuesto por dos intervenciones, donde se analizaron los problemas y las barreras que surgen cuando un adulto mayor hace uso de un exergame, se establecen cuatro recomendaciones de diseño y sus respectivas acciones que permiten que un exergame se adapte a la capacidad de movimiento del adulto mayor.

1.1.1 Efectos del sedentarismo

Evidencias epidemiológicas indican que el sedentarismo ha sido un factor determinante en la epidemia de enfermedades crónico degenerativas que sufrimos hoy, en tanto que la actividad física actúa como un factor protector del organismo (Martínez E. , 1998). De acuerdo a la Encuesta Nacional de la Salud 2012 en México, entre la población de adultos mayores, hay una gran incidencia de este tipo de enfermedades. *“La causa principal de muerte en este grupo etario se da por diabetes mellitus tipo 2, enfermedad isquémica del corazón y enfermedad cerebro-vascular”* (Secretaría de Salud, 2007, p. 28); todas ellas

¹ La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece 60 años de edad cronológica para considerar a una persona como adulto mayor. Sin embargo, en la mayoría de los países industrializados se consideran los 65 años.

enfermedades crónicas degenerativas. Para lidiar con este problema el programa de envejecimiento activo de la Organización Mundial de la Salud marca como una de sus prioridades la reactivación física del adulto mayor (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010), la implementación de dicha estrategia se complica si consideramos que un tercio de los adultos mayores a nivel mundial son sedentarios y que el sedentarismo reduce la capacidad del adulto mayor para reactivarse físicamente (Lieberman, et al., 2011). Se define como envejecimiento activo *“aquel en el que se pretende que los adultos mayores conserven el mayor grado de autonomía posible, que retrasen lo más posible los distintos niveles de dependencia y conserven el mejor nivel y la mejor calidad de vida a su alcance”* (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010, p. 396). De acuerdo a estudios sobre el envejecimiento humano (Alba Romero, Gorroñoigoita Iturbe, Litago Gil, Martín Lesende, & Luque Santiago, 2001), (Instituto Nacional de Geriátría, 2012) durante la vejez hay un deterioro funcional producto del envejecimiento natural (primario) y otro producto de la enfermedad (secundario). Este deterioro provoca una reducción en la capacidad de movimiento y una inseguridad al realizarlo (Rose, 2005). Conforme el nivel de sedentarismo aumenta, la persona realizará menos movimientos e incluso dejará de usar algunos de ellos. Si se deja de usar cierta parte del cuerpo, ésta se daña (Bortz, 1894), generando un deterioro neuromuscular e impedimentos físicos que, finalmente, llevarán a la inmovilidad (Marín L., 2004). En la figura 1, establecimos un diagrama tomando todos los elementos antes citados y esquematizamos este proceso en la forma de dos círculos viciosos que se potencializan entre sí. Este esquema se explica a detalle a continuación.

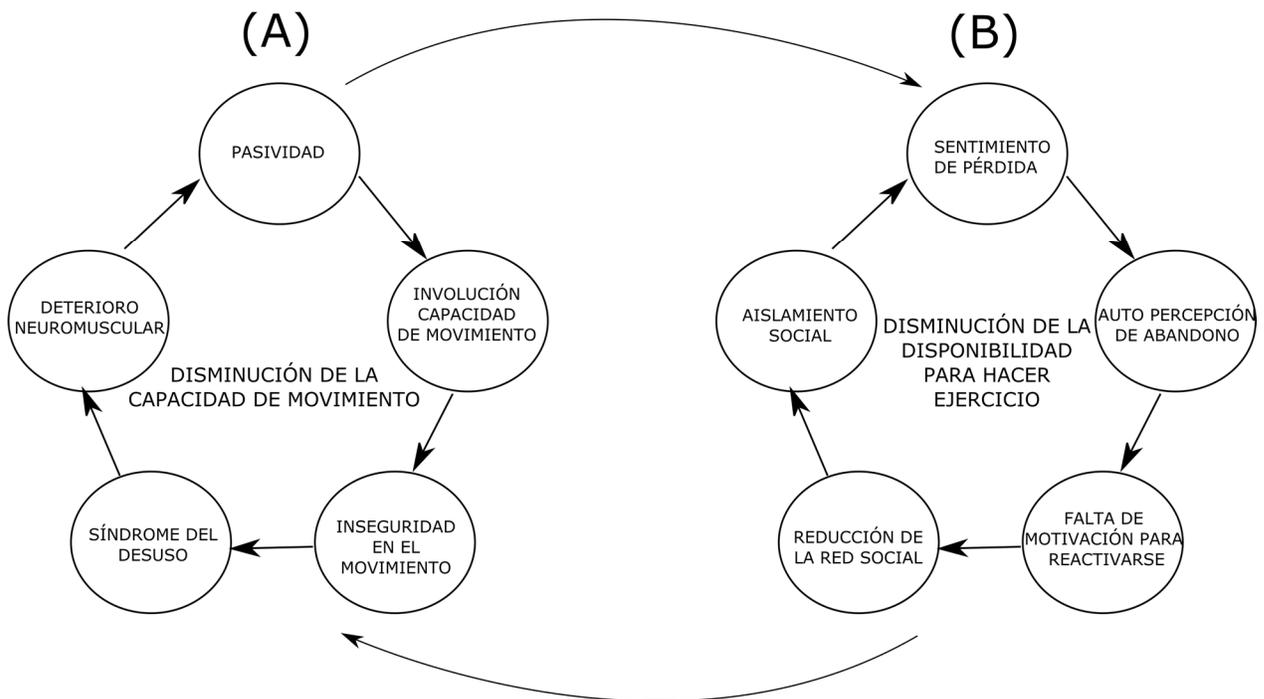


Figura 1. Círculos viciosos de los efectos de la falta de actividad física regular en un adulto mayor. (A) Habiendo establecido que el nivel de sedentarismo incide en la capacidad de movimiento, la persona tenderá a ser más pasiva mientras más sedentaria sea. (B) Lo que a su vez incrementará el sentimiento de no poder hacer ejercicio, aún cuando si pueda. Lo que se expresa como una disminución de su disponibilidad corporal a realizarlo. Ambos círculos se potencian provocando una involución de su capacidad de movimiento.

En la Figura 1-A se puede observar la formación de un círculo vicioso que implica que, a mayor pasividad, entendiendo por pasividad el hecho de no realizar actividad física, habrá más deterioro lo que, a su vez, hará más pasiva a la persona.

Se ha demostrado que el sedentarismo por sí solo tiene efectos depresivos en el adulto mayor (Wilson-Escalante, Sánchez-Rodríguez, & Mendoza-Nuñez, 2009). Adicionalmente, en la actualidad hay un paradigma del cuerpo joven, *“el tipo de sociedad imperante hace más difícil la vida familiar de convivencia de tres generaciones. A esto se añade la preferencia casi obsesiva de nuestros medios publicitarios por el cuerpo joven como ideal estético ... muy lejos de lo que pueden ser las canas, arrugas y otros defectos del cuerpo. Es lógico que en un ambiente así, el hombre y mujer de edad sientan que no tienen que ofrecer”* (Monroy, 2017, p. 1). Al haber perdido ese cuerpo idealizado es probable que se afecte su capacidad de sentirse aceptado, querido, acogido, útil y capaz (Monroy, 2017). Adicionalmente los cambios en el cuerpo harán más difícil la práctica de actividades deportivas, o físico recreativas, que antes eran gratificantes (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010), lo que finalmente repercutirá en una falta de motivación para reactivarse físicamente (Hall & Brody, 1999). Algunas de estas actividades se realizan en grupo y/o en lugares públicos, lo que favorece la creación y mantenimiento de redes sociales. Al abandonar dichas actividades la red social del adulto mayor se ve afectada (Gracia de & Marcó, 2000). Aunque ésta no sea la única causa, o la causa fundamental, el efecto que tenga en la pérdida de redes sociales contribuirá al aislamiento del adulto mayor (Zapata, 2001). Este proceso se ha esquematizado en la Figura 1-B como un segundo círculo vicioso donde la pérdida de la capacidad para realizar ejercicio y la reducción de redes sociales de apoyo hará que se incremente el sentimiento de pérdida completando el segundo círculo vicioso. Ambos círculos se relacionan entre si y se potencializan.

1.1.2 Uso de *exergames* en apoyo a la reactivación física del adulto mayor

La OMS ha promovido el programa de envejecimiento activo que pretende que el adulto mayor realice actividades que le ayuden a incrementar la calidad de vida; Levi y Anderson (1980, p. 7) definen la calidad de vida como “una medida compuesta de bienestar físico, mental y social, tal y como la percibe cada individuo y cada grupo, y de felicidad, satisfacción y recompensa”. Entre las dimensiones que abarca este programa, está la reactivación física y la realización de actividades físico-recreativas que, llevadas a cabo de forma regular, ayuden a mejorar la salud e incrementen los niveles de socialización del adulto mayor (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010). En este contexto, la Asociación Americana del Corazón (AHA por sus siglas en inglés) en *The Power of Play: Innovations in Getting Active* (Lieberman, et al., 2011) ha recomendado el uso de tecnologías de juego, especialmente aquellas en que la persona se ejercita mientras juega (*exergames*), como una opción para reactivar físicamente al adulto mayor.

En la literatura hay una ambigüedad en los términos utilizados para referirse a estas tecnologías. En la Tabla 1 se presentan ejemplos representativos de los términos utilizados.

Tabla 1. Ejemplos representativos de términos utilizados en la literatura para referirse a videojuegos que promueven una ejercitación a través de la interfaz de movimiento.

Autor (año)	Término utilizado y definición
(Bleser, et al., 2013) A personalized exercise trainer for the elderly	Sistema entrenador de ejercicio – sistemas que guían un programa de ejercicio personalizado
(Lieberman, et al., 2011) The Power of Play: Innovations in Getting Active	Videojuegos de juego-activo – juegos que tienen una interfaz que requiere una ejercitación física para jugar el juego
(Garcia, Felix, & Lawrence, 2011) Serious Games to Improve the Physical Health of the Elderly: A Categorization Scheme	Juegos serios para mejorar la salud física – juegos que impulsan a realizar actividad física mientras se juega.
(Sinclair, Hingston, Masek, & Nosaka, 2010) Testing an <i>exergame</i> for effectiveness and attractiveness	<i>Exergames</i> – videojuegos que promueven una actividad de ejercicio
(Uzor & Beillie, 2013) Exploring & Designing tools to enhance falls rehabilitation in the home	Juegos para la rehabilitación – video juegos basados en ejercicios de rehabilitación
(Yi-Te, Shang-Ti, I-Tsun, & Shiou-Ru, 2012) A comparasion of differences in Wii performance and perceived life quality among physical active and inactive aging males in the community	Juegos somato sensoriales – juegos de mímica de deportes y ejercicios en un medioambiente virtual

Todos los términos citados tienen en común señalar que este tipo de tecnologías promueven un ejercicio durante el juego, y se diferencian al señalar el enfoque bajo el cual se promueve este ejercicio. Por ejemplo, al referirlos como juegos serios su propósito es más específico: promover un beneficio más allá del puro divertimento. Algo similar sucede al referirlos como juegos para la rehabilitación, haciéndolos aún más específicos ligando su propósito a una terapia de rehabilitación. Por el contrario, términos como entrenador de ejercicio o somato sensoriales hacen más genérico su propósito poniendo en relieve cómo el videojuego asigna el ejercicio o el tipo de interacción con el cuerpo. El término videojuego de juego activo realiza el tipo de interfaz utilizada y en cómo a través de ella se genera el movimiento. En un nivel de abstracción mayor el término *exergame* utilizado por Sinclair se centra en el ejercicio promovido, este último enfoque permite la discusión sobre cómo, independientemente al contexto en el cuál se genera el movimiento, es posible analizar la ejercitación promovida como elemento del diseño parte de la mecánica de juego, y no como un elemento ajeno impuesto por el contexto en el cuál videojuego se va a usar. Dado que el presente trabajo toma este enfoque se ha considerado como más adecuado el uso del término *exergame* para esta tesis.

Durante los últimos 10 años se han realizado estudios sobre la utilidad del uso de *exergames* para incrementar el nivel de actividad física en diferentes grupos etarios (Biddiss & Irwin, 2010), (Lenningham-Foster, et al., 2006), y en particular hay estudios acerca del uso de *exergames* como juegos serios² para

² Aquellos que tienen un propósito más allá del puro divertimento (Garcia, Felix, & Lawrence, 2011).

medir o modificar una condición de salud (Garcia, Felix, & Lawrence, 2011), (Lisbeth, Lone, Henrik-Hautop, & Henning, 2013). Por otro lado, también se han realizado estudios de usabilidad (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012), (Wiemeyer, et al., 2015) que pretenden generar principios que orienten el diseño del *exergame* para que se tomen en cuenta las características físicas, psicológicas y sociales del adulto mayor. Sin embargo, solo algunos estudios realizados con adultos mayores analizan la ejercitación promovida en función de un beneficio (elementos efectivos del ejercicio) y al mismo tiempo de los aspectos afectivos tales como el incremento de la intensidad de movimiento. Lo anterior para buscar enganchar al jugador con el ejercicio promovido (Bianchi-Berthouze, 2010). En el diseño de un *exergame* es necesario tomar en cuenta tanto aspectos efectivos como afectivos, ya que el centrar el diseño en uno solo de ellos hace que el juego tienda a volverse aburrido (Garcia, Felix, & Lawrence, 2011), o complejo y de movimientos poco atractivos (Gerling, Schild, & Masuch, 2011).

Es importante tomar en cuenta que la heterogeneidad de la capacidad física del adulto mayor hace que no sea posible establecer un perfil físico-funcional único al diseñar la ejercitación promovida (Garcia, Felix, & Lawrence, 2011); esta heterogeneidad impide utilizar directamente los principios generalizados que son establecidos para promover la ejercitación en un *exergame* (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012). Lo anterior plantea la necesidad de cuestionar desde la forma en que el movimiento se genera (Gerling, Schild, & Masuch, 2011) hasta la forma en que se puede mejorar la interacción social durante el juego cuando hay jugadores con capacidades de movimiento muy diferentes que compiten entre ellos (Harley, Fitzpatrick, Axelrod, White, & McAllister, 2012).

1.2 Trabajo previo

En esta sección se presentan estudios individuales y revisiones sistemáticas de múltiples trabajos, los cuales se enfocan en el análisis de aspectos relevantes de la promoción del ejercicio a través del uso de *exergames* con adultos mayores. En el apartado 1.2.1 se agrupan trabajos que se enfocan en medir y/o modificar una condición de salud, en este sentido el ejercicio promovido es parte de una fisioterapia y los trabajos se centran en evaluar la eficacia del adulto mayor al realizar el ejercicio y medir los efectos del mismo. En el apartado 1.2.2 se presentan trabajos en donde los *exergames* generan un ejercicio que está más enfocado al divertimento, estos trabajos se preocupan por identificar problemas relacionados con la capacidad física y cognitiva del adulto mayor y los problemas que éste tiene al realizar el ejercicio promovido. El apartado 1.2.3 presenta trabajos en donde se analiza cómo el ejercicio promovido fomenta la socialización durante el juego, aquí la problemática está relacionada con aspectos motivacionales y de falta de apego al uso del *exergame*, así como los efectos de una dinámica de juego que no promueve la socialización durante el mismo. En el apartado 1.2.4 se agrupan trabajos donde se analizan los efectos que tiene en el estado de ánimo del adulto mayor en el uso de *exergames*, se plantean problemas relacionados con la falta de interés en este tipo de videojuegos, la problemática que se desprende de la existencia de diferentes tipos de jugadores, y la apatía o rechazo del adulto mayor hacia este tipo de videojuegos. Nuestro enfoque se centra en analizar al *exergame* como una herramienta útil para promover la reactivación física del adulto mayor, la mayoría de los estudios presentados hacen uso de ellos bajo un monitoreo humano durante la sesión de juego.

1.2.1 Los *exergames* como apoyo a la fisioterapia bajo supervisión médica

Los *exergames* son videojuegos interactivos cuyo enfoque lleva una mezcla de hacer ejercicio y jugar utilizando medios digitales en la interacción. A este tipo de juego se les ha propuesto como una actividad recreativa adecuada para introducir y supervisar la actividad física entre los adultos mayores (Velazquez, et al., 2014), (Lieberman, et al., 2011). El ejercicio promovido vía la interfaz de movimiento completo del cuerpo, puede ser controlado en términos de duración, intensidad, complejidad, velocidad y volumen del ejercicio, por ejemplo, cuántas series de repeticiones se hacen de un ejercicio. Estas características hacen de este tipo de videojuegos herramientas efectivas para medir o modificar varias condiciones de salud (Wiemeyer & Kliem, 2012). Existen estudios (Larsen, Schou, Hautop, & Langberg, 2013), (Pietrzak, Cotea, & Pullman, 2014) que utilizan a los *exergames* como herramientas que permiten mejorar la movilidad del adulto mayor. A continuación, se presentan los trabajos más significativos para el presente estudio, en donde se plantean una serie de problemas no resueltos en ellos, fundamentales para determinar la adaptabilidad que debe presentar un *exergame* para adultos mayores, y se enfatizan las áreas de investigación que dejan abiertas. La aplicación de la investigación de acción participativa llevará a elaborar propuestas para mejorar estos aspectos y a la construcción de los argumentos que sustentan las recomendaciones presentes en esta tesis.

1.2.1.1 Entrenar al adulto mayor en actividades que mejoren su capacidad de movimiento, tales como el baile

El *exergame* presentado en (Smith, Talaei-Khoei, Ray, & Ray, 2009) tiene como principal propósito entrenar las habilidades de baile en el adulto mayor; una actividad común entre este grupo etario. Se utiliza un tapete de pasos similar al del juego *Dance Dance Revolution*®. Incluye un monitoreo del desempeño que da información al terapeuta. Una limitación es que el movimiento promovido no toma en cuenta algunas características de la capacidad cognitiva del adulto mayor. Entre estas se menciona la dificultad para responder a varios impulsos al mismo tiempo; como señales luminosas en el tapete, información en la pantalla y la música. Tampoco permite evaluar la complejidad del tipo de movimiento promovido, ni si éste es fácil de recordar para el adulto mayor. Asimismo, no se toma en cuenta que un adulto mayor pueda mal interpretar el movimiento y realizarlo de forma tal que se lastime o se ponga el mismo en riesgo. Se deja abierta como área de investigación identificar si al quitar la atención del adulto mayor del dispositivo y centrarla solo en el movimiento mejoraría su desempeño, así como establecer procedimientos que aseguren la comprensión del movimiento adecuadamente y así evitar situaciones de riesgo.

1.2.1.2 Mejorar la capacidad de balance

Doyle, Bailey, Dromey, & Scanail (2010) presentan un estudio de 20 semanas que utilizó un *exergame* que busca mejorar la fuerza muscular en miembros inferiores de los jugadores e identificar, a lo largo del estudio, el efecto que éste tiene en la capacidad de balance del adulto mayor. Se trata de un *exergame* que utiliza la plataforma de balance Wii®, elaborado por el mismo grupo de investigadores, que provee cinco ejercicios que ayudan a mejorar la movilidad. También se realizaron una serie de pruebas de

usabilidad para evaluar la retroalimentación visual y auditiva, así como las instrucciones de navegación que provee el juego. El análisis realizado sobre el trabajo de Doyle, Bailey, Dromey, & Scanail presente en la revisión sistemática de juegos serios para la rehabilitación de García García, Felix, & Lawrence (2011) indican que en este juego el movimiento tiende a ser repetitivo y aburrido. Un estudio que explica cómo el movimiento promovido por un *exergame* afecta la experiencia de juego (Bianchi-Berthouze, 2010) indica que a mayor intensidad de movimiento hay un incremento en los elementos atractivos del juego. Por lo anterior es posible aseverar que sería necesario incrementar el nivel de intensidad del movimiento manteniéndolo dentro los límites de la capacidad de cada jugador.

1.2.1.3 Mejora de la movilidad del adulto mayor emulando disciplinas tales como Yoga y Tai-Chi mediante *exergames*

Por su parte Larsen, Schou, Hautop, & Langberg (2013) realizaron un estudio comparativo que evalúa el nivel de ejercitación utilizando *exergames* basados en deportes y aquellos que emulan disciplinas como el Tai chi con adultos mayores sanos. Se encontró que las mejoras en la movilidad fueron similares usando ambos tipos de *exergames*. Sin embargo, el estudio no evalúa la efectividad ni la adherencia en el uso del *exergame*. Fuera del ámbito controlado del laboratorio. Harley, Fitzpatrick, Axelrod, White, & McAllister (2012) han encontrado que el adulto mayor tiende a ser poco efectivo en el juego, y que esto afecta su aceptación y adherencia al mismo. Lo que lleva a preguntar, estando fuera del laboratorio y en condiciones reales, ¿qué tanto ésta falta de efectividad afectará la consecución del beneficio de salud? y ¿cómo la baja efectividad reducirá la adherencia al uso del juego?

1.2.1.4 Uso para la mejora de la marcha

Se realizó un comparativo de los resultados reportados del uso de *exergames* comerciales, enfocados a reactivar personas sedentarias, aplicados a personas que padecen la enfermedad de Parkinson y comparándolos con los obtenidos en personas sanas (Gillian, Galna, & Rochester, 2014). El resultado señala que no se evalúa qué tan riesgoso es el uso de este tipo de *exergames* con quienes padecen Parkinson. En cuanto a la factibilidad de su aplicación hay evidencia de que las personas que padecen esta enfermedad pueden jugarlos e incluso mejoran sus desempeños y los disfrutan. Sin embargo, se observó que tienen problemas con juegos complejos y para manejar la velocidad del movimiento. En términos de efectividad se establece que hay mejoras en el balance y en el rango de movilidad, e incluso una reducción en la severidad de los síntomas de la enfermedad. Los estudios reportados no están enfocados a los adultos mayores, pero el Parkinson es una enfermedad que se relaciona con el envejecimiento (López-Ridaura & Pérez-Zepeda, 2010) y sus efectos, en etapas tempranas de la enfermedad, se presentan incluso en adultos mayores considerados sanos. Lo anterior permite aseverar que hay una necesidad de realizar estudios donde se midan las mismas variables con adultos mayores sanos y enfermos, e incluso entre aquellos que presentan una capacidad de movimiento muy distinta entre ellos.

Además, existen estudios, incluidos en las revisiones sistemáticas (Velazquez, et al., 2014) y (van Diest, Lamothe, Stegenga, Verkerke, & Postema, 2013), enfocados a evaluar la eficacia de *exergames* dirigidos a recuperar la movilidad de cierta parte del cuerpo. De acuerdo a los estudios referidos en ambas revisiones, el ejercicio promovido por este tipo de *exergames* está orientado a mejorar la movilidad de una parte del

cuerpo en específico. Esto constriñe el tipo de movimiento promovido a la movilidad limitada de una persona enferma. En estos juegos se aplican de forma estricta criterios fisioterapéuticos que, a su vez, provocan que los elementos efectivos del juego sean primordiales y al mismo tiempo hacen difícil integrar elementos divertidos en el diseño de la ejercitación (García, Félix, & Lawrence, 2011). Estos estudios se centran en perfiles de movilidad muy específicos y no consideran que, incluso con adultos mayores sanos, es factible encontrar limitaciones de movilidad en cierta parte del cuerpo, aunque el resto del cuerpo no esté afectado. Lo que deja como un área de investigación abierta el establecer cómo integrar un control fisioterapéutico estricto en juegos enfocados a perfiles de movilidad más amplios y cómo discriminar en ellos la movilidad de cada parte del cuerpo buscando evitar daño, situaciones de riesgo y/o fatiga.

1.2.2 Los *exergames* como una actividad físico-recreativa para el divertimento del adulto mayor

Campbell et al. (2008) establece como principios de diseño para *exergames*: (1) mecánica central, la cual consiste de un conjunto de interacciones básicas que el jugador repite, aprende y domina durante el juego, haciendo que haya un mayor divertimento y reto, es a través de estas interacciones que el diseñador puede influenciar la formación de hábitos físicos en el jugador; (2) representación, el divertimento frecuentemente también deriva de elementos atractivos y narrativos que deben ser tomados en cuenta en el diseño del *exergame*; (3) micro metas, el conflicto dentro del juego se convierte en metas que un jugador debe lograr para avanzar dentro del juego, de tal forma que las micro metas proveen de una gratificación frecuente y de un camino para lograr metas mayores; (4) para lograr el estado de *flow*³ y diversión se deben de inducir una serie de retos que lleven al jugador al margen de su habilidad; (5) juego libre, las narrativas, metas y retos pueden beneficiarse de un diseño que deje un número máximo de opciones abiertas para el jugador; (6) juego social, la interacción social toma dos formas, la interna donde los roles emergen de la estructura formal del juego, y la externa donde los roles son traídos al juego desde fuera, tales como la amistad, rivalidades, las cuales afectan la estrategia de juego; (6) Juego Limpio, todos los jugadores deben tener la misma oportunidad de ganar. En otro tipo de estudios se cuestionan estos principios de diseño los cuales son generalmente aceptados para promover la ejercitación. En estos estudios se discute si es posible aplicarlos al diseñar *exergames* para adultos mayores. Originalmente estos principios se acuñaron tomando perfiles de movilidad sana con grupos etarios más jóvenes y siendo el único moderador del nivel de ejercicio el propio *exergame*. Lo anterior provoca que el manejo de elementos tales como intensidad, duración y volumen de ejercicio (número de repeticiones) llegue a ser excesivo para el adulto mayor.

1.2.2.1 Manejo de un perfil de movilidad único.

Sinclair, Hingston, & Masek (2007) estudiaron el funcionamiento de la ejercitación promovida en un *exergame* bajo un perfil general de movilidad; uno para todo tipo de jugador con características similares, en otras palabras bajo un perfil único de movilidad para todo un grupo con las mismas características

³ Estado mental en el cual “*La concentración es tan intensa que ya no queda ninguna atención para pensar en nada irrelevante, o para preocuparse acerca de los problemas. La conciencia sobre uno mismo desaparece y el sentido del tiempo se distorsiona*” (Csikszentmihalyi, 2008, p. 71).

físicas. Establecido el nivel de movilidad se asignó un tipo de ejercicio adecuado. Normalmente, bajo este perfil general, no se realiza una evaluación del nivel de movilidad real o en algunos casos se realiza de forma muy somera preguntas sobre edad, peso y pequeñas pruebas de movilidad (Gerling, Schild, & Masuch, 2011). Lo anterior hace que sea el tipo de ejercicio promovido lo que asegure un nivel de esfuerzo adecuado a la persona. Sin embargo, un adulto mayor sano presenta una movilidad con características heterogéneas, que van desde una movilidad casi normal pero más lenta, hasta una muy limitada que corresponde a la de una persona enferma (Chodzko-Zajko, et al., 2009). Esto hace que, aún bajo niveles de intensidad leves, exista la posibilidad de que el ejercicio exceda o por el contrario esté por debajo de la capacidad remanente de movimiento (Hall & Brody, 1999). Los estudios de Gerling (2011), (2011-B) demuestran que no es posible aplicar los principios de diseño normalmente aceptados para generar la ejercitación en *exergames*, sin hacer consideraciones previas sobre el nivel de movilidad, fuerza y velocidad de reacción del jugador adulto mayor (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012). Sin embargo, los *exergames* que trabajan bajo un perfil de movilidad único adolecen de un enfoque que toma en cuenta solo las limitaciones del cuerpo. En los estudios mencionados se deja abierta como área de investigación la integración de una valoración inicial de la capacidad real de movimiento de los usuarios del *exergame*, de tal forma que ésta guíe la selección del ejercicio adecuado y establezca por él mismo los parámetros de intensidad, duración y volumen.

1.2.2.2 Dificultad para recordar el movimiento.

En Mueller et al. (2011) se describe un estudio que analizan la carga cognitiva que requiere el jugar. Los autores señalan que un movimiento realizado por una persona nunca será igual en dos ocasiones diferentes (ambigüedad del movimiento). La forma en la que se implementa el rastreo del movimiento tiende a tomar parámetros fijos para identificar si el movimiento se realizó bien. En el caso del adulto mayor esto provoca constantes fallos durante el juego, lo que finalmente lo llevará a desistir (Harley, Fitzpatrick, Axelrod, White, & McAllister, 2012) de jugar principalmente por la frustración de no controlar el juego, incluso aunque no se den situaciones de riesgo. Tener que recordar la forma “correcta” de realizar el movimiento implica un mayor uso de la memoria de trabajo e impone un mayor grado de complejidad. Esto deja como un área de investigación abierta el cuestionar la forma en que se diseña el rastreo del movimiento en el caso de personas con limitaciones de memoria; como los adultos mayores.

1.2.2.3 Facilitar la dinámica de juego.

En otro tipo de estudio se trata de entender los cambios que sufre el cuerpo del adulto mayor, y cómo es posible adaptar las exigencias físicas generadas por el *exergame* a la respuesta corporal esperada (Mueller & Isbister, 2014). Después de un corto tiempo de usar el *exergame*, el cuerpo debería responder con una mecanización de los movimientos hasta facilitar el control del juego; sin embargo, se tiende a requerir más tiempo con el adulto mayor durante este proceso, y se vuelve importante un apoyo adecuado para que el procedimiento no sea tan largo o penoso. Lo anterior establece la necesidad de identificar el tipo de apoyo que se debe proporcionar al adulto mayor durante el juego y cómo integrarlo en la dinámica de ejercitación.

Adicionalmente se ha establecido la necesidad de tomar en cuenta las peculiaridades que presenta la condición física del adulto mayor en la dinámica de juego (Gerling, Schulte, & Masuch, 2011-B). Por ejemplo, se diseñó para que juegue sentado usando poses estáticas. Estudios como los de Gerling (2011-B) y Harley et al. (2012) establecen la necesidad de permitir jugar sentado a quien no puede ponerse de pie. Un área de investigación abierta se refiere a la integración del ejercicio sentado para disminuir la carga sobre miembros inferiores, en el caso de personas que no cuentan con capacidad suficiente para ponerse de pie. Otra se refiere al uso de la silla como un apoyo externo que evite situaciones de riesgo.

Swann-Sternberg, Singh, Bianchi-Berthouze, & Williams (2012) reportan un estudio para entender cómo afecta el dolor crónico en la realización del movimiento al jugar un *exergame*, y sus efectos en el diseño del movimiento adecuado. Solo en el caso de *exergames* que están enfocados en una terapia física, el ejercicio promovido toma en cuenta el efecto del dolor; sin embargo, queda como un área de investigación abierta cómo detectar durante el tiempo de juego señales que indiquen la presencia de dolor; e incluso cómo evitar que el mismo *exergame* lo provoque. Por lo anteriormente establecido hace falta estudiar qué estrategias se pueden implementar en tiempo de juego para evitar dolor, o al detectarlo qué hacer para evitar un evento adverso para la salud.

1.2.3 Estudios enfocados a analizar la socialización promovida mediante el *exergame*

El efecto socializante que tienen los *exergames* en el ambiente familiar al hacer convivir al adulto mayor con el resto de la familia han sido estudiados por Voids & Greenberg (2009), según los autores jugar dentro del ambiente familiar tiende a integrar a personas con capacidades de movimiento muy diferentes entre sí. Aunque el uso del *exergame* potencializa la posibilidad de mejorar la interacción social, también plantea el dilema de que el adulto mayor se abstenga de jugar al considerar que no tiene la capacidad suficiente para realizar el ejercicio, o por sentir vergüenza por su bajo desempeño. Lo anterior establece la necesidad de nivelar a los jugadores durante el juego, ya sea mediante la personalización del reto de acuerdo a la movilidad remanente del jugador o con la ponderación de los resultados de acuerdo a la capacidad de movimiento de cada uno.

Otro estudio señala la importancia que tiene para el adulto mayor el jugar los *exergames* en grupos presenciales (Brox, Luque, Evertsen, & Hernandez, 2011). En un ámbito como las casas hogar se han hecho estudios que identifican el efecto integrador que pueden propiciar los *exergames* con adultos mayores frágiles, sus pares y sus cuidadores (Harley, Fitzpatrick, Axelrod, White, & McAllister, 2012), (Wollersheim, et al., 2010). Estos estudios establecen la importancia que tiene el apoyo grupal para el jugador adulto mayor, y los efectos positivos que las reuniones para jugar tienen entre aquellos que observan el juego. Establecer las características que deben tener las sesiones presenciales para lograr que el adulto mayor se enganche con el juego, y elaborar estudios in situ con grupos más numerosos y heterogéneos dentro de las instalaciones donde normalmente se reúnen, representa en la opinión de los autores de los estudios un área de investigación abierta.

1.2.4 Estudios enfocados a analizar los aspectos psico-afectivos durante el juego

Se Pasch, Berthouze, van Dijk, & Nijholt (2008) han estudiado las reacciones afectivas positivas y negativas promovidas por el juego y el efecto de enganche por el uso del mismo, provocado por la intensidad de movimiento. Adicionalmente se ha estudiado, con otros grupos etarios, la existencia de diferentes tipos de jugadores de acuerdo a sus intereses de juego (Orji, Vassileva, & Mandryk, 2014). En los estudios citados un área de investigación abierta que se plantea es profundizar acerca de los efectos que tienen las reacciones afectivas en el juego y su relación con la falta de interés para participar en el mismo. Además, se considera que debería estudiarse cómo afecta la existencia de diferentes tipos de jugadores entre adultos mayores.

También se han evaluado los efectos psicológicos y motivacionales que tienen los *exergames* con adultos mayores (Wollersheim, et al., 2010). Se establece que los elementos lúdicos dentro de los *exergames* son un factor importante para hacer que el adulto mayor acepte realizar el ejercicio. Además de, el cómo el manejo de metas de ejercitación a través de las metas del juego ayuda a motivar a seguir jugando. Sin embargo, actualmente existen modelos, tales como el *Health Belief Model* (Rosenstock, 1974) o el *Health Action Process Approach* (Schwarzer, 2008), que explican cómo una persona va cambiando hasta tener una conducta más saludable a través del ejercicio. Estos modelos explican que se pasa por diferentes etapas antes de lograr que el ejercicio sea una parte rutinaria de la vida, y que aún cuando aparentemente se haya logrado, hay retrocesos. Brox, Fernandez-Luque, & Tollefsen (2011) dejan como un área de estudio abierta el aplicar estos modelos en el análisis del apego al uso de *exergames* entre adultos mayores.

Tomando como base las áreas de investigación abiertas dejadas por el trabajo previo se plantea la problemática estudiada en la presente tesis.

1.3 Planteamiento del problema

El análisis de los trabajos previos deja ver la relevancia que tiene la determinación del nivel de esfuerzo y del tipo de ejercicio a promover durante el juego (Gerling, Schulte, & Masuch, 2011-B). La heterogeneidad que presenta el adulto mayor en su capacidad de movimiento hace difícil establecer los límites y parámetros que determinan dicho nivel de esfuerzo. No es suficiente que el *exergame* provea de un tipo de ejercicio ligero que asegure no lastimar o fatigar a la persona. La movilidad de un adulto mayor sano comparada con uno enfermo establece diferencias que hacen que un mismo ejercicio deba adaptarse a diferentes niveles de movilidad y condiciones de salud. Este nivel de adaptación se vuelve imposible bajo un hipotético perfil general y hace necesario evaluar la capacidad de movimiento del jugador antes de jugar.

Adicionalmente es necesario que el nivel de esfuerzo implícito en el ejercicio sea controlado para asegurar un beneficio de salud; esto supone que los límites y parámetros que controlan la intensidad, duración y volumen de ejercicio tienen que personalizarse antes y durante el juego, cuestión que no es trivial.

Durante el tiempo de juego se presenta fatiga y/o situaciones de riesgo, incluso puede suceder que el nivel de esfuerzo sea muy bajo y deba incrementarse. Esto implica que el *exergame* deba tomar decisiones en tiempo real para ajustar la dinámica de ejercitación. Si no se toma en cuenta la aparición de estas señales no se asegura que el beneficio de salud se obtenga en todos los casos y se mantenga un nivel de ejercitación atractivo; entendiendo como atractivo un nivel de ejercitación que requiere de un esfuerzo adecuado y retador, acorde a la capacidad de movimiento remanente en cada jugador.

Este análisis debe realizarse bajo condiciones reales fuera del ambiente controlado, para determinar soluciones que tomen en cuenta múltiples variables que inciden al mismo tiempo tanto físicas, afectivas, sociales y psicológicas en el apego al uso de los *exergames* por los adultos mayores.

1.4 Preguntas de investigación

Partiendo de esta problemática se establecen para esta tesis las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los elementos principales que deben guiar la ejercitación dentro de un *exergame* tal que sea apta a las características de un adulto mayor y provea una ejercitación saludable?
- ¿Cómo se debe clasificar al jugador en base a su capacidad de movimiento y su habilidad para responder al ejercicio promovido en un *exergame*?
- ¿Cómo personalizar el movimiento en un *exergame* proveyendo de una intensidad de ejercicio adecuada para cada clase de jugador?

Estas preguntas se responden a través del estudio de Acción Participativa y conforme se va desarrollando dicha metodología se presentan las respuestas a las mismas.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Tomando como base los nichos de investigación y las áreas de oportunidad abiertas en el estudio de la ejercitación promovida por un *exergame* para adultos mayores, y con el propósito de responder a las preguntas de investigación se plantea el siguiente objetivo general:

Definir los principales elementos de diseño de la ejercitación en un exergame para un adulto mayor, para apoyar un envejecimiento activo.

1.5.2 Objetivos específicos

Del objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Analizar y establecer los requerimientos que debe cumplir un *exergame* para promover un ejercicio adecuado para adultos mayores
- Identificar cómo las limitaciones físicas de un jugador adulto mayor afectan su desempeño y cuáles barreras reales o percibidas impiden el uso del *exergame*.
- Establecer los principales elementos que permiten clasificar la movilidad del jugador.
- Analizar y establecer, partiendo de la clasificación de la movilidad, los principales elementos que permitan personalizar el movimiento en el juego.
- Analizar y establecer cómo se puede proveer de una dinámica de ejercitación adecuada a la movilidad del jugador.

1.6 Estructura de la tesis

La presente tesis se estructura en seis capítulos, los cuales se describen a continuación: en el capítulo 2 se presenta la metodología utilizada, en nuestro caso la metodología de Investigación de Acción Participativa en su forma canónica, y se explica tanto el estudio contextual como la investigación exploratoria llevada a cabo. Se comentan las técnicas utilizadas durante el estudio contextual para la recolección y análisis de los datos. Mientras que en la investigación exploratoria se describe la técnica de acción participativa.

En el capítulo 3 se presentan los resultados del estudio contextual. Se detalla la forma en que se recolectaron los datos a través de entrevistas, el proceso de codificación de la información y el análisis de afinidad realizado.

En el capítulo 4 se detallan las diferentes fases llevadas a cabo en el estudio de acción participativa, se describe el proceso de diagnóstico de la problemática, la planeación de acciones, la implementación y evaluación de estas acciones, y el proceso de reflexión sobre los resultados obtenidos. Así mismo se precisan los principales hallazgos encontrados, las acciones realizadas, las conclusiones y recomendaciones de diseño que son producto de este análisis.

En el capítulo 5 se presentan las diferentes fases de otra intervención con un segundo grupo de adultos mayores, más grande con relación al primero y con condiciones de movilidad más heterogéneas. Se describen las estrategias que se siguieron para proveer de validez externa a los resultados del primer estudio de acción participativa.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y las aportaciones al conocimiento del presente trabajo.

Capítulo 2. Metodología de investigación

De acuerdo a la taxonomía presentada por Denzin and Lincoln (1994) la metodología utilizada en el presente trabajo de tesis doctoral corresponde a una investigación cualitativa de acción participativa. Esta metodología ha sido aplicada exitosamente en escenarios donde se quieren mejorar las prácticas diarias en el trabajo, donde se quieren resolver problemas específicos y desarrollar proyectos especiales de investigación, especialmente en el ámbito de la investigación educativa. La metodología fue seleccionada porque a través de la discusión, decisión, acción, evaluación y revisión, permite la participación del propio adulto mayor y las personas que dirigen los grupos que les apoyan, así como también la participación de un grupo interdisciplinario de investigadores en una investigación colectiva in situ sobre “problemas particulares” que aquejan al grupo investigado (Adelman, 1993). Dado que la problemática descrita en la sección 1.3 es multivariada y se presenta bajo situaciones normales fuera del ambiente controlado del laboratorio, debe ser analizada in situ, donde grupos de adultos mayores se reúnen a jugar con *exergames*, se debe permitir al investigador y al adulto mayor participar a la par en la búsqueda de soluciones a problemas específicos que aparecen durante la situación analizada (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010); en nuestro caso durante el juego. La metodología aplicada tiene dos etapas, ver Figura 12: (1) estudio contextual e (2) Investigación exploratoria, que a continuación se explican.

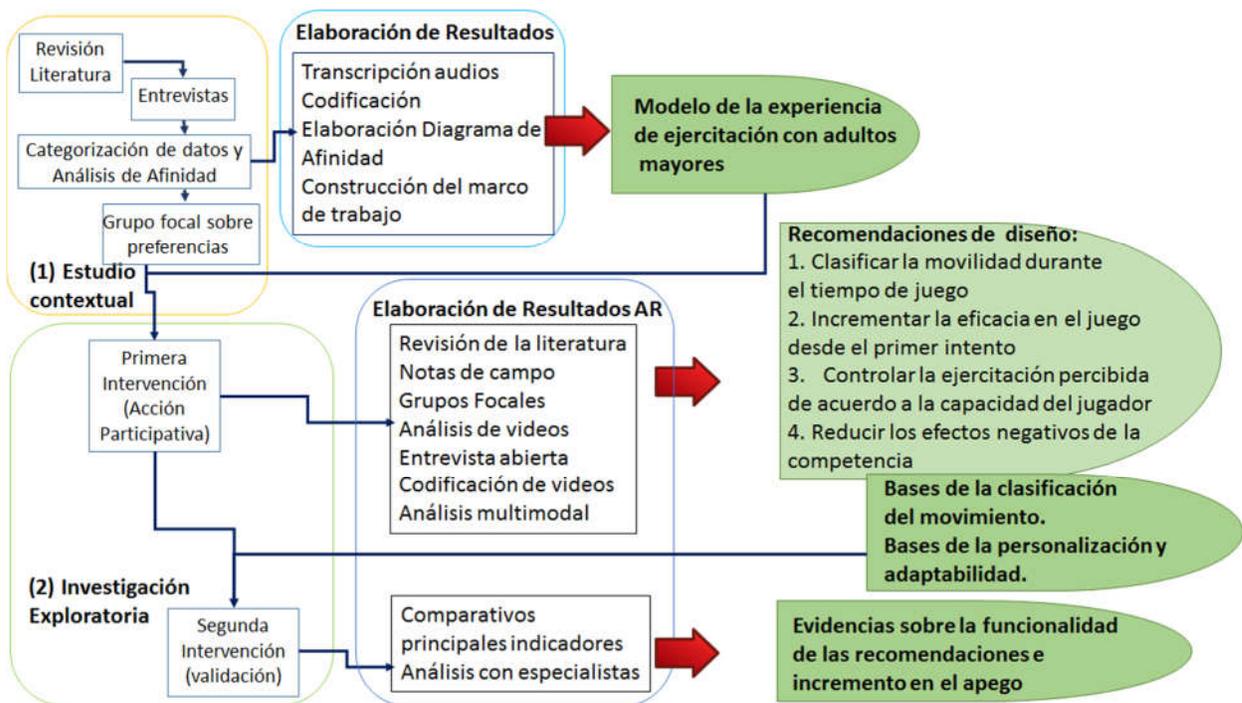


Figura 1. Metodología.

Un estudio de Acción Participativa inicia con un análisis preliminar profundo del fenómeno a estudiar (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010), en nuestro caso este análisis se realizó utilizando parte de la metodología de Diseño Contextual Rápido denominado Análisis de Afinidad (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005); (1) Estudio

Contextual en la Figura 12. El cual incluye la revisión de la literatura, la aplicación de entrevistas largas⁴ semiestructuradas, el uso de técnicas de codificación de entrevistas pertenecientes a la metodología de la teoría fundamentada (Strauss & Corbin, 1998), el proceso de análisis de afinidad y adicionalmente una sesión de grupo focal sobre las preferencias de juego y actitudes del adulto mayor al usar *exergames* por primera vez. Las entrevistas se codificaron mediante procesos de codificación abierta y axial. En base en esta información, se elaboraron una serie de diagramas de afinidad que permitieron categorizar las ideas principales acerca del tipo de ejercitación más adecuado a promover a través de un *exergame* para adultos mayores, y la adaptabilidad que éste debe presentar para hacer frente a las condiciones que presenta el adulto mayor. Adicionalmente se realizó una intervención en la cual adultos mayores que no habían jugado videojuegos jugaron por primera vez *exergames*, en ella se incluyó un grupo focal cuyo objetivo fue identificar sus preferencias sobre diferentes temáticas de *exergames*, problemas de uso y nivel de aceptación de este tipo de video juegos. La finalidad de la etapa del estudio contextual fue establecer un marco teórico que guíase la investigación exploratoria.

En la investigación exploratoria se incluyen dos intervenciones con adultos mayores. El objetivo de la primera intervención corresponde al objetivo general de la presente tesis, esto es: *definir los principales elementos de diseño de la ejercitación de un exergame para un adulto mayor, para apoyar el envejecimiento activo*.

La segunda intervención tuvo como objetivo validar los resultados de la primera intervención con un segundo grupo de adultos mayores.

2.1 La entrevista contextual en el análisis de afinidad.

Un elemento del proceso de Diseño Rápido Contextual es la realización de entrevistas que cuestionan el contexto del fenómeno a estudiar. Las entrevistas contextuales son “*entrevistas uno a uno realizadas en el lugar de trabajo del usuario que se enfocan en observaciones sobre el trabajo que realizan*” (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005, p. 80). La entrevista es una de las principales herramientas para la recolección de datos en la investigación cualitativa (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). Particularmente la entrevista larga “*permite introducirse en el mundo mental del entrevistado, dar un vistazo a la categorización y la lógica bajo la cual miran el mundo*” (McCracken, 1988, p. 9). La categorización se obtiene a través de las técnicas de codificación, abierta y axial, que forman parte la metodología de Teoría Fundamentada (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005). Los trabajos científico-sociales buscan lograr un entendimiento de las creencias y experiencias de los actores objetos del estudio. Así la investigación científica en Interacción Humano-Computadora (IHC) hace uso de la entrevista para ganar entendimiento acerca de necesidades, prácticas, preocupaciones, preferencias, y actitudes de las personas que interactúan con sistemas computacionales actuales o futuros (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010).

⁴ Método de investigación cualitativa que parte de la entrevista etnográfica no estructurada, se le considera la herramienta más poderosa para ciertos propósitos descriptivos y analíticos (McCracken, 1988).

Los métodos cualitativos centran el análisis de los datos vertidos en las entrevistas en dos ejes principales. El primer eje se enfoca en la revisión de la literatura, mientras el segundo en el descubrimiento de categorías analíticas y datos culturales (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). El proceso de descubrimiento de categorías analíticas es el más demandante (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010) y existen métodos que permiten realizar este proceso de una forma más estructurada; entre ellos está el proceso de análisis de afinidad el cual forma parte del Diseño Rápido Contextual (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005).

2.2 Categorización de datos y análisis de afinidad.

Durante el análisis de las entrevistas realizadas se llevó a cabo un proceso de codificación donde se buscó categorizar la información vertida y se aplicó una técnica llamada análisis de afinidad. Parte de la metodología de teoría fundamentada, un tipo de investigación basada principalmente en entrevistas y observación con raíces en la sociología cuyo propósito es construir una teoría acerca de una práctica o fenómeno (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010), incluye un proceso de codificación, muy útil para estructurar y organizar las ideas principales, que finalmente llevará a una categorización de los datos vertidos en las entrevistas.

El proceso de codificación inicia con una codificación línea por línea. Se da un código único que identifica cada idea encontrada. Se utilizan de una a tres palabras como código, ya que en muchos casos es casi imposible limitarlo a una sola palabra; a este proceso se le denomina codificación abierta. Para apoyar este proceso se pueden utilizar herramientas computacionales, tales como el software Atlas.ti®; que es el utilizado en la presente tesis. En el siguiente paso se agrupan los códigos que representan conceptos del mismo tipo; a este proceso se le denomina codificación axial. El agrupamiento de los datos responde a conceptos de mayor y menor nivel de abstracción. De esta forma se va obteniendo un mejor entendimiento del fenómeno en cuestión al establecer de forma lógica qué idea ocurre primero, en segundo o tercer nivel. En el mayor nivel de abstracción se identifican ideas que embonan juntas y para las cuales se puede establecer un término que las abarque; a estos términos se les denominan categorías (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010).

El Análisis de Afinidad forma parte del proceso de Diseño Rápido Contextual. Se trata de una de las técnicas que más comúnmente se utilizan en la investigación cualitativa (Sharp, Rogers, & Preece, 2015), ya que permite un análisis rápido que ayuda a refinar la información extraída en la codificación. Su propósito es organizar las ideas individuales y las percepciones en forma de una jerarquía que muestre estructuras comunes y temas afines (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005).

Las categorías extraídas en el proceso de codificación se vacían en notas individuales, las cuales se agrupan de acuerdo a las condiciones de afinidad; entendidas como perspectivas, implicaciones e ideas comunes. Hecha esta agrupación se realiza un diagrama jerárquico el cual mezcla problemáticas e ideas a través de todos los conceptos vertidos, de tal forma que dicho diagrama revela el alcance del concepto o problema (Rogers, Preece, & Sharp, 2015).

2.3 Sesiones de grupo focal.

Los grupos focales constituyen una forma rápida de recabar información al incluir varios participantes en un solo grupo de discusión (Morgan, Krueger, & King, 1998). Se trata de sesiones donde participan entre 8 y 12 personas (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010), lo que provee la posibilidad de contar con opiniones muy distintas que incluso pueden llevar a la discusión y controversia. Las discusiones pueden revelar similitudes y diferencias entre las opiniones, así mismo dosis limitadas de desacuerdo y debate pueden ser muy informativas (Morgan, Krueger, & King, 1998). La aparición de perspectivas conflictivas puede llevar a la realización de un estudio más a fondo. Las conversaciones que surgen de los grupos focales ayudan a superar muchas de las deficiencias de las entrevistas (Rogers, Preece, & Sharp, 2015), ya que en las entrevistas uno a uno, tanto entrevistado como entrevistador, pueden tender a defenderse, o puede suceder que el entrevistado no sea muy dado a expresarse. En este sentido el grupo focal apoya la interactividad al balancear la participación, y al permitir que los participantes se animen de forma mutua a la participación (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010). Además, esta dinámica puede estimular a los participantes a tocar temas que no se hubiesen podido identificar en una entrevista uno a uno; sin embargo, en algunos casos pueden surgir temas incómodos que sería más adecuado tratar en una entrevista individual (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010). En un grupo focal se debe evitar que solo unos cuantos participantes acaparen la palabra o que se generen confrontaciones directas (Morgan, Krueger, & King, 1998). En este sentido, la selección de los participantes es determinante y permite reunir representantes de diferentes entornos y perspectivas, o buscar grupos más homogéneos que presenten un ambiente similar con un contexto común y experiencias que pueden ayudar a promover la discusión y el intercambio de opiniones (Lazar, Feng, & Hochheiser, 2010). En todo caso se trata de que sean personas con interés en el tema y que estén dispuestas a participar.

2.4 La investigación de Acción Participativa (AR)

La Investigación Acción Participativa (AR –por sus siglas en inglés) es una metodología de investigación con orígenes en los estudios de Kurt Lewin, realizados en 1947, y los trabajos relativos a mejoras en prácticas educativas de John Dewey (1929) (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). La base teórica de la metodología da *crédito al poder de la reflexión que llega a través de la discusión, decisión y acción llevada a cabo por gente común que participa en un colectivo de investigación sobre problemas particulares* (Adelman, 1993, p. 8), dentro de un contexto local específico.

Se ha utilizado AR con éxito en diversos contextos tales como hospitales, clínicas, centros de apoyo comunitario y entidades de gobierno entre otras instancias (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). La investigación educativa puede considerarse el contexto en el cual AR ha sido utilizada más, ya que en educación es común que los maestros implementen acciones para mejorar prácticas de enseñanza y resolver problemas específicos del salón de clases (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010).

AR tiene como premisa fundamental tomar en cuenta que las condiciones de una problemática particular, local, varían grandemente de tal forma que, las soluciones a ciertos problemas, no pueden encontrarse en verdades generalizadas que no toman en cuenta esas condiciones particulares (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). De esta premisa se derivan tres características principales: (1) La investigación se sitúa en el contexto local y se enfoca a un problema local, (2) la investigación se lleva a cabo por y para el participante, (3) los resultados de investigación resultan en acciones o cambios implementados por el participante en ese contexto. El objetivo principal de AR es crear una postura inquisitiva cuestionando las prácticas propias, locales, haciendo que éstas puedan llegar a formar parte del área de conocimiento estudiada (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). Al igual que en otros tipos de investigación AR debe contar con: validez, credibilidad, confiabilidad, confianza, neutralidad, ser validable, y que sus resultados sean transferibles.

2.4.1 Uso de AR en Interacción Humano Computadora (IHC-AR)

En el caso particular de la investigación aplicada a Sistemas de Información⁵, AR fue ampliamente utilizada en la década de los noventas. En esta época la profunda colaboración entre investigador y participantes, requerida por AR, jugó un papel esencial en los estudios de sistemas de información (Baskerville & Wood-Harper, 1996). En este contexto AR forma parte de los métodos de investigación post-positivistas aplicados en la investigación sobre desarrollo de sistemas de los que también forma parte la Teoría Fundamentada. Aunque, en esa misma época se señalaba su relevancia en otro tipo de estudios donde era necesario considerar aspectos sociales y psicológicos al insertar nuevas tecnologías en una organización, y no tanto al relacionarla con aspectos técnicos del análisis y diseño de sistemas (Blackler, 1988).

Más recientemente surgió un renovado interés en AR por parte de los investigadores en IHC, ya que AR incluye métodos y acercamientos que permiten llevar a cabo investigación demográfica y colaborativa incluyendo la participación de las comunidades (Hayes, 2011). AR ofrece a los investigadores de IHC enfoques, acercamientos metodológicos y guías pragmáticas para llevar a cabo estudios con un valor social inherente, relevante, colaborativo. *AR es explícitamente demográfico, colaborativo e interdisciplinario. El enfoque al llevar a cabo AR es crear esfuerzos “con” gente que experimenta problemas reales en su vida diaria no “para”, “acerca de” o “enfocados en” ellos* (Hayes, 2011, pp. 15-3). Lo anterior produce un enganche de los participantes con los resultados obtenidos. En los estudios de IHC-AR la meta principal es entender situaciones específicas y desarrollar soluciones localizadas; finalmente lo que se busca es crear un cambio sostenible de tal forma que al retirarse los investigadores de la comunidad, ésta sea capaz de mantener los cambios positivos que se han llevado a cabo. Bajo este modelo la generalización no es necesaria, e incluso no es deseable (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En su lugar, otros modelos de mérito científico se enfatizan, incluyendo la noción de la transferencia inter-contextual de las soluciones y la fiabilidad de los resultados de investigación (Hayes, 2011). Una ventaja de la investigación de IHC-AR es que se pueden incorporar múltiples métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Los únicos métodos

⁵ En la década de los noventas AR se usó para desarrollar metodologías que ayudaran en el crear de sistemas que proveen información (Baskerville & Wood-Harper, 1996).

que no puede incluir, son aquellos que distancian al investigador de los problemas y de su participación en la propia investigación, al buscar asegurar la objetividad o para evitar contaminación (Hayes, 2011).

2.4.2 La metodología de investigación Acción Participativa Canónica (CAR)

Adelman (1993, pág. 15) establece que *“Lewin, pionero de AR, y sus asociados mostraron que a través de la discusión, decisión, acción, evaluación y revisión en la investigación participativa democrática, el trabajo se hace significativo y la alienación se reduce”*. Lo anterior establece claramente que los elementos esenciales que actualmente se relacionan a ella siempre han sido los mismos. Con el transcurso del tiempo se han creado una gran variedad de versiones de AR, lo que durante mucho tiempo ha causado confusión, desconfianza, y generando críticas sobre la falta de rigor metodológico que lleva a *“intervenciones con poca acción o acciones con poca investigación”* (Dickens & Watkins, 1999). Sin embargo, existe un conjunto interdependiente de principios y criterios que investigadores y revisores pueden utilizar para asegurar la relevancia y medir el rigor. La letra C hace referencia al término canónico que se usa para formalizar la asociación con el modelo riguroso que delinea a AR, la llamada Acción Participativa Canónica (CAR por sus siglas en inglés) (Davison, Martinsons, & Kock, 2004). CAR delinea a AR como procesos iterativos y colaborativos desarrollados por Susman & Evered (1978) y que actualmente se considera el que más se ajusta a las características del AR (Davison, Martinsons, & Kock, 2004). En la *Figura 3* se muestra el modelo del proceso CAR.

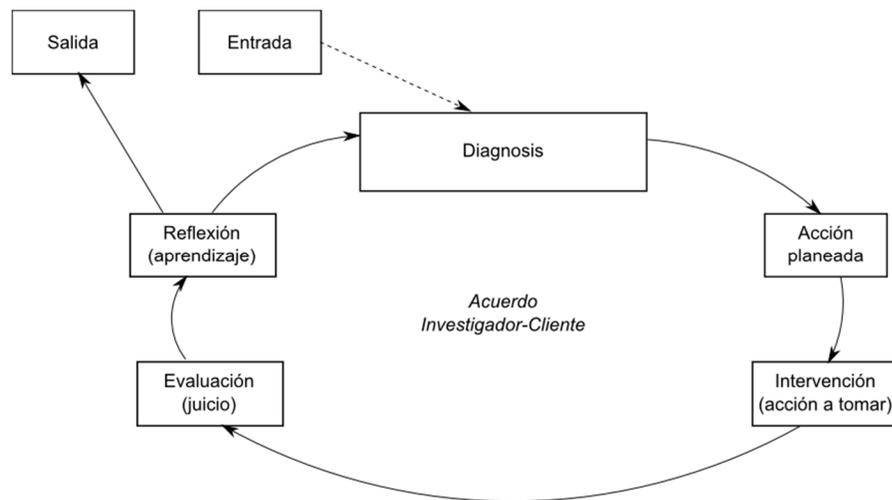


Figura 3. Esquematación de las etapas del modelo CAR, citado de (Davison, Martinsons, & Kock, 2004)

“El modelo debe tomar la forma de una espiral, no un ciclo, con la intervención moviéndose cada vez más cerca hacia el corazón del problema organizacional en cada iteración” (Davison, Martinsons, & Kock, 2004, p. 72) . En la Figura 3 se ilustra una iteración de las que forman el modelo espiral.

De acuerdo a Davison, Martinsons, & Kock (2004) hay cinco principios en el CAR. A continuación, se detallan estos principios de acuerdo a los autores citados:

Principio del acuerdo Investigador-Cliente: este principio establece como fundamental que el cliente entienda cómo funciona AR y los beneficios e inconvenientes que AR tiene para su organización; Davison et al utilizan el concepto de cliente, el cual se refiere a “clientes organizacionales que deben trabajar en conjunto con el investigador ocupando roles culturalmente apropiados dadas las circunstancias particulares del contexto del problema” (Davison, Martinsons, & Kock, 2004, p. 68) . La adherencia a este principio puede ser medida bajo los siguientes criterios: (1) tanto cliente como investigador deben estar de acuerdo que el CAR es el acercamiento apropiado para la situación organizacional, (2) se debe explicar clara y explícitamente el enfoque del proyecto de investigación, (3) el cliente hace un compromiso explícito con el proyecto, (4) se deben especificar explícitamente roles y responsabilidades del investigador y el cliente, (5) se deben establecer explícitamente los objetivos del proyecto y la evaluación de los mismos, (6) se deben determinar explícitamente los métodos de recolección de datos y análisis de los mismos.

Principio del Modelo de Proceso Cíclico: asienta que el proyecto puede ser descrito por la adherencia a las etapas de un proceso cíclico. Este proceso se esquematiza en la Figura 3, como se observa, los elementos básicos de AR establecidos por Lewin están contemplados:

- En CAR la discusión corresponde a la diagnosis que está soportado por el principio de la teoría (se explica en la página 21),
- la decisión corresponde a la acción planeada que se apoya por el principio del cambio a través de la acción (se explica en la página 21),
- la acción corresponde a la intervención, la cual es apoyada por el mismo principio que el elemento anterior,
- la evaluación se apoya por el principio del aprendizaje a través de la reflexión (se explica en la página 21) y
- la revisión corresponde a la reflexión que se apoya por el mismo principio que en el elemento anterior.

Por lo antes dicho queda claramente establecido que el proceso cíclico del modelo CAR asegura que no falten elementos de los delineados en AR por Lewin, en otras palabras, no se trata de una versión modificada, y se asegura que el proceso será conducido con rigor sistemático al aplicar los principios establecidos por CAR. El proyecto puede incluir uno o más de los ciclos descritos. Para medir qué tanto este principio ha sido aplicado en el proyecto, se puede medir a través de siete criterios: (1) El flujo del proyecto siguió este principio o cualquier desviación a él se justificó, (2) el investigador condujo una diagnosis independiente de la situación de la organización, (3) las acciones planeadas se establecen

estrictamente en base en los resultados de la diagnosis, (4) las acciones se implementaron y evaluaron, (5) el investigador reflexiona sobre los resultados de la investigación, (6) la reflexión es seguida por una decisión explícita de seguir o no con un nuevo ciclo del proceso, (7) tanto la salida del investigador y la conclusión del proyecto se deben a que los objetivos fueron alcanzados, o porque hay alguna otra justificación claramente establecida para su fin.

Principio de la Teoría: este principio establece que, en forma similar al método científico tradicional, la etapa de diagnosis proporciona un punto de comparación para la evaluación post-implementación. Esto hace necesario una teorización como parte de la etapa de planeación, que puede ir desde la formulación de una Teoría Fundamentada hasta una Teorización Explícita que normalmente toma la forma *“en una situación S que tiene como características más destacadas F, G, H, los resultados X, Y, Z se esperaban de las acciones A, B, y C”* (Davison, Martinsons, & Kock, 2004, p. 74) . Los criterios que permiten evaluar si en realidad se aplica la teorización y no solo se está aprendiendo de las acciones implementadas son cinco: (1) Las actividades del proyecto son guiadas por un conjunto de teorías, (2) el dominio de la investigación y las condiciones del problema específico, son relevantes y significativos para el interés de la comunidad de investigadores tanto como para el cliente, (3) se utiliza un modelo teórico como base para derivar las causas del problema observado, (4) la intervención planeada sigue el modelo basado en la teoría, y (5) la teoría se utiliza para evaluar los resultados de la intervención.

El principio del cambio a través de la acción: este principio establece que la esencia del CAR es tomar acciones con el objetivo de cambiar la situación actual y sus condiciones insatisfactorias (Curle, 1949). Lo que fija la indivisibilidad de la acción y el cambio en intervenciones que lo que buscan es modificar la situación. Así la falta de cambio en las condiciones insatisfactorias sugiere que no se trataba de un problema significativo y que la intervención falló al establecer el problema existente, o que la situación existente no pudo ser alterada porque obstáculos, tales como políticas o problemas prácticos, no fueron tomados en cuenta. Hay seis criterios relacionados con la aplicación de este principio: (1) Tanto el investigador como el cliente se ven motivados a mejorar la situación, (2) la especificación del problema y sus causas son producto de la diagnosis, (3) las acciones planeadas son diseñadas para atacar las causas hipotéticas, (4) el cliente aprueba las acciones planeadas antes de que sean implementadas, (5) la situación de la organización es evaluada ampliamente antes y después de la intervención, (6) El tiempo y la naturaleza de las acciones tomadas son documentados clara y ampliamente.

El principio del aprendizaje a través de la reflexión: este principio establece que el aprender es la actividad más crítica dentro de AR, se deriva de las múltiples responsabilidades del investigador hacia los clientes y la comunidad de investigadores. Los criterios bajo los cuales se evalúa son los siguientes: (1) El investigador provee reportes acerca del progreso tanto a los clientes como a los miembros de la organización, (2) tanto el cliente como el investigador reflexionan acerca de los resultados del proyecto, (3) las actividades y resultados de la investigación se reportan completa y claramente, (4) los resultados son considerados en términos de sus implicaciones para acciones futuras bajo esta misma situación, (5) los resultados son considerados en términos de las implicaciones de acciones que son tomadas en dominios de investigación relacionados, (6) los resultados son considerados en términos de las implicaciones dentro de la comunidad de investigadores (conocimiento general, informando y/o re-informando la teoría), (7) Los resultados son considerados en términos de la aplicabilidad general del CAR.

De acuerdo a Davison, Martinsons, & Kock (2004) a continuación se detallan los conceptos de entrada, salida, y acuerdo investigador cliente:

Entrada: en cada ciclo del CAR debe existir un estudio amplio que explique la situación actual y que será la base en la etapa de diagnosis inicial. En AR se da a la par un proceso de investigación (reflexión) y la implementación de acciones que buscan resolver problemas locales (acción), en cada iteración se plantean preguntas de investigación en cada iteración (Davison, Martinsons, & Kock, 2004). A través de un proceso cíclico ascendente se van respondiendo las preguntas de investigación y se va acercando a una situación idónea donde los problemas se han resuelto y durante este proceso se va adquiriendo mayor conocimiento en la investigación del fenómeno estudiado. Este proceso puede llevar a nuevas iteraciones que conllevan nuevas preguntas de investigación.

Salida: producto de la evaluación de las acciones llevadas a cabo en el ciclo del CAR; se debe decidir si el conocimiento obtenido satisface la pregunta de investigación, sin importar si las acciones fueron exitosas o no. El investigador deberá decidir si es necesario un nuevo ciclo del CAR al tomar como base el aprendizaje obtenido en el ciclo previo y el marco conceptual que guía la intervención. En caso de terminar la intervención, los clientes deberán ser capaces de continuar con los cambios que solventaron el problema después de la salida de los investigadores.

Acuerdo Investigador-Cliente: conceptualmente el acuerdo investigador-cliente *“establece el medio ambiente en el que se desarrollará la intervención”* (Davison, Martinsons, & Kock, 2004, p. 73). Provee la autoridad, o sanción, bajo la cual el investigador o los practicantes invitados pueden especificar acciones y da legitimidad a las acciones que se establecen como benéficas para el cliente o la organización. Sus consideraciones incluyen los límites del dominio de la investigación, la entrada y salida de los científicos, y principalmente el carácter colaborativo entre el investigador y el cliente a través de la investigación.

2.4.3 Etapas del CAR

Diagnosis

Corresponde a la identificación del problema primario que es la causa subyacente al deseo de cambio en la organización. Involucra la auto-interpretación de los problemas complejos de la organización, no tanto a través de la reducción y la simplificación, sino más bien a través de la integración de todos los aspectos que lo producen. Durante cada ciclo de AR esta diagnosis desarrollará una hipótesis en trabajo acerca de

la organización y el dominio de la problemática, la cual se pondrá a prueba a través de la implementación de acciones (Davison, Martinsons, & Kock, 2004).

Acción Planeada

Se especifican las acciones que deberán aliviar o mejorar los problemas primarios. El descubrimiento de las acciones es guiado por el marco teórico establecido, las acciones planeadas indican tanto el estado futuro de la organización como los cambios que deberán lograrse (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En la planeación *“se identifican los problemas a cambiar, se busca información, se desarrollan preguntas y métodos de investigación a ser utilizados, se desarrolla un plan relacionado a un medioambiente específico”* (New South WalesDepartment of education and trining, 2010, p. 2) .

Intervención (Acción a tomar)

Implementa las acciones planeadas. Tanto el investigador, como los practicantes invitados que colaboran en la intervención, llevan a cabo los cambios, además de aplicar estrategias que permitan facilitar la aplicación de dichos cambios (Hayes, 2011). En la toma de acciones *“se prueba el cambio siguiendo el plan, se recolecta y compila evidencia, se cuestiona el proceso y se hacen los cambios requeridos”* (New South WalesDepartment of education and trining, 2010, p. 2) .

Evaluación (juicio)

Esta etapa contempla la evaluación de los resultados, incluye determinar si los efectos teóricos de la acción se lograron y si estos efectos mejoraron el problema. Si el cambio es satisfactorio, es necesario determinar si en realidad es producto de las acciones emprendidas; y si no fue satisfactorio, entonces debe existir un marco de trabajo que permita apoyar los cambios para la siguiente iteración, incluidos los ajustes a la hipótesis (Davison, Martinsons, & Kock, 2004). Durante la evaluación *“se analiza la evidencia y se establecen las recomendaciones, se discuten las recomendaciones con co-investigadores/o colegas para su interpretación, se escribe un reporte, se comparten las recomendaciones con los stakeholders y los pares”* (New South WalesDepartment of education and trining, 2010, p. 3) .

Reflexión (aprendizaje)

En AR el conocimiento obtenido (tanto si las acciones emprendidas fueron exitosas o no) se dirige a 3 audiencias: (1) a la organización, restructurando sus normas para reflejar el nuevo conocimiento; (2) a los *stakeholders*, si el resultado no fue exitoso, el conocimiento pueden servir para dar fundamento a la diagnosis en preparación para acciones posteriores en la intervención de AR; (3) a la comunidad científica, el éxito o fallo del marco conceptual proveerá conocimiento frente a entornos de investigación futuros (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En la reflexión *“se evalúa el ciclo de AR en curso, se implementan las recomendaciones o nuevas estrategias, se revisa el proceso”* (New South WalesDepartment of education and trining, 2010, p. 2) .

Estrategias para identificar el problema en AR

De acuerdo a Ary, Cheser, & Sorensen (2010) existen varias estrategias para determinar la problemática en AR:

(1) Reflexión: la cual incluye la deliberación personal sobre qué cosas se pueden mejorar, registro de diarios de donde emerge la problemática, y entrevistas donde los especialistas expresan sus concepciones y preocupaciones sobre un tema específico.

(2) Descripción: explicar la situación para ganar información sobre qué, quién, cuándo, dónde y por qué se da una determinada situación. Estas descripciones parten de observaciones, en las cuales se establece la situación que se quiere cambiar, se describe la evidencia que se tiene sobre el problema y los factores que se creen afectan la situación.

(3) Revisión de la literatura: permite desarrollar explicaciones y ayuda a clarificar la pregunta de investigación. Ayuda a evaluar lo que otros investigadores han investigado sobre el tópico tratado y qué perspectivas teóricas hay al respecto, e identifica prácticas prometedoras.

Interpretación de datos en AR

Se enfoca en entender las implicaciones o significados que emergen del análisis. Su finalidad principal es hacer entendible las experiencias que están siendo estudiadas, utilizando marcos conceptuales o teorías.

Rigor en AR

AR toma en cuenta los mismos planteamientos de rigor y calidad de investigación que siguen otros métodos: validez, credibilidad, confiabilidad, confianza, neutralidad, confirmación y transferencia (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). Un punto medular es la credibilidad, ésta se describe como "*la habilidad del investigador para tomar en cuenta las complejidades que representan por sí mismas las características particulares de un estudio y la forma en que se lidia con patrones que no son fácilmente explicables*" (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010, p. 528). Se establece que la generalización no es el objetivo principal de AR, sino más bien lo es el entendimiento de lo que está pasando en un contexto específico, para entonces determinar las cosas que se pueden mejorar en ese contexto (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En este sentido los límites del contexto no son universales y por lo tanto su objetivo no es desarrollar postulados generalizables, pero sí proveer descripciones ricas y detalladas del contexto para que otros puedan hacer comparaciones con sus propios contextos y juzgar por ellos mismos cuando los hallazgos pueden ser aplicados; esto es transferirse (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En este sentido la validez externa de los estudios de AR en gran parte se mide en términos de esta transferibilidad a otros contextos, bajo condiciones diferentes donde al aplicarse las acciones establecidas se logra aminorar o erradicar el problema estudiado (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). En los siguientes capítulos se detallan los estudios realizados y los resultados obtenidos de ellos.

Capítulo 3. Estudio contextual

En la literatura de *exergames* para adultos mayores existen pocos estudios que analicen la ejercitación promovida como consecuencia de una combinación de elementos efectivos (aquellos relacionados con la correcta ejecución del movimiento) y afectivos (los relacionados con los sentimientos promovidos durante el juego) (Gerling, Schild, & Masuch, 2011), (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012), (Harley, Fitzpatrick, Axelrod, White, & McAllister, 2012), (Pasch, Berthouze, van Dijk, & Nijholt, 2008). La mayoría de los estudios que toman en cuenta ambos aspectos parten de la premisa de que el adulto mayor es una persona con limitaciones físicas y por consiguiente el movimiento promovido por el *exergame* también deberá estar limitado. Gran parte de estos estudios se centran en medir y evaluar la eficacia del movimiento y los efectos benéficos que éste tiene, más que en generar juegos divertidos y aptos para adultos mayores con diferentes niveles de movilidad (García, Felix, & Lawrence, 2011). Pocos son los estudios que se enfocan en el adulto mayor sano, y la mayoría de los que existen se dedican a identificar problemas de usabilidad que se generan al manipular los dispositivos electrónicos utilizados en los *exergames* (Bleser, et al., 2013). Sin embargo, la problemática va más allá de la manipulación del dispositivo físico. De hecho, mientras menos intrusivo es el dispositivo otro tipo de problemas se hacen más evidentes, por ejemplo, aquellos que tiene el adulto mayor para recordar e interpretar el movimiento a realizar (Bianchi-Berthouze, 2010).

Se planeó un estudio de campo con el propósito de identificar barreras que dificultan que el adulto mayor haga uso de los *exergames*, cuestionando incluso la forma en que se genera el movimiento y los aspectos efectivos y afectivos de la ejercitación promovida. Dicho estudio incluyó dos intervenciones donde adultos mayores jugaron *exergames*.

Previo a este estudio de campo, correspondiente a la Investigación Exploratoria, se planeó un análisis contextual que guiase al mismo; como parte del estudio contextual. Se revisó el estado del arte de la literatura sobre *exergames* para adultos mayores, y se realizaron entrevistas con especialistas en el envejecimiento humano con el fin de incluir sus opiniones, requerimientos y recomendaciones. De esta forma, los resultados del análisis contextual funcionaron como un marco teórico que ayudó a determinar las acciones durante la primera intervención del estudio de campo. Los resultados, obtenidos en la primera intervención, permitieron formular recomendaciones de diseño para mejorar la experiencia de ejercitación durante el juego e incrementar el “enganche” con el uso del *exergame*.

En la segunda intervención del estudio de campo se aplicaron estas recomendaciones de diseño, y las acciones que conllevan, con el fin de validarlas. Los resultados de ambas intervenciones se presentan más adelante en el Capítulo 4.

3.1 Entrevistas con especialistas en el envejecimiento humano

Dentro de los temas que se trataron en las entrevistas están: las características físicas, psicológicas y sociales que presentan los adultos mayores; las barreras que impiden el uso común de los *exergames* entre

esta población, y una serie de consideraciones sobre el tipo de ejercicio que se debe promover, de tal forma que se genere un beneficio de salud para el adulto mayor y se eviten situaciones de riesgo; se incluyeron tanto las condiciones físicas del adulto mayor sano como del enfermo.

La entrevista consta de 61 preguntas divididas en cinco secciones, para conocer: 1) características físicas del adulto mayor, 2) características psicológicas del adulto mayor, 3) características de socialización del adulto mayor, 4) aspectos generales que deben contemplarse al evaluar funcionalmente a un adulto mayor, 5) elementos que, de acuerdo al especialista, deben ser contemplados en un juego serio que busca mejorar la condición física del adulto mayor. Estas secciones se detallan enseguida:

(1) Características físicas del adulto mayor: establece las características físicas de un adulto mayor (Rose, 2005), cómo debe realizarse la reactivación física al tomar en cuenta estas condiciones (Chávez-Samperio, Lozano-Dávila, Lara-Esqueda, & Velázquez-Monroy, 2002), las características que debe tener el ejercicio (Chodzko-Zajko, et al., 2009) que se va a realizar y las implicaciones que tiene la aparición de la fragilidad física (fragilidad incipiente) (Avila-Funes & Aguilar-Navarro, 2007) (Suarez & Arocena, 2009); específicamente al padecer los efectos de enfermedades crónicas.

(2) Características psicológicas del adulto mayor: cuáles son las características del adulto mayor sano diferenciándolas del enfermo (Barraza & Castillo, 2006), cómo se debe apoyar psicológicamente a un adulto mayor para que inicie su reactivación física (Stegeman, Otte-Trojel, Costongs, & Considine, 2012) (Zapata, 2001) y, una vez iniciada ésta, cómo será el apoyo para que no decaiga en su propósito de hacer el ejercicio (Fuchs, Goehner, & Seeling, 2011) (Schwarzer, 2008). Además, se analiza la importancia del aspecto lúdico dentro de la ejercitación planeada (National Institute on Aging, Exercise & Physical Activity, 2016-B).

(3) Características de socialización del adulto mayor: en esta sección se cuestiona sobre la forma en que se ven afectadas las relaciones sociales durante la vejez (Monroy, 2017), que rol juega la familia y las instituciones de asistencia social para promover la reactivación física del adulto mayor (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010), cuáles son las principales barreras de socialización que deben vencer al querer hacer ejercicio en general (de Gracia & Marcó, 2000) y en forma particular al utilizar un *exergame* (Omholt & Wearstad, 2013).

(4) Aspectos generales que deben contemplarse al evaluar funcionalmente a un adulto mayor (Hall & Brody, 1999),

(5) Elementos que de acuerdo al especialista deben ser contemplados en un video juego serio (*exergame*), aquellos con un propósito más allá del puro divertimento, que busca mejorar la condición física del adulto mayor (Garcia, Felix, & Lawrence, 2011).

En la Tabla 2 se resumen las profesiones y los años de experiencia en el área correspondiente de los 15 participantes entrevistados, adicionalmente, en el Anexo 1, se incluye la guía completa de las entrevistas.

Tabla 2. Relación de profesiones y años de experiencia de los especialistas en envejecimiento humano entrevistados.

Participante	Perfil	Años experiencia
1	Cardio Geriatra - INGE ⁶	6
2	Especialista en medicina del deporte INR ⁷	32
3	Geriatra – INGE	25
4	Geriatra – INGE	11
5	Geriatra – Lab. de geriatría y gerontología Universidad de Grenovia Francia	11
6	Ingeniero Biónico – INR	7
7	Ingeniero en electrónica – INR	19
8	Licenciado en terapia física - CRIE ⁸	3
9	Médico especialista en rehabilitación - CRIE	22
10	Médico especialista en rehabilitación - CRIE	11
11	Psicólogo – INR	25
12	Psicólogo – CRIE	8
13	Empresario en gerontotecnología	13
14	Investigador en envejecimiento humano	20
15	Médico especialista en rehabilitación Geriátrica	13

Las entrevistas se realizaron en el lugar de trabajo de los participantes y solo una de ellas se realizó en un espacio diferente; participante 5 a quien se entrevisto en una visita a México. Todas se grabaron en audio con el consentimiento del entrevistado y, posteriormente, se transcribieron completas.

En la codificación abierta se compararon constantemente los datos entre las diferentes respuestas de los participantes, buscando establecer categorías tentativas y eventualmente reduciendo éstas a categorías conceptuales. En la Tabla 3 se muestra un ejemplo del análisis de un párrafo de estas entrevistas, donde aparecen los códigos: ejercicio-evaluación salud, adulto mayor (AM) sano-tipo de ejercicio, Prioridad en ejercicio AM. La totalidad de los códigos generados se presentan de forma exhaustiva en el Anexo 2.

⁶ Instituto Nacional de Geriatría (INGE)

⁷ Instituto Nacional de Rehabilitación (INR)

⁸ Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada (CRIE)

Tabla 3. Ejemplo de codificación abierta y códigos generados. Preg. 2. ¿Podría usted profundizar en cuáles son las condiciones físicas que se consideran necesarias para decir que un adulto mayor está apto para realizar el ejercicio físico?

Transcripción	Entrevista	Códigos generados
Un adulto mayor normal puede hacer cualquier ejercicio, vamos a suponer que es un anciano que no tiene enfermedades, perfectamente normal. Lo único que uno le pide adicional, al que camine o haga ejercicio aeróbico, es que haga ejercicio de resistencia. Probablemente lo que más necesitamos en los más ancianos es ganar masa muscular, entonces es casi, pudiésemos decir, como ejercicios de pesas; pero claro previa indicación médica.	#2-INGER VAL(ger).2	1. Ejercicio se asigna en base a una evaluación de salud 2. Si se es AM sano se permite todo tipo ejercicio 3. Prioridad en el ejercicio AM es ganar masa muscular 4. Requiere estricta vigilancia médica el AM con ejercicio con pesas

Para llevar a cabo este análisis se utilizó el software Atlas.ti (Qualitative Data Analysis, 2016), el cual facilita el análisis exhaustivo de los datos gracias a que provee un control sobre los códigos generados y permite agruparlos y compararlos en diferentes versiones del análisis.

Tras la codificación abierta, se llevó a cabo el proceso de categorización de los datos utilizando la codificación axial. En la Tabla 4 que se presenta a continuación se ejemplifica el proceso de codificación axial hecho con las entrevistas, y se muestra cómo surge una de las categorías.

Tabla 4. Ejemplo de una categoría obtenida por el proceso de codificación abierta (Grams, 2001)

ACTIVIDAD FÍSICA PARA EL ADULTO MAYOR		
CATEGORÍA	PROPIEDADES	DIMENSIONES
Características de las actividades físicas	Actividades físicas en el hogar	Cuidar de niños, jardinería y cuidado de mascotas.
	Premisas ejercicio para el AM	Realizar ejercicio sentado, acostado y caminar
		No implicar ejercicio que requiera velocidad.
		Ganar masa muscular.
	Permitir todo tipo de ejercicio con AM sano.	
Características del horario para realizar ejercicio	Ajustar horario a la hora de levantarse, el horario no debe causar frustración y debe ser retador de acuerdo a la capacidad del adulto mayor.	
Preferencia-rechazo al tipo de ejercicio	Acepta caminata, y ejercicio que mantenga la capacidad para caminar.	

		<p>Acepta ejercicio suplente al real basado en gustos por deportes que antes realizaba.</p> <p>Falta de interés en el ejercicio aeróbico.</p>
		Ejercicio usando movimientos que normalmente realiza.
		Ejercicio en el que hace actividad con habilidad remanente.
		Rechaza ejercicio de muy alta intensidad, de mucho contacto, que requiera mucha destreza.
		Sedentario no acepta realizar ejercicio en casa.
	Evaluar salud para realizar ejercicio	<p>Asignar ejercicio en base a evaluación de la salud.</p> <p>Si la capacidad física está por arriba del esfuerzo demandado: adelante; si está el nivel: ubicar riesgo; si está por debajo: identificar capacidades que quedan.</p>
		Evaluar riesgo de iniciar con ejercicio cuando hay un alto nivel de sedentarismo.
	Deportes realizados por pre- viejos ⁹	Fútbol y básquetbol
	Aspectos psicológicos del ejercicio	<p>Utilizar el efecto novedad al iniciar con el ejercicio, hacerle sentir que realiza el ejercicio por decisión propia.</p>
		<p>Fomentar la percepción de que el ejercicio no es algo accesorio. Centrar el ejercicio en la diversión y no en la competencia.</p> <p>Evitar muchos distractores.</p>
	Control beneficio-fatiga	<p>Contemplar y controlar el umbral de musculación antes de la fatiga, evitar mareos y velocidades muy altas.</p>
		Utilizar objetivos a corto plazo e identificar fatiga durante el juego.
		Contar con una supervisión personal durante el ejercicio para que no sea mal realizado.
	Control de riesgo ambiental	Evitar plataformas inestables, suelos con obstáculos, mala iluminación.
		Evitar distractores visuales y auditivos durante el ejercicio que provoquen tropiezos y caídas

⁹ Los entrevistados utilizaron el término de pre-vejo para referirse a personas entre 55 y 64 años de edad.

En este ejemplo se observan al código Ejercicio-Evaluación Salud, establecido en la codificación abierta, convertirse en la condición “El ejercicio se asigna en base en una evaluación de la salud del adulto mayor” junto con otras dimensiones de esta misma propiedad. Un efecto similar se ve con los códigos AM sano-tipo de ejercicio, Prioridad en-ejercicio AM, al formar parte de propiedades de Aspectos principales del tipo de ejercicio en el AM.

3.2 Diagramas de afinidad

En base a la categorización obtenida mediante la codificación, se realiza una sesión de interpretación con el propósito de obtener una visión completa de la historia detrás de cada entrevista, capturar las ideas principales y el aprendizaje acerca de problemas de diseño; todo ello en forma de notas. Estas notas se vacían en notas adhesivas y se agrupan de acuerdo a ciertos criterios de afinidad. De tal forma que al final del proceso se obtiene un diagrama del que emergen tópicos e ideas conformadas por todos los usuarios; llamado diagrama de afinidad. En la Figura 4 se muestra el ejemplo del diagrama de afinidad mediante el cual surge la categoría “actividad física adecuada para el adulto mayor”.

El Diagrama de Afinidad, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones, etc.) agrupándolos en función de la relación que tienen entre sí. Se basa en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines, por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales. Las tarjetas se clasifican en grupos, se mueven las tarjetas en grupos de forma intuitiva. Nadie debe hablar durante esta fase del proceso para asegurar que no existe ninguna forma de influencia entre las decisiones de unos y otros. Si a alguien no le gusta el lugar en el que otro ubicó una tarjeta, no tiene que hacer más que cogerla y cambiarla de grupo. No se debe perder el tiempo discutiendo acerca del lugar que debería ocupar una determinada tarjeta. Se crean cabeceras para cada grupo de los grupos constituidos. Dichas cabeceras deberían describir concisamente lo que cada grupo representa. Una forma de pensar en ello es escribiendo una forma de titular periodístico para cada grupo. Las cabeceras no deberían ser, de hecho, palabras sueltas y el grupo debería resultar significativo independientemente del contenido de los demás grupos. Si es necesario, se utilizarán cabeceras para algunos subgrupos.

Al dibujar el diagrama de afinidad se dibujan líneas conectando cabeceras primarias y secundarias, grupos, subgrupos, etc., indicando la relación existente. El resultado final se asemejará bastante a un diagrama organizacional. La Figura 4 presenta el diagrama de afinidad producto de las entrevistas, normalmente esta representación es la más utilizada para presentar los resultados del Análisis de Afinidad (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2005).

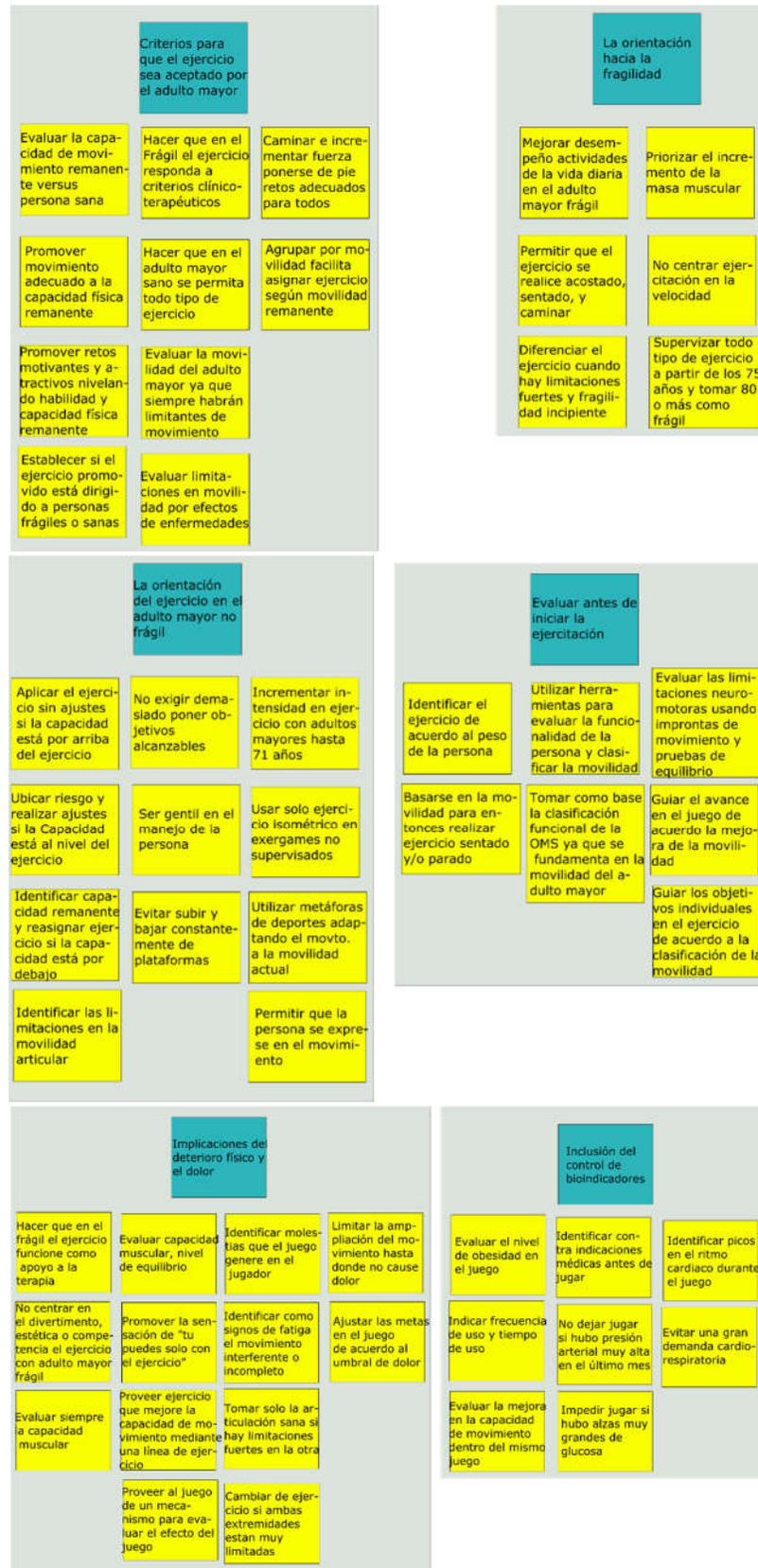


Figura 4. Diagrama de afinidad de las categorías en las cuales se agrupan las consideraciones, requerimientos y criterios que debe cumplir un exergame para adaptar la ejercitación a las condiciones funcionales del adulto mayor.

Podemos observar como la categoría “premisas ejercicio para el adulto mayor”, surgida de la codificación, se integró en la categoría “orientación hacia la fragilidad” como una de sus dimensiones. Esta nueva categoría agrupa consideraciones a tomar en cuenta en el ejercicio para el adulto mayor frágil. Mientras que la categoría inicial “preferencia-rechazo” se integró con otros datos encontrados en otras entrevistas y se complementó como categoría, por lo que se renombró como criterios para que el ejercicio sea aceptado por el adulto mayor. Este proceso se resume para cada una de las categorías en las siguientes secciones y se detalla en el Anexo 2.

Al final de este proceso las categorías se resumieron en cuatro dimensiones, actividad física adecuada para el adulto mayor, capacidad funcional del adulto mayor, simplificación interacción con el juego y control médico; las cuales se detallan en las siguientes secciones.

3.2.1 Actividad física adecuada para el adulto mayor

En esta categoría se establece el tipo de ejercicio adecuado para el adulto mayor que debe promoverse en un *exergame*. Se establece que hay ciertos criterios que deben cumplirse para que el ejercicio sea aceptado por el adulto mayor. Se debe evaluar la capacidad de movimiento remanente, comparándola con una movilidad considerada sana. En la Figura 5 se esquematizan estos criterios de acuerdo a la revisión de la literatura que se hizo antes de iniciar la primera iteración de AR.

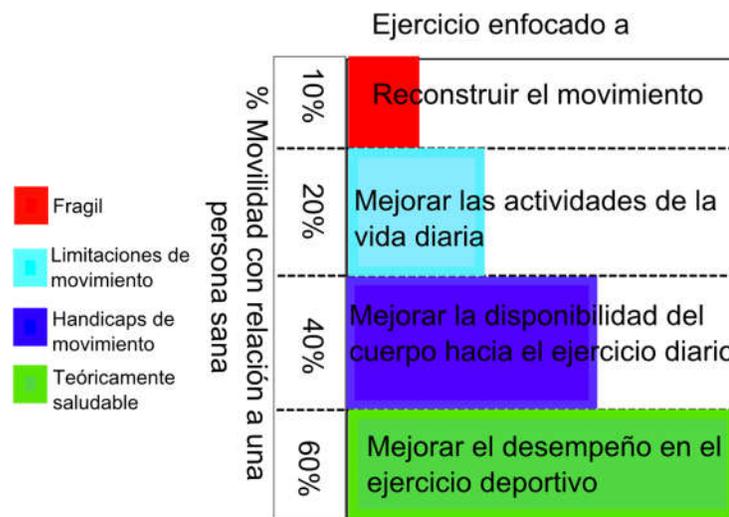


Figura 5. Criterios que definen una movilidad enferma comparada con la de una persona sana, tomado de (Hüter-Becker, Schewe, Heipertz, & Kirchner, 2003). Si se tiene 10% o menos de la movilidad de una persona sana, se reconstruye el movimiento, entre el 10% y 20% el ejercicio se centra en mejorar las actividades de la vida diaria, entre el 20% y 40% se centra en mejorar la disponibilidad del cuerpo hacia el ejercicio y 60% o más el ejercicio se centra en mejorar el desempeño deportivo.

Si la persona tiene hasta el 10% de la movilidad sana, se considera que el ejercicio se debe orientar a reconstruir el movimiento; hasta el 20%, se debe centrar en mejorar el desempeño en las actividades de la vida diaria; hasta 40%, se debe orientar a mejorar la disponibilidad del cuerpo para realizar un ejercicio más demandante; hasta 60%, o más, a mejorar el desempeño en un ejercicio del tipo deportivo. Estos porcentajes se determinan mediante la valoración funcional de la persona, por parte de un fisioterapeuta quien mide arcos de movilidad y lleva a cabo una exploración y evaluación de la movilidad del paciente (Hall & Brody, 1999).

La ejercitación debe estar de acuerdo a la movilidad remanente en el jugador. Sin embargo, dado que existe una alta probabilidad de que la movilidad de un adulto mayor corresponda a una movilidad no sana, es necesario determinar la situación física real del jugador y, al menos, se deben considerar dos perfiles generalizados de movilidad: la ejercitación para un adulto mayor frágil¹⁰ y la del sano.

A mayor nivel de fragilidad en la movilidad se impone un mayor control fisioterapéutico, y la ejercitación promovida se vuelve parte de una terapia.

Esta asignación del tipo de ejercitación se determina a través de la medición del nivel de esfuerzo que representa cierto ejercicio, la llamada ejercitación percibida. De acuerdo a la literatura, es posible relacionar todos estos elementos con los grupos funcionales que provee la clasificación funcional de la OMS; a saber (1) con pérdida de su independencia funcional, (2) quienes no realizan actividad física regularmente, pero mantienen su independencia funcional y (3) físicamente activos.

Por ejemplo, la presencia de la fragilidad implica que el ejercicio se centra en un área específica del cuerpo, requiere de un alto soporte fisioterapéutico y control médico. Por otro lado, el movimiento promovido en un adulto mayor sano tiene un espectro mucho más amplio de posibilidades para el tipo de ejercitación promovida. Esta consideración hace que el enfoque principal varíe al promover un movimiento efectivo, aunque implica un manejo más conservador de los objetivos del ejercicio y un manejo más gentil del jugador y, al mismo tiempo atractivo; en este caso se entiende como movimiento atractivo aquel que implica una mayor intensidad (velocidad, complejidad del movimiento, retos que implican coordinar más de un movimiento al mismo tiempo, etc.) (Bianchi-Berthouze, 2010). Esto plantea que el ejercicio para el adulto mayor frágil está bien delimitado mientras que, para el adulto mayor con una movilidad sana, grupo objetivo dos de la OMS, cualquier tipo de ejercicio es adecuado solo si se consideran ciertas limitaciones. Sin embargo, en el grupo objetivo uno propuesto por la OMS (personas independientes que presentan algunas limitaciones en su movimiento), hay un nivel de movilidad mucho más heterogéneo, lo cual hace más difícil determinar las características del ejercicio adecuado para ellos.

¹⁰ Actualmente no hay una definición generalmente aceptada de fragilidad. Sin embargo, quizá la definición más reconocida es la del grupo de investigación de Dra. Linda Fried: la fragilidad existe si tres o más de los siguientes criterios están presentes: (1) Pérdida de peso involuntaria de al menos 5 kilos durante el año presente, (2) Autoinforme de agotamiento, (3) Disminución de la fuerza muscular (evaluado con un dinamómetro), (4) Actividad física reducida, (5) velocidad lenta para la marcha (metros por segundo)” (Avila-Funes & Aguilar-Navarro, 2007, p. 3).

En este sentido en todo *exergame* para adultos mayores, sin importar que sea para adultos mayores sanos, la selección de la ejercitación promovida debe contar con cierto soporte terapéutico. Dicho soporte debe contemplar: (1) promover un beneficio de salud que sea alcanzable por el adulto mayor, (2) evaluar la capacidad remanente de movimiento del adulto mayor antes de iniciar cualquier actividad física, (3) personalizar el ejercicio de acuerdo al deterioro físico detectado, (4) promover diferentes niveles de intensidad de ejercicio de forma segura, (5) tomar en cuenta la presencia o el riesgo de producir dolor infiriéndolo a través del control de ciertas señales del cuerpo, (6) evitar situaciones de riesgo. Incluso, para este último, de acuerdo al nivel de esfuerzo requerido llega a hacer necesario controlar ciertos bioindicadores durante el juego; éstos van desde tomar en cuenta el nivel de obesidad, el impedir jugar ante la presencia de señales de padecimientos graves, hasta el monitoreo de ciertos signos corporales durante el juego. En forma de conclusión en la Figura 6 se plantea el efecto de las limitaciones físicas del jugador en un *exergame* que promueve una gran intensidad de movimiento de acuerdo al modelo dual de Sinclair (Sinclair, Hingston, & Masek, 2007).

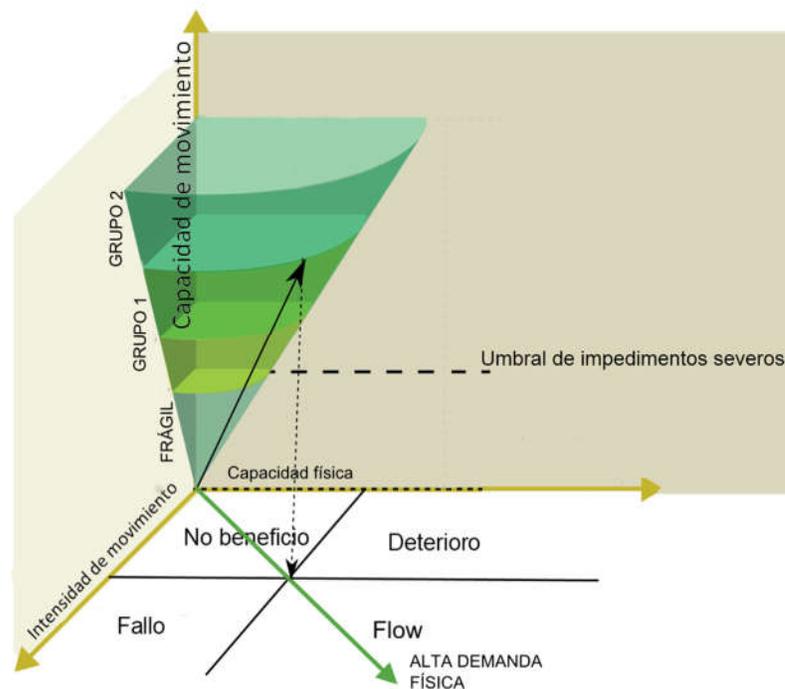


Figura 6. Efectos de la capacidad remanente de movimiento en el modelo dual de Sinclair. Las secciones cónicas identifican los límites de capacidad de movimiento de acuerdo a la clasificación de la OMS, así el vector en 3d indica el límite real de intensidad que puede alcanzar una persona en base en su capacidad remanente de movimiento.

El modelo de Sinclair establece una relación lineal entre la capacidad física del jugador y la intensidad de movimiento promovida en el juego, de tal forma que a mayor intensidad hay un mayor enganche con el uso del juego. Ligado a la intensidad de movimiento se genera un beneficio de salud para el jugador, si

esta intensidad no es suficiente no se producirá dicho beneficio. Sin embargo, las limitaciones físicas impondrán límites en el nivel de esfuerzo que puede desarrollar el jugador buscando responder a los altos niveles de intensidad. Esto impedirá que el jugador se enganche con el juego.

En conclusión, la ejercitación que toma en cuenta la movilidad del adulto mayor establece los límites de esfuerzo adecuados en cada nivel de movilidad. Adicionalmente es necesario personalizar el movimiento de acuerdo a la movilidad remanente haciendo que la interfaz de movimiento del *exergame* considere las características morfo-funcionales del adulto mayor; por ejemplo, cómo se encuentra su estado físico y de salud. La siguiente sección profundiza en la segunda categoría relacionada con las características funcionales del adulto mayor sano y el enfermo.

3.2.2 Capacidad funcional del adulto mayor

La segunda categoría agrupa información sobre la funcionalidad del cuerpo del adulto mayor, marca la diferencia entre una movilidad sana, la cual es casi normal pero más lenta, y una movilidad enferma caracterizada por limitaciones de movimiento. El efecto conjunto que tiene el envejecimiento y la enfermedad produce una involución en la capacidad de movimiento. Lo anterior tiene fuertes implicaciones al aplicar los principios que normalmente se utilizan para el diseño de *exergames* orientados a quienes no son adultos mayores. Se determina la necesidad de tomar en cuenta el nivel de deterioro físico en la confección del propio movimiento: tipo de movimiento, parámetros utilizados para validar el movimiento, estrategias al detectar limitaciones fuertes en cierto miembro, etc., y las implicaciones que el nivel de deterioro tiene en el diseño de la dinámica de juego: volumen de ejercitación (repeticiones de un movimiento), tiempo de ejercitación (duración), dinámicas de ejercicio sentado-parado, etc. Se establecen parámetros precisos que permiten separar las condiciones normales de las subnormales¹¹ en los movimientos articulares de mayor demanda en los *exergames*, al tomar en cuenta los efectos del envejecimiento; la Tabla 5 resume estos datos. Finalmente se indican los efectos que tiene la detección de valores subnormales en la movilidad articular sobre el movimiento promovido por un *exergame*.

¹¹ Una condición normal articular se establece al comparar la amplitud del arco de movilidad medido contra valores máximos saludables establecidos en tablas publicadas por la Asociación para el estudio de la Osteosíntesis (AO) o la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS), cualquier condición por debajo del valor normal se considera subnormal (Taboadela, 2007).

Tabla 5. Límites de los arcos de movilidad de las articulaciones principales a medir al tomar en cuenta los ajustes a los valores normales, elaborada incluyendo los estudios realizados con adultos mayores, así como los límites de movilidad por debajo de lo normal asentados en la literatura. (Taboadela, 2007), (Soucie, y otros, 2011), (Roach & Miles, 1991). Todos los valores están expresados en grados.

Medición		Valor máximo saludable		Rango normal	Rango movimiento no sano		Subnormal
		AO ¹²	AAOS ¹³	(adulto mayor)	Bueno	Regular	
Cadera	Flexión	140	120	(120 – 117]	(117 – 112]	(112 – 42]	< 42
	Extensión	10	30	(30 – 16]	(16 – 8]	(8 – 3]	< 3
	Abducción	50	45	(45 – 40]	(40 – 36]	(36 – 13.5]	< 13.5
Rodilla	Flexión	150	135	(135 – 130]	(130 – 108]	(108 – 40.5]	< 40.5
Hombro	Flexión	170	180	(170 – 162.3]	(162.3 – 136]	(136 – 51]	< 51
Codo	Flexión	150	150	(150 – 142.3]	(142.3 – 120]	(120 – 45]	< 45

Adicionalmente a lo antes expuesto, en esta dimensión también se establecen consideraciones sobre la retroalimentación que debe darse al adulto mayor acerca de su capacidad remanente de movimiento, el desempeño durante el ejercicio y su avance dentro del plan de ejercitación; esta retroalimentación siempre deberá ser positiva. Se presenta la clasificación funcional de la OMS que contempla tres grupos de funcionalidad para el adulto mayor bajo perfiles generales de la capacidad de movimiento: (1) con pérdida de su independencia funcional, (2) quienes no realizan actividad física regularmente, pero mantienen su independencia funcional y (3) físicamente activos. Estos grupos pueden relacionarse con un tipo de ejercitación en particular; el uno con el ejercicio fisioterapéutico clínico, el dos con el grupo objetivo 1 de ejercitación y el tres con el grupo objetivo 2 de ejercitación proporcionados por el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM por sus siglas en inglés) y la Asociación Americana de Cardiología (AHA por sus siglas en inglés). Por lo anterior, se plantea que en un *exergame* para adultos mayores es necesario establecer la ejercitación de acuerdo a la clasificación de la movilidad remanente del jugador.

Adicionalmente, se asienta el impacto de la socialización durante el juego. Se establecen las consideraciones para promover la socialización durante las sesiones de juego, y cómo se pueden superar algunas de las barreras que surgen por las limitaciones físicas del jugador; cómo aprovechar el apoyo grupal durante el juego para reducir la tendencia de ciertas personas a no participar; cómo incrementar el apego al uso del juego, y la importancia de promover el juego presencial sobre el virtual y de jugar en grupos de forma cooperativa.

Se determinaron las consideraciones sobre cómo manejar la renuencia que puede haber en ciertos adultos mayores a seguir instrucciones durante las sesiones de ejercitación, y cómo apoyar a cambiar la autopercepción de que ya no se es capaz de realizar el ejercicio por sentirse demasiado viejo.

¹² Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS).

¹³ Asociación para el estudio de la Osteosíntesis (AO).

3.2.3 Apoyos al realizar el ejercicio

En esta categoría están los aspectos cognitivos que apoyan en la realización del ejercicio. Se establece el tipo de lenguaje a utilizar para dar instrucciones sobre el ejercicio. Este lenguaje debe ir acompañado de la mímica del movimiento y no solo con instrucciones orales, escritas o gráficas que lo describan. Se plantea que tanto los incentivos como los avances que se logran en el juego deben relacionarse con la constancia en el uso del *exergame*, el incremento en la cantidad de actividad física realizada y las mejoras en la capacidad de movimiento detectadas. Incluye criterios que deben utilizarse para que el movimiento promovido sea fácilmente interpretado por el adulto mayor, y se establece que la ejercitación promovida por un *exergame* debe ser recreativa y no competitiva, reductiva o cosmética.

3.2.4 Simplificación interacción con el juego y control médico

En la cuarta categoría se establece la problemática de uso relacionada con el desconocimiento, por parte del adulto mayor, de la tecnología utilizada en los *exergames*. Se establecen consideraciones a tomar en cuenta para facilitar los procedimientos de arranque para iniciar a jugar en un *exergame*, orientado a los adultos mayores, y el tipo de sensado más adecuado para rastrear el movimiento de un adulto mayor. Se plantea la necesidad de contar con una persona encargada de arrancar el juego y ponerlo listo para jugar durante las sesiones de juego. Se incluyen consideraciones sobre aspectos médicos que deben tomarse en cuenta en el diseño de las metas, reglas y premios en el juego, de tal forma que dichas metas ayuden a alcanzar el beneficio de salud a través del movimiento promovido por el *exergame*. Se establecen las características de la detección de situaciones riesgosas durante el juego, las señales de alarma que deben proveerse y qué características tienen que cumplir dichas señales. Asimismo, se incluyen las consideraciones que deben tomarse en cuenta para lograr el aval médico para el uso de un *exergame* por adultos mayores. Se indica qué información médica se debe recabar y cómo se debe presentar esta información al especialista médico.

3.2.5 Resumen

El resultado del análisis de los datos conforma un marco conceptual que proporciona un primer acercamiento al diseño de la ejercitación promovida por un *exergame* para adultos mayores, el cual se resume en la Figura 7 y en la cual se plantea que el diseño de la ejercitación a través de un *exergame* para adultos mayores debe contemplar cuatro categorías.

DISEÑO DE LA EJERCITACIÓN

Apoyos al realizar el ejercicio	Asignación de la actividad física adecuada	Simplificación Interacción con el juego y control médico
	Movimiento en base en la funcionalidad del adulto mayor	

Figura 7. Dimensiones producto del Análisis de Afinidad. En esta figura se presentan cuatro dimensiones, que surgieron del análisis de los datos de las entrevistas, que deben ser tomadas en cuenta al diseñar la ejercitación promovida por un *exergame* para adultos mayores. Las dos primeras categorías: Asignación de la actividad física adecuada y Movimiento en base a la funcionalidad del adulto mayor son elementos básicos para que la ejercitación se adapte a la movilidad del adulto mayor, mientras que Apoyos al realizar el ejercicio y Simplificación de la interacción con el juego y control médico, son consideradas complementarias de las categorías centrales.

Las primeras dos categorías, asignación de una actividad física adecuada y movimiento en base en la funcionalidad del adulto mayor, son elementos básicos en el diseño de ejercitación y hacen que el ejercicio promovido por un *exergame* sea adecuado para el adulto mayor, por ello aparecen en el centro de la Figura 7. Mientras que las últimas dos categorías, apoyos al realizar el ejercicio y simplificación de la interacción con el juego y control médico, son complementarias de las categorías centrales, por ello aparecen en la periferia del modelo. Los apoyos se requieren principalmente por las características físicas y limitaciones derivadas del envejecimiento y la enfermedad, mientras que simplificar la interacción mejora el control de juego y la inclusión del control médico evita situaciones de riesgo y permite proveer de información al médico.

Para complementar este análisis hace falta incluir la experiencia de uso del adulto mayor jugando *exergames*. Como se mencionó en el capítulo II, para contar con una visión preliminar de esta experiencia de uso se realizó una intervención de un día con un grupo de adultos mayores que jugaban por primera vez *exergames*. En la siguiente sección se presentan los resultados de este estudio.

3.3 Sesión de grupo focal sobre el uso de *exergames* con adultos mayores que juegan por primera vez

Se planeó una sesión de grupo focal con adultos mayores con el objetivo de identificar la experiencia de uso de la tecnología utilizada en los *exergames*, los problemas que tienen al enfrentar diferentes niveles de intensidad de ejercitación producidos por un *exergame*, el efecto socializante entre participantes al jugar en grupo, y finalmente para poder identificar las preferencias sobre tres temáticas diferentes de juego; (1) retos de movimientos (baja intensidad), (2) emulación de deportes (moderada-alta intensidad) y (3) movimientos derivados de disciplinas similares al Tai-Chi. En el Anexo 3 se detallan todos los juegos utilizados durante todas las intervenciones.

Se llevó a cabo con un grupo de 10 adultos mayores. Con edad promedio de 70 años (DEVS. ± 6.27); 2 hombres y 8 mujeres. Los cuales asistían de forma regular a actividades de la sección de adultos mayores de grupos vulnerables (CAGV) del Sistema de Desarrollo Integral de la Familia (DIF) de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Mexicano. La invitación se hizo a través de los encargados del grupo y los 10 participantes se seleccionaron al azar entre los miembros del grupo. La intervención fue de un solo día con una duración de 4 horas y se dividió en tres secciones. No se dio ninguna remuneración en efectivo por su participación.

En la Tabla 6 se explican las partes en que se dividió la sesión y las acciones que, en cada una de sus partes, se llevaron a cabo. En la Tabla 7 se enlistan y describen brevemente las herramientas mencionadas en la Tabla 6. En la Tabla 8 se detallan los resultados obtenidos del análisis del cuestionario inicial, el cuestionario internacional de actividad física (conocido como IPAQ – International Physical Activity Questionnaire), y el grupo focal. Adicionalmente en el Anexo 3 se detallan las herramientas y los *exergames* utilizados.

Durante las sesiones de juego se detectó una marcada preferencia en todos los participantes por los retos de movimiento Kinect®, principalmente en los juegos del *exergame* Carnival®. Este *exergame* utiliza como metáfora juegos de feria y está diseñado como un juego activo, o sea un *exergame* que busca reactivar físicamente a personas altamente sedentarias. Mientras que la participación en la emulación de deportes con Wii® fue muy pobre, se detectaron varios problemas en la manipulación del acelerómetro WiiMote®, principalmente en el juego de tenis donde se tiene que coordinar el movimiento del cuerpo con apretar un botón del control WiiMote®. Por su parte en los juegos de deportes Kinect® se detectaron problemas de control del balance al jugar la emulación de box en KinectSports®, sobre todo cuando el participante se dejaba llevar por la emoción y realizaba movimientos muy rápidos o violentos. Sin embargo, el uso de la plataforma BalanceBoard® no representó mayor problema para los jugadores, solo necesitó de tiempo inicial para alcanzar el control del juego. En cuanto a los *exergames* basados en disciplinas similares al Tai-Chi, solo jugaron dos participantes que habían hecho previamente yoga, lo que funcionó como una motivación para elegir este juego.

Tabla 6. Cronograma de la sesión de grupo focal.

Tiempo	Actividad realizada
10 minutos	Primero se presentó el proyecto y se introdujo a la dinámica de la sesión. Enseguida los adultos mayores llenaron el cuestionario inicial (herramienta #1). Los juegos seleccionados se habían calibrado y se pusieron listos para ser jugados previamente.
70 minutos	<p>Se dividió a los participantes en dos grupos de acuerdo al número de jugadores. En la dinámica que se estableció el primer grupo participaba y el segundo observaba sin participar activamente en el juego, para invertirse posteriormente.</p> <p>Durante los primeros 30 minutos el grupo que participa se dividió en parejas. La primera pareja jugó en el área de juegos y la segunda se sentó en el sillón.</p> <p>Al terminar un juego se podían intercambiar participantes o la pareja completa. Si el juego era individual se permitió que los jugadores que así lo desearan pudieran participar. Todos los participantes del equipo podían levantarse del sillón e interactuar con los jugadores y todos los participantes jugaron.</p> <p>Al término de los primeros 30 minutos el grupo que observaba pasó a jugar por la siguiente media hora y el otro se sentó a observar.</p> <p>Durante los últimos 10 minutos se permitió que cualquiera de los participantes pudiera jugar el juego de su preferencia.</p>
5 minutos	Receso para tomar algún refrigerio y generar un ambiente relajado para la siguiente sesión
20 minutos	Discusión guiada por el moderador utilizando el guion de preguntas para el grupo focal (herramienta #2)
10 minutos	Llenado del IPAQ (herramienta # 3)

Tabla 7. Herramientas utilizadas durante la sesión de grupo focal.

Herramienta	Propósito	Contenido
1). Cuestionario Inicial	Recabar información demográfica acerca del participante, su conocimiento sobre las tecnologías relacionadas con exergames y cuestionario corto IPAQ sobre niveles de actividad física	1. Datos demográficos 2. Principal actividad durante el día 3. Enfermedades existentes 4. Tecnologías utilizadas en los exergames conocidas
2). Guion de preguntas para grupo focal	Dar una estructura a la sesión de grupo focal	16 reactivos
3). Versión oficial en español del IPAQ (cuestionario internacional de actividad física) corto	Establecer el nivel de actividad física realizada por el entrevistado	7 reactivos
4) Exergames utilizados	<p>Propósito</p> Juego recreativo de actividad física moderada Partida de bolos y golf actividad física media Posturas de yoga y Tai Chi actividad física alta Juegos casuales cognitivos sin actividad física	<p>Juego</p> CARNIVAL Monkie See, Monkie Do. (Kinect) Sport Active (Wii) Fitness (Kinect) Memorama (Wii)

El cuestionario internacional de actividad física define como actividad física vigorosa aquella que requiere un esfuerzo físico grande y que hace respirar mucho más fuerte que lo normal; moderada aquella que requieren un esfuerzo físico moderado y hacen respirar algo más fuerte que lo normal.

Tabla 8. Resultados del cuestionario inicial y el IPAQ.

Fuente	Tópico	Cuestión	Dato
Cuestionario inicial	Personas que conocen la tecnología utilizada	Conocedores del sistema Wii©	20% (2/10)
		Conocedores del sistema Kinect©	0
		Tipos de juegos jugados por estas personas	Juegos pasivos
		Personas que habían jugado <i>exergames</i>	0
	Enfermedades referidas por los participantes	Padecen Hipertensión arterial (HTA)	70% (7/10)
		Padecen Diabetes Mellitus + HTA	43% (3/7)
		Padecen Sarcopenia + HTA	14% (1/7)
		Con problemas de movilidad y para seguir instrucciones	10% (1/10)
Sanos		20% (2/10)	
IPAQ	Personas que reportan haber realizado actividad física vigorosa en la última semana	Personas que no la reportan	70% (7/10)
		Dedicaron entre 1 y 2 días por un lapso de 30 minutos acumulados	30% (3/10)
		Principal actividad reportada	Trabajo pesado (lavar a mano, acomodar cosas del patio), y Cargar cosas pesadas (ollas, garrafón de agua, etc.)
	Personas que reportan haber realizado actividad física moderada en la última semana	Personas que la reportaron	70% (7/10)
		Días dedicados a esta actividad	Prom. = 3.1 días DEVS = ± 2.96
		Tiempo acumulado promedio	5.1 hrs.
		Personas que no la reportan	30% (3/10)
		Principal actividad reportada	Quehaceres del hogar, jardinería, trabajo remunerado (empacador, cocinera, etc.)
	Tiempo dedicado a caminar por recreación o ejercicio	Personas que lo reportan	90% (9/10)
		Que más caminaron	5/9
		Que menos caminaron	4/9
		Número de días que caminaron	3.9 en promedio
		Tiempo destinado de quienes más caminaron	2 hrs. promedio (DEVS= ± 2.77)
	Tiempo destinado de quienes menos caminaron	16.25 mins. Promedio (DEVS= ± 9.46)	

	Tiempo dedicado a estar sentado	Promedio en un día	2.25 hrs. (DEVS= \pm 2.50)
		Tiempo más grande reportado	8 hrs.
		Personas que indican que prácticamente no se sientan en todo el día	2

En cuanto a la socialización durante el juego, en el material video gráfico de documentación del estudio se observó que al inicio los participantes que no jugaban se mantenían muy atentos observando los movimientos de quienes participaban. Después se observó que con el tiempo varios asistentes que al inicio no participaban empezaron a ofrecerse como voluntarios de forma recurrente; sobre todo en los juegos basados en actividades de feria. Al tener que coordinar el movimiento de balanceo del brazo y el estiramiento de la muñeca para que un dardo saliese disparado se produjo una falla recurrente. Sin embargo, este tipo de errores se redujeron significativamente cuando el investigador ejemplificaba con mímica el movimiento para todos. Se observó que al pasar a la segunda sesión la participación de los observadores fue mucho mayor, sobre todo durante juegos de mayor intensidad de movimiento, ya que hubo manifestaciones de apoyo mediante porras y aplausos cuando los compañeros que jugaban lograban buenos resultados. En algunos casos un observador que sentía que dominaba un movimiento se paraba a explicarlo a otro compañero que estaba teniendo problemas.

En cuanto al análisis rápido¹⁴ del material de audio del grupo focal, se enfocó en encontrar temas recurrentes o temas que los mismos participantes señalaban como muy relevantes. En la Tabla 9 se presentan los resultados de este análisis y en el Anexo 5 se presentan a detalle los resultados del análisis de este material.

Tabla 9. Comentarios más recurrentes mencionados en la sesión de grupo focal.

Tema	Comentarios de los participantes (adultos mayores y autoridades responsables del grupo) más recurrentes o relevantes
Utilidad de este tipo de videojuegos	Hay que pregonar su utilidad para el adulto mayor al ayudarlo a hacer ejercicio
Preferencia por el uso de avatares	Les gusta más la idea de verse reflejados en el movimiento del avatar que ver su propia imagen reflejada en la pantalla.
Aceptación de la tecnología	Gusto por ver que ahora existe esta nueva tecnología. Ellos si la comprarían y usarían
Aspectos menos aceptados	Les cuesta mucho trabajo coordinar el movimiento del cuerpo y realizar al mismo tiempo una acción con el dispositivo de control de juego; por ejemplo, balancear el brazo y en cierto punto del movimiento tener que apretar un botón para que haga el lanzamiento de una pelota. Les genera mucha frustración realizar un movimiento según la forma "correcta" que indica el <i>exergame</i> y que éste indique constantemente que se hizo mal.
Efecto del tiempo requerido para controlar el juego	Las malas actuaciones en los primeros intentos al jugar desmotivan fuertemente al adulto mayor y tiende a claudicar. Se observó que en promedio en tres intentos ya se lograba cierto control sobre el movimiento.

¹⁴ En el análisis rápido que se practicó se transcribieron las entrevistas y se marcaron los comentarios más relevantes vertidos en ellas, no se llevó a cabo una codificación ni categorización de la información dentro de la entrevista.

Temáticas preferidas	Se encontró que a los adultos mayores les gustó la temática y juegos relacionados con estadios y ambientes deportivos, ambientes que ya conoce o que son experiencias de juego que le gustaría vivir; por ejemplo el boliche o verse volando en el juego.
Apoyo de los pares	Cuando un par tiene problemas al hacer el movimiento siempre hay un par que le ayudará. Hay un sentimiento de que formando equipo con los pares es posible enfrentar mejor el juego.
Desconocimiento de los <i>exergames</i>	Se tiene la concepción de que todos los videojuegos son iguales a aquellos donde se sienta uno durante mucho tiempo frente a un televisor a jugar (como lo ven con los jóvenes). Los dispositivos (sensores, cámaras de rastreo del movimiento, balanzas, etc.) le son totalmente ajenos, no comprenden su funcionamiento

En el análisis del movimiento de los adultos mayores involucrados realizado a partir del material video gráfico se detectaron varios problemas:

- ✓ Les cuesta trabajo flexionar las rodillas,
- ✓ Pérdida de balance al desplazarse siguiendo movimientos de la pelota
- ✓ Falta de una estrategia para anticiparse al movimiento; por ejemplo, hacer pequeños ajustes a izquierda o derecha anticipando el viaje de la pelota y no esperando estático la que la pelota regrese para entonces hacer movimientos rápidos y descontrolados
- ✓ Concentrarse en el dispositivo y no en el movimiento, cuando algunos participantes lograron mecanizar cierto movimiento mejoró significativamente sus resultados.

En los juegos de feria en general los desempeños de los jugadores fueron bastante bajos, en particular se analizó el juego de aros donde se requiere un movimiento compuesto formado de tres acciones (1) tomar el aro, (2) realizar el balanceo del brazo y (3) lograr cierta amplitud en el arco formado por muñeca-codo-mano y la velocidad del movimiento para que entonces salga disparado el aro en una trayectoria parabólica que cuesta trabajo controlar para que caiga en el lugar adecuado. La mayoría de los movimientos en estos juegos están armados de forma similar y solo se cuenta con indicadores visuales en la pantalla que les costó mucho trabajo identificar. Sin embargo, los juegos de lanzamiento de precisión fueron de los más retadores para los participantes que se quejaron del poco tiempo que tuvieron para jugar; aún con esto cuatro lograron mecanizar el movimiento obteniendo mejores resultados.

En resumen, como resultado de esta primera intervención se estableció:

- Una preferencia por *exergames* con un nivel de intensidad de movimiento bajo, los cuales están diseñados para reactivar físicamente a personas sedentarias; los llamados de juego activo.
- Problemas fuertes al tener que manipular un dispositivo en forma coordinada con la realización del movimiento
- Mientras más pervasiva es la tecnología utilizada para rastrear el movimiento, más rápido resaltan problemas como la falta de balance y la aparición de movimientos descontrolados, ya que se quita la atención del dispositivo y se centra en la realización del movimiento.
- El análisis que se hizo del material videográfico dio indicios sobre los efectos negativos que ciertas dolencias o limitaciones físicas pueden tener al realizar el ejercicio.

- El apoyo de los pares fue fundamental para animar a jugar a adultos mayores que están tratando de decidirse jugar. La forma en que este apoyo se da es a través de palabras de aliento, explicando e incluso ayudando físicamente a realizar el movimiento y al el ver que sus pares disfrutaban del juego y obtienen buenos resultados
- Los exergames basados en disciplinas deportivas tienen mayor aceptación si la persona ha tenido experiencia previa jugándolos, si es una actividad deportiva que le gusta presenciar o si ha tenido ganas de hacerla
- Los indicadores visuales en pantalla no son fáciles de entender para corregir deficiencias al realizar el movimiento, fueron de mayor utilidad las demostraciones de cómo realizar el movimiento

Al tomar como base estos primeros resultados se planeó una intervención más larga para identificar las barreras que impiden la adopción del uso de los *exergames* entre adultos mayores, esta intervención se llevó a cabo con la metodología de Acción Participativa (AR – por sus siglas en inglés) y en el siguiente capítulo se reportan sus resultados.

Capítulo 4. Primera intervención de Investigación de AR

A partir de los resultados obtenidos del grupo focal se contó con un primer acercamiento a la problemática que enfrenta un adulto mayor al jugar *exergames*. Al mismo tiempo el análisis de afinidad permitió integrar la conceptualización, conocimientos y requerimientos que los expertos tienen sobre las características físicas y el ejercicio adecuado para el adulto mayor. Toda esta información se complementó con una revisión de la literatura de tal forma de que se contase con una visión amplia sobre el contexto antes de atacar la problemática a través de la metodología de Investigación de Acción Participativa.

Así con el fin de identificar el efecto de las barreras que impiden el enganche y el apego en el uso de *exergames* con adultos mayores, se planeó una intervención de ocho meses. Esta intervención se llevó a cabo con la metodología de Acción Participativa (AR – Action Research por sus siglas en inglés) y se describe en este capítulo.

Se contactó a un grupo de adultos mayores perteneciente a la sección de adultos mayores del programa de atención a grupos vulnerables del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Este grupo acude regularmente al salón de usos múltiples del Hospital del ISSSTE en Ensenada, Baja California, México a sesiones de pláticas relacionadas con el envejecimiento activo y saludable.

La asistencia a estas sesiones es de un número variable entre 30 y 50 participantes, de esta cantidad 24 son adultos mayores que asisten regularmente a todas las sesiones, mientras que el resto son personas que asisten una única vez o de forma esporádica.

Para pertenecer al grupo es necesario ser jubilado de 60 años o más. Respecto al requisito de la edad no parece ser tan estricto ya que en el grupo se admitieron a personas desde los 55 años.

Se propuso a la institución realizar sesiones de dos horas semanales para jugar *exergames* en un día distinto al de las pláticas; sin pretender sustituirlas. En el convenio establecido el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) se incluyó la participación de un especialista en *exergames* y un fisioterapeuta y, ya avanzada la intervención, se incorporó otro investigador para apoyar en el manejo de los dispositivos utilizados; por su parte el ISSSTE proveyó un área para realizar los juegos además de la participación de una trabajadora social y dos estudiantes de psicología. Adicionalmente los médicos y enfermeras del hospital, en el cual se realizaba la actividad, darían asistencia médica en caso de ser necesario. Otra institución que participó en el estudio fue el Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada (CRIE) cuyo apoyo incluyó la asesoría de un médico con especialidad en rehabilitación física, de un fisioterapeuta y de un psicólogo especializado en reactivación física.

De acuerdo al protocolo dispuesto para la intervención se estableció un acuerdo donde la participación de los adultos mayores en las sesiones de juego sería totalmente voluntaria:

- ✓ Éstos pueden abandonar o faltar a las sesiones en el momento que así lo decidan.

En una primera sesión se lleva a cabo una demostración del uso de los *exergames*.

- ✓ En ella se explica la mecánica que se sigue durante la intervención.
- ✓ El rol y el apoyo que cada uno de los participantes proporcionaría al grupo.

Se pide el consentimiento, tanto de los responsables del grupo como de los adultos mayores que participan en él.

- ✓ El consentimiento incluye el permiso para filmar las sesiones, tomar nota de aspectos relevantes de su participación, y utilizar estos materiales para fines exclusivos de la investigación y su publicación.
- ✓ Se asegura la privacidad de todos los datos personales.

Se establece que estas sesiones son a puerta cerrada.

- ✓ Solo los adultos mayores pertenecientes al grupo pueden participar en ellas.

A las personas que deciden participar, se les pide firmar una forma de consentimiento.

A la sesión inicial donde se presentó el proyecto asistieron 24 miembros registrados.

- ✓ Tres personas declinaron la invitación al estudio.
- ✓ Una fue dada de baja, por indicaciones del médico que le atiende en el mismo ISSSTE, dada su condición médica que impedía su participación como jugador; aunque fue observador durante la mayor parte de la primera iteración de la intervención.
- ✓ Más adelante se dieron de alta otras dos personas de tal manera que la lista de los asistentes a las sesiones de juego fue de 22 adultos mayores.

A continuación, se describen las iteraciones y las etapas que compusieron esta intervención, de acuerdo a la metodología de Acción Participativa Canónica (CAR por sus siglas en inglés) CAR descrita en el capítulo 2.

4.1 Primera Fase – Efecto del apoyo de los pares

La aceptación mostrada por los adultos mayores participantes del grupo focal hacia los *exergames* con un bajo nivel de intensidad de movimiento, concuerda con resultados publicados por la Asociación Americana de Cardiología (Lieberman, et al., 2011). En este reporte se mencionan los mismos problemas de uso que

los comentados durante el grupo focal. Sin embargo, un aspecto nuevo fue la importancia que tuvo el jugarlos en grupo y lo efectivo que resultó el apoyo entre pares para superar estos problemas. Con la intención de responder la pregunta de investigación ¿Cuáles son los elementos principales que deben guiar la ejercitación dentro de un exergame, de tal forma que sea apta a las características de un adulto mayor y provea una ejercitación saludable? Se decidió realizar una intervención de mayor duración aplicando la metodología de Investigación de Acción Participativa. Para esta nueva intervención se decidió iniciar con *exergames* que promovieran movimientos que resultasen conocidos, recomendación que aparece dentro de los resultados del análisis de afinidad, con una intensidad de ejercitación baja, los cuales tocasen el tipo de temas señalados como atractivos durante el grupo focal.

Tomando en consideración los comentarios y calificativos hechos por los adultos mayores en el grupo focal, los *exergames* seleccionados fueron (1) Carnival© para Kinect fue calificado por los participantes como atractivo y retador, (2) los juegos de evasión de obstáculos de Wii Sports© para el Balance board de Wii© considerados divertidos, (3) el juego Walking Out© también del Balance board el cual fue considerado como un ejercicio útil y (4) el juego de Boliche de Kinect Sports© fue calificado por los participantes, como atractivo y retador. En el Anexo 3 se detallan los juegos utilizados en cada intervención, el tipo de actividad que promueven y los resultados observados.

Dado que el análisis del material videográficos de la primera intervención dio indicios de cómo las limitaciones físicas de los jugadores afectan su participación, se estableció como un primer objetivo específico identificar cómo las limitaciones físicas de un jugador llegan a afectar su desempeño y cuáles barreras reales o percibidas impiden el uso del exergame. Se estableció como pregunta de investigación del proceso CAR de esta primera fase ¿En qué forma las barreras que los adultos mayores tienen para ejercitarse se relacionan con su capacidad física y/o con la interacción social durante el juego? Para entonces iniciar con la primera iteración de AR.

4.1.1 Etapa de diagnosis

De acuerdo a las conclusiones del grupo focal ya señaladas en sección III.3, los juegos seleccionados en la primera intervención presentaron pocos problemas de uso y el movimiento promovido no se consideró tan difícil de controlar como en otros de mayor intensidad. Además, el apoyo social de los pares fue fundamental tanto para entender el funcionamiento como para dominar los juegos, y sirvió de motivación para impulsar a algunos adultos mayores a jugar por primera vez. En pláticas, al inicio de la intervención con los responsables del grupo del ISSSTE, se proporcionó la indicación que los miembros del grupo son adultos mayores activos capaces de transportarse y subir escaleras por sí mismos. Sin embargo, se dio un seguimiento especial a los casos de riesgo específicos, tales como mayores de 80 años, aquellos que utilizan bastón para desplazarse, o quienes padecen obesidad mórbida.

Analizando la estrategia a utilizar para promover el uso del *exergame*, los encargados del grupo indicaron que hay líderes naturales que siempre estaban dispuestos a participar y que éstos podían brindar un apoyo a los menos participativos.

A partir de estas consideraciones se estableció como pregunta de investigación de la primera fase ¿Puede el apoyo social de los pares ser suficiente para vencer las barreras observadas, e incrementar el enganche con el juego? Finalmente se dio inicio a la intervención.

4.1.2 Planeación de las acciones

Se planeó:

- Utilizar solo *exergames* de baja intensidad de movimiento (ver Anexo 3 – *exergames* utilizados por fase) con movimientos simples y fáciles de entender.
- Durante las primeras sesiones de juego se planeó aprovechar la participación de los líderes del grupo en los juegos y su tendencia de impulsar a otros a jugar, ayudar a esos mismos líderes a dominar el juego y que ellos ayuden a otros a mejorar su control de juego.
- Medir, en todos, la capacidad funcional con la escala SMAF (Réjean, Guilbault, Desrosiers, & Dubuc, 2001) y el software eSMAF (Boissy, Brére, Tousignant, & Rousseau, 2007). La escala incluye 29 reactivos que permiten medir, de acuerdo a la clasificación de discapacidades propuesto por la OMS, la habilidad funcional en 5 áreas: (1) actividades básicas de la vida diaria, (2) movilidad, (3) comunicación, (4) funciones mentales, y (5) actividades instrumentales de la vida diaria. Por su parte, el software eSMAF facilita la aplicación y evaluación del SMAF. También se planeó medir los signos vitales más significativos (presión arterial y ritmo cardiaco) y el índice de masa corporal (IMC).
- Observar al adulto mayor durante el turno de juego y tratar de identificar problemas del *exergame* que se relacionen con la capacidad física y/o de socialización de los ancianos.
- Clasificar los niveles de participación entre los jugadores.

4.1.3 Intervención

Esta fase tuvo una duración de dos meses.

Durante el primer mes se aplicó el SMAF y la medición de signos vitales. Al final del primer mes se realizaron entrevistas cara a cara cortas con los participantes para analizar su experiencia de juego. En el contexto de la presente tesis, se define como entrevista corta cara a cara, a una entrevista presencial semiestructurada de no más de 5 preguntas, y duración de 1 a 2 minutos, hechas a los jugadores u observadores durante o al final de las sesiones de juego.

A partir del segundo mes, por recomendación de los especialistas médicos, se midieron los arcos de movilidad¹⁵ articular y, a petición de los miembros del grupo, se inició con la inclusión de juegos de mayor intensidad de movimiento. Al final del segundo mes se llevó a cabo un grupo focal con el propósito de entender las barreras detectadas mientras se jugaban los *exergames*.

4.1.4 Evaluación

Durante esta fase se contó con una asistencia promedio de 18 participantes, 6 hombres y 12 mujeres por sesión. Aunque el grupo inicial fue de 22 miembros, cuatro personas dejaron de asistir por las siguientes razones: (1) atendía otras actividades, (1) estaba de viaje de vacaciones durante el primer mes y medio de la intervención, (2) por enfermedad. En el Anexo 4 se hace un análisis detallado de las condiciones físicas y enfermedades por cada participante de la intervención. Por esta razón se optó darles seguimiento únicamente a estos 18 participantes, quienes no dejaron de asistir a lo largo de toda la intervención.

La participación se analizó de acuerdo a las notas de campo al identificar 4 grupos de asistentes:

- Jugador altamente-activo: toma 6 o más turnos de juego por sesión.
- Jugador recurrente-activo: toma entre 3 y 5 turnos de juego por sesión.
- Jugador pasivo: menos de 3 turnos (pasa la mayor parte del tiempo observando).
- No participante: no juega y generalmente se dedica más a platicar que a observar a los que juegan.

Tabla 10. Participación y promedio de tiempo efectivo de juego acumulado por sesión durante toda la primera intervención. Se define como jugador altamente activo quien toma 6 o más turnos de juego por sesión, recurrentemente activo entre 3 y 5 turnos, pasivo menos de 3 turnos, observador quién no juega. El número que aparece entre paréntesis es el número de participantes que representan el porcentaje referido a su izquierda. La primera intervención constó de 4 iteraciones, referidas como fases por consistencia con el concepto utilizado para la segunda intervención.

Total de participantes: 18		Fases de la intervención			
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Participación por tipo de jugador	Altamente + recurrente	44% (8)	66% (12)	100% (18)	100% (18)
	- Altamente activo	27% (5)	33% (6)	66% (12)	100% (18)
	- Recurrente activo	17% (3)	33% (6)	34% (6)	0%
	Pasivo (observadores)	33% (6)	22% (4)	0%	0%
	No participante	23% (4)	12% (2)	0%	0%
Promedio de Tiempo Efectivo de Juego Acumulado por sesión					
Minutos		47	59	67	56

¹⁵ El arco de movimiento o de movilidad “es la cantidad de movimiento expresada en grados que presenta una articulación en cada uno de los tres planos del espacio” (Taboadela, 2007) pag. 18.

Se puede observar en la Tabla 10 fase 1 que únicamente cinco (27%) adultos mayores del total eran altamente activos, mientras 10 (56%), desglosado en seis (33%) pasivos y cuatro (23%) no participantes, prácticamente no jugaban o no jugaban en absoluto. En la Tabla 10 se agrupa a los jugadores activos (altamente y recurrentemente) con el propósito de facilitar al observador el percibir el proceso de cómo a lo largo de la intervención los asistentes fueron volviéndose jugadores altamente activos. El promedio de Tiempo Efectivo de Juego Acumulado por sesión, corresponde al tiempo total de juego acumulado por los jugadores durante las sesiones de la fase referida.

La evaluación del SMAF arrojó que la mayoría de los asistentes, excepto uno, calificaron con nivel 0; esto indica que necesitan ayuda ocasional para realizar trabajo pesado y para transportarse. El participante P6 que presentó limitaciones fuertes para mantenerse mucho tiempo de pie, utiliza bastón y reportaba tener una formación calcárea en el talón izquierdo. La participante P18 presentaba diabetes tipo dos y osteoporosis diagnosticadas. La medición del ritmo cardiaco indicó que todos se encontraban en condiciones de realizar el esfuerzo físico implicado por los *exergames* seleccionados.

4.1.5 Reflexión

La evaluación funcional SMAF colocó a todos los participantes como funcionalmente independientes con limitaciones de movimiento, y no aportó ninguna información detallada sobre las limitaciones físicas que ellos presentaban. Por observación se identificaron diferencias significativas en la amplitud de la movilidad articular de las personas obesas y delgadas, así como una marcada tendencia a una movilidad por debajo de lo normal en miembros inferiores, de tal forma que los participantes obesos tendieron a ser menos participativos que los no obesos. De acuerdo al análisis realizado por el fisioterapeuta del grupo se estableció que la aparición de obesidad mórbida incrementaba grandemente los hándicaps¹⁶ durante el juego. Sin embargo, participantes, con la misma movilidad articular o mejor, presentaron niveles de participación muy distintos. A continuación, se señalan cuatro casos significativos al ser ejemplos de personas que presentan movilidades muy diferentes y con una participación diferente a lo esperado según su capacidad de movimiento: el participante P1 con una movilidad normal tuvo una participación altamente-activo, el participante P5 con movilidad normal fue pasivo, P8 con movilidad buena fue observador y P3 con movilidad subnormal fue recurrente-activo. De acuerdo a estos resultados el nivel de participación no se puede inferir solamente de las limitaciones físicas que afectan al adulto mayor.

En cuanto a la movilidad articular se detectaron problemas de balance, disminución de la fuerza muscular, disminución de la respuesta propioceptiva y neuromuscular, así como la presencia de dolor crónico. Estos resultados implican que aspectos adicionales a la movilidad articular impactan en la participación de los

¹⁶ “En el contexto de la salud, un hándicap es una desventaja para un individuo en particular, resultante de un impedimento o discapacidad, que limita o impide el cumplimiento de una función que es normal (dependiendo de la edad, sexo, y de factores sociales y culturales) para ese individuo” (World Health Organization, 1976, p. 29).

jugadores. Por ello para la siguiente fase se planeó incluir otro tipo de pruebas físicas para tratar de relacionar las limitaciones físicas con la participación del jugador.

En términos del apoyo de los pares, durante el primer mes la influencia de los líderes naturales disminuyó y se reflejó menos en la participación del grupo. Este fenómeno se explicó porque la influencia del líder natural del grupo se limita a unos cuantos e impulsa a la participación principalmente en aquellos juegos que el líder prefiere. De acuerdo a las notas de campo, los participantes más habilidosos en los juegos fueron cada vez más participativos en comparación con los líderes naturales del grupo. Durante el primer mes la influencia de los líderes fue más notoria; sin embargo, solo hubo un jugador recurrente-activo. Mientras que al final de la primera fase, segundo mes de la intervención, los jugadores habilidosos ya eran altamente activos y los dos jugadores que pasaron a ser recurrente-activos reportaban en las entrevistas rápidas haberse decidido a jugar por los resultados logrados por sus compañeros. En el grupo focal llevado al final de esta fase se les preguntó *¿por qué te decidiste a jugar más?:* P2 *“me gustan mucho los juegos y veo que nos es tan difícil jugarlos”,* P8 *“mi marido es el que más juega, pero como vi que ... [menciona el nombre del P6] lo hace tan bien a pesar de su pata [pie izquierdo], me animé a jugar”.* Durante esta fase los participantes se sentaban al fondo del salón mientras pasaban de forma individual a sus turnos. La mayor parte del tiempo los asistentes se dedicaban a observar el juego, platicar y a otras actividades, por ejemplo, llamar por teléfono. Para la siguiente fase se planeó modificar el área de juego para incluir a los observadores, ya que los primeros resultados señalaron la importancia que tiene el que los observadores participen de los logros de sus compañeros y observen jugar a los demás.

Durante la reunión de grupo focal ciertos jugadores insistieron en que se incluyesen juegos de mayor demanda física, argumentando que sentían que había mejorado su capacidad de movimiento; en el anexo 5 se resume el análisis realizado sobre la grabación del grupo focal. Se consultó esta situación con el médico especialista y este indicó que, en realidad, era muy corto el tiempo y el ejercicio realizado era tan leve que no se podía asegurar que se había alcanzado una mejora física. Al revisar las mediciones de la movilidad de los adultos mayores que demandaban mayor esfuerzo físico en los juegos se evidenció que estos participantes estaban redescubriendo su movilidad remanente más que experimentar una mejora de ella. Para la siguiente fase se decidió incluir juegos de intensidad media (ver Anexo 3).

Para relacionar todos los elementos que afectan la participación y sus causas se realizaron diagramas causales; un diagrama causal representa las relaciones de influencia que se dan entre los elementos de un sistema y por lo tanto permiten reconocer la estructura del mismo (Martín-García, 2017). Tal como el de la Figura 8, el cual resume los efectos de las limitaciones físicas y de socialización observados en la intervención, y otros que se incluyen en el anexo 6.

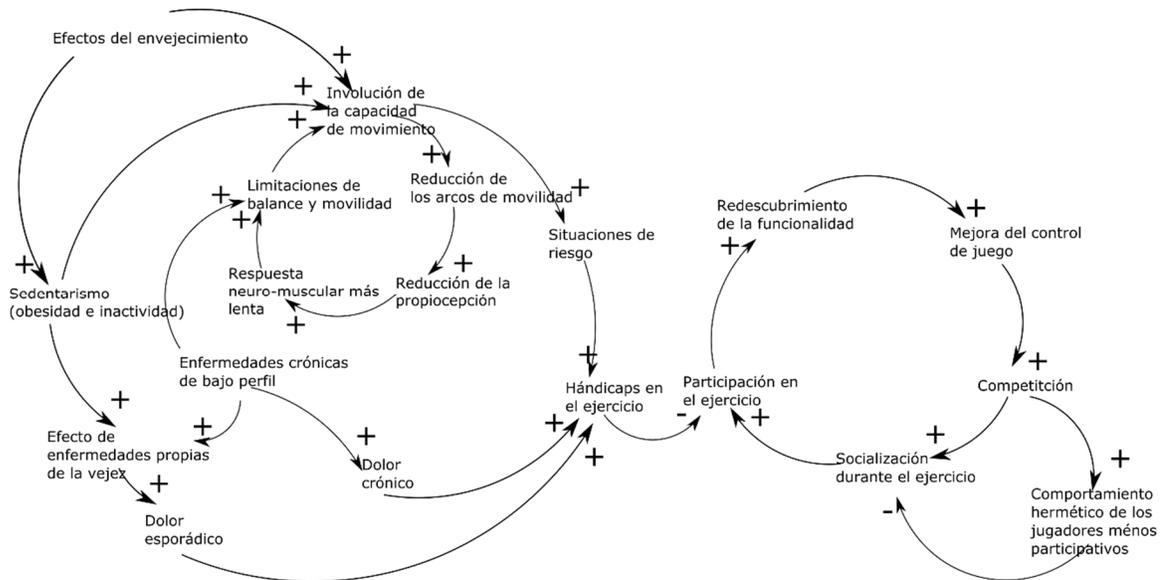


Figura 8. Diagrama causal que resume los efectos de las limitaciones físicas y de socialización resultado de la primera fase. Las limitaciones físicas reducen la capacidad de movimiento y crean hándicaps al jugar, mientras que la participación durante el ejercicio ayudará a redescubrir la funcionalidad y esto promoverá un juego más competitivo.

Como se puede observar las limitaciones físicas reducen la capacidad de movimiento y crean hándicaps al jugar. Estas limitaciones pueden tener como origen los efectos del envejecimiento natural y las enfermedades que acompañan a la vejez. Lo anterior incrementa las situaciones de riesgo durante el juego. Sin embargo, no necesariamente los hándicaps implicarán que hay limitaciones físicas o enfermedades fuertes.

En el diagrama se esquematiza que la participación durante el ejercicio ayudará a redescubrir la funcionalidad y esto promoverá un juego más competitivo.

El apoyo de los líderes y de los jugadores habilidosos tuvo un éxito limitado en la inclusión de los menos participativos al jugar. Con los buenos resultados obtenidos por los jugadores habilidosos surgió la competitividad, lo que reforzó la tendencia a no querer jugar entre aquellos menos habilidosos.

Este análisis establece que las situaciones de riesgo y la aparición del dolor están íntimamente relacionadas con las limitaciones físicas y el comportamiento hermético de no querer jugar, y que esto último forma parte de las barreras emocionales detectadas. Pese a que el apoyo de los pares impulsó a algunos adultos mayores a jugar, no se encontró una relación directa entre la condición física y el comportamiento cerrado de no jugar, y no argumentar una razón (comportamiento hermético), tampoco dio una razón que explicase por qué 56% de los 18 participantes prefirieron acudir a la actividad solo a observar y vitorear a sus compañeros.

A partir de estos resultados y con el objetivo de diferenciar claramente cómo está relacionada la capacidad de movimiento del jugador con su tendencia a jugar se decidió iniciar una segunda fase de la intervención.

4.2 Segunda Fase – Simplificación del movimiento

Al final de esos dos primeros meses se observó que algunos adultos mayores tenían ya un mayor control sobre el movimiento y que, jugaban cada vez con mayor frecuencia. Igualmente se observó en las personas que no jugaban, características físicas muy similares a aquellas de los jugadores, salvo en contadas excepciones donde la persona tenía marcadas limitaciones físicas.

Lo anterior llevó a establecer la siguiente pregunta de investigación para la siguiente iteración del CAR *¿Cómo se relaciona la capacidad de movimiento del adulto mayor con la tendencia a no jugar?* Esto con el objetivo específico de profundizar en cómo las limitaciones físicas de un jugador adulto mayor afectan su desempeño y la posibilidad de clasificar a los jugadores en base a sus limitaciones físicas.

4.2.1 Etapa de diagnosis

Ocho participantes (P1, P2, P3, P5, P7, P9, P11, P13) jugaban regularmente y se mostraban habilidosos en algunos juegos. Se observó que los jugadores hábiles utilizan movimientos simples, efectivos y controlados, incluso algunos que tenían una movilidad más limitada que otros encontraron fórmulas simples que repetían ya que les daban buenos resultados; mientras que los menos exitosos se dejan llevar por el entusiasmo y utilizan movimientos más descontrolados.

El plan de ayuda entre pares funcionó creando un ambiente de cooperación y amistad. Sin embargo, algunos de los movimientos enseñados por los pares llevaban a una pérdida de balance en algunos jugadores. Por ello, el fisioterapeuta del grupo diseñó una serie de movimientos facilitadores para todos los participantes en general que aseguraban la estabilidad del adulto mayor en todo momento buscando evitar situaciones de riesgo.

En la Figura 9 que se muestra a continuación se ejemplifica un movimiento facilitador diseñado para el juego de boliche.



Figura 9. Movimiento facilitador para el tiro en el boliche.

Como se puede observar, el movimiento facilitador mencionado consiste en doblar la rodilla de la pierna contraria al brazo con la que se realiza el tiro, estirar la pierna del lado correspondiente al brazo que tira y apoyar la mano sobre la rodilla doblada para obtener la mayor estabilidad durante el tiro. Este juego es un caso significativo, ya que algunos de los participantes lo habían jugado en la vida real. Acostumbrados a tomar en cuenta el peso de la bola, realizaban movimientos bruscos involucrando todo el cuerpo, lo que finalmente provocaba un tiro totalmente diferente al que esperaban. En el caso ejemplificado, el movimiento facilitador no implica tener todo el cuerpo en movimiento. Esto permite controlar mejor el balance, centrar la atención en el movimiento que describe el brazo, propicia una fácil ejecución y ayuda a formar una memoria procedimental¹⁷ que provee un mejor control y eficacia durante el tiro.

Se observó también que, durante las primeras sesiones, las personas tendían a formar pequeños grupos de práctica de los que solo se separaban cuando les tocaba tirar, e incluso en frecuentes ocasiones preferían abandonar el juego y seguir con sus pláticas. De acuerdo a las notas de campo, con la introducción de los movimientos facilitadores, mediante representaciones mímicas de los mismos, los jugadores empezaron a sentarse más cerca del área de juego y algunos de sus acompañantes les seguían lo que hizo que, incidentalmente, algunos de ellos empezaran a jugar también.

Se identificó que para los adultos mayores estas representaciones mímicas fueron mucho más entendibles que las instrucciones gráficas que proveen los juegos, por lo que se dejaron de usar dichas instrucciones. Estas medidas en su conjunto incrementaron grandemente la interacción social alrededor de los juegos, tanto que aparecieron muestras espontáneas de apoyo o exclamaciones de sorpresa durante los mismos.

¹⁷ “La memoria procedimental es la que almacena información relacionada a procedimientos y estrategias que implica las habilidades motoras aprendidas que nunca se olvidan como escribir, manejar, tocar el piano, entre otros, que son automáticas e inconscientes” (Arreguín-González, 2013, p. 148).

Los participantes P1, P11 y P13, jugadores altamente-activos, que presentaban pocas limitaciones en su movilidad pidieron se incluyeran juegos de mayor intensidad de movimiento. Las participantes P6 y P12 intervinieron en juegos de boxeo y ambas participantes tenían limitaciones físicas. Esta diversidad en la capacidad de movimiento de quienes solicitaban mayor intensidad de movimiento hizo necesario clasificar al jugador de acuerdo a su movilidad, con el propósito de evitar situaciones de riesgo. Por ello, a partir del tercer mes, se decidió usar la clasificación funcional para adultos mayores proporcionada por la OMS (ver sección III.2.1), con el propósito de identificar de una forma más precisa quienes tenían la movilidad suficiente para enfrentar juegos de mucha intensidad. A partir del cuarto mes se decidió medir la tensión arterial de quienes realizaban movimientos de mayor intensidad durante todas las sesiones, ya que a mayor intensidad se incrementa el riesgo de un evento contrario a la salud. Con base en los resultados de las primeras evaluaciones se consideró conveniente incluir, a prueba, algunos juegos de mayor intensidad, a saber: box, lanzamiento de jabalina y carreras de pista en *Kinect Sports*®.

4.2.2 Planeación de las acciones

El análisis realizado con el juego de boliche se extendió a todas las interacciones básicas provistas por los diferentes juegos; en el Anexo 7 se detallan los movimientos facilitadores diseñados.

Se decidió representar con mímica los movimientos facilitadores y omitir todas las instrucciones gráficas que provee el juego, se formalizó el apoyo de los pares estableciendo que los jugadores más habilidosos (entrenador) ayudasen a los menos habilidosos. Inicialmente el entrenador decidía cuando intervenir, posteriormente, lo hizo a petición del jugador que necesitaba la ayuda.

Se decidió incluir juegos de mayor intensidad además de realizar cambios al área de juego para observar y reducir las situaciones de riesgo durante estos juegos; estos cambios se detallan en las siguientes secciones.

4.2.3 Intervención

Esta fase tuvo una duración de dos meses, lo que llevó a un total de 4 meses para toda la intervención. Durante el inicio del tercer mes de intervención se incluyeron los juegos de mayor intensidad solo para los participantes P1, P11 y P13, mientras el resto siguió utilizando los mismos juegos; a P6 y P12 por indicaciones del fisioterapeuta del grupo se les restringió su participación a juegos de intensidad media-baja por la probabilidad de provocar una lastimadura; por ejemplo, el juego de plataforma donde mientras se avanza se esquivan masas que golpean al avatar y lo sacan del juego. Esto se mantuvo así hasta que se proveyeron los correspondientes movimientos facilitadores con lo que se fueron integrando más jugadores. Por indicaciones del médico asesor, se excluye de los juegos de alta intensidad a toda persona

cuya presión arterial es muy elevada, de acuerdo a la literatura revisada esto corresponde a una tensión arterial de 190/105 registrada durante la última semana (Chávez-Samperio, Lozano-Dávila, Lara-Esqueda, & Velázquez-Monroy, 2002). Además, se realizaron cambios al área de juego, incluyendo una zona al lado de la pantalla donde constantemente se realizaban las representaciones mímicas de los movimientos facilitadores.

A partir del cuarto mes se decidió video grabar los turnos de juego para analizar el material, en conjunto con el fisioterapeuta, buscando identificar problemas y situaciones de riesgo al realizar los movimientos.

Se inició el análisis de los movimientos de control de tarea, los que rastrea el *exergame*, y se buscaron formas de facilitarlos. Se analizaron los marcadores en tres juegos: Boliche, Cuerda Floja y Walking out; y se establecieron las medidas de tendencia central sobre dichos indicadores.

4.2.4 Evaluación

Durante los dos primeros meses se tuvo la asistencia de algunos observadores que querían conocer la actividad, por lo cual se tuvieron sesiones de hasta 25 personas. Sin embargo, de éstos 19 eran quienes asistían regularmente, uno de los cuales participaba únicamente como observador por cuestiones médicas. Finalmente se decidió dar seguimiento a las 18 personas que asistieron regularmente y tenían posibilidad de jugar.

Después de proveer movimientos facilitadores en todos los juegos, durante el tercer mes de intervención se analizaron los resultados en los marcadores obtenidos por los participantes en los *exergames* Boliche, Cuerda Floja y *Walking out*. A continuación, se enlista el puntaje promedio alcanzado por el grupo y el tiempo que en promedio tarda un jugador en lograr dicho marcador: Boliche 127 puntos y dos semanas, Cuerda Floja 67 puntos y 4 semanas, *Walking out* 43 puntos y 6 semanas. En la

Tabla 11 se muestran los casos significativos de seis adultos mayores con diferentes niveles de movilidad, así como los tiempos requeridos para alcanzar las puntuaciones promedio del grupo. Aun cuando los marcadores que alcanza un jugador dependen del tiempo que éste dedique a jugar, durante este período todos los participantes jugaron los tres *exergames* citados de forma regular. Se puede observar que hay jugadores de cada grupo de la clasificación y se las diferencias significativas en cuanto al tiempo requerido para lograr un puntaje similar al del grupo en la cuerda floja y el walking out entre quienes tienen pocas limitaciones y el resto; estos juegos demandan coordinación y un movimiento más intenso; sin llegar a una muy alta intensidad. Esto dió indicios de que al menos hay una división entre quienes tienen una buena movilidad y el resto del grupo, pero ésta no fue tan evidente entre quienes reportan una movilidad altamente limitada y ligeramente limitada.

Tabla 11. Tiempos requeridos, de seis casos significativos, para alcanzar el puntaje promedio del grupo durante el tercer mes de la intervención.

		Tiempo promedio que tarda un jugador en lograr el puntaje promedio del grupo			Nivel de movilidad
		Boliche	Cuerda Floja	Walking out	
Número de participante	P1	2 semanas	4 semanas	4 semanas	Poco limitada
	P2	3 semanas	8 semanas	10 semanas	Ligeramente limitada
	P3	4 semanas	8 semanas	8 semanas	Altamente limitada
	P6	6 semanas	10 semanas	12 semanas	Ligeramente limitada
	P8	6 semanas	8 semanas	12 semanas	Altamente limitada
	P10	6 semanas	2 semanas	4 semanas	Poco limitada

De acuerdo a la retroalimentación proporcionada por el mismo exergame los marcadores señalados son bajos para el perfil del jugador promedio, sin embargo, más adelante en la intervención se llegaron a obtener promedios considerados altos dentro de la información que el propio exergame proporciona, lo que indica que el adulto mayor necesita más tiempo para lograr el control del movimiento. Con la inclusión de los movimientos facilitadores se incrementó significativamente la cantidad de jugadores activos, al final de los 4 primeros meses de la intervención se pasó de 8 (44%) a 12 (66%), aunque el número de jugadores menos participativos se redujo, se consideró que todavía era alto, pasó de 10(56%) a 6(34%), estos valores están asentados en la Tabla 10 de la página 47.

Los juegos de lanzamiento de jabalina y carreras se jugaron solo durante el cuarto mes, ya que después no fueron solicitados por los participantes, mientras que los juegos de Wii balance board®, que se incluyeron a partir de ese mismo mes, fueron aceptados y se quedaron hasta el final de la intervención.

4.2.5 Reflexión

De acuerdo a las observaciones realizadas los movimientos facilitadores redujeron la complejidad del movimiento proveyendo de estabilidad y balance al jugador; además de ser fáciles de recordar. En el caso de movimientos que involucraran todo el cuerpo, se optó por aquellos que proveyeran el máximo de estabilidad y evitasen acciones descontroladas. Por ejemplo, en el juego de boxeo se le pidió al jugador abrir el compás de las piernas para alcanzar el máximo de sustentación, mantenerse en el mismo sitio y realizar la mayor parte del ejercicio solo con la parte superior del cuerpo.

De acuerdo a Skalski et al (2011) entre el movimiento promovido por el *exergame* y el de la vida real debe haber un mapeo lo más apegado a la realidad para promover el sentimiento de presencia, “*la presencia es la sensación de estar dentro de un mundo virtual*” (Slater & Garau, 2007). Sin embargo, cuando se dejó al adulto mayor enfrentar, sin ningún apoyo, el movimiento, hubo una gran pérdida de eficacia que, en

muchos casos, llevó al abandono del juego. De acuerdo al marco de trabajo establecido, para cada *exergame* siempre debe haber una retroalimentación positiva, utilizar un lenguaje kinésico sencillo, y proveer al jugador de apoyos físicos durante el ejercicio. Lo anterior plantea que, aunque el movimiento facilitador no mapee fielmente al movimiento real, lo simplifica y provee de un apoyo que incrementa la eficacia realizándolo y, finalmente se reflejará en la forma de una retroalimentación. Dado que, comparado el perfil general tomado en el juego, un adulto mayor requiere más tiempo para controlar el movimiento, son importantes los apoyos que ayuden a reducir el tiempo requerido para controlarlo. Estos apoyos permitirán que en poco tiempo se pase de una fase de mecanización al dominio del movimiento, y que la persona disfrute más del juego.

Finalmente, en el contexto de cómo un *exergame* influencia a un jugador hacia un *gameplay* físico-activo donde las reglas de juego y los escenarios utilizados hacen que el movimiento promovido se considere un ejercicio; de acuerdo a Calvillo-Gamez (2009) el *game play* es uno de los elementos a través de los cuales un video juego es percibido, “podemos pensar en él como el espíritu del juego, define de qué se trata el juego, sus limitaciones y concesiones”.. Bogost (2005) plantea que en el diseño del movimiento se utiliza un discurso que lo explica (retórica) que sugiere “*una íntima relación entre el movimiento físico – especialmente su ritmo y naturaleza repetitiva – y el gameplay*” (Bogost, 2005, p. 2). Estas retóricas se mezclan para imponer retos en diferentes niveles de habilidad: emular correr, agilidad al enfrentar más de un movimiento al mismo tiempo, uso de reflejos rápidos y emulación del entrenamiento físico. La complejidad impuesta al mezclar estas retóricas hace que la eficacia de los movimientos facilitadores tenga un éxito reducido. Esto se evidenció en los juegos de mayor intensidad, como los de carreras del *Kinect sports*®. A pesar de contar con movimientos facilitadores, rápidamente aparecían movimientos descontrolados. En juegos de alta intensidad, lo anterior se explica porque la única forma de incrementar la velocidad es con un movimiento rápido de los miembros implicados; por ejemplo, en la retórica correr, piernas y rodillas se elevan frenéticamente emulando el movimiento de un corredor de velocidad. Al analizar el material videográfico se encontró que solo P11, de complexión delgado y practicante de este tipo de deportes a lo largo de su vida, tenía la capacidad suficiente para controlar este movimiento rápido, mientras P13, que padece sobrepeso, realizaba un movimiento errático y riesgoso. Finalmente, P1, quien tenía características físicas similares a P11, se abstuvo por completo de realizar el movimiento. Este hecho evidenció que, en algunos casos durante la intervención, cuando el adulto mayor no se sintió cómodo con el ejercicio desde los primeros intentos, o incluso antes de intentar jugar por primera vez, abandona el juego. Esta situación se evidenció a lo largo de la intervención en las entrevistas de salida hechas al terminar las sesiones de juego, donde se repitieron comentarios que indicaban que al no sentirse seguros realizando el movimiento preferían abstenerse de jugar a seguir intentándolo. Esta tendencia a abandonar dentro de la intervención establece una marcada diferencia con los perfiles de jugadores más jóvenes de acuerdo a lo asentado en la sección I2.2 principio (3), para los cuales la frustración generada por el conflicto de dominar el juego durante el proceso de control de movimiento puede convertirse en un acicate para esforzarse más, mientras que con el adulto mayor fue necesaria una acción rápida para que se sintiesen efectivos en la tarea y de esta forma no dejaran de jugar durante la intervención.

Ya que jugadores con capacidades físicas similares, tales como P11 y P1, tomaron decisiones opuestas con relación a participar, se planteó el hecho de que había limitaciones físicas de los jugadores además de aspectos psicológicos que están más allá de dichas limitaciones, que no se evidenciaban al aplicar la

clasificación de la OMS ni a través de la evaluación de los arcos de movilidad articular. También, la poca efectividad de los movimientos facilitadores evidenció, en el caso de movimientos complejos, que era necesario analizar los movimientos de control-tarea, los que rastrea el *exergame*, para ajustar entonces el manejo de los parámetros usados para evaluarlos. La diferencia entre los tres participantes del caso analizado, establece que hay límites personales que constriñen la capacidad del adulto mayor para enfrentar cierto tipo de retos, y que es dentro de estos límites que el jugador puede competir. Si estos límites se toman en cuenta, entonces se promueven retos que pueden llevar al adulto mayor al límite de sus capacidades de una forma segura. Una estrategia que lleva al jugador al límite de sus capacidades es ampliamente utilizada en el diseño de la ejercitación dentro de un *exergame* (reto marginal); sin embargo, si estos márgenes no son tomados en cuenta o son subvaluados, rápidamente se generan movimientos descontrolados y situaciones de riesgo. Por otro lado, el permitir participar a los jugadores más constreñidos físicamente con aquellos menos limitados, impulsó a los primeros a esforzarse más siempre y cuando el ejercicio no excediera el nivel adecuado de ejercitación. Esta última evidencia realzó la necesidad de personalizar el movimiento de acuerdo a las características físicas del jugador adulto mayor.

Las constantes fallas al iniciar el movimiento fue otro problema que se detectó, errores al posicionar cierta parte del cuerpo o errores de sincronización llevaban a constantes fallos que acababan por desmotivar al adulto mayor.

Se observó también que el apoyo de los pares sirvió más como un apoyo emocional que físico y su utilidad se fue reduciendo conforme transcurrió el tiempo. Por el contrario, el uso de las representaciones mímicas generó mayor confianza en los jugadores activos y apoyó la autoeficacia de los observadores; sobre todo al reevaluar sus propias probabilidades de éxito, al observar que sus pares obtenían buenos resultados con los movimientos facilitadores. Las representaciones mímicas también tuvieron un segundo efecto al hacer que los observadores se involucran, los cambios en el área de juego facilitaron que aquellas personas que no estaban en turno se integraran con comentarios sobre el desempeño de un jugador y con exclamaciones durante el juego. En la Figura 10, que se muestra a continuación, se puede observar que con las sillas se formó una distribución en forma de U alrededor del área de juego, y se incluyó una sección al lado de la pantalla donde un investigador representaba con mímica el movimiento facilitador para cada jugador.



Figura 10. Rediseño al distribuir las sillas en forma de U y agregando un área de demostraciones mímicas dentro del área de juego.

En resumen, en esta fase la inclusión de los movimientos facilitadores ayudó a muchos jugadores a controlar el movimiento y ayudó a mejorar los marcadores obtenidos. Igualmente hubo un incremento en el número de jugadores activos (altamente y recurrentemente activos). La clasificación de la movilidad de la OMS y la medición de los arcos de movilidad articular no fueron suficientes para ubicar los problemas que algunos jugadores presentaban durante los juegos. Las representaciones mímicas fueron más útiles que las instrucciones gráficas, y el que los participantes pudiesen observar a los demás jugar ayudó a entender el movimiento y a motivar a jugar por primera vez.

Al tener en cuenta la necesidad de profundizar en la relación que hay entre límites físicos, el tipo de ejercitación promovida por el exergame y la forma de personalizar el movimiento, se decidió iniciar con una nueva fase de la intervención.

4.3 Tercera Fase – Clasificación de la movilidad y personalización del movimiento

Con la inclusión de los movimientos facilitadores hubo una mayor participación de los jugadores activos y de los observadores en los juegos. Sin embargo, algunos adultos mayores referían no querer participar porque consideraban que sus capacidades físicas no eran suficientes para enfrentar los juegos y preferían abstenerse de jugar frente al grupo. Esto planteó la necesidad de profundizar en la relación que había entre las limitaciones físicas y la tendencia a no participar. Así como la necesidad de evaluar si este efecto tenía relación con otros aspectos tales como barreras sociales y/o psicológicas.

4.3.1 Etapa de diagnosis

Aunque el número de jugadores activos se incrementó, se observó que quienes más jugaban eran los jugadores más habilidosos, lo que derivó en juegos cada vez más competitivos.

Los juegos de mayor intensidad evidenciaron los límites de cada jugador y señalaron que, en algunos casos, existían hándicaps de movilidad que no eran tan evidentes. Lo anterior también resaltó la separación natural entre quienes preferían juegos de más y menos intensidad.

El análisis del material videográfico evidenció que los límites físicos no solo tienen que ver con la movilidad articular sino con aspectos más complejos, tales como el equilibrio y balance.

Se hizo evidente la necesidad de una forma más acuciosa de clasificar la movilidad del jugador, que incluyera estos dos aspectos y algunos otros que permitiesen identificar este tipo de problemas, y que a la vez fuese útil en un *exergame* para adultos mayores.

Adicionalmente los resultados de la fase previa señalan la importancia de apoyar la eficacia al realizar el movimiento. Este tipo de apoyo demostró tener dos efectos: en el jugador redujo la curva de aprendizaje requerida para controlar el movimiento y en el observador ayudó a generar autoeficacia lo que implica la necesidad de evaluar más a fondo el movimiento y la ejercitación que se promueve en un *exergame*.

- Con el objetivo específico de establecer los principales elementos que permiten clasificar la movilidad del jugador se establecieron las siguientes preguntas de investigación del CAR para esta nueva fase de la intervención *¿Qué tanto se pueden identificar en un exergame los límites que tiene cada jugador para enfrentar la ejercitación promovida? Y, basados en estos límites, ¿es posible mantener a la ejercitación percibida como un elemento central en el movimiento promovido por un exergame para adultos mayores?* tal como lo establece en el modelo dual de Sinclair, Hingston, & Masek (2007).

4.3.2 Planeación de las acciones

Los movimientos facilitadores tuvieron efectos limitados en el apoyo a movimientos complejos que implicaban todo el cuerpo, o en retos donde concurra más de un movimiento al mismo tiempo. Se establecieron como acciones a ejecutar el analizar más a fondo los movimientos de control-tarea, aquellos que rastrea el *exergame*, para entender cómo está constituido su seguimiento y las interacciones básicas de juego; las interacciones básicas son pequeños movimientos repetitivos que se realizan constantemente durante el juego (Sinclair, Hingston, & Masek, 2007).

Adicionalmente a la simplificación del movimiento, también es necesario que el movimiento promueva cierta ejercitación y que ésta tenga un nivel de intensidad tal, que haga sentir al jugador que está

obteniendo un beneficio de salud a través del uso del juego, todo esto dentro de los límites de su capacidad física. Se establecieron como acciones a realizar: encontrar una forma en que la clasificación de la movilidad pudiese servir para asignar el tipo de ejercicio, y controlar el nivel de intensidad y duración del ejercicio promovido. Dado que en el adulto mayor hay un deterioro natural producto del envejecimiento, se buscó en la literatura estudios que establecieran los valores considerados como normales para los movimientos articulares de éste, y otro tipo de pruebas que permitieran de manera más precisa determinar la movilidad del jugador.

4.3.3 Intervención

Esta fase de la intervención tuvo una duración de tres meses, para un total de 7 meses. Durante el quinto mes se hizo una revisión de la literatura médica para buscar estudios donde se establecieran los valores de movilidad articular considerados normales para un adulto mayor. Con esta información y contando con la dirección del especialista médico en rehabilitación del grupo se construyó la *Tabla 5* de la sección III.2.2, de la cual se presenta una versión resumida en la *Tabla 12*. En ella se complementa la información de los arcos de movilidad articular reportados por la AO Y AOS, los estudios realizados en adultos mayores de Soucie (2011) y Roach & Miles (1991), y un escalamiento de los valores no normales aceptados por la literatura (Taboadela, 2007).

Tabla 12. Versión resumida de la tabla de rangos de movilidad articular que aparece en la sección 3.2.2, expresados en grados, de acuerdo a la Asociación para el estudio de la Osteoporosis (AO) y la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (AAOS por sus siglas en inglés) (Taboadela, 2007), rangos de movilidad sana para el adulto mayor (Soucie, et al., 2011) (Roach & Miles, 1991).

Movimientos articulares a evaluar en el adulto mayor		Rangos en grados para arcos de movilidad articular					
		Normales			No considerados normales		
Articulación	Arco de movilidad	Asociación para el estudio de la Osteoporosis (AO)	Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas (AAOS)	* En adultos mayores	Bueno	Regular	Subnormal
Cadera	Flexión	140	120	117	112	42	< 42
	Extensión	10	30	16	8	3	< 3
Rodilla	Flexión	150	135	130	108	40.5	< 40.5
Hombro	Flexión	170	180	162.3	136	51	< 51
Codo	Flexión	150	150	142	120	45	< 45

*Los valores corresponden a rangos de amplitud articular expresados en grados para adultos mayores sanos que no presentan afecciones en su movilidad articular.

Como se puede observar en la columna normal se presentan los valores máximos-normales que establecen la AO y la AAOS, las variaciones entre ambos corresponden a discrepancias en los criterios de evaluación. Los arcos por arriba de estos valores implican un movimiento anormal-no sano, por debajo implica diferentes niveles de limitación. En esta tabla se incluyen los valores, encontrados en la revisión de la literatura, considerados como normales para los adultos mayores obtenidos de los estudios de Soucie et al (2011) y Roach & Miles (1991). El médico en rehabilitación proveyó de una serie de pruebas aptas para evaluar rápidamente algunos aspectos de la movilidad de una persona. En la Figura 11 se presentan estas pruebas, las pruebas A y B permiten diferenciar a adultos mayores con fuertes limitaciones de equilibrio de aquellos con afectaciones menos severas en balance y fuerza en miembros inferiores. La prueba C permite identificar problemas fuertes de equilibrio que ponen en riesgo de caer al jugador, mientras que las pruebas D a F, establecen diferentes niveles de balance y fuerza en miembros inferiores.



Figura 11. Pruebas provistas por el médico en rehabilitación, se basan en la escala de Berg: (A) equilibrio sentado con ojos cerrados, (B) fuerza-equilibrio parase-sentarse, (C) equilibrio parado con ojos cerrados, (D) fuerza-balance sostenerse en un pie, (E) caminar en tándem y (F) saltar en el mismo lugar.

Se establecieron cuatro grupos, uno más de los establecidos por la clasificación funcional del adulto mayor de la OMS. Se estableció una caracterización general del perfil de pertenencia a cada subgrupo: (1) adultos mayores físicamente activos teóricamente sanos con limitaciones muy ligeras (aparentemente no limitados); (2) con reducción en el rango de movilidad articular (poco limitado) ya sea producto de la obesidad u otra causa, por ejemplo limitaciones incipientes en la articulación; (3) con capacidad de movimiento subnormal, con contraindicaciones médicas al ejercicio referidas o funcionalmente independiente que utilice elementos de transferencia de movimiento (bastón, andadera, etc.); (4) con limitaciones físicas y dependencia funcional o con una edad de 80 años o más.

Con base en esta clasificación, en el séptimo mes de la intervención se elaboró un primer acercamiento a un conjunto de reglas estructuradas que permitiesen identificar más claramente la asignación de la ejercitación adecuada dentro de cada grupo. Estos grupos se ilustran en la Figura 12, y se basan en la evaluación de los rangos de movilidad articular (RMA) y las pruebas de fuerza-balance.

Subgrupo 1	Subgrupo 2
SI <i>edad</i> < 80 ENTONCES SI <i>peso</i> es {normal o sobrepeso} ENTONCES SI <i>RMA</i> {(todas las articulaciones) es {normal} y <i>Pruebas</i> balance es {logrado} y <i>Velocidad</i> es {buena, muy buena, excelente} ENTONCES SUBGRUPO 1	SI <i>edad</i> < 80 ENTONCES SI <i>peso</i> es {obesidad _{tipo1} } ENTONCES SI (<i>RMA</i> {(hombro,codo) es {regular, bueno, normal} y <i>RMA</i> {(cadera,rodilla, tobillo) es {bueno, normal}} y {(<i>Pruebas</i> A-B-C-D-E es {logrado} y <i>Pruebas</i> F es {falló}) y <i>Velocidad</i> es {buena, muy buena, excelente} ENTONCES SUBGRUPO 2
Subgrupo 3	Subgrupo 4
SI <i>edad</i> < 80 ENTONCES SI <i>peso</i> es {obesidad _{tipo1} } ENTONCES SI <i>RMA</i> {(cadera, rodilla) es {regular,subnormal} {(<i>Pruebas</i> A-B-C(abierto)-D-E es {logrado} y <i>Pruebas</i> F-C(cerrado) es {falló}) y <i>Velocidad</i> no es {mala} ENTONCES SUBGRUPO 3 SINO SI <i>peso</i> es {normal, sobrepeso} ENTONCES SI <i>flexion</i> cadera es {buena} y <i>flexion</i> rodilla es {buena} y {(<i>Pruebas</i> A-B-C(abierto)-D-E es {logrado} y <i>Pruebas</i> F-C(cerrado) es {falló}) y <i>Velocidad</i> no es {mala} ENTONCES SUBGRUPO 3	SI <i>edad</i> = 80+ ENTONCES SUBGRUPO 4 SINO SI <i>peso</i> es {Obesidad _{tipo2+} } ENTONCES SUBGRUPO 4 SI <i>RMA</i> {cadera,rodilla} es {regular,subnormal} ENTONCES SUBGRUPO 4 SINO <i>RMA</i> {hombro,codo} es {subnormal} ENTONCES SUBGRUPO 4 SI <i>Pruebas</i> A-B es {falló} o (<i>Pruebas</i> F es {logrado} y <i>Repeticiones</i> B < <i>media</i> - 2 SDV) ENTONCES SUBGRUPO 4 SINO SI { <i>Pruebas</i> C(abierto) es {falló} o <i>Velocidad</i> es {mala} ENTONCES SUBGRUPO 4

Figura 12. Primer acercamiento a un conjunto de reglas estructuradas que permiten identificar la pertenencia a cada uno de los subgrupos de la clasificación.

Como se puede observar en la Figura 12, hay dos criterios base para determinar la pertenencia a un grupo u otro. Estos son (1) edad mayor a 80 años y (2) padecer obesidad¹⁸ en cualquier nivel. El primer criterio establece que una persona de 80 años o más tiene una alta propensión a padecer eventos adversos a la salud lo que le pone en una situación de vulnerabilidad que implica cierto nivel de fragilidad (Rose, 2005). Mientras que la obesidad restringe la movilidad articular (Hall & Brody, 1999) y tiene implicaciones fuertes en cuanto al tipo de ejercicio y a las intensidades recomendadas de ejecución (Martínez, Benito-Peinado, & Cuperiro-Coto, 2011). De acuerdo a los resultados del primer ciclo del CAR la presencia de obesidad en cualquier tipo (I, II, III, IV) impuso limitaciones en el tipo de ejercitación seleccionado. Habiendo discriminado los dos criterios base la regla que toma en cuenta la movilidad articular hace necesario cierto nivel de sanidad como para establecer que se tiene la capacidad suficiente para realizar movimientos complejos de alta intensidad. En el caso de que no se alcance este nivel de sanidad, entonces la pertenencia a otro grupo se establece en base en la peor evaluación registrada en las articulaciones, dando mayor peso a las limitaciones en miembros inferiores. Los criterios vertidos en las reglas emulan la evaluación que realiza el médico especialista en rehabilitación con el propósito de ubicar la movilidad remanente y no para diagnosticar un padecimiento. Estos criterios se establecieron con el apoyo del médico perteneciente al grupo de trabajo y se dejó para trabajo futuro refinarlos.

El subgrupo 1 agrupa a personas que no padecen obesidad y que tienen una movilidad sana, mientras el subgrupo 2 a personas con pocas limitaciones incipientes de movilidad relacionadas con la presencia de obesidad tipo 1. En el subgrupo 3 se coloca a personas con limitaciones más fuertes, producto de la obesidad tipo 1 o por otras razones (arcos de movilidad por debajo de lo normal o al fallar en pruebas de

¹⁸ “Tradicional el umbral de sobrepeso y la obesidad se marca en función al índice de masa corporal, siendo de 25-29.9 kg x m², Obesidad mayor o igual a 30 (World Health Organization, Obesity, 2017).

fuerza-balance). En el subgrupo 4 a personas que presentan ya cierto nivel de fragilidad, ya sea por edad (igual o más a 80 años), por la presencia de obesidad mórbida, o por rangos de movilidad subnormales o una velocidad de reacción muy lenta. Estas reglas reflejan el criterio establecido en el marco de trabajo, que dice que en el adulto mayor una movilidad sana es prácticamente normal pero más lenta. Esto se logra al incluir los valores normales de movilidad articular para adultos mayores, de tal forma que cualquier valor debajo de lo normal le coloca en un subgrupo con limitaciones fuertes (3 o 4).

También, a partir del séptimo mes de la intervención, las sesiones se dividieron en dos partes; la primera para practicar los movimientos a utilizar durante los juegos y la segunda para llevar a cabo los juegos.

A lo largo del sexto y séptimo mes se realizaron entrevistas rápidas cara a cara con todos los participantes para preguntar, a quienes participaban por primera vez o a quienes se volvían jugadores activos, las razones por las cuales habían decidido iniciar a jugar o jugaban más frecuentemente y su experiencia al intentar controlar el movimiento. Al final del séptimo mes se llevó a cabo un grupo focal donde se analizaron los efectos de las acciones implementadas durante la intervención.

4.3.4 Evaluación

Las pruebas de movilidad articular, fuerza balance y velocidad de reacción permitieron identificar claramente los grupos a los que pertenecían los participantes, como sigue: grupo uno, cuatro participantes (22%) de 18; grupo dos, siete participantes (39%); grupo tres, cinco (28%); y grupo cuatro, dos (11%).

Para la medición de los arcos de movilidad el fisioterapeuta utilizó un goniómetro de mano, y resultó la distribución de condiciones que se presenta en la figura 13.

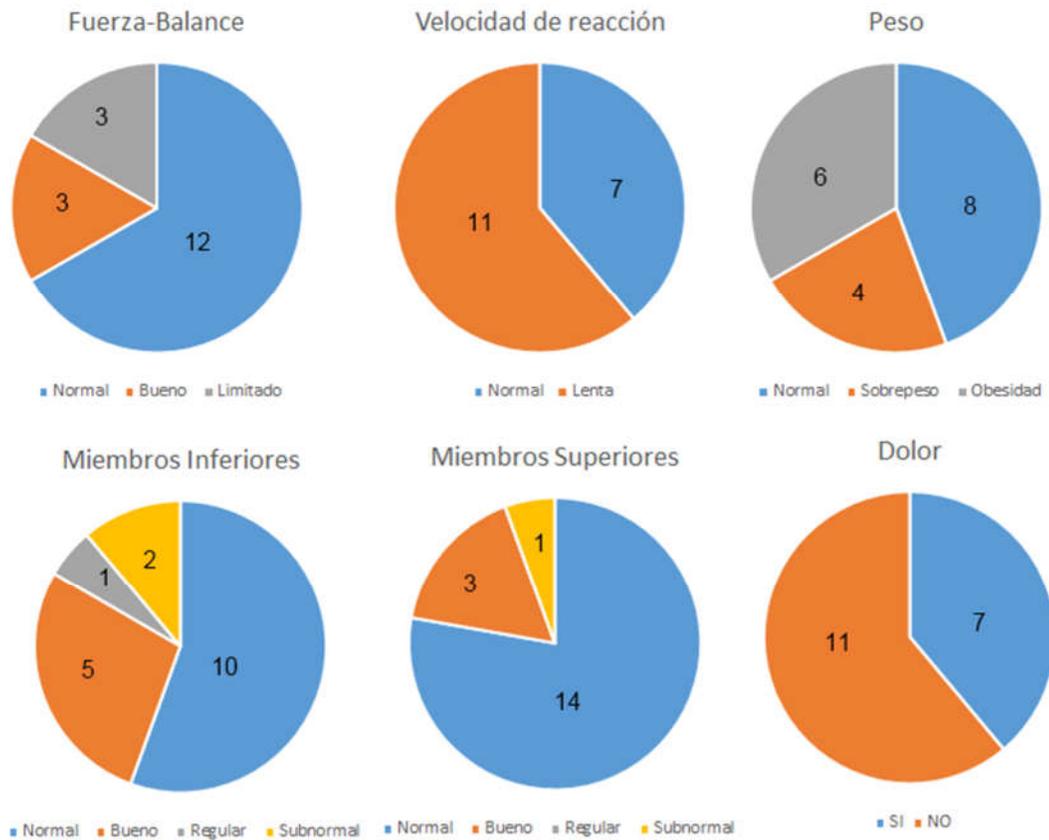


Figura 13. Distribución del número de personas según los resultados en la evaluación de los arcos de movilidad articular, velocidad de reacción neuromuscular y pruebas de fuerza-balance.

Como se puede observar, las mayores limitaciones de movilidad están en miembros inferiores, cuyos valores por debajo de lo normal representan 44% (8/18), mientras que en miembros superiores es de 22% (4/18). Un marcador relevante, relacionado con estas limitaciones, es la presencia de dolor; se observa que 39% (7/18) refieren sentir dolor, ocho mostraron limitaciones en miembros inferiores y solo uno lo presentó en miembros superiores. Lo que deja clara la importancia de las limitaciones en miembros inferiores.

La tabla 12, la cual se generó con los valores de movilidad articular, también presenta valores normales, para adultos mayores sanos, encontrados en la literatura. La tabla se construyó de tal forma que los valores presentados son límites que demarcan la frontera entre diferentes niveles de movilidad articular. Los valores no sanos se determinaron bajo los siguientes criterios provistos por el asesor médico: (1) calculados como un porcentaje del valor normal establecido por AO o AAOS; (2) ya que hay diferencias entre los valores reportados por AO y AAOS se toma como base el valor más bajo entre ambas instituciones, lo que hace más holgado el requisito en cada nivel, excepto en la flexión de cadera donde se tomó el valor más alto, por indicaciones del médico del grupo las reglas que implican la movilidad en cadera son más restrictivas por el alto riesgo que puede llegar a implicar el hecho de que esta estructura

corporal esté ya comprometida, y pueda llegar a fracturarse si es que hubiese una caída; (3) los porcentajes aplicados corresponden a un criterio generalmente aceptado en valoraciones clínicas ambulatorias donde se establece para bueno un 80% del valor normal, regular 30% y subnormal por debajo del límite inferior de regular.

En el caso de la flexión de la cadera se decidió tomar el valor más alto; esto eleva los requisitos de pertenencia a cada agrupo lo que, a su vez, protege al jugador al aumentar la probabilidad de caer en una valoración por debajo de lo normal, y esto a su vez hará que se restrinja la demanda física sobre la articulación. Esto se hizo así por considerar que las limitaciones en cadera incrementan la probabilidad de que el adulto mayor caiga y, porqué es muy utilizado en la retórica de correr usada en los *exergames*.

Adicionalmente a las pruebas de movilidad articular se incluyeron las pruebas de fuerza-balance y la prueba de la regla para evaluar el tiempo de reacción visual. En esta última, se pide a la persona que al soltar una regla de 30 cm, que se pone entre sus dedos sin generar contacto, trate de atraparla. Se permiten 10 intentos para atraparla y se toma como medida la moda de la distancia recorrida antes de ser atrapada. Con base en la ecuación de la distancia en caída libre

$$y = \frac{1}{2}g_0t^2 \quad (1)$$

donde y es la distancia recorrida por la regla antes de ser atrapada entre los dedos, g_0 es la consante de gravitación universal, y t es el tiempo transcurrido desde que es soltada la regla hasta que ésta es atrapada, se obtiene la ecuación del tiempo

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g_0}} \text{ donde } g_0 = 9.81 \text{ m/seg}^2 \quad (2)$$

Un valor normal en esta prueba es de 0.25 segundos frente a un estímulo visual. Un 61% de los adultos mayores (11/18) presentó una velocidad de respuesta lenta según la evaluación del médico especialista en rehabilitación, esta información se muestra en la figura 13. En el Anexo 4 se detallan las mediciones hechas a todos los participantes.

Por su parte las pruebas de movilidad permitieron detectar que algunas personas, que presentaban una movilidad articular normal o buena, tenían problemas tanto al levantarse de la silla (prueba B) como al mantenerse en pie durante todo el tiempo de la prueba (prueba D), lo que fue considerado por el fisioterapeuta como una señal de falta de fuerza en miembros inferiores más que de equilibrio, sobre todo porque pasaban la prueba E que también es de balance. Finalmente, la obesidad marca un sesgo importante en la valoración ya que 56% de los adultos mayores (10/18) presentaba sobrepeso u obesidad, y el 22% de ellos (4/18) presentaba obesidad mórbida; la obesidad mórbida se define como una seria condición de salud que puede interferir en las funciones físicas básicas tales como respirar o caminar (University of Rochester Medical Center, 2017).

4.3.5 Reflexión

De acuerdo al marco teórico establecido en el estudio contextual la medición de los arcos de movilidad articular posibilita personalizar los movimientos de control-tarea al permitir que el jugador mueva la articulación hasta cierto límite donde se siente confortable, así como al identificar si una articulación no debe ser usada y si solo debe utilizarse la articulación contraria; ayuda a identificar la dosificación de intensidad y duración del ejercicio y si un ejercicio no es conveniente. Durante la intervención se determinó adicionalmente que hay otros aspectos de la movilidad que no pueden ser valuados a través del puro movimiento articular. Un primer aspecto relevante es la falta de equilibrio; se trata de un proceso complejo que involucra tres sistemas corporales: auditivo, visual y propioceptivo. En el conjunto de pruebas establecidos por el médico en rehabilitación, la prueba A establece un nivel de fragilidad fuerte cuando la persona es incapaz de mantenerse erguida mientras está sentada, ya que esto limitaría grandemente el tipo de ejercitación a realizar y su capacidad para jugar. Por otro lado, en la prueba C se establece un límite entre quienes pueden realizar ejercicio parados sin riesgo y quienes corren un alto riesgo de caer. En la prueba D se establece que la persona tiene la disponibilidad corporal para un ejercicio de intensidad media y, en su caso, se hacen evidentes las limitaciones que generarán hándicaps durante el juego.

Otro aspecto en la evaluación es la fuerza muscular, la prueba B establece si se tiene fuerza suficiente en piernas y un buen nivel de balance para realizar ejercicio de intensidad media, mientras que la prueba F establece suficiente disponibilidad corporal como para realizar ejercicio de alta intensidad.

La batería de pruebas A-C son básicas y en ellas se discrimina entre quienes tienen la disponibilidad corporal para realizar ejercicio más demandante y quiénes no.

Finalmente, para realizar movimientos complejos se requiere del balance suficiente para no caer, en la prueba D se establece un nivel básico de fuerza-balance que permite movimientos complejos, y la prueba E establece la capacidad que se tiene de recuperación del balance. Esta información permite discriminar si un jugador tiene la capacidad suficiente para reaccionar a retos ortogonales¹⁹ sin perder el equilibrio. Con esta información es factible individualizar el juego de tal forma que se reduzcan las fallas producto de un seguimiento que se basa en parámetros generalizados.

De aquí surge la primera recomendación de diseño: clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego, y no partir de una clasificación basada en un perfil generalizado que toma la edad, peso, características generalizadas del adulto mayor o mediciones de movilidad articular hechas una sola vez. Todas las pruebas propuestas son factibles de implementar en un *exergame* con el uso de cámaras de rastreo de movimiento, sensores y balanzas que detectan cambios en la posición del cuerpo.

Personalizar el movimiento en base en la movilidad de cada jugador ayuda grandemente a mejorar su autoeficacia. La autoeficacia se describe como las creencias personales que tiene una persona acerca de

¹⁹ Retos adicionales al principal que se tienen que realizar al mismo tiempo, ejemplo moverse de un lado a otro mientras se atrapan objetos que caen (Bogost, 2005).

si es capaz de cambiar cierto comportamiento (Bandura, 2004). De acuerdo a las notas de campo, ésta personalización funcionó como una estrategia que permite controlar rápidamente los movimientos de control-tarea, y tuvo un efecto motivante al reducir los fallos e hizo sentir que no era tan difícil controlarlos. Por otro lado, en el observador, ver a uno de sus pares obtener buenos resultados rápidamente sin tanto esfuerzo, ayuda a reafirmar el sentimiento de que él también tiene la capacidad para hacer lo mismo. Esto último implica que, en esta etapa, la autoeficacia fue motivacional proveyendo creencias optimistas acerca de resultados positivos en el juego.

Después de lograr controlar el movimiento, la ejercitación promovida a través del *exergame* conllevará nuevas metas y retos. En los modelos de cambio de comportamiento, como el modelo HAPA desarrollado por Schwarzer (2008), se explica que los retos y metas llevarán a otros tipos de autoeficacia. Por ejemplo, pasado el tiempo, el entusiasmo puede decaer, lo que implicará una autoeficacia de mantenimiento que refuerce la voluntad de continuar ejercitándose o puede ser que, por alguna causa, la persona deje de utilizar el juego y habrá necesidad de una eficacia de recuperación que le permita reiniciar con el ejercicio promovido por el *exergame*.

De acuerdo a los registros de la intervención, a partir del sexto mes todos los participantes jugaban. Pero solo seis jugadores contabilizaban 31 minutos (46%) de los 67 minutos de tiempo efectivo acumulado por sesión (ver Tabla 10).

Al analizar las interacciones básicas, se encontró que una velocidad lenta de respuesta neuromuscular, sobre todo al reaccionar a indicadores visuales, hace extremadamente difícil responder a tiempo en cambios rápidos del movimiento promovido. En este sentido funcionaron mucho mejor indicadores hápticos, como tocar el hombro de la persona para indicar el cambio de movimiento, o mediante un ritmo sonoro que indique el ritmo del movimiento y no a través de indicadores gráficos en la pantalla. Ya que la indicación debe anticipar unos instantes el cambio de movimiento para así tomar en cuenta la respuesta lenta del jugador. Sin embargo, un resultado más significativo fue el nivel de efectividad logrado en juegos como el lanzamiento de jabalina, al segmentar el movimiento en las interacciones básicas. Este movimiento tiene 3 interacciones básicas: (1) correr, (2) iniciar el movimiento de lanzamiento antes de rebasar la zona límite de tiro y (3) tirar la jabalina. El movimiento continuo fue cambiado a uno que se segmentaba en tres; en el primero el correr se adaptó a una especie de marcha en el mismo lugar cuya idea principal era mantener siempre un pie en el piso, en el segundo se tocaba el hombro para indicar que hay que detenerse para iniciar el lanzamiento, y entonces tomar una posición con las piernas abiertas a manera de proveer el mayor balance y (3) finalmente en el tercero se lanzaba la jabalina desde esta posición concentrándose solo en el movimiento del brazo.

Así surge la segunda recomendación que es: ayudar a incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos.

De las entrevistas rápidas cara a cara se estableció que 90% de los participantes (16/18) indicó que las medidas tomadas para apoyarles en el movimiento e incrementar su efectividad fueron de mucha utilidad.

72% (13/18) señaló que apreció particularmente la señalización háptica para el cambio del movimiento. Mientras que 12% (2/18) dijo que no eran de ninguna utilidad. El resto no percibió un cambio significativo.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que, conforme avanzó la intervención, el adulto mayor ganó confianza al ejecutar el movimiento y esto sirvió para que redescubriera la movilidad remanente. En el grupo focal llevado a cabo a finales del mes 7, algunos participantes mencionaron sentir que el ejercicio realizado les había mejorado su movilidad; P8 indicó, mientras tocaba la parte alta de su espalda con ambos brazos, *“no podía tocar mi espalda, ahora puedo alcanzarla con ambos brazos”*, P6 *“jugando no uso el bastón, al principio, por mi tobillo, lo usaba pero yo no lo necesito”*, P2 riendo al hablar, *“me da mucha risa porque nos regañaron por subir rápido las escaleras y antes las subíamos despacito”*. Al comparar los resultados de las pruebas de movilidad con estos testimonios, el médico especialista en rehabilitación indicó que considerando que las sesiones son una vez por semana y el tiempo que llevaban en la intervención, las mejoras eran atribuibles más al redescubrimiento de la movilidad remanente que al producto de la actividad física por sí misma. Ahora, una mayor disponibilidad del cuerpo hacia la ejercitación, incrementa la demanda por un ejercicio más intenso, siempre dentro de los límites de la movilidad individual. Esto implica que la clasificación de la movilidad también debe permitir identificar claramente el nivel de ejercitación adecuado para cada tipo de jugador. Las reglas, presentadas en la Figura 12, permiten una identificación más clara de la capacidad de movimiento del jugador y por ende facilitan la identificación del nivel de ejercitación adecuado. Aun contando con estas reglas, es necesario establecer cómo se pueden utilizar estos recursos dentro de la dinámica de ejercitación que promueve el *exergame*.

A partir del séptimo mes de intervención, se decidió dividir las sesiones en dos partes: en la primera se practicarían los movimientos de control de tarea que se utilizarían en la segunda parte dedicada a jugar los *exergames*. Debido a que la mayoría de los jugadores tomaban pocos turnos y preferían observar, se decidió iniciar con la cuarta fase de la intervención para identificar cómo es posible adaptar la dinámica de ejercitación durante el juego, mejorar la experiencia de juego, y cómo apoyar a los adultos mayores que jugaban poco.

En resumen, la tercera fase proveyó de herramientas que permiten clasificar la movilidad del jugador, de tal forma que esta clasificación es útil dentro del *exergames* para controlar diversos aspectos del ejercicio. Los resultados de las acciones dentro de la intervención llevaron a dos recomendaciones de diseño (1) clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego; (2) ayudar a incrementar la eficacia en el control de juego desde los primeros intentos. Con esto se responde a la pregunta de investigación ¿Cómo se debe clasificar al jugador en base a su capacidad de movimiento y su habilidad para responder al ejercicio promovido en un *exergame*?

Sin embargo, aún quedaban aspectos sociales y psicológicos que impedían que jugadores de menor habilidad no se integrasen a los juegos. Con vista a analizar estos aspectos se dio inicio a la cuarta fase de la intervención de AR.

4.4 Cuarta Fase – Adaptación de la dinámica de ejercitación e introducción del juego cooperativo

Con la personalización de los movimientos de control de tarea, mejoró el control sobre el juego, esto ayudó a que, a partir del séptimo mes de intervención, no hubiese adultos mayores que se abstuviesen de jugar durante la intervención; ver Tabla 10. En juegos que implican el manejo de movimientos complejos, los tiempos de respuesta neuromuscular lentos y la inclusión de retos ortogonales hacían que los jugadores menos habilidosos tomaran menos turnos de juego, dejando que los más habilidosos jugaran más tiempo. Al quedar evidenciado el mal desempeño a través de los marcadores individualizados, algunos jugadores mostraban frustración en los juegos más competitivos y preferían jugar solo aquellos en los que no había competencia, lo que estableció la necesidad de identificar estrategias mediante las cuales se nivele la competencia que de manera natural surge durante el juego y que tiene efectos negativos al enfrentar jugadores con una movilidad constreñida frente a jugadores con una mejor movilidad. En esta etapa se buscó identificar barreras que van más allá de las limitaciones físicas y que aparecen ineludiblemente dado que siempre hay jugadores más y menos habilidosos.

4.4.1 Etapa de diagnosis

La personalización del movimiento de control facilita su ejecución, pero no representa un cambio en la intensidad o duración del ejercicio. Una forma de controlar la intensidad del juego es proveer un ejercicio adecuado para cada perfil general de las características físicas en un adulto mayor. Pero dichas condiciones son muy heterogéneas. De acuerdo a los resultados del análisis realizado en este estudio, los adultos mayores pertenecientes al subgrupo 1 de la clasificación tienden a demandar una mayor intensidad de movimiento. Así mismo tienden a disfrutar de la mayor interacción social que este tipo de juegos promueve y de la competitividad que se genera. Por otro lado, un adulto mayor del subgrupo 3 tiende a preferir movimientos de menor intensidad, con desarrollo más controlado. Sin embargo, también disfruta de juegos de mayor intensidad, pero la competencia que se desprende al enfrentarse a jugadores más habilidosos le es desfavorable sobre todo si el ejercicio promovido sobrepasa su capacidad física. Durante el séptimo mes de la intervención se utilizó la clasificación de la movilidad para discriminar entre los ejercicios que podían ser aplicados a cada grupo. Limitaciones de movilidad menos evidentes hicieron necesario estructurar reglas claras que permitan asignar el tipo de ejercitación más adecuado.

Independientemente a asignar el ejercicio adecuado, el nivel de esfuerzo también debe adaptarse durante el transcurso del tiempo de juego. Las reglas de clasificación permiten tener un perfil más preciso de la movilidad en general del adulto mayor. Por otro lado, conforme transcurre el juego, la demanda física a la que se somete al jugador se incrementa en relación al grupo al cual pertenece y a su capacidad real de movimiento. En este sentido, la clasificación provee un marco de referencia, dado que los subgrupos más limitados tenderán a sentir un mayor esfuerzo al realizar el mismo ejercicio que uno menos limitado. Las mediciones individualizadas de la movilidad articular permiten crear un mapa del origen de las limitaciones, lo que ayudará a redirigir el ejercicio conforme transcurra el tiempo de juego. El programador

puede controlar cuatro aspectos: (1) la retórica de movimiento (ver sección IV.2.5), (2) la configuración de los parámetros para el reconocimiento del movimiento de control tarea, (3) el número de repeticiones y duración del movimiento dentro de las interacciones básicas y (4) la dinámica de ejercitación promovida. El nivel de adaptabilidad que presenta el *exergame* se puede medir en términos de qué tanto los cuatro elementos, previamente citados, se ajustan a la movilidad del jugador. Para cada subgrupo de la clasificación se conforma una línea de ejercicio en la que cada ejercicio será mapeado a movimientos de control tarea dentro del juego. Esto implica que cada movimiento debe expresarse en cuatro versiones como se muestra en la Figura 14.

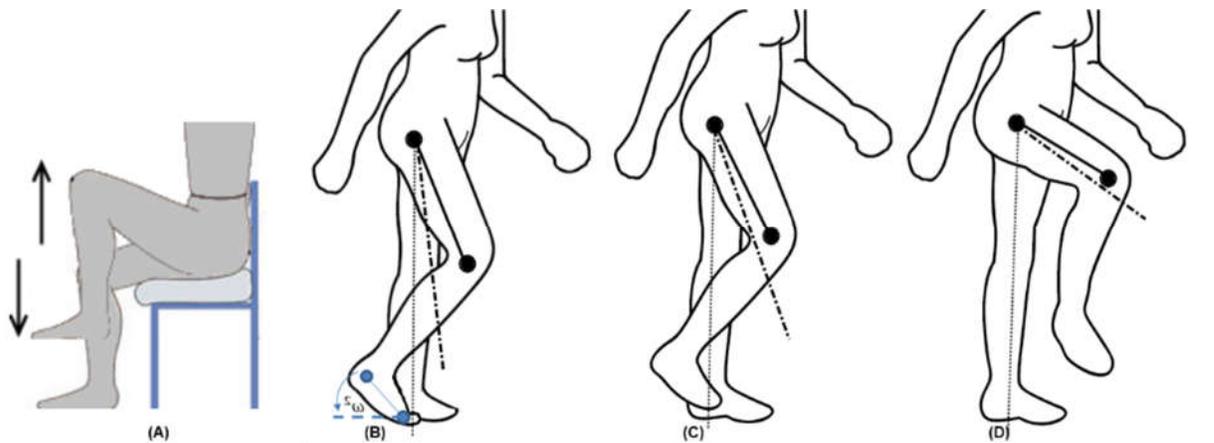


Figura 14. Re-expresión de la retórica correr para los cuatro subgrupos de movilidad.

Como se observa en la Figura 14 se presenta un ejemplo de cómo se puede re-expresar la retórica de correr para los cuatro subgrupos de movilidad. (A) Para el subgrupo 4 el movimiento se realiza elevando las rodillas estando sentado, (B, C, D) en el resto de los subgrupos el movimiento se realiza parado y se controla a través de diferentes límites en la elevación de las rodillas. El control del nivel de esfuerzo se establece en tres niveles: (1) al realizar el movimiento parado o sentado y transitar de un estado a otro durante el juego; (2) a través del ajuste de los parámetros del rastreo del movimiento (en la Figura 14 se ejemplifica este efecto mediante la parametrización del movimiento de control tarea en la retórica de correr para cada uno de los subgrupos); (3) el número de repeticiones (volumen) y duración del ejercicio se establece en la línea de ejercicio de acuerdo a la zona de esfuerzo adecuada para cada subgrupo de la clasificación, al considerar como base el marco de trabajo establecido en el estudio contextual, el nivel de esfuerzo se establece de acuerdo a las zonas de ejercitación y con base a la ejercitación percibida en la escala de Börg. En la Figura 15 se esquematiza este manejo.

Movilidad de acuerdo a la escala de Graff		Ejercitación Percibida adecuada para el Adulto Mayor		
10%	Nivel 1 (sin movimiento o impedimentos fuertes de movimiento)	Zona de Resistencia (Escala Börg 1-13)	Reconstrucción del movimiento	(Clas. 4) Apoyo clínico
20%	Nivel 2 (Impedimentos incipientes o movilidad altamente limitada)	Bajo - Moderado	Fuerza Estática (ortoestática) Flexibilidad y Balance	Incremento del RMA y fortalecimiento muscular Incremento fuerza dinámica (caminar) y aeróbico moderado
40%	Nivel 3 (Hándicaps negativos evidentes de movimiento)	Zona de Fortalecimiento (Escala Börg 15-17)	Ejercicio altamente demandante (aeróbico and isotónico)	(Clas. 1) Grupo objetivo dos
	Nivel 4 (Movimiento ligeramente limitado)	Ligeramente alto - Alto		

Figura 15. Modelo del tipo de esfuerzo adecuado tomando como base la clasificación de la OMS y extendiéndolo con la clasificación de movilidad propuesta.

(4) La dinámica de ejercitación se establece a través de las interacciones básicas que se repiten durante el juego, el incluir la acción de pararse y sentarse dentro de estas interacciones no solo se ayuda a reducir el riesgo de fatiga conforme transcurre el tiempo de juego, sino que también, contando con la clasificación de la movilidad, es fácil integrar este tipo de dinámicas para incrementar de forma controlada la sensación de ejercitación; esto permite seguir en la ejercitación percibida como un elemento central en el diseño de *exergames* para adultos mayores.

Al incrementar la intensidad del movimiento se hace necesario nivelar el juego entre miembros de diferentes subgrupos de la clasificación, con el fin de promover retos más atractivos. Esta nivelación se logra proveyendo ayudas externas al juego. Un tipo de ayuda es la señalización que utiliza elementos hápticos y sonoros para indicar los cambios de movimiento en las interacciones básicas. En la Figura 16-A que se muestra a continuación, se ejemplifica la señalización en el juego de lanzamiento de jabalina.

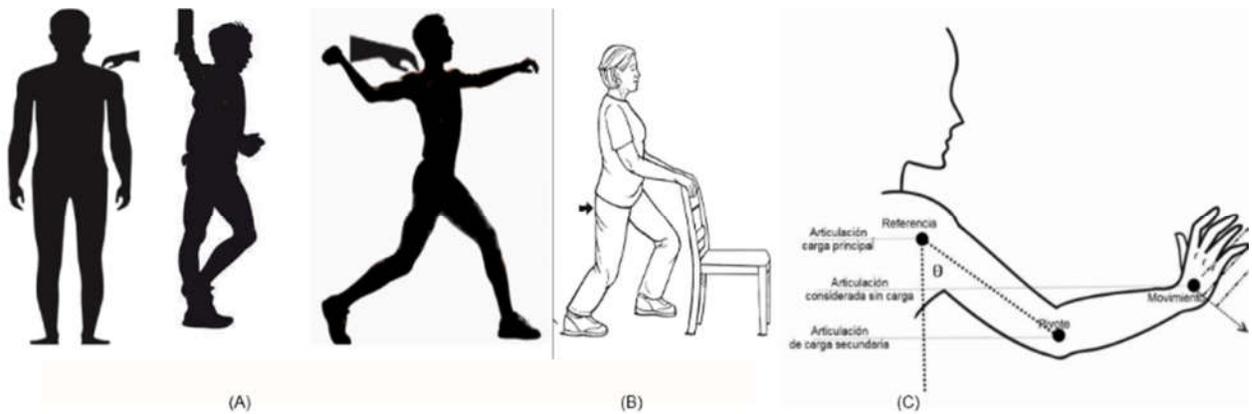


Figura 16. (A) Señalización de las interacciones básicas dentro de la retórica del lanzamiento de jabalina, (B) ejemplificación del uso de apoyo de la silla durante su ejecución y (C) control de fatiga a través de la parametrización del movimiento de control tarea.

Como se observa, primero se indica con un toque en el hombro el momento en que debe iniciar con la retórica de correr con el brazo levantado por arriba del hombro. Después con otro toque se indica que se debe pasar al movimiento facilitador para realizar el lanzamiento. En la Figura 16-B se ejemplifica el uso de la silla para realizar el movimiento de carrera y en la Figura 16-C la forma en que se puede reducir la carga en el hombro con un ajuste del límite al cual se debe levantar el codo en el momento del lanzamiento si se detectan signos de fatiga.

4.4.2 Planeación de las acciones

Se planeó incluir el manejo de la silla como una herramienta durante la ejercitación. En la Figura 17, que se muestra a continuación, se esquematiza cómo, a través de la clasificación de la movilidad, es posible identificar el tipo de ejercicio adecuado y las dinámicas de juegos factibles para cada subgrupo. La literatura sobre el ejercicio fisioterapéutico indica a que ejercicios se le debe limitar a una persona con una movilidad muy restringida, al mismo tiempo indica también que condiciones deben tener la persona para permitirle que realice ejercicios más demandantes que le ayuden a levantarse y caminar. De la misma forma la literatura que trata sobre la ejercitación enfocada a adultos mayores sanos, indica cuáles ejercicios son adecuados para promover la disponibilidad del cuerpo a realizar el ejercicio de forma rutinaria y cuales ayudan a reactivarse físicamente. Al igual en esa misma literatura se indica en qué se debe centrar la ejercitación, cuál es ejercicio requerido y en el caso de personas sedentarias cual puede usarse para, sin lastimar, reactivarle físicamente. Estos dos grandes grupos, el fisioterapéutico y el de incremento de la disponibilidad del cuerpo hacia una demanda física mayor, se identifican por el nivel de esfuerzo que representan para quien los realiza. En la Figura 17 el fisioterapéutico corresponde a la llamada zona de resistencia y el segundo a la zona de fortalecimiento; de acuerdo a la misma literatura es

posible delimitar claramente a que nivel corresponde cada a esfuerzo a través de la escala de Börg, tal y como se plantea en la Figura 17.



Figura 17. Esquema que muestra cómo el subgrupo 4 (frágil) está limitado a una ejercitación enfocada a mejorar las actividades de la vida diaria y cómo los jugadores con mejor capacidad de movimiento gradualmente son incluidos en ejercicios más demandantes.

Independientemente de la nivelación entre jugadores, existe una inevitable diferencia de habilidad entre uno y otro jugador. Se planeó reducir el efecto negativo de los malos desempeños al ponderar el marcador individual de cada jugador de acuerdo a su capacidad de movimiento y sumarlo a un marcador global.

Posteriormente se planeó cambiar el juego grupal con turnos de competencia individual a juegos cooperativos en los cuales todos toman turnos que se van sumado para lograr un marcador grupal.

4.4.3 Intervención

Desde finales del séptimo mes de la intervención, la práctica de los movimientos de control tarea antes de iniciar con la sesión de juego se hizo de acuerdo a la clasificación de la movilidad. Todos estos ejercicios tienen como finalidad preparar al adulto mayor para enfrentar los movimientos de control tarea durante

los juegos, algunos de ellos son equivalentes y otros sirven de calentamiento antes de jugar; al mismo tiempo se buscó que estos ejercicios pudiesen ser por si solos adecuados para formar parte de las interacciones básicas de cualquier exergame para adultos mayores. Los ejercicios en posición sentado de movilidad articular los realizan todos los subgrupos. Se toma en consideración que miembros del subgrupo 4 que no pasan la prueba A solo realizan este tipo de ejercicio, quienes pasan la prueba B también pueden realizar un ejercicio para mejorar la fuerza de las piernas, siempre y cuando las limitaciones en la movilidad articular de miembros inferiores lo permita. En la Figura 18 se esquematiza este proceso con cada subgrupo.

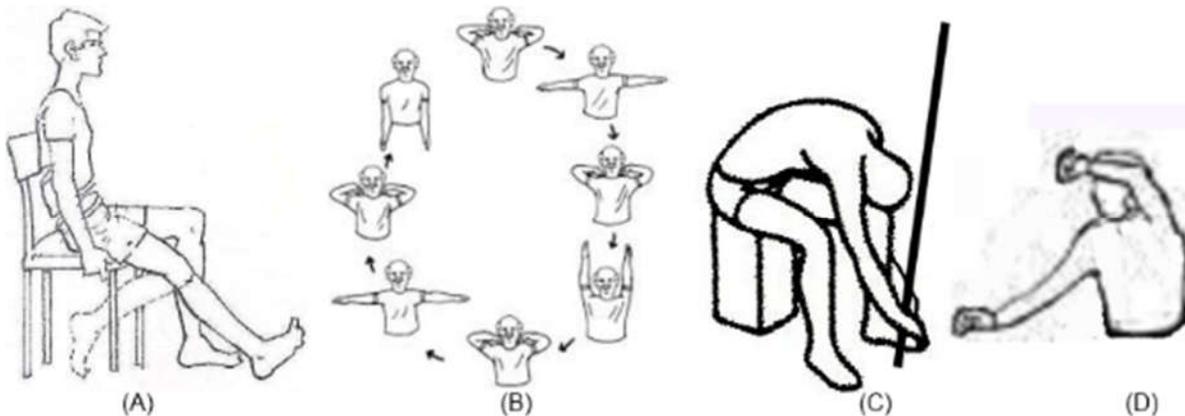


Figura 18. Ejemplos de movimientos de control tarea practicados sentados.

Dentro del grupo de ejercicios hay también niveles establecidos a través de la línea base de ejercitación. Por ejemplo, en la Figura 18, los ejercicios A y B son practicados por todos los miembros del subgrupo 4, mientras que los ejercicios C y D requieren que el adulto mayor tenga buen equilibrio, como ayudas externas se incluyó el uso de bastones para realizar el movimiento. El esquema que establece la Figura 17 permite controlar la intensidad y duración del ejercicio promovido a través de la interfaz de movimiento de cuerpo completo. En el Anexo 8 se incluyen ejemplos del tipo de movimientos de control tarea practicados con cada nivel de movilidad.

Durante el último mes de la intervención se mezclaron los diferentes tipos de ejercicios con el fin de elevar el nivel de ejercitación percibida de forma segura de acuerdo a la clasificación de la movilidad.

También se incluyó el juego cooperativo utilizando los juegos grupales de competencia uno a uno. Un ejemplo es el juego de esquivar obstáculos utilizando el balance board de wii© (Figura 19)

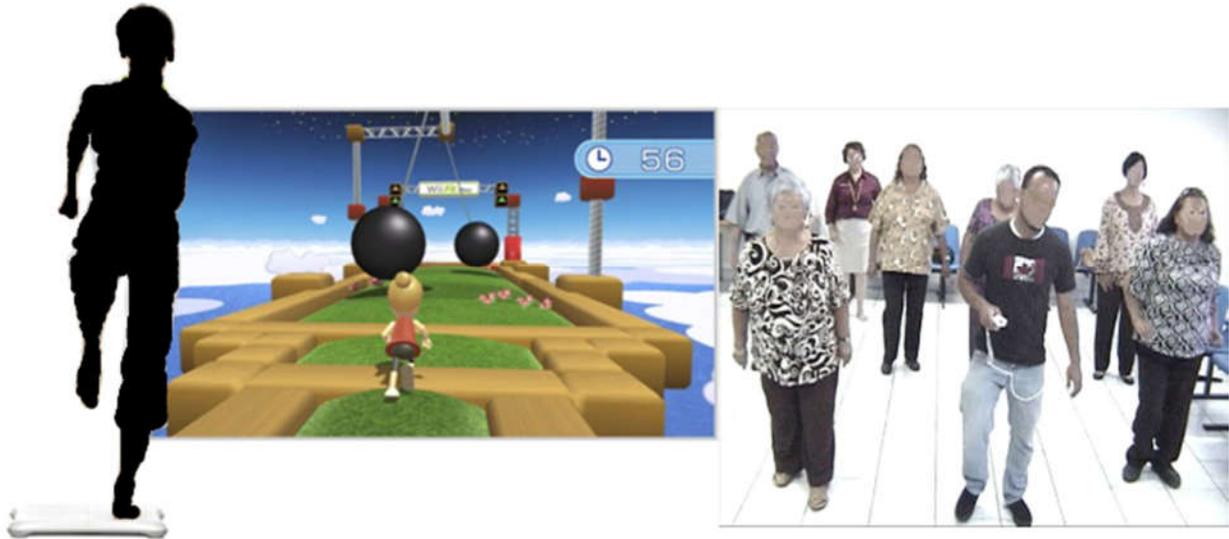


Figura 19. Juego de obstáculos del balance board de Wii© donde aparecen adultos mayores pertenecientes a la intervención practicando junto con el fisioterapeuta un juego de wii que va a ser jugado en forma cooperativa.

En este juego se formaban dos equipos, durante un turno todos los miembros del equipo participaban utilizando el mismo avatar. Los jugadores formaban una fila para tomar su turno, en el momento en que fallaban o lograban completar un nivel se cambiaba de jugador. Finalmente, el marcador mostraba el desempeño de todos en el grupo.

4.4.4 Evaluación

Durante las sesiones del octavo mes de la intervención, al final de la sesión de práctica de los movimientos y de los juegos, se evaluaba la ejercitación percibida utilizando la escala de Börg recortada (Börg, 1982). Durante la primera evaluación, Figura , se explicó la escala que se describe a continuación:

- 8 – Extremadamente ligera, equivalente a *“estoy confortable con este paso y puedo mantenerlo todo el día”*
- 12 – Ligera, *“Estoy muy confortable, pero me está constando trabajo respirar”*
- 14 – Algo pesada, *“todavía es confortable, estoy sudando más, pero no siento problemas de respiración, percibo dolor mínimo o algo de incomodidad”*
- 16 – Pesada, *“Siento cansancio, estoy algo sin aliento o hay un dolor que incomoda”*
- 18 – Muy pesada, *“estoy sudando mucho, siento ya riesgo el seguir realizando el ejercicio, me duele”*

En la primera sesión se evaluó la ejercitación percibida, se le entregó a cada participante tres paletas de diferentes colores en una cara aparecía la palabra bajo y en la otra alto. Así La primera paleta indicaba que

se consideraba ligera o muy ligera, la segunda algo pesada y pesada, finalmente la tercera indicaba muy pesada. Se jugó sin adaptar los movimientos de control tarea y sin practicarlos. Al final de ella se evaluó la ejercitación percibida y se encontró que 73% (13/18) indicaron nivel 12. En la siguiente sesión se aplicó la adaptación de los movimientos de control tarea y 89% (16/18) indicaron un nivel 14. El fisioterapeuta evaluó la aparición de señales tales como sudoración e incremento en el ritmo cardio-respiratorio, las cuales fueron congruentes con lo que indicaron los jugadores. Esto llevó a la tercera recomendación de diseño: *controlar la ejercitación percibida de acuerdo a la capacidad de movimiento del jugador*, integrando señales basadas en signos corporales tales como sudoración y ritmo cardíaco para controlar la fatiga, partiendo siempre de la base que da el conocer la capacidad de movimiento real del jugador.

Durante la primera semana del octavo mes de intervención se identificó que jugadores con desempeños pobres durante el juego se veían afectados. Se revisaron los videos de la primera y segunda semana del octavo mes para ubicar los efectos de las diferencias entre jugadores más y menos habilidosos. A raíz de este análisis, durante la segunda semana se incluyó el juego cooperativo. Al finalizar el octavo mes se estableció la cuarta recomendación de diseño que fue: *reducir los efectos negativos de la competitividad*.

4.4.5 Reflexión

La Figura 20, que a continuación se presenta, esquematiza los diferentes niveles de adaptabilidad que se manejaron durante la intervención.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio existen diferentes niveles en los cuales la ejercitación promovida por un *exergame* puede adaptarse a la capacidad de movimiento de un adulto mayor. Los primeros *exergames* utilizados durante la intervención fueron identificados como adecuados bajo una generalización de la capacidad de movimiento del adulto mayor, ya sea usando un perfil de movilidad específico o discriminando la capacidad de movimiento del adulto. La mayoría de los *exergames* no diseñados para adultos mayores hacen este tipo de discriminación; por ejemplo, los *exergames* que están diseñados para personas sedentarias que re-inician una actividad física. En un segundo nivel está la personalización del movimiento y del nivel de esfuerzo en base en la clasificación de la movilidad. Existen *exergames*, tales como los entrenadores personalizados, que hacen este tipo de adecuación, pero sin considerar las características del cuerpo y de funcionalidad en el adulto mayor. En este mismo nivel de adaptación nuestro estudio proveyó de evidencia sobre los beneficios de personalizar el movimiento, en base en la clasificación, y de re-exresar los movimientos de control-tarea para que sean fáciles de recordar y ayuden a mejorar la autoeficacia del jugador. Finalmente, en el último nivel de adaptabilidad, durante nuestro estudio se demostró que, en base en la clasificación de la movilidad, es posible adaptar la dinámica de juego y llevar de forma segura al adulto mayor a un nivel mayor de ejercitación percibida mayor, de tal forma que se logre un beneficio de salud y al mismo tiempo se mantengan los elementos divertidos del juego.

Adaptabilidad de la experiencia de ejercitación en Exergames adaptativos para adultos mayores

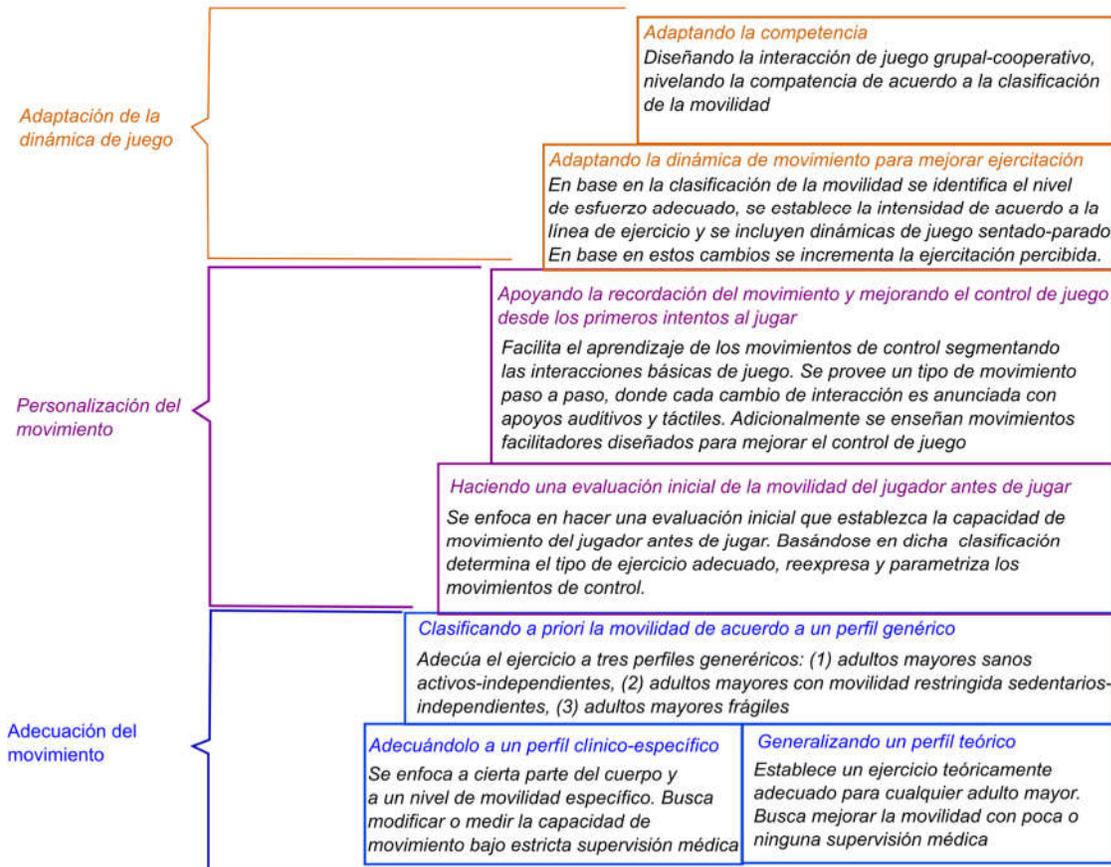


Figura 20. Escalones de adaptabilidad en un exergame para adultos mayores.

El primer nivel de adaptabilidad corresponde a una adecuación del movimiento basado en un perfil teórico de la movilidad del adulto mayor o al proveer un ejercicio para una parte específica del cuerpo. En el siguiente nivel de adaptación, el ejercicio se selecciona en base en improntas de movilidad, que permiten identificar, de forma general, si se tiene la movilidad suficiente para enfrentar la ejercitación promovida por el *exergame*, lo que permite generar correspondencia entre el nivel de movilidad con un perfil teórico semejante al provisto por la clasificación funcional del adulto mayor de la OMS. En este nivel de adaptabilidad las limitaciones individuales no son tomadas en cuenta, de tal manera que el incremento en la intensidad de movimiento puede llegar a ser inadecuado dadas las limitaciones reales en cada jugador. En un nivel más arriba la impronta de movimiento además de permitir identificar el tipo de ejercicio más adecuado, sirve para personalizar los movimientos de control tarea. En el último nivel se hace una adaptación del rastreo de movimiento, que permite al adulto mayor desarrollarlo paso a paso y le provee de apoyos en cada transición.

En el último nivel de adaptabilidad el *exergame* modifica la dinámica de juego de acuerdo a la capacidad de movimiento de cada adulto mayor. Se incluye el manejo de la silla como una herramienta útil al realizar el ejercicio. Finalmente, el juego puede adaptarse al nivelar a los jugadores en base en su capacidad de movimiento al incluir juego cooperativo, para reducir los efectos negativos de la competencia.

De acuerdo al marco de trabajo establecido en el estudio contextual, los diferentes niveles de adaptabilidad se relacionan con las categorías principales encontradas. La asignación de la actividad física adecuada se establece al usar una serie de ejercicios definidos por niveles de funcionalidad a través de una línea base de ejercitación, la cual se utiliza para el diseño de las metáforas de juego, las interacciones básicas de movimiento y la aplicación de apoyos externos al juego. El movimiento en base en la funcionalidad del adulto mayor tiene una relación directa con la clasificación del jugador y establece la forma en que se debe personalizar el movimiento. La simplificación de la interacción de juego y control médico se relaciona con la adaptabilidad de la dinámica de ejercitación. Los apoyos para la realización del ejercicio se relacionan con la adaptación del tipo de competencia.

En la Figura 21 que se muestra a continuación se resume la forma en que se extrajeron dichas recomendaciones a lo largo de la intervención.

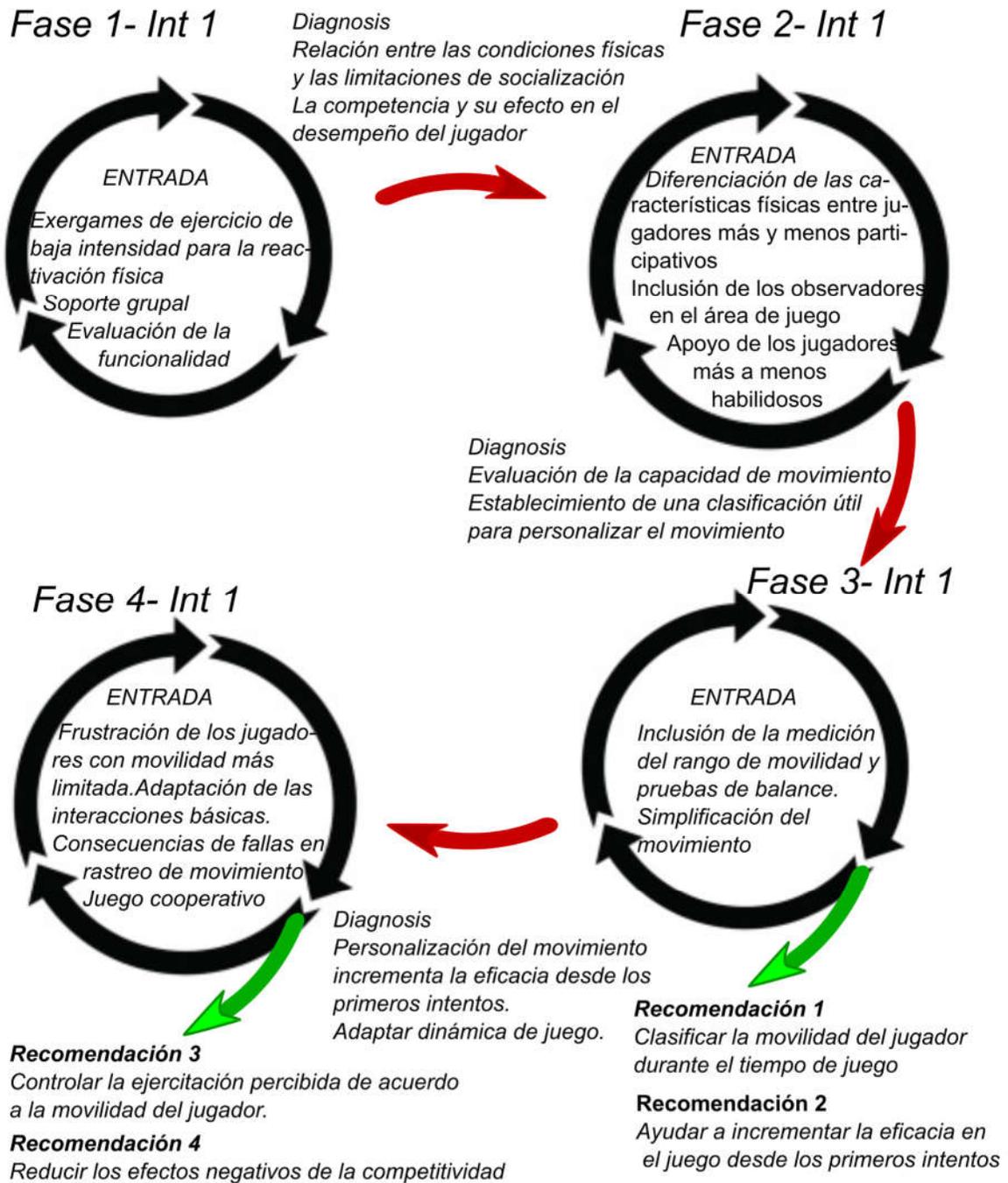


Figura 21. Resumen de los principales elementos que permitieron obtener las recomendaciones de diseño a lo largo de la intervención.

En esta figura se esquematizan las cuatro iteraciones del CAR llevadas a cabo durante la intervención. Durante la primera fase se utilizó un perfil generalizado de la movilidad del jugador, basado en su valoración funcional, y se tomó el apoyo grupal como único elemento para incrementar el apego con el uso del juego. Como resultados principales de esta iteración se vislumbró una relación entre la condición

física de la persona y las limitaciones para socializar durante el juego, además se obtuvieron evidencias de como la competencia incrementa el apego al juego y en algunos casos tiene efectos negativos ya sea en el desempeño del jugador o en la autopercepción de si se es capaz de enfrentarlo exitosamente. En la segunda iteración se profundizó en las diferencias físicas entre las personas que jugaban y las que no. Se estableció la importancia de apoyar al adulto mayor facilitando el movimiento y explicándolo a través de representaciones mímicas. Esto último llevo a la modificación del área de juego para incluir a los observadores en ella e implementar una estrategia donde los jugadores más habilidosos entrenaban a los menos. Como resultados principales de este ciclo del CAR se estableció la necesidad de evaluar más a fondo la capacidad de movimiento e incluir en esta evaluación otros elementos de la funcionalidad necesaria para jugar *exergames* con diferentes niveles de intensidad. Se obtuvo evidencia de cómo al contar con una clasificación de este tipo es posible personalizar el movimiento promovido por el *exergame*. En la tercera iteración se profundizó en la clasificación de la movilidad incluyendo, parte de la medición del rango de movilidad articular, pruebas de fuerza y balance. Al usar este tipo de elementos se pudieron simplificar los movimientos de control-tarea y ajustar la retórica de movimiento a la capacidad de movimiento real en cada jugador. Producto de esta iteración son las dos primeras recomendaciones de este estudio. Finalmente, en el último ciclo del CAR se buscó la forma de apoyar a los jugadores menos habilidosos al adaptar la dinámica de ejercitación durante el juego. Se establecieron formas de adaptar las interacciones básicas y al ajustar el movimiento durante el tiempo de juego. Finalmente se incluyó el juego cooperativo y establecieron sus efectos. De esta iteración surgieron las recomendaciones 3 y 4.

Para validar las recomendaciones de diseño, se decidió iniciar una nueva intervención con otro grupo de adultos mayores, tomando en cuenta los resultados de la primera intervención como parte del proceso.

Capítulo 5. Segunda intervención validación de las recomendaciones de diseño

Una investigación de Acción Participativa (AR) tiene como principal intención el desarrollo de conocimiento directamente relacionado con una práctica, enfocándose en su mejora; en esta tesis la práctica es el diseño de la ejercitación promovida por un *exergame*. También tiene como objetivo el promover la apertura a nuevas ideas y fomentar la creatividad; además de permitir la articulación de las elecciones hechas y los métodos utilizados durante el proceso de la investigación de AR entre otros propósitos (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010).

De acuerdo al rigor establecido para la AR en la sección II.4, y al igual que en otros métodos de investigación científica, los resultados obtenidos a través de AR requieren ser confirmados y verificados en el sentido de que deben ser transferibles. Con el objetivo de validar las recomendaciones de diseño obtenidas en la primera intervención, se decidió iniciar una nueva intervención con otro grupo de adultos mayores, más grande y con condiciones funcionales más heterogéneas. El propósito de esta intervención es confirmar y transferir los resultados de la primera intervención ahora bajo nuevas condiciones, la cual es una estrategia normalmente aceptada en AR y que permite ganar validez externa (Ary, Cheser, & Sorensen, 2010). La estrategia general transferir cada elemento de la primera intervención a una segunda intervención con un grupo de usuarios más grande y heterogéneo y evaluar los mismos indicadores que en la primera para observar sus resultados; en la sección V.1 se detalla la estrategia.

Se contactó a un grupo preexistente de adultos mayores perteneciente a Grupos Vulnerables del Departamento de Desarrollo Social (GV), en donde la finalidad principal es dar soporte social a los mismos.

Este grupo tiene una población fija de 250 miembros, dividido en dos subgrupos que se reúnen una vez a la semana para participar en diferentes actividades. Se presentó a los responsables del grupo un proyecto donde se proponía una intervención larga (1 año) consistente de una sesión adicional a las que ya tienen para que los adultos mayores jugaran *exergames* bajo la supervisión del CICESE. Durante los primeros cuatro meses se replicarían los resultados de la primera intervención. Se explicó la experiencia previa con el otro grupo y la continuidad de este mismo estudio con el nuevo grupo con el propósito de buscar la generalización de los resultados obtenidos. Se solicitó contar con la autorización de cada adulto mayor participante, que no estuviese contraindicado médicamente el tipo de actividades a realizar en las sesiones, y se aseguró que los adultos mayores no serían obligados a participar en ninguna forma, permitiéndoles abandonar libremente las sesiones o la intervención en cualquier momento sin ningún trámite (ver Anexo 9). Se pidió permiso para videograbar las sesiones, con el objetivo de analizarlas, garantizando el anonimato de los participantes y que los videos solo se utilizarían para la publicación de los resultados del estudio.

Se hizo la invitación abierta limitando los grupos a 50 participantes con un límite mínimo de edad de 57 años; el mínimo de edad lo establece la institución que maneja GV. El CICESE proveyó de un equipo de especialistas formado por dos investigadores (a partir del tercer mes se incluyó a un tercer investigador),

todo el equipo necesario para jugar los *exergames*, y la logística completa para llevar a cabo la intervención. Por su parte GV proveyó de un salón con capacidad suficiente para los 50 participantes, y la participación de dos personas de apoyo. Por su parte el CRIE siguió proporcionando la asesoría del médico especialista en rehabilitación física y un psicólogo especializado en reactivación física. Las sesiones tuvieron una duración de 90 mins.

Dadas las características del grupo, al inicio fue prácticamente imposible limitar la asistencia a las sesiones, llegándose a tener hasta 80 asistentes por sesión. Sin embargo, después de un mes la dirección de GV decidió cerrar el grupo a 50 participantes dando preferencia a aquellos que asistían desde el principio de forma regular, esto porque no había suficiente espacio para jugar y sentar cómodamente a todos. La composición de este grupo de 50 participantes fue de 13 hombres y 37 mujeres; las edades están entre 58 y 92 años (Med. = 71, DS= ± 7.75), donde solamente uno de los participantes había jugado *exergames* previamente.

Tabla 13. Resumen de las recomendaciones de diseño, sus implicaciones y etapa durante la cual aparecieron en la primera intervención de AR.

Recomendación	Implicaciones	Fase en la que surge
(R1) Clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego.	No proporcionar un ejercicio adecuado bajo un perfil generalizado. Clasificar al jugador y entonces adaptar el movimiento a la movilidad cada jugador en particular.	Al inicio de la tercera Fase.
(R2) Ayudar a incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos.	En base a la clasificación de la movilidad personalizar los movimientos de control-tarea y reexpresar las retóricas de movimiento. Proveer de retroalimentación constante sobre cómo realizar el movimiento.	Al final de la tercera Fase.
(R3) Controlar la ejecución percibida de acuerdo a la movilidad del jugador	Durante el tiempo de juego y en base a la movilidad detectada, adaptar la intensidad de movimiento proveyendo ejercicios adecuados a la movilidad remanente del jugador. Adaptar las retóricas de movimiento y las interacciones básicas, mezclar diferentes dinámicas de juego de tal forma que se controle el esfuerzo.	A la mitad de la cuarta Fase.
(R4) Reducir los efectos negativos de la competitividad.	Esconder los malos resultados individuales en marcadores grupales y utilizar juego	Al final de la cuarta fase.

	cooperativo en vez de retos individuales uno a uno.	
--	---	--

5.1 Estrategia en la segunda intervención

La segunda intervención tuvo 4 fases al igual que la primera intervención. La línea de tiempo de la Figura 22 que se presenta a continuación establece las diferencias que hubo entre las fases de cada intervención. En la *Tabla 13* se hace un resumen de cada recomendación, en que consiste y cuando surgieron.

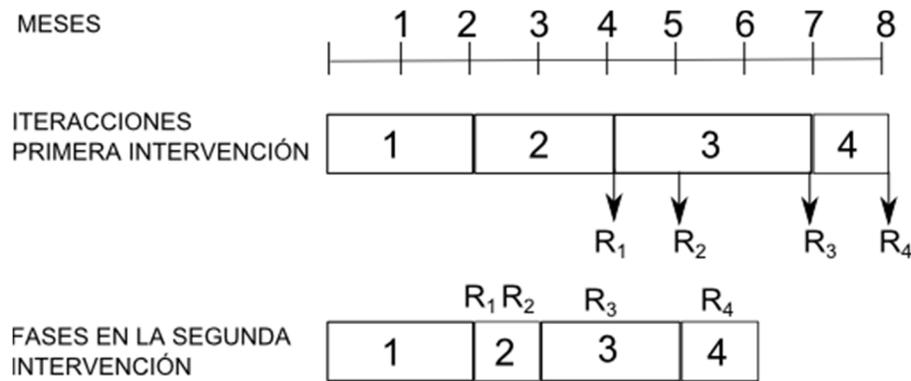


Figura 22. Aparición de las recomendaciones de diseño de acuerdo a las fases de la primera intervención y aplicación de las mismas en la segunda. Las R_i corresponden a las recomendaciones de diseño encontradas durante la primera intervención, y en el segundo rectángulo indican cuándo fueron aplicadas durante la segunda intervención.

Como se puede observar en la Figura 22, la recomendación uno, clasificar la capacidad de movimiento durante el tiempo de juego (R_1), se establece hasta el final de la fase 2 en la primera intervención, y la dos (R_2), incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos, a principios de la fase 3. Esto se debió principalmente al proceso de análisis e investigación realizado durante los primeros cuatro meses de la intervención de AR, la cual llevó a la obtención de la clasificación del movimiento. Durante el primer mes de la intervención dos no se repitieron estos análisis, lo que ocasionó que el tiempo antes de aplicar las recomendaciones se redujera a dos meses, en este lapso solo se aplicaron las mismas acciones de la primera fase, esto es: medir la capacidad funcional de los participantes, evaluar el efecto motivante del apoyo social entre pares, evaluar hacia dentro del grupo el efecto del incremento de la competitividad durante los juegos, identificar los comportamientos herméticos en quienes no querían jugar. Durante el segundo mes de esta misma fase se identificaron las diferencias funcionales y de movilidad entre los jugadores más y menos participativos, se proveyó de movimientos facilitadores, se modificó el área de juego para incluir a los observadores, se incluyeron juegos de más alta intensidad y se establecieron diferencias entre quienes prefirieron jugar uno y otro tipo de juego comparando los resultados con los de la primera intervención, y se inició con las demostraciones de mímica para ejemplificar constantemente los movimientos facilitadores. También se aprovecharon estos dos primeros meses para aplicar las pruebas de movilidad y medir los arcos de movilidad articular.

Durante la fase 2 de la segunda intervención se aplicaron la primera (R1) y segunda (R2) recomendación. Habiendo ya clasificado a todos los jugadores de acuerdo a su movilidad, se dividió al grupo de acuerdo a la clasificación de la movilidad del jugador, se aplicaron las acciones de personalizar los movimientos de control tarea de acuerdo a la movilidad articular de cada jugador, se separaron las interacciones básicas proveyendo un movimiento simplificado paso a paso, se incluyeron señales hápticas para indicar cambios en el movimiento y se ajustó la retórica de movimiento de acuerdo a la clasificación de la movilidad de cada jugador.

En la primera intervención la recomendación tres, *controlar la ejercitación percibida de acuerdo a la capacidad de movimiento del jugador (R3)*, se establece a finales de la fase 3. En la segunda intervención R3 se aplica desde inicios de la fase tres. De tal manera que durante esta fase se adaptó la dinámica de juego y el ejercicio de acuerdo a la movilidad del jugador, se incluyó el uso de la silla como elemento de juego, se modificó nuevamente el área de juego con el propósito de incluir a un investigador más para que constantemente vigilara la ejecución de los movimientos, y se modificó la sesión para incluir un espacio físico al lado del monitor donde se practicaran los movimientos de control tarea a ejecutar durante la sesión de juego.

Finalmente, al inicio de la fase 4 de la segunda intervención, se aplica la cuarta recomendación, *reducir los efectos negativos de la competitividad (R4)*, buscando reducir los efectos negativos de los desempeños bajos de jugadores poco habilidosos durante los juegos, y se incluyó el juego cooperativo buscando vencer la reticencia de aquellas personas que presentan un carácter hermético de no querer jugar.

A continuación, se detallan las evaluaciones realizadas y sus resultados obtenidos durante cada una de las fases de la segunda intervención.

5.2 Primera Fase

Al inicio de la intervención se evaluó la capacidad funcional de cada uno de los 50 participantes aplicando la prueba SMAF, además de evaluar el índice de masa muscular (IMC). Solamente un participante, P25, fue evaluado por sistema e-SMAF en nivel 3 (dependiente). El participante P25 presentaba problemas cognitivos que le impedían seguir instrucciones de manera fácil, y recurrentemente presentaba lastimaduras en articulaciones producto de caídas y agresiones sufridas en las calles durante la intervención, normalmente se acompaña de P43; entre ambos se ayudan a desplazarse. Tres participantes P43, P50, y P55 se clasificaron en nivel 2, personas funcionalmente independientes que necesitan ayuda para realizar actividades instrumentales de la vida diaria. Todos ellos presentan limitaciones articulares fuertes que les fuerzan a utilizar bastones, presentan dolor crónico y requieren ayuda para subir escaleras o banquetas.

Seis adultos mayores fueron clasificados en nivel 1, personas que necesitan supervisión o estimulación, ellos fueron P28, P29, P30, P44, P59, P62. Se establecieron dos perfiles característicos entre estas

personas: (1) adultos mayores de más de 80 años P59, P29, P30 y P44, (2) adultos mayores que presentan limitaciones funcionales P28 y P62; a P28 se le amputó un brazo y P62 tiene muy mala audición. El resto de los participantes fueron clasificados en el nivel 0, funcionalmente independientes que necesitan ayuda ocasional para realizar trabajo pesado y para transportarse, varios presentan diferentes niveles de obesidad y enfermedades crónico degenerativas controladas. Adicionalmente se reportó que 50% (25/50) de los participantes presentaron sobrepeso u obesidad mórbida.

Al comparar los resultados de ambas intervenciones se establece claramente la mayor heterogeneidad en las capacidades funcionales de los participantes del segundo grupo; dado que en la primera intervención solo una persona clasificó en el nivel 2 y el resto en el nivel 0. Este factor beneficia a la evaluación de las recomendaciones al proveer una mezcla más rica de participantes en la segunda intervención.

La Tabla 14 es un comparativo por tipo de participación entre ambas intervenciones.

Tabla 14. Comparativo de participación entre ambas intervenciones.

	Participación por tipo de jugador							
	Fase 1 (primera intervención)	Fase 1 (segunda intervención)	Fase 2 (primera intervención)	Fase 2 (segunda intervención)	Fase 3 (primera intervención)	Fase 3 (segunda intervención)	Fase 4 (primera intervención)	Fase 4 (segunda intervención)
Altamente + recurrente	44%(8)	40% (20)	66% (12)	64% (32)	100% (18)	82% (41)	100% (18)	86% (43)
- Altamente activo	27% (5)	20% (10)	33% (6)	22% (11)	66% (12)	42% (21)	100% (18)	48% (24)
- Recurrentement activo	17% (3)	20% (10)	33% (6)	42% (21)	34% (6)	40% (20)	0%	38% (19)
Pasivo (observadores)	33% (6)	42% (21)	22% (4)	24% (12)	0%	8% (4)	0%	4% (2)
No participante	23% (4)	18% (9)	12% (2)	12% (6)	0%	10% (5)	0%	10% (5)
Promedio de Tiempo Efectivo de Juego Acumulado por sesión								
Minutes	47	57	59	60	67	58	56	59
Primera intervención : 18 participantes Segunda intervención: 50 participantes								

Se puede observar que durante la fase 1 de la segunda intervención diez participantes (P27, P31, P34, P38, P39, P40, P41, P50, P53, P57) fueron jugadores altamente activos con *exergames* de baja intensidad; principalmente jugando boliche de Kinect® y cuerda floja de Wii ®. De acuerdo a las notas de campo, todos los miembros pertenecientes al subgrupo uno de la clasificación, esto es 28% de los participantes (14/50), jugaron desde la primera vez que asistieron; en la Tabla 14, página 84 de la presente tesis, se presentan el desglose de participantes durante la segunda intervención. Al igual que en la primera intervención estos jugadores acapararon la mayor parte de los turnos mientras otras personas jugaban esporádicamente o solo observaban durante los juegos. A diferencia de la intervención anterior, prácticamente no hubo influencia de los líderes naturales del grupo. Solo el participante P57 fue un líder natural del grupo, aunque su influencia en el grupo fue poca, sus compañeros comentaron que se le considera un tanto conflictivo. Por su parte el grupo siempre alentó a jugar a los observadores y el apoyo de los jugadores más a los menos habilidosos no funcionó; una explicación es que la mayoría de los jugadores no se conocían entre sí y su interacción no iba más allá de las sesiones. En la primera intervención la mayoría se conocían e interactuaban socialmente fuera de las sesiones.

De acuerdo a las notas de campo, el juego de boliche de Kinect® fue el más aceptado; lo mismo sucedió en la primera fase de la primera intervención. El movimiento de control-tarea del boliche es simple, según los comentarios de los participantes del estudio, y si se tiene la suficiente estabilidad al realizarlo, es muy probable obtener un buen resultado en el tiro. Se observó que en muchos casos los adultos mayores espontáneamente decidían hacer un primer intento y lograban chuzas. También se encontró que las expresiones de júbilo y de reconocimiento que daban los asistentes después de las chuzas, hicieron que los observadores se animaran a participar. Estas dos observaciones son consistentes con los resultados de la primera intervención y con el modelo HAPA, mencionado en el marco conceptual, y explica porque en ambas intervenciones los jugadores al sentir que los *exergames* no son “difíciles” de jugar y ver que los pares obtienen fácilmente buenos resultados, esto sirve para mejorar la auto-eficacia de acción, lo que ayuda a motivar al jugador y al observador (ver Sección 11.2 Capacidad funcional del Adulto Mayor).

Las condiciones funcionales de los jugadores altamente-activos fueron muy heterogéneas. A continuación, se detallan estas condiciones: solo tres (3/10) tenían entre 75-76 años, el resto (7/10) tenían menos de 75 años por lo que en general a este grupo se le consideraba adultos mayores jóvenes; el participante P50 sufría de fuertes limitaciones en la rodilla izquierda y cadera, y usaba bastón para desplazarse; P31 presentaba problemas cognitivos para seguir instrucciones y P39 presentaba tiempos de respuesta lentos. Los participantes P27 y P34, presentaban una movilidad casi normal. Al igual que en la primera intervención, durante esta fase, no fue posible establecer una relación directa entre las características funcionales valuadas y que ser, altamente activo en los juegos. Entre los participantes pertenecientes al resto de los subgrupos, las condiciones funcionales eran todavía más heterogéneas.

Al igual que en la primera intervención, durante el transcurso del primer mes casi todos los jugadores participaban esporádicamente. Poco a poco, el número de turnos tomado por los jugadores más habilidosos fue incrementándose. A finales del segundo mes de intervención ya había cinco jugadores altamente activos participando en juegos como boliche y cuerda floja.

Tal como se sucedió en la primera intervención, en la segunda había personas que preferían solo observar, y de igual forma se formaban pequeños grupos que se dedicaban a platicar. Una diferencia con la primera intervención fue que durante esta primera fase hubo un gran número de adultos mayores que llegaban espontáneamente a las sesiones, creando fuertes problemas de logística al manejarse grupos muy grandes. Algunos de los problemas fueron que muchos de quienes asistían esporádicamente pensaban que por asistir a las sesiones de juego GV asignaría ayudas económicas o en especie, por lo que solo hacían acto de presencia y no jugaban, las personas que originalmente se habían registrado a las sesiones no alcanzaban lugar para sentarse en el salón. Por otra parte, los organizadores, consideraban que las sesiones estaban teniendo mucho éxito y siguieron promoviendo la actividad. Según las notas de campo, al final del segundo mes, las sesiones llegaban a registrar hasta 80 asistentes.

Para la segunda fase se decidió restringir a 50 el número de participantes. Se realizó una sesión especial en la cual se explicaron las nuevas condiciones, se volvió a elaborar una lista con quienes querían pertenecer al grupo y se reasignó el resto de adultos mayores a nuevas actividades en otros días de la semana. Se aclaró que el único objetivo de estas sesiones era participar en los juegos, sin ninguna otra implicación hacia GV. También se aclaró que no tendrían que asistir en otro día para mantener ayudas y

derechos que GV les da. A raíz de estos cambios, tres de los asistentes originales decidieron retirarse argumentando que preferían asistir a otras actividades ofertadas por GV y fueron sustituidos por otras tres personas. A partir de la segunda fase, solo se dio seguimiento a los 50 miembros registrados, quienes prácticamente asistieron durante todo el año; un caso especial fue P64, quien dejó de asistir durante un mes debido a que una vecina, a quien estaba muy apegada, falleció, al final de ese mes compañeros del grupo le animaron a volver a asistir y se reintegró a la actividad. A pesar de restringir el estudio a solo 50 participantes, no fue posible impedir el ingreso de nuevos adultos mayores, quienes llegaban por comentarios que les hacían acerca de las sesiones; por ello, a lo largo de la segunda intervención siempre hubo nuevos participantes. Esta es la razón por la cual, independientemente a que los estadísticos siempre hacen referencia a 50 participantes, a lo largo de la intervención también hubo la posibilidad de entrevistar adultos mayores quienes asistían por primera vez. A estos nuevos asistentes esporádicos se les impedía participar solo en el caso de que no alcanzara silla, principalmente para evitar lastimaduras.

5.3 Segunda Fase

Durante la primera fase se evaluó la movilidad de los participantes con la aplicación de la recomendación 1 (R1). En la Figura 23, que se presenta a continuación, se muestra el porcentaje de participantes en ambas intervenciones clasificados en cada grupo de movilidad.

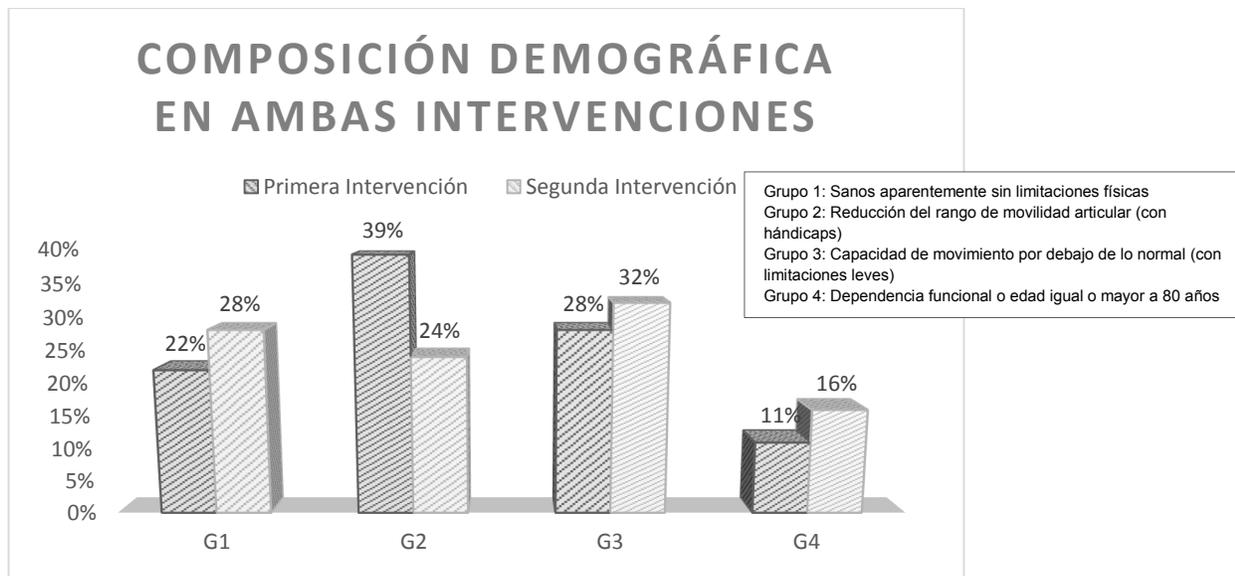


Figura 23. Comparación entre ambas intervenciones del porcentaje de participantes por grupos de movilidad

En la Figura 23 se observa que en la primera intervención el 61% de los participantes presentaban pocas limitantes de movilidad (suma de G1 y G2), mientras que en la segunda intervención los participantes se distribuyen de manera más uniforme entre los diferentes subgrupos, lo que claramente da una mayor heterogeneidad a la capacidad de movimiento en los participantes de la segunda intervención.

En la segunda intervención 48% de los participantes (24/50) clasificaron en los grupos 4 y 3, esto es presentan limitantes de movilidad, mientras 52% (26/50) cuentan con una movilidad normal y pocas restricciones.

En la Tabla 15, que a continuación se presenta, se hace un desglose por edad de los miembros de cada grupo de movilidad en la segunda intervención.

Tabla 15. Desglose por edad-grupo de movilidad en la segunda intervención.

GRUPO	Participantes clasificados por edad y movilidad				TOTAL	M. EN GRUPO (EDAD)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN EL GRUPO
	<= 69	70-74	75-79	>=80			
4	0	1	3	4	8	79.50	7.27
3	0	4	12	0	16	74.75	2.49
2	6	4	2	0	12	66.17	6.26
1	9	4	1	0	14	64.50	5.45
TOTAL	15	13	18	4	50		

Media muestral 70.58

Desviación estándar de la muestra 7.75

* Los requerimientos médicos establecen que personas mayores de 79 años forman parte del Grupo 4

Los 28 adultos mayores jóvenes (65-74 años), para efectos de consistencia en la segunda intervención aquí se incluye a personas de menos de 65 años que asisten al grupo, fueron quienes presentaron menos limitaciones de movilidad; solo uno de ellos fue ubicado en el grupo 4 y cuatro en el grupo 3. Lo que implica que el 82% de estos dos subgrupos (23/28) presentaron una movilidad normal o con pocas restricciones. Mientras que en el grupo de adultos mayores de más de 75 años el 86%, (19/22), presentaron limitantes de movilidad.

Entre las limitaciones de movilidad más representativas, encontradas en el subgrupo menor de 75 años, está la movilidad articular reducida en miembros inferiores 36% (10/28) y la velocidad de reacción lenta 32% (9/28). Entre los mayores de 75 años, 73% (16/22) se presentó una movilidad articular por debajo de lo normal en miembros inferiores y 63% (14/22) mostró una velocidad de reacción lenta.

En la Figura 24 se puede observar el reacomodo del área de juego de acuerdo a la clasificación de movilidad que se hizo a partir del tercer mes de la segunda intervención.



Figura 24. Redistribución del área de juego de acuerdo a la clasificación de la movilidad.

Dado el mayor número de participantes, esta medida permitió identificar a qué grupo pertenecía cada participante durante los juegos, lo que proveyó de un mejor control durante la sesión. Se incluyeron dos áreas a los lados de la zona de proyección. En el área de representación de movimientos un investigador repetía constantemente con mímica los movimientos facilitadores (ver sección IV.2.1). Mientras que, en el área de soporte y apoyo, otro investigador vigilaba que se realizaran los movimientos de forma adecuada e identificaba y corregía situaciones de riesgo.

Aplicando la recomendación R2, a cada jugador se le explicó la nueva retórica de movimiento, se personalizaron los movimientos de control-tarea indicando hasta dónde se debía realizar el movimiento articular, y las adaptaciones hechas al movimiento de control-tarea para ganar estabilidad y balance. Adicionalmente un tercer investigador indicaba el cambio del movimiento dentro de las interacciones básicas al tocar el hombro del jugador unos instantes antes del cambio.

En la Tabla 16, a continuación, se presentan 6 casos significativos de los tiempos promedio requeridos para alcanzar marcadores cercanos a la media del grupo.

Tabla 16. Tiempos requeridos para alcanzar marcadores cercanos a la media del grupo de 6 casos significativos; media del grupo para el boliche 2 semanas, cuerda floja 5 semanas, walking out 5 semanas.

Participante	Boliche	Cuerda Floja	Walking out	Movilidad
P38	3 semanas	2 semanas	1 semanas	Poco limitada
P31	5 semanas	6 semanas	9 semanas	Ligeramente limitada
P50	12 semanas	7 semanas	9 semanas	Altamente limitada
P23	4 semanas	8 semanas	6 semanas	Ligeramente limitada

P39	8 semanas	7 semanas	10 semanas	Altamente limitada
P34	4 semanas	1 semanas	2 semanas	Poco limitada

Los promedios de puntuación en el grupo fueron los siguientes: boliche 112 puntos, tardando en promedio 2 semanas para alcanzarlo; cuerda floja 98 puntos, tardando 5 semanas para alcanzarlo; y *walking out* 41 puntos, tardando en promedio 5 semanas para lograrlo. Al igual que en la primera intervención, los marcadores promedio del grupo fueron bajos según el perfil promedio de acuerdo a los criterios establecidos en el propio juego.

Los tiempos requeridos para controlar el movimiento en los mismos 3 juegos durante la segunda intervención son muy similares a los de la primera. Una diferencia significativa en la segunda intervención es que el grupo de jugadores altamente-activos fueron muy participativos desde las primeras sesiones; esto se explicó por el efecto novedad de los juegos en el grupo y que casi no tenían actividades físico recreativas. Se debe tomar en cuenta que los adultos mayores de la primera intervención si tenían otras actividades físico recreativas aparte de los juegos. Durante la segunda intervención hubo jugadores muy habilidosos en ciertos juegos, por ejemplo, P38 (70 años) era muy competitivo y alcanzó marcadores excelentes de acuerdo al juego de la cuerda floja y *walking out*. Por otro lado, P31, cuyo principal rasgo es un tiempo de respuesta lento, tardó más en alcanzar la media del grupo en casi todos los juegos. Sin embargo, durante el tercer mes, al aplicar la recomendación R2, ella incrementó su puntaje en boliche de 108 a 164. Otro caso es P50 (74 años), con limitantes fuertes de movilidad en cadera y rodillas, quien hasta finales del tercer mes tenía 98 puntos en boliche, a partir del cuarto mes logró 125 puntos. En entrevista corta cara a cara indicó *“las instrucciones [la mímica de los movimientos] ayudan y me he obligado a mí misma a jugar sin bastón. Ahora tengo mejor equilibrio y no uso el bastón para jugar”*. También hay casos como el de P34, jugador activo recurrente, que es muy habilidoso en los retos de movilidad, pero que no jugaba frecuentemente, quien explicó *“no compito, no me gusta, solo juego cuando se me antoja”*.

De acuerdo a las notas de campo, solo una persona clasificada en el subgrupo 4 y no jugó durante toda la intervención, todos los demás jugaron a partir de la implementación de las recomendaciones R1 y R2.

Al final del tercer mes se llevaron a cabo entrevistas cortas cara a cara con los 50 participantes, donde a todos se les preguntó qué efectos había tenido asignar movimientos de acuerdo a la clasificación, el 96% (48/50) indicaron sentirse más cómodos con los ejercicios de acuerdo a su clasificación.

Adicionalmente en el subgrupo de personas de 75 años, pertenecientes a los subgrupos 4 y 3 que jugaban, reportaron sentirse más cómodos durante la práctica de los movimientos de control-tarea. En cuanto a la personalización de los arcos de movilidad y las retóricas en los movimientos de control-tarea, se entrevistó a jugadores recurrentes y altamente activos encontrando que 91% (30/33) indicó que si les había sido útil. Al analizar el material videográfico se encontró que hubo una reducción del 12% en los fallos debido a arranques en falso. Los participantes en los juegos de salto de ski y cuerda floja tuvieron un 59% (7/12) de primeros intentos satisfactorios en esos dos juegos. En cuanto al nivel de participación, al final de la fase 2 se incrementó en un 12% el número de jugadores altamente activos + recurrentes llegando a un 64% (32/50), lo que comparativamente con el 66% de la primera intervención representa una reducción del 2%. Entre estos jugadores, 42% eran recurrentemente activos y 22 altamente activo, mientras que en la

primera intervención ambos grupos tenían el 33%. Se establecieron 3 causas de este efecto: (1) a mayor número de participantes menos oportunidades de tomar más turnos, (2) la mayor heterogeneidad en la capacidad de movimiento hace que pocos jugadores habilidosos tomen más turnos que una gran cantidad de jugadores menos habilidosos, (3) a mayor competencia entre jugadores habilidosos se hace más esporádica la participación de los menos habilidosos.

5.4 Tercera fase

La tercera fase se inició con la aplicación de la recomendación R3 (Controlar la ejecución percibida de acuerdo a la movilidad del jugador) Se tomó como primera acción adaptar la dinámica de juego a la capacidad de movimiento en cada subgrupo. A continuación, se describen las estrategias seguidas.

5.4.1 Dinámica sentado

En la primera parte se inició con movimientos adecuados para todos los subgrupos de movilidad; incluido el subgrupo 4. Los movimientos se realizaban estando sentado y eran movimientos repetitivos de baja intensidad para incrementar el rango de movilidad articular, la flexibilidad y la fuerza en miembros superiores; en el Anexo 8 se detallan todos los movimientos de control por subgrupo. La duración de la primera parte de la sesión de práctica de movimientos la establecía el número de repeticiones a realizar en cada movimiento. Al finalizar esta parte también finalizaba la participación del grupo 4.

La segunda parte se iniciaba con movimientos de mayor velocidad y complejidad que incluían ejercicios para fortalecer las piernas, los cuales también se realizaban estando sentado. Los ejercicios se practicaban por 20 mins. Al final de este tiempo se identificaban signos de fatiga, principalmente en los miembros del subgrupo 3; entre ellos la aparición de sudoración, incremento de movimiento errático o incompleto, temblor en piernas, signos de fatiga como el incremento exacerbado del ritmo respiratorio, mareo, etc.

5.4.2 Dinámica sentado-parado

Aquellos miembros del subgrupo 3 que querían y podían, así como el resto de los subgrupos que todavía participaban, iniciaban con la interacción sentado-parado. Inicialmente incluía solo el acto de pararse y volverse a sentar, posteriormente la práctica de movimientos articulares en miembros inferiores estando parado con el apoyo de una silla, para entonces volverse a sentar. Finalizando con esta ejercitación también se finalizaba la participación del subgrupo 3. Sin embargo, era posible ofertar a algunos miembros

del subgrupo 3 continuar con los primeros ejercicios de la dinámica parado-sentado, sobre todo cuando no había fatiga evidente y si la movilidad del participante lo permitía.

5.4.3 Dinámica parado-sentado

En esta parte se realizaban ejercicios de alta intensidad estando sentado, esto es ejercicio aeróbico sentado, movimientos de flexibilidad que requieren un mayor equilibrio, entre ellos balanceo manteniendo el peso del cuerpo en un solo pie, agacharse, y realizar poses que promueven la fuerza en piernas. Al finalizar esta parte también se finalizaba con el subgrupo 3.

Para los subgrupos 1 y 2 se intercalaba la dinámica sentado y parado. Estando parados se iniciaba con ejercicio que incrementa el balance y la fuerza muscular de las piernas, se incluían movimientos rítmicos que requerían una velocidad de respuesta neuromuscular alta y coordinación, retos que implican realizar al mismo tiempo movimiento adicionales diferentes al básico (ortogonales). Después de esta ejercitación se regresaba al ejercicio de movilidad articular estando sentado. Al finalizar esta ejercitación se finalizaba con el subgrupo 2.

5.4.4 Dinámica parado

Finalmente se aplicaba la interacción “*solo parado*” con los miembros del subgrupo 1 que no mostraban signos de fatiga. Durante esta parte se incluía ejercicio aeróbico ligero que permite mejorar la fuerza en miembros inferiores y la marcha. Finalmente se incluían ejercicios que emulaban un trote y repetición de patrones que implican cambios rápidos de dirección en el movimiento. La duración de esta parte era de 10 mins., en ella constantemente se vigilaba que no hubiese situaciones de riesgo. Al finalizar esta parte se daba por finalizada la sesión de calentamiento.

En la sesión de juego se seleccionaban movimientos de control-tarea bajo cada una de las dinámicas practicadas. El control sobre nivel de ejercitación percibida se lograba a través de la combinación de ejercicios de baja e intensidad media y alta; todo de acuerdo al subgrupo de movilidad detectado. Dado que durante el juego no había descanso, constantemente el investigador estaba pendiente para detectar la aparición de los signos de fatiga.

Al aparecer los signos de fatiga se procedía a recalibrar el movimiento ajustando la amplitud del mismo, se cambiaba la articulación de carga o se realizaba el ejercicio con el miembro del otro lado.

En la Figura 25 se muestran dos ejemplos de cómo se recalibra el movimiento.

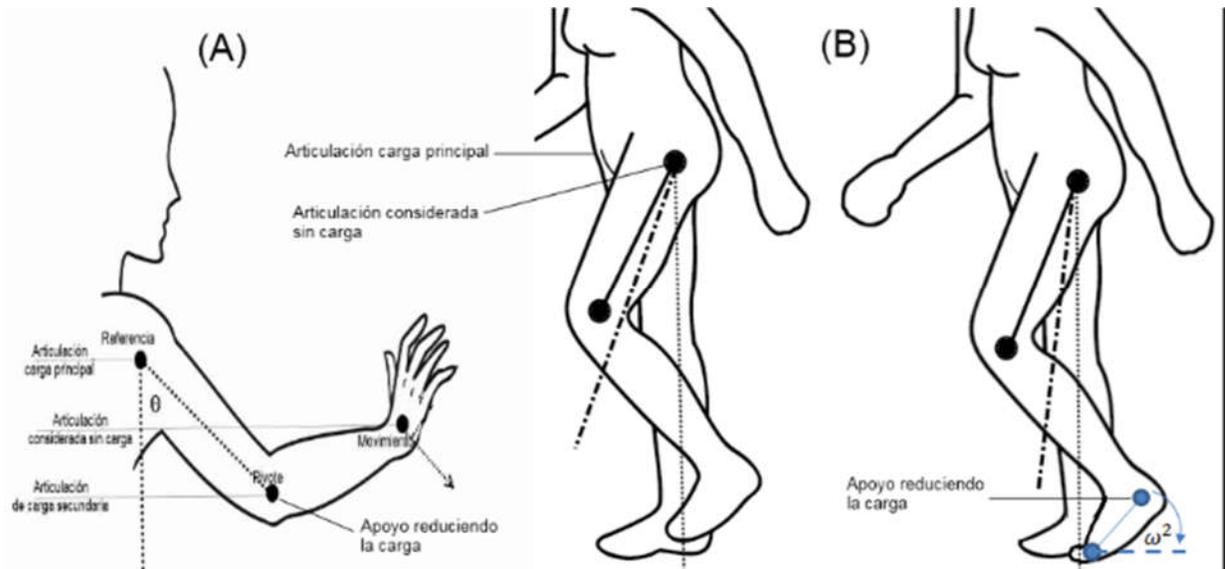


Figura 25. Ejemplos de cómo recalibrar el movimiento apoyando a la articulación de carga principal.

Como se observa en el ejemplo, en (A) el movimiento se recalibra ajustando la amplitud a la altura en que recurrentemente el jugador está alzando el brazo, mientras que en el ejemplo (B) el movimiento se recalibra cambiando la articulación de carga, con el fin de permitir descansar al jugador.

El investigador que vigilaba el desempeño de cada jugador detectaba: pérdidas de equilibrio; posicionamiento riesgoso de una parte del cuerpo al iniciar el movimiento, sobre usando el balance board del Wii®; realización de movimiento descontrolado y/o errático. El principal riesgo que se busca prevenir es una posible caída.

En las dinámicas de juego, la silla se utiliza como elemento de apoyo externo; tres aspectos de su uso se desprenden de la clasificación de la movilidad el jugador: (1) uso de dinámicas que implican estar sentado, (2) prevenir el riesgo que implica usar un miembro inferior que tiene una movilidad articular limitada al estar de pie, (3) como apoyo para mejorar equilibrio y balance. En este último caso, si la evaluación denota una capacidad de balance por encima de lo que requiere el movimiento, se insta al jugador a solo tocar la silla cuando pierde el equilibrio; si la evaluación establece que se tiene una capacidad limitada pero suficiente para ponerse de pie, se insta a sostenerse firmemente de la silla solo en caso de necesitarlo; y finalmente con una movilidad constreñida se pide al jugador sostenerse firmemente de la silla todo el tiempo.

Se explicó la escala de Börg, y se pidió a los participantes calificar el esfuerzo realizado durante las sesiones utilizando cartones con los cuales podían indicar los diferentes niveles dentro de la escala. Antes de la aplicación de la recomendación R3, 24% de los participantes (12/50) indicaron que se percibía el esfuerzo de la sesión como “Ligero”; mientras que al aplicar la recomendación R4, 94% (47/50) indicaron percibir el esfuerzo como “Algo pesado”.

De acuerdo al material videográfico, después de aplicar la recomendación R3, se observaron juegos más competitivos entre jugadores que presentaban capacidades muy diferentes de movimiento, especialmente en los juegos de boliche, y retos que implicaban balance.

Se observó que la asignación de movimientos de control-tarea acordes al subgrupo de movilidad, facilita el control del juego y ayuda a evitar fatiga, incluso permitió a jugadores del subgrupo 3 participar en juegos de alta intensidad. De acuerdo a los registros de campo, 81% (17/21) necesitaron 3 sesiones para volverse jugadores altamente activos.

5.5 Cuarta fase

Al igual que en la primera intervención, después de aplicar las recomendaciones R1, R2 Y R3, hubo un incremento significativo en el número de jugadores altamente y recurrentemente activos durante la segunda intervención, se pasó de 40% de los participantes (20/50) al 82% (41/50). Sin embargo, no se logró que el 100% de los participantes fuesen jugadores altamente o recurrentemente activos; como en la primera intervención. Al final de la tercera fase, nueve adultos mayores (P30, P40, P45, P46, P54, P56, P57, P66, P71) no jugaban en absoluto o solo se dedicaron a observar. La Figura 26, que a continuación se muestra, presenta como están distribuidos estos nueve jugadores de acuerdo a su clasificación de la movilidad.

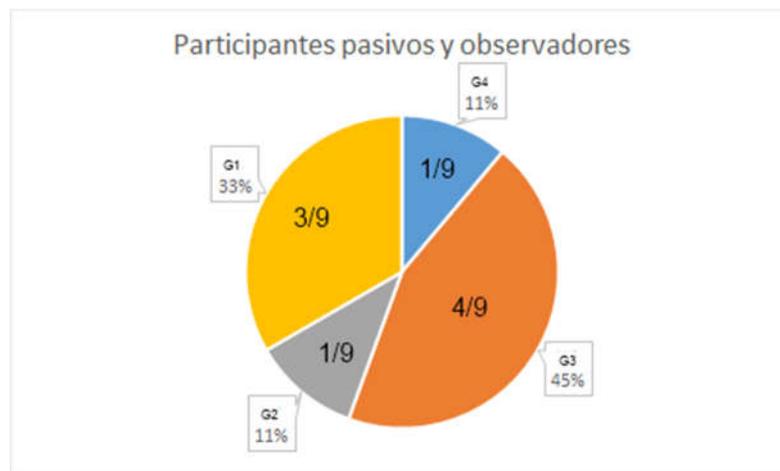


Figura 26. Distribución de los nueve participantes pasivos y observadores por clasificación de la movilidad.

Se puede observar que pertenecen a diferentes grupos, lo que indica que su renuencia a participar no se relaciona con el grupo al cual pertenecen. Sin embargo, todos ellos participaron activamente durante las sesiones de calentamiento. Al final de la intervención se le preguntó a cada uno de ellos el porqué de este comportamiento. En relación a no participar en los juegos, todos ellos señalaron simplemente que no querían, y en cuanto a su participación en la parte de calentamiento indicaron que para ellos esta parte de sesión era de ejercicio, y que era diferente a jugar. Lo que establece claramente el hecho de que hay

adultos mayores que no aceptan ejercitarse mediante un videojuego, pero sí en sesiones de ejercicio bien estructuradas. Otro dato significativo es que, a pesar de su renuencia a jugar, todos se quedaban a las sesiones de juego y estaban atentos a los turnos de sus compañeros. De los comentarios realizados a este respecto se presentan dos casos significativos P30 (más de 80 años- clasificación de grupo G4) indicó *“no quiero jugar, pero P46 (en el grupo G3) si, y me gusta verla”*, P46-78 años le acompañaba a todas las sesiones; mientras P40-G2 indicó: *“son muchos los que pasan y me gusta más quedarme a verlos”*. Este par de comentarios dan a entender que hay adultos mayores que se mantendrán disfrutando de la sesión como observadores y que el tamaño del grupo de la segunda intervención representa una diferencia significativa con relación a la primera. A lo largo de la segunda intervención se experimentó una mayor dificultad para incluir a todos en los juegos debido al tamaño del grupo. Sin embargo, al igual que en la primera intervención, también se observó en el material videográfico que muchos de los jugadores recurrentes dejaban pasar mucho tiempo para volver a jugar después de tener un mal desempeño frente al grupo.

La primera acción aplicada durante la cuarta fase, fue ponderar los marcadores de acuerdo a la capacidad de movimiento, lo que tuvo sus principales efectos en el boliche incrementándose fuertemente la participación en este juego. Por su parte, la inclusión del juego cooperativo incrementó la participación en los juegos de evadir obstáculos en wii sports®, viaje en bicicleta de wii®, juegos de wii balance board® donde se esquivan objetos balanceando el cuerpo de un lado a otro y en juegos de Kinect Sports®. En todos estos juegos la estrategia fue formar dos equipos, normalmente de 6 participantes, donde todos ellos compartían el mismo avatar durante el turno de juego. Se pidió formar una línea para pasar uno a uno a tomar turno, cuando el jugador en curso fallaba o a una señal del investigador, otro participante tomaba el turno mientras la persona reemplazada volvía a formarse al final de la línea. Esta estrategia es la misma que en la primera intervención, pero al haber un mayor número de participantes fueron más evidentes sus efectos en la socialización durante el juego. En el caso de los jugadores muy competitivos general eran los que siempre formaban equipos, los turnos que tomaban generalmente era largos y varios durante las sesiones. Dado que los juegos se seguían proveyendo marcadores individuales no hubo una gran diferencia con los juegos individuales ya que siempre buscaban obtener buenos marcadores.

En la Figura 27, que a continuación se incluye, se observan los cambios en la composición por tipo de jugador al pasar de la fase 3 a la fase 4 durante la segunda intervención.

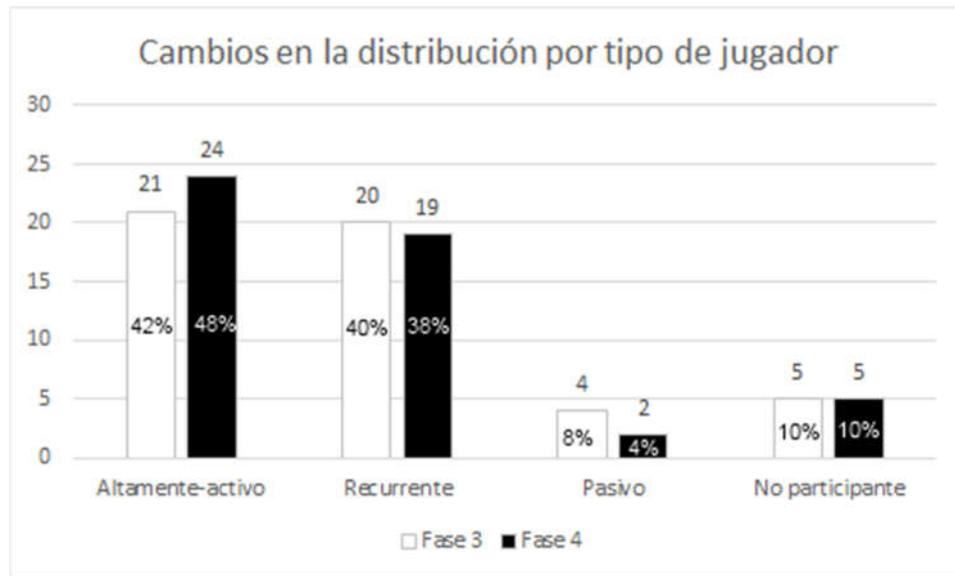


Figura 27. Cambios en la composición del tipo de jugadores al pasar de la fase 3 a la fase 4 de la segunda intervención.

Se observa que al aplicar la recomendación R4, en la cuarta fase de la segunda intervención, hay un incremento significativo con respecto a la fase 3 en el número de jugadores altamente activos (6%). Durante la fase 4 se preguntó en entrevistas rápidas cara a cara qué cambió con relación a la fase anterior: P28 *“me gusta jugar, así en grupo siento que así todos estamos muy contentos”*, P35 indicó *“así sí me gusta, no me gusta estar frente a todos yo sola pero así todos jugamos”*, P62 *“así está es más divertido”*. También se observa una disminución en el número de jugadores pasivos, quienes empezaron a jugar más frecuentemente. Finalmente se observa que no hubo cambio en el número de observadores.

Al entrevistar a los observadores estos indicaron que aún con los cambios ellos preferían participar activamente únicamente en la sección de calentamiento. El participante P45 es un caso particular ya que durante la fase 1 y 2 eventualmente jugó y en la última fase ya no participó. Al entrevistarle éste mencionó *“no me gusta jugar, pero me quedo porque me distraigo mucho”*, durante la sección de calentamiento P45 fue altamente activo.

Al final de la intervención se entrevistó a los 50 participantes, 96% de ellos (48/50) indicaron que les gustaban mucho los *exergames* y que se sentían muy enganchados con la actividad. Durante los 6 meses que duró la segunda intervención, los 50 miembros del grupo asistieron regularmente y hubo un gran flujo de participantes nuevos que se integraban a la intervención. Con los participantes nuevos que se agregaron a partir de la tercera fase (19 participantes) se llevó un registro de sus primeras intervenciones, obteniéndose los siguientes datos: 79% de ellos (15/19) tuvieron primeros turnos donde no hubo fallos en la detección de movimiento en un primer intento, 84% (16/19) reportó haber disfrutado este primer intento, y 74% (14/19) expresaron su deseo de volver a jugar con los *exergames*. Al final de la segunda intervención no se logró el 100% de retención, en la primera intervención sí se logró. De acuerdo al análisis practicado, el tamaño del grupo y el flujo constante de nuevos participantes tuvo efectos negativos, que no fueron previstos en la primera intervención, en el enganche con el juego. Sin embargo, los encargados

del grupo indicaron que consideraban que el 96% fue un porcentaje muy alto de retención para este tipo de actividades, a dos años de la intervención la actividad continúa.

5.6 Conclusión

En la Tabla 17, que se encuentra a continuación, se resumen las recomendaciones y las acciones a través de las cuales emergieron durante la primera intervención, y la evidencia producida en la segunda intervención con las cuales se validaron dichas recomendaciones.

Estas acciones específicas, que se aplicaron durante las intervenciones, se pueden resumir en cuatro: (1) una vez que se cuenta con la clasificación de la movilidad, durante la tercera iteración, la primera acción fue proveer un movimiento personalizado en base en la movilidad remanente en cada adulto mayor, buscando incrementar la eficacia desde los primeros intentos de jugar; (2) durante la cuarta iteración buscando mejorar los aspectos afectivos del juego se aplica la acción de adaptar la dinámica de ejercitación para reducir la probabilidad de que se produzca un evento adverso para la salud durante el juego; (3) durante esta misma iteración se buscó controlar la ejercitación percibida apoyando al jugador para que alcance un nivel de ejercitación que promueva un beneficio a su salud y al mismo tiempo genere un enganche con el juego; (4) y finalmente buscando reducir los efectos negativos de la competitividad se llevó a cabo una nivelación entre jugadores de diferentes habilidades.

En el siguiente capítulo se detallan las conclusiones del análisis de los resultados de ambas intervenciones y de este trabajo.

Tabla 17. Recomendaciones establecidas al final de la primera intervención y su validación durante la segunda intervención.

Recomendación	Cómo emergieron las recomendaciones (intervención 1)	Evidencia-Evaluación (Intervención 2)
R1. Clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar los arcos de movilidad articular y personalizar los movimientos de control tarea. 2. Incluir pruebas simples de balance, identificando 4 grupos diferentes de movilidad. 3. Incluir nuevas retóricas de movimiento para expresar los movimientos de control tarea adaptándolos a cada subclase de la clasificación de movimiento. 4. Implementar un seguimiento paso-a-paso del movimiento utilizando las nuevas retóricas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se hicieron las mismas mediciones que en la primera intervención. 2. 28% de los participantes fueron clasificados como no frágiles o limitados (grupo 1), todos ellos jugaron desde su primera asistencia. 3. Se dividió a todos los participantes de acuerdo a su clasificación; 96% de los participantes entrevistados reportaron sentirse confortables con el ejercicio propuesto de acuerdo a su clasificación. 4. Debido a las adaptaciones en las retóricas de movimiento, 73% de los jugadores más limitados reportaron sentirse más cómodos durante la práctica de los movimientos de control tarea.
R2. Ayudar a incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar una retroalimentación continua, mostrando los movimientos facilitadores de tarea 2. Utilizar demostraciones con mímica mostrando como se realiza el movimiento de forma paso a paso 3. Separando las interacciones esenciales e incluyendo señalizaciones (no visuales) para apoyar con los tiempos de reacción lentos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 91% de los entrevistados señalaron que las demostraciones les fueron útiles 2. Reducción de fallas debidas a arranques en falso (12%). 3. 59% de los participantes en los juegos de salto en ski y cuerda floja reportaron primeros intentos satisfactorios.
R3. Controlar la ejercitación percibida de acuerdo a la movilidad del jugador	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adaptar los movimientos de control-tarea así como la intensidad de juego de acuerdo a la nueva clasificación de la movilidad 2. Utilizar la nueva clasificación, los jugadores con capacidades muy distintas fueron nivelados en el ejercicio 3. Utilizar los grupos de clasificación como un parámetro para establecer: tiempo de ejercitación, tiempos para estar sentado y parado; con miras a evitar la fatiga o la generación de dolor durante el ejercicio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La mayoría de los participantes en cada sesión (95%) reportaron haber experimentado un nivel alto de ejercitación. 2. Se observó a jugadores poco habilidosos jugando contra otros más habilidosos ganándoles, con menos fallas en el rastreo del movimiento. 3. Se redujo el tiempo promedio requerido para volverse jugador altamente activo: 3 sesiones en 81% de los participantes. 4. De acuerdo a nuestras observaciones el utilizar la clasificación de la movilidad facilita establecer un tiempo de ejercitación cuyo objetivo es evitar el agotamiento excesivo y situaciones de riesgo.
R4. Reducir los efectos negativos de la competitividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar el juego cooperativo evita los efectos negativos debido a los pobres desempeños. 2. Ponderar los marcadores utilizando la clasificación de la movilidad con el objetivo de nivelar los desempeños. 3. Incrementar la interacción social al incluir a los observadores en el área de juego. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 96% de los participantes entrevistados reportan estar altamente enganchados con los <i>exergames</i>. 2. En relación al desempeño en los primeros intentos: 79% reportaron ser efectivos; 84% reportaron haber disfrutado su primer intento y 74% expresaron su deseo de volver a jugar inmediatamente. 3. Se tuvo un 96% de retención en el grupo VG.

Capítulo 6 Discusión de los resultados, Conclusiones, Limitaciones, Aportaciones y Trabajo futuro

6.1 Discusión de los resultados

En base a los resultados del estudio de campo realizado, cada una de las acciones aplicadas durante el AR tiene repercusiones directas en el diseño de la interfaz de movimiento de cuerpo completo de un *exergame* que busca adaptarse a las condiciones de un adulto mayor. Con el fin de estructurar las conclusiones de la presente tesis acerca de los efectos de estas acciones se discuten nuestros resultados del AR en la forma del modelo presentado en la Figura 28.

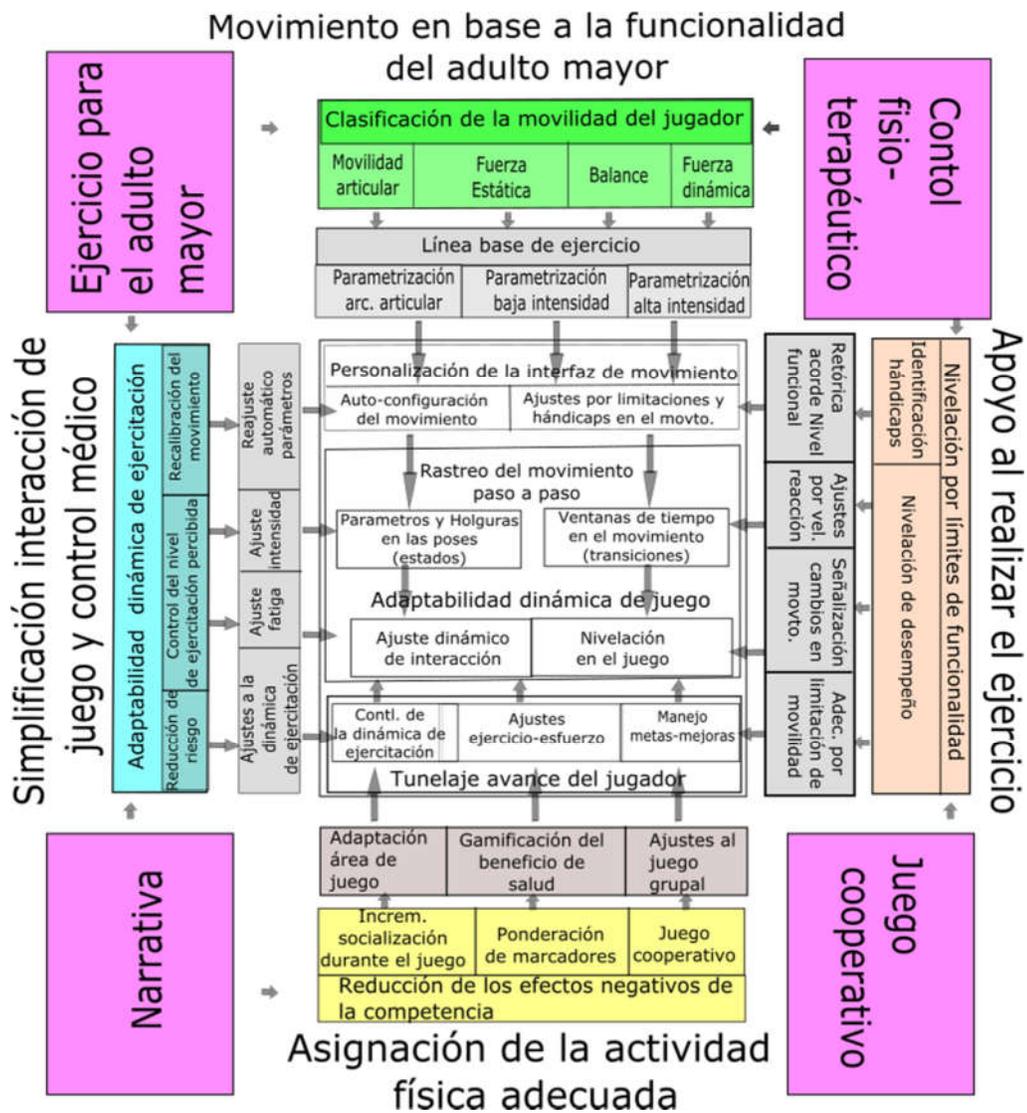


Figura 28. Modelo de adaptabilidad de acuerdo al marco de trabajo establecido.

La Figura 28 esquematiza cada una de las cuatro dimensiones desde las cuales se debe establecer la adaptabilidad de un exergame diseñado para adultos mayores, estas dimensiones se sustentan por el marco de trabajo explicado en la Figura 7, sección 3.2.4.

DISEÑO DE LA EJERCITACIÓN

Apoyos al realizar el ejercicio	Asignación de la actividad física adecuada	Simplificación interacción con el juego y control médico
	Movimiento en base en la funcionalidad del adulto mayor	

Las dimensiones son: Asignación de la actividad física adecuada (amarillo), Movimiento en base en la funcionalidad del adulto mayor (verde); ambas dimensiones proveen de acciones básicas para hacer que el *exergame* se adapte a las características funcionales del adulto mayor. En los laterales del modelo se hayan otras dos dimensiones que son: Apoyos durante el ejercicio (naranja) y Simplificación de la interacción de juego y control médico (azul), las cuales proveen de acciones que ayudan a mejorar la eficiencia y el nivel de ejercitación precibida, además de reducir la fatiga y la probabilidad de que se presente un evento adverso para la salud durante el juego. Los recuadros en colores correspondientes a cada una de las categorías representan las recomendaciones de diseño, relacionadas con dicha categoría, que fueron obtenidas durante la primera intervención de AR en la investigación exploratoria.

Adicionalmente los recuadros de color rosa representan elementos externos que fueron tomados en cuenta en las recomendaciones de diseño. En este sentido, en la parte superior de la Figura 28 vemos que la clasificación de la movilidad surge ya que para identificar el ejercicio más adecuado para el adulto mayor es necesario contar con un control fisio-terapéutico para su asignación, lo que conlleva la evaluación y clasificación de la movilidad propuesta. En la parte lateral derecha vemos que, a través de identificar las limitaciones de movilidad, aplicando el control fisio-terapéutico, se puede nivelar hasta cierto punto el desempeño del jugador limitado físicamente en relación a uno sano, sin embargo, fue necesario incluir el juego cooperativo para que esta nivelación funcionara para todos los casos. En la parte inferior, vemos que el juego cooperativo tuvo un papel fundamental para reducir los efectos negativos de la competencia en los retos uno a uno, pero además ciertas narrativas de juego ayudan a incrementar la socialización durante el juego, lo que a su vez ayudó a reducir los efectos negativos de la competencia en ciertos jugadores. En la parte lateral izquierda, vemos que selección del ejercicio es un elemento central para poder adaptar la dinámica de ejercitación y que igualmente la narrativa influye; no es lo mismo una retórica correr dentro de una carrera olímpica que correr para alcanzar una plataforma en un videojuego de plataformas²⁰.

²⁰ Un videojuego de plataformas es uno en el cual el avatar salva obstáculos principalmente saltando de una plataforma a otra.

En la parte central del modelo, recuadro blanco central, se presentan las cuatro acciones principales que en la implementación de un *exergame* adaptativo para adultos mayores se deben contemplar: la personalización de la interfaz de movimiento, un rastreo de un movimiento paso a paso, adaptabilidad de la dinámica de juego y el tunelaje del avance del jugador. Los recuadros que las componen detallan cada una de estas acciones. Ahora bien, estas acciones llevadas a cabo durante la implementación son guiadas por otras que provienen directamente de las recomendaciones de diseño (recuadros grises); por ejemplo en la parte superior de la Figura 28 podemos ver que la clasificación de la movilidad incluye la evaluación de la movilidad articular, lo que permitirá establecer parámetros del arco de movilidad requerido en cierto movimiento. Estos parámetros son usados en la implementación y hacen posible que haya una auto-configuración del movimiento en tiempo de juego.

El modelo antes presentado permite contestar la pregunta de investigación *¿cuáles son los elementos principales que deben guiar la ejercitación dentro de un exergame tal que sea apta a las características de un adulto mayor y provea una ejercitación saludable?* A continuación, se discute cada elemento del modelo.

Cada dimensión implica la aplicación de una o varias de las acciones establecidas por las recomendaciones de diseño; las acciones tienen sus efectos en una parte específica del diseño de la ejercitación promovida a través de la interfaz de movimiento de cuerpo completo.

Para que el movimiento promovido esté en base a la funcionalidad del adulto mayor es necesario adaptarlo a diferentes niveles de movilidad, esto implica perfilar la movilidad a la cual se enfoca el *exergame*. Lo anterior se puede lograr bajo un perfil genérico de la capacidad de movimiento o al medir dicha capacidad en cada jugador (ver Figura 20, sección 13). Durante la primera intervención se estableció que, a mayor información acerca de la capacidad real de movimiento, es factible confeccionar una línea base de ejercicios que defina el nivel de esfuerzo a promover durante el juego. Si se evalúa y clasifica la movilidad del jugador durante el juego, es posible personalizar el reconocimiento de los movimientos de control-tarea y ajustar los parámetros a la movilidad articular del jugador. Sin embargo, durante el estudio se estableció que, dada la gran heterogeneidad en la capacidad de movimiento del adulto mayor, algunos de ellos tenderán a preferir una mayor intensidad de movimiento, ya sea media o alta, lo que implicará la necesidad de evaluar otros parámetros tales como la fuerza para levantarse (fuerza ortostática), el balance y la fuerza para moverse (fuerza dinámica). La evaluación de cada uno de estos aspectos durante la intervención permitió parametrizar el movimiento para cada nivel de intensidad. Lo antes dicho deja claro que el movimiento se configura por medio de los valores establecidos utilizando la clasificación de la movilidad del jugador (auto-configuración del movimiento). La clasificación de la movilidad del jugador utilizada para parametrizar el movimiento, permitió responder la pregunta de investigación *¿Cómo se debe clasificar al jugador en base en su capacidad de movimiento y su habilidad para responder al ejercicio promovido?*

Adicionalmente a la parametrización del movimiento, en un *exergame* se utilizan retóricas para expresar el movimiento promovido. Independientemente de la metáfora usada en el juego, la retórica expresa cómo realizar el movimiento y es parte fundamental para controlar la demanda física. En la intervención, la clasificación de la capacidad de movimiento hizo posible seleccionar ejercicios de intensidad baja, media

o alta, adaptando las retóricas usadas a la capacidad de movimiento de cada jugador, durante el tiempo de juego; estas adecuaciones ayudaron al jugador a lidiar con sus limitaciones físicas o con los hándicaps de movilidad. Por ejemplo, la medición del arco de movilidad articular permite identificar si el movimiento está restringido al grado de comprometer el balance del adulto mayor, mientras las pruebas de balance permiten ubicar si se relaciona con problemas de equilibrio y/o fuerza muscular, aún cuando los arcos de movilidad sean normales. En el primer caso se buscaría evitar una lastimadura reduciendo la carga sobre la articulación, mientras que en el segundo caso se utilizaría una retórica que provea mayor estabilidad, incluso llegando a forzar que el ejercicio se realice sentado.

Los resultados ratifican que no es factible privilegiar únicamente un movimiento que demande tiempos de respuesta neuromuscular rápidos y una alta capacidad física, sobre uno muy lento y poco atractivo para personas que tiene una mayor movilidad o viceversa, sino que hay adultos mayores que, de acuerdo a sus propios límites de movilidad, son capaces de desarrollar y disfrutar de un ejercicio de mayor demanda física.

Durante la intervención se encontró útil proveer un movimiento paso a paso, en el cual cada paso corresponda a una postura del cuerpo en el tiempo claramente distinguible y las transiciones determinan la velocidad al pasar de un a otro paso; por ejemplo, en la retórica de correr convertida en una marcha, un paso corresponde a elevar la rodilla de una pierna y el siguiente a elevar la rodilla contraria, las transiciones determinan la velocidad a la cual se realiza la marcha. Las etapas facilitan la recordación del movimiento, mientras que las transiciones hacen factible que el jugador exprese el movimiento de acuerdo a su propia capacidad. Por otro lado, las transiciones se ajustan utilizando ventanas de tiempo que adecuando sus parámetros permiten un movimiento rápido o lento. Un ejemplo durante la intervención fue el movimiento del lanzamiento de jabalina donde se ajustaron tanto los pasos como las transiciones, proveyendo de un mejor control al jugador.

La siguiente dimensión establece que se debe apoyar al adulto mayor en la realización del ejercicio. Su propósito es nivelar el desempeño de jugadores que tienen poca habilidad frente a aquellos más hábiles, y atender otros aspectos más relacionados con problemas derivados de la complejidad del movimiento promovido. Durante la intervención la nivelación incluyó dos aspectos: apoyar aquellos jugadores que presentaron limitaciones físicas y ayudarles a ganar confianza desde los primeros intentos con el juego. Se estableció que un aspecto básico de la personalización del ejercicio es identificar los hándicaps de movilidad y seleccionar una retórica acorde a la capacidad de movimiento del jugador. Un mismo movimiento se expresa de diferente forma para jugadores con capacidad de movimiento muy distinta, esto permite incluir aspectos relevantes del control fisioterapéutico, que un *exergame* enfocado a adultos mayores debe contemplar. Otro aspecto, al asignar la retórica, es que las pruebas que conforman la clasificación de la movilidad también identifican limitaciones físicas; arcos de movilidad subnormales, lastimaduras en un miembro en particular, etc. Por lo anterior, los ajustes realizados en la personalización de la interfaz de movimiento de cuerpo completo, son parte del mecanismo que permite adecuar el beneficio de salud promovido adaptándolo a la capacidad real de cada persona y, al mismo tiempo, son útiles para definir metas y prever cómo el cuerpo irá respondiendo al ejercicio; por ejemplo, durante la intervención para cada subgrupo de la clasificación se diferenció cuál ejercicio era más adecuado y la dosis de ejercitación para cada subgrupo de la clasificación. Adicionalmente se estableció la importancia de

proveer a los adultos mayores con una retroalimentación constante acerca la retórica utilizada. Esta retroalimentación utiliza representaciones mímicas del movimiento, de tal manera que se facilita su comprensión y recordación; adicionalmente, estas demostraciones incluyen movimientos facilitadores que ayudan al jugador a ganar control sobre el juego, incrementan la estabilidad al realizar el movimiento y lo simplifican al máximo. Todos estos son elementos externos que hacen que se incremente la eficacia en el juego desde los primeros intentos. También se encontró que la medición de la velocidad de reacción es muy útil para identificar cuándo el movimiento va a ser muy lento y establecer estrategias para evitar fallos en el rastreo del mismo. Esto se logra segmentando las interacciones básicas que componen el juego, de tal forma que el adulto mayor pueda identificar claramente cuándo el movimiento cambia. En la intervención se encontró que incluir señalizaciones no visuales, que alerten el cambio de movimiento unos instantes antes de que éste se dé, mejora la eficacia al iniciar el movimiento. Este punto en particular tiene una relevancia alta en un *exergame* para adultos mayores, ya que ayuda a generar confianza desde los primeros intentos, lo que reduce la tendencia a abandonar el juego ante la obtención de resultados pobres en los primeros intentos al jugar.

Hasta este punto el nivel de adaptación corresponde a una personalización del movimiento. Otra dimensión que establece el modelo del diseño de la ejercitación, es la simplificación del juego y el control médico. Esta dimensión se expresa fundamentalmente en la adaptabilidad de la dinámica de ejercitación, mediante el reajuste automático de parámetros al transcurrir el juego, el control sobre el nivel de ejercitación promovido y la aparición de situaciones de riesgo. En el transcurso de la intervención, cuando un jugador tomaba su turno jugando, un investigador estaba al pendiente de las limitaciones físicas que presentaba el jugador para indicarle si podía usar la articulación con movilidad reducida, hasta dónde realizar el movimiento y si, había una movilidad anormal, entonces se le indicaba realizar el ejercicio solo con la articulación alterna o incluso no realizarlo si este era el caso. Igualmente, mediante la clasificación de la movilidad, la duración y velocidad también se ajustan. Esto implica que durante el tiempo de juego es necesario recalibrar los parámetros definidos para los movimientos de control-tarea, lo que disminuye el nivel de esfuerzo en la articulación de carga, de tal forma que durante el juego también hay un reajuste automático de los parámetros en los movimientos de control tarea como en la intensidad del movimiento.

Si se considera que la movilidad del adulto mayor siempre estará afectada, aun cuando solo sea por una respuesta neuromuscular más lenta producto del envejecimiento o por las limitaciones producto de una enfermedad, es necesario mantener un control sobre el nivel de esfuerzo que representa el movimiento promovido en una movilidad reducida. Durante la intervención, para indicar al jugador la intensidad, duración, velocidad y volumen de ejercicio (número de repeticiones), un investigador se mantenía a la expectativa durante todo el turno, identificando esfuerzos excesivos o la generación de movimiento descontrolado. Al tomar como base la clasificación de la movilidad, son fácilmente identificables los límites para cada uno de estos parámetros, adicionalmente permite ajustar el tipo de ejercicio para así aumentar o disminuir el nivel de esfuerzo. Personas con mayor movilidad demandarán movimiento más complejo, mientras que las de menor movilidad demandarán un movimiento menos complejo. Incluso habrá casos en que el adulto mayor tenga una movilidad que lo ubique en la frontera entre dos grupos, en estos casos es posible tomar como base los ejercicios del grupo de menor movilidad y aprovechar ejercicios del otro grupo, que le sean adecuados de acuerdo a su capacidad de movimiento, lo que permitirá llevarlos al límite de su capacidad, incrementando la intensidad de forma segura (ver Figura 17, sección 13). Esto se logró

durante la intervención con ajustes a la dinámica de ejercitación y al incluir retos con movimientos de control-tarea más complejos, o con el manejo de las dinámicas sentado-parado durante el juego; lo anterior implica llevar un control de la dinámica de ejercitación durante el juego. También es posible que aparezcan señales de fatiga, tales como: fallas continuas en el movimiento, aparición de movimiento interferente, incremento en el ritmo cardiaco, etc. En estos casos es factible realizar ajustes a la dinámica de ejercicio en prevención a la aparición de un evento adverso a la salud. Durante la intervención, el seguimiento que se hacía del jugador para identificar la fatiga disparaba tres acciones: (1) ajustar los parámetros de velocidad, intensidad, velocidad o volumen (recalibrar el movimiento); (2) pasar del ejercicio parado a sentado; (3) detener por completo el movimiento; lo que lleva a tener un ajuste dinámico de la interacción de juego.

La inclusión de todos estos aspectos requiere de un nivel de adaptabilidad que incluye el control sobre la ejercitación percibida. El último conjunto de acciones tiene que ver con la asignación de una actividad física adecuada.

De acuerdo al marco de trabajo establecido que sustenta este estudio, el enfoque bajo el cual se debe diseñar la actividad física en un *exergame* para adultos mayores, es el de una actividad física-recreativa con la cual se fomente la socialización durante la actividad y que no debe enfocarse en una competencia deportiva sino en una donde prevalecen las actividades grupales y cooperativas.

Los resultados del presente estudio señalan que aún cuando el adulto mayor sea competitivo, aplicar, como único enfoque en la interacción de juego, la competencia puede generar ciertos efectos negativos, sobre todo si ésta competencia es individualizada. Durante la intervención, en las primeras acciones realizadas, se buscó incrementar la socialización y se incluyó al observador en el área de juego. Esta acción ayuda a ganar interés en el desempeño de los compañeros de juego y, en muchos casos, a evaluar las capacidades propias para jugar por primera vez. Adicionalmente, se incrementa la socialización al hacer más partícipes a los observadores; por ejemplo, con sus exclamaciones de asombro y apoyo durante los turnos. Lo anterior implica que el diseño de la interacción juego-jugador debe incluir al observador que participa a través de la demostración continua de los movimientos de control-tarea y compartiendo de los logros de sus pares.

Durante la intervención, las acciones encaminadas a mejorar el desempeño de los jugadores incrementaron la competencia, lo que hizo que algunos jugadores menos habilidosos se encerraran más en su intención de no jugar. Para apoyarlos se ponderaron los marcadores dando hándicaps a favor, de acuerdo a la clasificación de la movilidad del jugador; de tal forma que una persona más limitada en su movilidad tendría una ponderación mayor que una persona menos limitada. Adicionalmente se hicieron ajustes para que los juegos por equipo se evaluaran utilizando marcadores grupales que ocultasen los resultados bajos y nivelaran la competencia. Durante la intervención estas acciones ayudaron a incrementar significativamente la participación, e incluyeron la gamificación del beneficio de salud a la capacidad de movimiento del jugador, y la nivelación entre personas con capacidades diferentes.

El juego competitivo con turnos de competencia uno contra uno, se cambió por un juego cooperativo donde todos los jugadores participaron durante el mismo turno y con un solo marcador contribuyendo a

un objetivo grupal. Durante la intervención, se observó que estas acciones redujeron la atención en los turnos individuales y los desempeños pobres individualizados, y concentró la atención en el juego del colectivo y en los buenos desempeños de los jugadores más habilidosos. Esto tiene implicaciones en el manejo de las metas-mejoras de salud, incrementando la participación como objetivo principal y apoyando las metas individuales al quitar la carga de ser evidenciado por los malos desempeños en turnos individualizados.

Entonces para personalizar el movimiento y proveer una intensidad de ejercicio adecuada a cada jugador se debe conjuntar la parametrización inicial de los movimientos de control-tarea, el autoajuste de los parámetros durante el tiempo de juego, la adaptación de retóricas de juego y dinámicas de ejercitación de acuerdo a la capacidad de movimiento en cada jugador, permitieron responder la pregunta de investigación *¿cómo personalizar el movimiento proveyendo de una intensidad de ejercicio adecuada para cada clase de jugador?*

6.2 Conclusiones

Hemos presentado los resultados de una intervención de AR llevada a cabo in situ con un grupo de adultos mayores jugando *exergames* que permitió cumplir con cada uno de los objetivos específicos de la presente tesis, además se establecen las siguiente cuatro recomendaciones de diseño: (R1) clasificar la movilidad del jugador durante el tiempo de juego, (R2) ayudar a incrementar la eficacia en el juego desde los primeros intentos, (R3) controlar la ejercitación percibida de acuerdo a la movilidad del jugador, y (R4) reducir los efectos negativos de la competencia. Y los de una segunda intervención en la que se validaron las recomendaciones; los resultados obtenidos demuestran que las recomendaciones y acciones implementadas incrementaron grandemente el apego al juego.

La metodología de AR permitió identificar una serie de problemas relacionados con la capacidad física del jugador, entender la relación que hay entre la forma en que se promueve el movimiento y la tendencia del adulto mayor a no querer participar del juego; así mismo la forma en que la ejercitación promovida puede ser atractiva para el jugador y cómo generar un beneficio de salud al tomar la capacidad de movimiento como referencia para limitar el esfuerzo promovido de acuerdo a la clasificación propuesta, así como los efectos negativos que llega a tener la competencia entre jugadores con características físicas totalmente diferentes o con niveles de habilidad muy distintos. Adicionalmente, esta metodología permitió solucionar problemas específicos dentro de un contexto particular, que pueden exportarse a otros contextos; como, por ejemplo, el uso de *exergames* con personas con limitaciones de movimiento en otros grupos etarios, y ayudar a los investigadores del área en cuestión a mejorar las prácticas normalmente aceptadas en el diseño de *exergames* para adultos mayores.

A continuación, se presentan las limitaciones del estudio.

6.3 Limitaciones del estudio

El tamaño del segundo grupo de adultos mayores tuvo repercusiones en tiempos de espera entre turnos, los cuales fueron demasiado largos. Esto afectó la logística de la segunda intervención, haciendo que algunas personas desistieran de jugar por esta razón. Esto hizo que durante la práctica de los movimientos de control-tarea hubiera una mayor participación grupal que en los juegos.

De acuerdo a las notas de campo aún con el juego cooperativo, los grupos de personas jugando idealmente deben de ser de siete jugadores máximo cada uno, lo que permite turnos cortos y una mayor socialización durante el juego cooperativo. Sin embargo, esto implica que con un grupo de 50 participantes se deben tener al menos tres consolas de juego y nueve miembros en el equipo de investigadores.

Durante ambas intervenciones situaciones externas, como accidentes que sufren los participantes, pérdida de algún ser querido, padecer enfermedades o atender otro tipo de eventos (vacaciones, por ejemplo), llegaron a afectar el ánimo del grupo en general. Los sentimientos producidos por los juegos no fueron evaluados ni tampoco se identificó qué tanto las situaciones externas afectaron los resultados obtenidos.

No se contó con juegos que tomaran en cuenta los elementos del modelo de adaptabilidad. Esto dificultó evaluar los efectos de más de un aspecto del modelo al mismo tiempo.

En la sección donde se practican los movimientos de control, dentro de las sesiones, fue más fácil incluir el manejo de diferentes dinámicas de ejercitación que en los juegos. Las fallas constantes en juegos de Kinect © llegaron a afectar la inclusión de personas en silla de ruedas e incluso a impedir su participación en los juegos del balance board de Wii©.

6.4 Aportaciones al conocimiento

Las aportaciones principales de la presente tesis giran en torno a tres conceptos principales: (1) proveer una clasificación de la movilidad del jugador y utilizarla para permitir que el *exergame* se adapte; (2) establecer los niveles de adaptabilidad que debe presentar un *exergame* para adultos mayores desde la perspectiva de la ejercitación promovida por este y (3) proveer de una serie de recomendaciones de diseño que incrementan el apego al juego. A continuación, se hace una breve descripción de estas aportaciones.

Se generó una clasificación de la movilidad del jugador adulto mayor, que puede ser implementada en tiempo de juego y que incluye la evaluación de la movilidad articular y pruebas que permiten identificar perturbaciones fuertes de equilibrio, fuerza muscular, balance y velocidad de respuesta neuromuscular. Provee cuatro grupos de clasificación diferenciando claramente entre quienes presentan limitaciones de movilidad de aquellos a los que su movilidad solo les impone hándicaps durante el juego.

Se planteó una serie de acciones bajo las cuales puede utilizarse esta clasificación, para establecer los límites del nivel de esfuerzo al cual debe someterse a los miembros pertenecientes a cada grupo de la clasificación; así con esos límites establecer el tipo de movimientos de control-tarea que generarán una ejercitación adecuada a la capacidad del adulto mayor.

Se aportó evidencia de cómo, en base en esta clasificación, es posible incrementar el nivel de adaptabilidad del *exergame* según la capacidad de movimiento del adulto mayor. Se establece la forma en que es posible personalizar el movimiento parametrizando los movimientos de control tarea en base en las mediciones de movilidad articular, y ajustando la manera en la cual se expresa el movimiento (retórica) para facilitarle su ejecución al adulto mayor.

También se evidenció que con base a la clasificación de la movilidad es factible adaptar la dinámica de ejercitación, ajustando el nivel de esfuerzo que se aplica a la articulación de carga y reduciendo la posibilidad de sufrir un evento adverso a la salud, al detectar y controlar señales de fatiga durante el transcurso del juego, proveyendo de un nivel de ejercitación percibida adecuado y atractivo de acuerdo a su capacidad de movimiento. Se estableció cómo es factible mejorar el control de intensidad, velocidad, duración y volumen de ejercicio.

Se establecen cuatro recomendaciones de diseño que pretenden mejorar el apego al juego, un conjunto de acciones a aplicar en cada una de ellas y la forma en que estas acciones se verán reflejadas en el diseño de la dinámica de ejercitación.

6.5 Trabajo Futuro

Se ha establecido la importancia que tiene proveer actividades físico recreativas que tomen en cuenta las características del adulto mayor y el importante rol que juegan los *exergames* en este aspecto. A continuación, se enumera el trabajo futuro a realizar.

- Conformar un proyecto de investigación, contemplando un equipo de trabajo multidisciplinario, donde se analicen las cuatro dimensiones de la adaptabilidad considerando los siguientes aspectos:
 - (1) Evaluación de los efectos, a largo plazo, sobre la movilidad del adulto mayor del uso de un *exergame* que personaliza el movimiento y adecua el esfuerzo según la movilidad del jugador.
 - (2) Profundizar en los efectos anímicos y de generación de sentimientos positivos cuando se nivela a pares con movilidades muy distintas o a jugadores de otros grupos etarios.
 - (3) Identificar problemas de usabilidad y evaluar la experiencia de uso, bajo condiciones contraladas de laboratorio, de un *exergame* que utiliza diferentes dinámicas de ejercitación y que incrementa la intensidad de movimiento llevando al límite de su capacidad al adulto mayor; bajo los criterios establecidos en la presente tesis

- Evaluar el uso del modelo de la adaptabilidad en un *exergame* que evalúe el ritmo cardiaco de una persona y establezca un control sobre el nivel de fatiga
- Desarrollar con un grupo de diseñadores de videojuegos un marco de trabajo para la construcción de *exergames* adaptativos, que permita diseñar y probar un *exergame* adaptativo tomando en consideración las recomendaciones de diseño vertidas en la presente tesis.

Literatura citada

- Acosta, C., Dávila, M., Rivera, M., & Rivas, J. (2010). Daily Life Activities and Successful Aging. En INGEN, *Human Aging, a Transdisciplinary Vision* (págs. 147-156). City of Mexico: INGEN.
- Adelman, C. (1993). Kurt Lewin and the Origins of Action Research. *Educational Action Research*, 7-24.
- Alba Romero, C., Gorroñoigoita Iturbe, A., Litago Gil, C., Martín Lesende, I., & Luque Santiago, A. (2001). Actividades preventivas en los ancianos. *Atención Primaria*, 171-173.
- Arreguín-González, J. (2013). Sinapsis y memoria procedimental. *Arch Neurocién (Mex)*, 148-153.
- Ary, D., Cheser, L., & Sorensen, C. (2010). *Introduction to Research in Education*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Avila-Funes, J., & Aguilar-Navarro, S. (2007). El Síndrome de la Fragilidad en el Adulto Mayor. En *Antología Salud del Anciano (parte 2)* (Vol. 7, págs. 12-18). Cd. de México: Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina. UNAM.
- Bandura, A. (2004). Health Promotion by Social Cognitive Means. *Health Education & Behavior*, 143-164.
- Barraza, A., & Castillo, M. (2006). *El envejecimiento*. Universidad austral de Chile.
- Baskerville, R., & Wood-Harper, T. (1996). A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology*, 235-246.
- Bianchi-Berthouze, N. (2010). Does Body Movement affect the Player Experience. *KEER2010*, 1-11.
- Bianchi-Berthouze, N., Woong, W., & Patel, D. (2007). Does Body Movement Engage You More in Digital Game Play? and Why? *Affective Computing and Intelligent Interaction Lecture Notes in Computer Science*, 4738, 102-113.
- Biddiss, E., & Irwin, J. (2010). Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch Pediatric Adolescents Medicine*, 664-672.
- Blackler, F. (1988). Information technologies and organizations: lessons from the 1980s and issues for the 1990s. *Journal of Occupational Psychology*, 113-127.
- Bleser, G., Steffen, D., Weber, M., Hendeby, G., Stricker, D., Fradet, L., Carré, F. (2013). A personalized exercise trainer for the elderly. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 547-562.
- Bogost, I. (2005). The rhetoric of exergaming. *Paper presented at the Proceedings of the Digital*. Copenhagen, Denmark.
- Boissy, P., Brére, S., Tousignant, M., & Rousseau, E. (2007). The eSMAF: a software for the assessment and follow-up of functional autonomy in geriatrics. *BMC Geriatrics*, 7(2), 1-14.
- Börg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 377-381.
- Bortz, W. (1894). The Disuse Syndrome. *Western Journal of Medicine*, 691-694.

- Brox, E., Fernandez-Luque, L., & Tollefsen, T. (2011). Healthy Gaming-Video Game Design to promote Health. *Applied Clinical Informatics*, 128-142.
- Brox, E., Luque, L., Evertsen, G., & Hernandez, J. (2011). Exergames for Elderly Social Games to persuade seniors to increase physical activity. *5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*, (págs. 546-549). Dublin.
- Calvillo-Gamez, E. (2009). *On the Core Elements of Experience of Playing Video Games A dissertation in partial fulfillment of the requirements fro the degree of Doctor of Phylosophy*. London: UCL.
- Camacho-Solís, R., Gámez-Mier, C., Flores-Grimaldo, A., & Guerrero-Nava, G. (2010). Programa de envejecimiento Activo. En *Envejecimiento Humano una visión interdisciplinaria* (págs. 393-402). Cd. de México: INGER.
- Campbell, T., Ngo, B., & Fogarty, J. (2008). Game Design Principles in Everyday Fitness Applications. *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work* (págs. 249-252). San Diego: ACM.
- Ceballos, G. (2012). *Actividad física en el adulto mayor*. Ciudad de México: Editorial Manual Moderno.
- Chávez-Samperio, J., Lozano-Dávila, M., Lara-Esqueda, A., & Velázquez-Monroy, O. (2002). *The Physical Activity and the Sport in the Older Adult Physiological Basis*. Ciudad de México: Mexican government.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Flatarone, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1510-1530.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.
- Curle, A. (1949). *A theoretical approach to action research*. *Human Relations*, 269-280.
- Davison, M., Martinsons, M., & Kock, N. (2004). Principles of canonical research. *Journal Information Systems*, 14, 65 - 86.
- de Gracia, M., & Marcó, M. (2000). Efectos psicológicos de la actividad física en personas mayores. *Psicothema*, 285-292.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Dickens, L., & Watkins, K. (1999). Action research: rethinking Lewin. *Management Learning*, 127-140.
- Doyle, J., Bailey, C., Dromey, B., & Scanail, C. (2010). BASE - An interactive technology solution to deliver balance and. in *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) 4th International Conference*, (págs. 1-5).
- Fuchs, R., Goehner, W., & Seeling, H. (2011). Long-Term Effects of a Psychological Group Intervention on Physical Exercise and Health: MoVo Concept. *Journal of Physical Activity and Health*, 794-803.
- Gao, Y., & Mandryk, R. (2012). The acute cognitive benefits of casual exergame play. *Proceedings of the ACM conference on human factors in computing systems (CHI)* (págs. 253-274). Austin: ACM.

- Garcia, J., Felix, K., & Lawrence, E. (2011). Serious Games to Improve the Physical Health of the Elderly: A Categorization Scheme. *CENTRIC 2011; The Fourth International Conference on Advances in Human-Oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services, Octubre 2011*, 64-71.
- Gerling, K., Livingstone, I., Nacke, L., & Mandryk, R. (2012). Full-Body Motion-Based Game Interaction for Older Adults. *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems -CHI '12*.
- Gerling, K., Schild, J., & Masuch, M. (2011). Exergaming for Elderly: Analyzing Player Experience and Performance. *In Mensch & Computer 2011*. Chemnitz, Germany.
- Gerling, K., Schild, J., & Masuch, M. (2011). When Gaming is not Suitable for Everyone: Playtesting Wii Games with Frail Elderly. *1st. Workshop on Game Accesibility: Xtrem Interaction Design (FDG2011)*. Bordeaux, France.
- Gerling, K., Schulte, F., & Masuch, M. (2011-B). Designing and Evaluating Digital Games for Frail Elderly Persons. *International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (págs. 1-8). Lisboa: ACM.
- Gillian, B., Galna, B., & Rochester, L. (2014). The role of exergaming in Parkinson's disease rehanilitation: a systematic review of the evidence. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1-17.
- González-González, C. (2010). Demografía del envejecimiento: argumentos, problemas, temas no cubiertas y horizonte de investigación en méxico. En Instituto Nacional de Geriatria, *Envejecimiento Humano una visión interdisciplinaria* (págs. 305-314). Ciudad de México: Instituto Nacional de Geriatria.
- Gracia de, M., & Marcó, M. (2000). Efectos psicológicos de la actividad física en personas mayores. *Psicothema*, 285-292.
- Grams, D. (2001). *Rudiments in the use of "Grounded Theory" a work guide*. Vancouver: University of British Columbia.
- Gutierrez-Robledo, L. (2010). Mexico y la revolución de la longevidad. En Instituto Nacional de Gereatria, *Envejecimiento Humano una visión transdisciplinaria* (págs. 21-36). Ciudad de México: Instituto Nacional de Gereatria.
- Hall, C., & Brody, L. (1999). *Therapeutic Exercise Moving Toward Function*. USA: Lippincott Williams & Wilkins Inc.
- Harley, D., Fitzpatrick, G., Axelrod, L., White, G., & McAllister, G. (2012). Making the Wii at home: Game play by older people in sheltered housing. *6th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering*. Klagenfurt.
- Hayes, G. (2011). The relationship of Action Research to Human-Computer Interaction. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 18(2), 15-34.
- Holtzblatt, K., Wendell, J., & Wood, S. (2005). *Rapid Contextual Design*. San Francisco: Elsevier.
- Hüter-Becker, A., Schewe, H., Heipertz, W., & Kirchner, P. (2003). *Physiotherapy description of the techniques and treatment*. Barcelona, España: Paidobro.

- INEGI. (2015). *Resultados Definitivos de la Encuesta Intercensal*. Cd. de México: INEGI.
- Instituto Nacional de Geriatria. (30 de septiembre de 2015). *Envejecimiento*. Obtenido de <http://www.geriatria.salud.gob.mx/contenidos/menu5/envejecimiento.html>
- Instituto Nacional de Geriatria. (2012). *Aspectos Moleculares del Envejecimiento*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Geriatria.
- Kampmann, W. (2003). Playing and Gaming Reflections and Classifications. *The international journal of computer game research*, 1.
- Larsen, L., Schou, L., Hautop, H., & Langberg, H. (2013). The Physical Effect of Exergames in Healthy Elderly A systematic Review. *Games for Health Journal*, 1-8.
- Lazar, J., Feng, J., & Hochheiser, H. (2010). *Research Methods in Human-Computer Interaction*. Glasgow, Great Britain: Wiley.
- Lenningham-Foster, L., Jensen, T., Foster, R., Redmond, A., Walker, B., Heinz, D., & Levine, J. (2006). Energy expenditure of sedentary screen time compared with active screen time for children. *Pediatrics*, 118, 1831-1835.
- Levi, L., & Anderson, L. (1980). *Psychosocial stress: population, environment and quality of life*. New York: S.P. Books Division of Spectrum Publications, Inc.
- Lieberman, D., Chamberlin, B., Medina, E., Franklin, B., McHugh, B., & Vafiadis, D. (2011). The Power of Play: Innovations in Getting Active. *Circulation*, 1-10.
- Lisbeth, H., Lone, S., Henrik-Hautop, L., & Henning, L. (2013). The physical effect of exergames in healthy elderly - a systematic review. *Games for Health Journal*, 1-8.
- López-Ridaura, R., & Perez-Zepeda, M. (2010). Menjo de enfermedades crónicas y sus complicaciones. En I. N. Geriatria, *Perspectivas para el desarrollo de la investigación sobre el envejecimiento y la gerontecnología en México* (págs. 66-90). Ciudad de México: Instituto Nacional de Geriatria.
- M. Hall, C., & Thein Brody, L. (1999). *Ejercicio Terapéutico Recuperación Funcional*. Badalona, España: Pidotribo.
- Marín L., P. (2004). Fragilidad en el adulto mayor y valoración geriátrica integral. *Reumatología*, 54-57.
- Martínez, E. (1998). La actividad física en el ámbito de la salud pública. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 140-153.
- Martínez, I., Benito-Peinado, P., & Cuperiro-Coto, R. (2011). *Pautas de actividad física para el entrenamiento en personas con sobrepeso y obesidad*. Medellín: Universidad de Antioquia Instituto Universitario de Educación Física.
- Martín-García, J. (13 de 03 de 2017). *Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas*. Obtenido de <https://cus.upc.edu/publicacions/prova/teoria-y-ejercicios-practicos-de-dinamica-de-sistemas>
- McCracken, G. (1988). *The Long Interview*. Newbury Park, Calif: Sage Publications.

- Monroy, A. (25 de 01 de 2017). *Aspectos psicológicos y psiquiátricos del adulto mayor*. Obtenido de AMAPSI Calidad Profesional en Psicología: <http://amapsi.org/web/index.php/articulos/196-aspectos-psicologicos-y-psiquitricos-del-adulto-mayor>
- Morgan, D., Krueger, R., & King, J. (1998). *The focus group kit*. Thousand Oaks, Calif.: SAGE.
- Mueller, F., & Isbister, K. (2014). Movement-Based Game Guidelines. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems* (págs. 2191-2200). Toronto, Canada: ACM.
- Mueller, F., Darren, E., Vetere, F., Gibbs, M., Agamanolis, S., Bongers, B., & Sheridan, J. (2011). Design Sports. A Framework for Exertion Games. *CHI'11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 2651-2660). ACM.
- National Institute on Aging. (2016 de Marzo de 2015). *National Institute on Aging Turning Discovery Into Health*. Obtenido de <https://www.nia.nih.gov/newsroom/2016/03/worlds-older-population-grows-dramatically>
- National Institute on Aging. (16 de 02 de 2016). *Health and Aging*. Obtenido de Exercise & Physical Activity: Your Everyday Guide from the National Institute on Aging: <https://www.nia.nih.gov/health/publication/exercise-physical-activity/introduction>
- National Institute on Aging. (2016-B). *Exercise & Physical Activity*. National Institute on Aging.
- Nelson, M., Rejeski, W., Blair, S., Duncan, P., Judge, J., King, A., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical Activity and Public Health in Older Adults. *Circulation*, 1094-1105.
- New South Wales Department of education and trining. (2010). *Action Research in education guidelines 2nd edition*. New South Wales: State of NSW, Department of Education and Training.
- Omholt, K., & Wearstad, M. (2013). *Exercise Games for Elderly People*. Norwegian University of Science and Technology.
- OMS. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra, Suiza.: Organización Mundial de la Salud.
- Orji, R., Vassileva, J., & Mandryk, R. (2014). Modeling the efficacy of persuasive strategies for different gamer types in serious games for health. *User Modeling and User-Adapted Interaction*.
- Pasch, M., Berthouze, N., van Dijk, B., & Nijholt, A. (2008). Motivations, Strategies, and Movement Patterns of Video Gamers Playing Nintendo Wii Boxing. *Workshop on Facial and Bodily Expressions for Control and Adaptation of Games, ECAG* (págs. 27-33). Amsterdam: EEMCS.
- Pietrzak, E., Cotea, C., & Pullman, S. (2014). Using commercial video games for falls prevention in Older Adults: the way for the future? *Journal of geriatric physical Therapy*, 166-177.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). *Interaction Design Beyond Human-Computer Interaction 4th edition*. West Sussex, U.K.: Wiley.
- Prochaska, J., & Velicer, W. (1997). The Transtheoretical Model of Health Behavior Change. *American Journal of Health Promotion*, 38-48.

- Qualitative Data Analysis. (23 de Noviembre de 2016). *Atlas.ti*. Obtenido de <http://atlasti.com/es/>
- Réjean, H., Guilbault, J., Desrosiers, J., & Dubuc, N. (2001). The functional Autonomy Measurement System (SMAF): A clinical-based instrument for measuring disabilities and handicaps in older people. *Geriatrics today*, 1-7.
- Roach, K., & Miles, T. (1991). Normal Hip and Knee Active Range of Motion: The Relationship to Age. *Physical Therapy Journal of the American Physical Therapy Association and de Fysiotherapeut Royal Dutch Society for Physical Therapy*, 71, 656-665.
- Rogers, Y., Preece, J., & Sharp, H. (2015). *Interaction design beyond human-computer interaction*. West Sussex: Wiley.
- Rose, D. J. (2005). *Balance and Mobility in older people*. Madrid: Paidobro.
- Rosenstock, I. (1974). The Health Belief Model and Preventive Health Behavior. *Health Education & Behavior*, 354-386.
- Schwarzer, R. (2008). Modeling Health Behavior Change: How to predict and Modify the Adoption and Maintenance of Health Behaviors. *Applied Psychology: An international Review*, 1-29.
- Secretaría de Salud. (2007). *Pgograma Nacional de Salud 2007-2012*. Ciudad de México: Gobierno de México.
- Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2015). *Beyond human-computer interaction 4th Edition*. Chichester, West Sussex: Wiley.
- Sinclair, J., Hingston, P., & Masek, M. (2007). Considerations for the design of exergames. *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia*. New York.
- Sinclair, J., Hingston, P., Masek, M., & Nosaka, K. (2010). Testing an exergame for effectiveness and attractiveness. *Games Innovations Conference (ICE-GIC), 2010 International IEEE Consumer Electronics Society's*. Hong Kong.
- Skalski, P., Tamborini, R., Shelton, A., Buncher, M., & Lindmark, P. (2011). Mapping the road to fun: Natural video game controllers, presence, and game enjoyment. *New media and society*, 224-242.
- Slater, M., & Garau, M. (2007). The use of Questionnaire Data in Presence Studies: Do Not Serious Likert. *Presence*, 447-456.
- Smith, S., Talaei-Khoei, A., Ray, M., & Ray, P. (2009). Electronic Games for Aged Care and Rehabilitation. *Healthcom 2009. 11th International Conference on*, (págs. 42-47).
- Soucie, J., Wang, C., Forsyth, A., Funk, S., Denny, M., Roach, K., & Boone, D. (2011). Range of motion measurements: reference values and a database for comparison. *Haemophilia*, 17, 500-507.
- Stegeman, I., Otte-Trojel, T., Costongs, C., & Considine, J. (2012). *Healthy and Active Ageing*. A report commissioned by Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA). Brussels: EuroHealthNet.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, Calif: SAGE Publications.

- Suarez, H., & Arocena, M. (2009). Las alteraciones del equilibrio en el adulto mayor. *Revista Medica Clínica CONDES*, 401-407.
- Susman, G., & Evered, R. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Sciences Quarterly*, 582-603.
- Swann-Sternberg, T., Singh, A., Bianchi-Berthouze, N., & Williams, A. (2012). Emotion and pain: interactive technology to motivate physical activity in people with chronic pain. *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (págs. 2441-2446). Austin, Texas: CHI'EA'12.
- Taboadela, C. (2007). *Goniometry A Tool for the Evaluation of Labor Disabilities*. Buenos Aires, Argentina: ASOCIART.
- University of Rochester Medical Center. (26 de Febrero de 2017). *What is Morbid Obesity?* Obtenido de <https://www.urmc.rochester.edu/highland/bariatric-surgery-center/questions/morbid-obesity.aspx>
- Uzor, S., & Beillie, L. (2013). Exploring & Designing tools to enhance falls rehabilitation in the home. *CHI 2013* (págs. 1233-1242). Paris: ACM.
- van Diest, M., Lamoth, C., Stegenga, J., Verkerke, G., & Postema, K. (2013). Exergaming for balance training for elderly: state of the art and future developments. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 1-12.
- Velazquez, A., Campos-Francisco, W., García-Vazquez, J., Lopez-Nava, H., Rodríguez, M., Perez-San Pablo, A., Favela, J. (2014). Exergames as Tools Used on Interventions to cope with Effects of Ageing. A Systematic Review. *Ambient Assisted Living and Daily Activities, 6th International Work-Conference, IWAAL*. Belfast, UK: Springer.
- Voida, A., & Greenberg, S. (2009). Wii All Play: The Console Game as a Computational Meeting Place. *CHI '09 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 1559-1568). Boston, MA: ACM.
- Wiemeyer, J., & Kliem, A. (2012). Serious games in prevention and rehabilitation - a new panacea for elderly people? *European Review of Aging and Physical Activity*, 41-50.
- Wiemeyer, J., Deutsch, J., Malone, L., Deutsch, J., Swartz, M., Xiong, J., & Zhang, F. (2015). Recommendations for the Optimal Design of Exergame Interventions for Persons with disabilities. *Games for Health: Research, development and clinical applications*, 58-62.
- Wilson-Escalante, K., Sánchez-Rodríguez, A., & Mendoza-Nuñez, V. (2009). Sedentarismo como factor de riesgo de trastornos depresivos en adultos mayores. Un estudio exploratorio. *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 244-247.
- Wollersheim, D., Merkes, M., Shields, N., Liamputtong, P., Wallis, L., Reynolds, F., & Koh, L. (2010). Physical and Psychosocial Effects of Wii Video Game Use among Older Women. *International Journal of Emerging Technologies and Society*, 85-98.
- World Health Organization. (1976). *International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps: A manual of classification relating of the consequences of disease*. Geneva: WHO.

World Health Organization. *Obesity*. Obtenido el 13 de marzo de 2017 de <http://www.who.int/topics/obesity/en/>

Yi-Te, L., Shang-Ti, C., I-Tsun, C., & Shiou-Ru, C. (2012). A comparasion of differences in Wii performance and perceived life quality among physical active and inactive aging males in the community. *Fourth IEEE international conference on digital game and intelligent toy enhaced learning* (págs. 207-211). Takamatsu, Japan: IEEE.

Zapata, H. (2001). Adulto Mayor: participación e identidad. *Revista de Psicología de la Univesidad de Chile*, 189-197.

ANEXO 1.

Protocolo de la entrevista realizada a especialistas en el envejecimiento humano.

PROTOCOLO DE LA ENTREVISTA ESPECIALISTAS.

Escenario:

Fecha

Lugar

Hora

Entrevistador

Datos Personales:

Nombre del entrevistado

Sexo

Edad

Profesión

Institución

Años de experiencia en el puesto

Años de experiencia laboral

Preguntas de Investigación.

¿Cuáles son características de un adulto mayor?

¿Qué aspectos deben ser tomados en cuenta en un programa de reactivación física para mejorar, recuperar, mantener e incrementar las capacidades físicas del adulto mayor?

¿Qué aspectos psicológico-sociales deben ser tomados en cuenta en un programa de reactivación física para mejorar la aceptación del adulto mayor?

¿Cómo lograr recuperar, mantener y/o mejorar las capacidades físicas de un adulto mayor con problemas de balance?

PREJUICIOS.

1. Los adultos mayores nunca están completamente sanos
2. Todo adulto mayor sufre un deterioro físico, parte fisiológico y parte patológico
3. En México los adultos mayores viven generalmente con sus familiares
4. El adulto mayor tiende al aislamiento

5. Al convivir el adulto mayor con personas jóvenes, el adulto mayor se reactiva y se siente más vivo
6. La mayoría de los adultos que participan en actividades de reactivación o son adultos previos a la vejez (50-65 años) o son adultos mayores jóvenes (65-75 años)
7. Los adultos mayores sufren un tipo de discriminación solo por tener la edad que tiene lo que provoca un daño en su orgullo y autoestima
8. Los adultos mayores quieren motivarse para mejorar su salud, pero normalmente no encuentran como hacerlo
9. El adulto mayor tiende a abandonar los programas de reactivación física
10. El adulto mayor tiende a abandonarse físicamente
11. En la mayoría de los casos la persona llega a su etapa de adulto mayor con un deterioro fuerte producto de enfermedades
12. La mayoría de los adultos mayores sufren de enfermedades crónico degenerativas
13. El adulto mayor valora realizar otro tipo de actividades más que el ejercicio
14. En el adulto mayor hay una tendencia natural a estar deprimidos (aun cuando esta sea leve)
15. Un adulto mayor sufre en menor o mayor grado dolor
16. El adulto mayor piensa ¿ya para qué hacer ejercicio?
17. El adulto mayor siente que le queda poco tiempo y que todas las actividades a las que les dedica tiempo son prioritarias, aun cuando estas sean triviales
18. El adulto mayor siente que la familia ya no le hace caso
19. El adulto mayor disfruta lo mismo que en cualquier otra edad de los juegos
20. Las motivaciones que tiene un adulto mayor para jugar son totalmente diferentes a las de un adolescente para jugar
21. El adulto mayor siempre está pensando en el pasado
22. El pensar en el futuro para el adulto mayor es estresante
23. Todos los adultos mayores tienen en menor o mayor grado problemas de equilibrio
24. Al igual que en cualquier otra edad la capacidad física que permite mantener el equilibrio se puede mejorar
25. Al adulto mayor le da pánico la idea de caerse
26. El adulto mayor no conoce cuáles son los ejercicios que le permitirían mejorar su balance
27. Los ejercicios terapéuticos son aburridos y nada atractivos para el adulto mayor
28. Cuando los adultos mayores hacen ejercicio en grupo se sienten más motivados
29. Para el adulto mayor es molesto tener que depender de un tercero para realizar sus ejercicios de rehabilitación

Guía.

Buenos días. Estamos realizando una serie de entrevistas para identificar las características físicas, psicológicas y sociales que tienen los adultos mayores; para tomarlas en cuenta al diseñar programas de reactivación física general y particularmente para problemas de salud que afectan el balance del adulto mayor.

Características físicas del Adulto Mayor.

1. ¿Cuáles son las características, en términos de capacidad física, de la etapa de la vejez?
2. En el entendido de que la vejez tiene implícito un deterioro natural de las capacidades físicas ¿Podría Ud. profundizar cuales son las condiciones físicas que se consideran necesarias para decir que un adulto mayor está sano? y ¿Qué factores ayudan a que el adulto mayor se mantenga sano?
3. ¿El que un adulto mayor sea sano aumentará o reducirá sus deseos de participar en un programa de reactivación física?
4. ¿Cómo se puede vencer la renuencia de un adulto mayor a participar en un programa de reactivación física, cuando se argumenta que no se tiene tiempo para ello?
5. ¿Qué características debe tener un plan de reactivación física para serle atractivo a un adulto mayor? y ¿Qué elementos debe reunir para que el adulto mayor realmente se vea beneficiado por él?
6. Cuando el adulto mayor no tiene la costumbre de ejercitarse ¿Cómo se le puede ayudar a convencerse a sí mismo que puede realizar una actividad física que antes no se atrevía a realizar?
7. Cuando un adulto mayor realizó deporte toda su vida, y se ha alejado del ejercicio ¿Cómo puede este antecedente coadyuvar a una mejor respuesta al programa? ¿Qué efectos pueden llegar a tener el deseo de competencia, propio de estas personas?
8. ¿Qué características generales deben tener los ejercicios para un adulto mayor?
9. ¿Cuáles son los problemas cerebrales que disminuyen la capacidad de un adulto mayor para participar en un programa de reactivación física?
10. ¿Se puede integrar a los adultos mayores que han sufrido problemas cerebrales a programas de reactivación física con adultos mayores que no tienen ese tipo de problemas?
 - 10.1. Sí. ¿Qué consideraciones se deben tomar en cuenta?
 - 10.2. No. ¿Por qué?
 - 10.3. ¿Qué características debe tener un programa especializado para este tipo de personas?

Características psicológicas del adulto mayor

11. ¿Cuáles considera Ud. que son las características, en términos psicológicos, de la etapa de la vejez?

12. En el entendido de que la vejez tiene implícito un deterioro natural de las capacidades del individuo ¿Podría Ud. profundizar en cuáles son las condiciones psicológicas de un adulto mayor sano? y ¿Qué factores ayudan a que el adulto mayor se mantenga psicológicamente sano?
13. ¿Puede un adulto mayor llegar a pensar que el ejercicio le perjudica más que ayudarlo?
 - 13.1. Sí. De acuerdo a su experiencia ¿Por qué?
 - 13.2. De acuerdo a su experiencia ¿De qué forma se puede apoyar psicológicamente a un adulto mayor a enfrentar barreras que supone no puede superar?
14. ¿Cómo se puede ayudar al adulto mayor a superar el sentimiento de jubilación o retiro hacia la actividad física?
15. ¿cómo se puede pasar de “estoy inactivo” pero como me gustaría “activarme físicamente”, a sentir como una urgencia el reactivarse físicamente?
16. ¿Cómo se puede ayudar al adulto mayor a vencer el sentimiento de que el ejercicio representa un reto que no puede ganar?
17. ¿Cómo se puede modificar la perspectiva, en el adulto mayor, de que la reactivación tiene menos importancia que otras de sus actividades?
18. ¿De qué forma se puede apoyar al adulto mayor para pasar de un propósito de reactivarse físicamente a tener un compromiso consigo mismo?
19. ¿Cómo se puede hacer que el adulto mayor pase de simplemente querer experimentar un programa de reactivación física a convertir el ejercicio en un componente básico de su vida diaria?
20. ¿Cuáles son los factores que harán que decaiga la motivación inicial del adulto mayor a participar en un programa de reactivación física?
21. ¿Cómo puede alentar o desalentar en su propósito de reactivarse físicamente, el que haga el ejercicio junto con otros adultos mayores? y ¿con jóvenes?
22. ¿Es conveniente hacer hincapié al adulto mayor que el deterioro físico que él detecta se acelera, y no se puede eliminar si en este momento no hace nada?
 - 22.1. Sí. ¿De qué forma se le debe decir?
 - 22.2. No. ¿Por qué no se le debe decir?
23. ¿Se puede hacer algo cuando un adulto mayor decide que las actividades deportivas y las obligaciones familiares no pueden convivir en el mismo techo?
 - 23.1. Sí. ¿Qué se puede hacer?
 - 23.2. No. ¿Por qué no se puede hacer nada?
24. ¿Cuándo los achaques siguen y el ejercicio parece no reportar nada, que estrategia se debe seguir para que el adulto mayor siga con su programa de reactivación física?
25. ¿Cuál es la actitud de un adulto mayor hacia el juego recreativo? y ¿a los video juegos?

26. ¿Puede el aspecto lúdico influenciar positivamente la aceptación de un programa de reactivación física?
- 26.1. Si así lo es ¿Podría explicar de qué forma?
- 26.2. Si no lo es ¿Podría especificar por qué no?

Características de socialización del adulto mayor

27. ¿Podría especificar cómo se ven afectadas las relaciones sociales de un adulto mayor por el deterioro natural de su capacidad física producto del envejecimiento?
28. ¿Socialmente hablando, cuál es la importancia de que un adulto mayor mantenga su independencia para realizar las actividades de la vida diaria?
29. ¿Cuáles son las necesidades que no cubre el adulto mayor al dejar de socializar?
30. ¿Incluir a la familia en el plan de reactivación del adulto mayor mejoraría la aceptación del programa?
- 30.1. Sí. ¿Cuál es el rol que jugaría la familia en la reactivación física del adulto mayor?
- 30.2. ¿Qué efectos tendría en el adulto mayor que el plan de reactivación física le permitiera mejorar la convivencia familiar?
- 30.3. ¿Cuáles serían los principales obstáculos que habría que vencer para que la familia quisiera participar en el plan de reactivación?
- 30.4. ¿Qué opinión tiene sobre incluir a los niños en los planes de reactivación física de adultos mayores?
- 30.5. No. ¿Por qué razones no mejoraría la aceptación del plan?
31. ¿Cómo puede, los programas de activación física, promover la socialización entre los adultos mayores?
32. ¿Qué importancia tiene el que el adulto mayor se interese por actividades sociales como ir a clases de baile y disciplinas como el yoga o el tai-chi?
33. ¿Qué es lo que hace que un adulto mayor decida a participar en este tipo de actividades? y ¿Cómo se le puede apoyar para que se decida?
34. El rol socializante que produce un video juego (exergame) entre padres e hijos ¿Puede extenderse al adulto mayor?
- 34.1. Sí. ¿En qué forma el adulto mayor pudiese sentirse incluido en este círculo?
- 34.2. No. ¿Por qué no?
35. En el caso particular de adultos mayores viviendo en casas hogar ¿Cuáles son las consideraciones que deben tomarse en cuenta en estos casos?

Aspectos generales a evaluar en el adulto mayor.

RECUPERACIÓN.

36. ¿Está el adulto mayor discapacitado para reactivarse físicamente?
- 36.1. Sí. ¿Me puede indicar qué factores imposibilitan al adulto mayor a recuperarse físicamente y profundizar en cada uno de ellos? (explorar los siguientes factores)
- a) Físicos
 - b) Factores del entorno (externas al adulto mayor)
 - c) La autoestima
 - d) Algún tipo de discriminación
 - e) Depresión
 - f) Edad
 - g) Otros (especifique)
- 36.2. No. Entonces ¿De acuerdo a su experiencia existiría algún obstáculo, no impedimento, para que un adulto mayor recupere sus capacidades físicas?
- 36.2.a.1. ¿Cuál sería éste obstáculo?
37. ¿Qué debemos entender cuando decimos que se quiere que el adulto mayor recupere su capacidad física?
38. ¿Qué consideraciones deben tomarse en cuenta, para que los objetivos, que el propio adulto mayor marca en su recuperación física, sean alcanzables?
39. ¿Es posible definir la salud integral de un adulto mayor (abarcando los aspecto físico, social y psicológico) en términos de una escala?
- 39.1. Sí. ¿Qué debería de contemplar dicha escala?
- 39.2. No. ¿Por qué no?
40. ¿Se debe diseñar un plan de reactivación física personalizado para cada adulto mayor?
- 40.1. Sí, ¿Cuáles son las condiciones que obligan a personalizar el plan?
- 40.2. ¿Cuáles son los principales parámetros a tomar en cuenta?
- 40.3. No, ¿Qué enfoque se le debe dar a un programa de reactivación física general para adultos mayores?
- 40.4. ¿Cuáles son los principales parámetros a tomar en cuenta?
41. ¿Qué aspectos físicos son los más relevantes a evaluar cuando se trata de evitar caídas del adulto mayor?

MANTENIMIENTO.

42. ¿Cuáles son los aspectos más importantes a trabajar en un programa de reactivación física que pretende mantener la capacidad física que tiene actualmente un adulto mayor?
43. ¿Cuál sería una estrategia adecuada para mantener motivado al adulto mayor a seguir participando en el programa de reactivación física?
44. ¿Es posible evaluar los resultados de un programa de reactivación fuera del laboratorio, por ejemplo en el hogar?
- 44.1. Sí. ¿Cómo se haría una evaluación de este tipo?
- 44.2. ¿Qué aspectos se deben evaluar?
- 44.3. ¿Durante cuánto tiempo sería conveniente prolongar la evaluación?
- 44.4. ¿Cuál sería la mejor forma de retroalimentar al adulto mayor sobre los beneficios del programa de reactivación física?
- 44.5. ¿Cuál sería la mejor forma de motivar al adulto mayor a continuar adelante con el programa?
- 44.6. No, ¿Cuáles son las razones por las cuales no se le puede evaluar de esta forma?

MEJORA.

45. ¿Defina Ud. qué se consideraría una mejora en la capacidad física del adulto mayor?
46. ¿Existen escalas que permitan evaluar si el adulto mayor tiene una mejoría en su capacidad física, que no solo implique el desempeño al realizar un ejercicio dado?
- 46.1. Sí. ¿En qué consiste esta evaluación?
- 46.2. No. ¿Puede conformarse una evaluación de este tipo?
- 46.2.a.1. Sí. ¿Qué debe contener una evaluación de este tipo?
- 46.2.a.2. ¿Qué tipo de elementos se evaluación?
- 46.2.a.3. ¿Qué tipo de escalas se deberían manejar?
- 46.2.a.4. No. ¿Por qué no se puede realizar una evaluación de este tipo?

PROBLEMAS DE SALUD EQUILIBRIO.

47. ¿Cuáles son las principales causas de que el adulto mayor se caiga?
48. De acuerdo a su experiencia ¿En qué forma los problemas de pérdida de equilibrio en el adulto mayor incrementa la probabilidad de caídas?
49. ¿Puede evitarse que un adulto mayor sufra caídas?
- 49.1. Sí ¿Cómo?

- 49.2. ¿Qué papel juega la reactivación física para que el adulto mayor no se caiga?
- 49.3. ¿Puede un programa de reactivación física mejorar la capacidad de mantener el equilibrio de un adulto mayor?
- 49.3.a.1. Sí. ¿Cómo?
- 49.3.a.2. No. ¿Por qué no?
- 49.4. No. ¿Por qué no?
50. ¿Qué efectos puede tener el incluir ejercicios terapéuticos de mejora del equilibrio en un plan de reactivación física para adultos mayores sanos?
51. ¿Qué características tienen los ejercicios terapéuticos que sirven para mejorar el equilibrio?
52. ¿Hasta qué punto un ejercicio terapéutico puede incluirse en un plan de reactivación física que no incluya la presencia física del terapeuta?

Elementos de un juego serio para mejorar la condición física del adulto mayor.

53. De acuerdo a su opinión ¿Qué tipo de juegos pueden llamar la atención de los adultos mayores?
54. ¿Con qué argumentos se le debe presentar un juego, que implique actividad física, a un adulto para que éste acepte participar?
55. ¿Les gustan los videojuegos a los adultos mayores?
56. Sí. ¿Por qué razones les gustan?
57. ¿Qué características debe tener un video juego para que lo acepte un adulto?
58. No. ¿Qué actitud se debe esperar de un adulto mayor hacia los videojuegos?
59. ¿Qué opinión tiene Ud. sobre que se hagan video juegos para adultos mayores?
60. ¿Puede un video juego (exergame) ser un apoyo dentro de un programa de reactivación física?
- 60.1. Sí. ¿Qué consideraciones se deben tomar en cuenta para poner a jugar un video juego a un adulto mayor?
- 60.2. ¿La literatura dice que un video juego tienen características socializantes, puede aplicar esto a grupos de adultos mayores?
- 60.2.a.1. Sí. ¿Cómo aprovechar estas características cuando se trata del adulto mayor y su familia?
- 60.2.a.2. ¿Cómo aprovechar estas características cuando se trata del adulto mayor en un grupo de adultos mayores?
- 60.2.a.3. No. ¿Por qué no?
- 60.3. No. ¿Por qué?

¿Qué opinión tiene Ud. de que los videojuegos integren dinámicas basadas en ejercicios terapéuticos para mejorar el balance de un adulto mayor?

ANEXO 2.

Categorías extraídas del Estudio Contextual (marco de trabajo).

A.2.1 Características de la actividad física para el adulto mayor

Todo exergame para adultos mayores que no funcione como una herramienta clínica bajo estricta supervisión médica debe proveer una actividad físico-recreativa, que divierta y permita un ejercicio suplente al real. Este ejercicio se debe desarrollar sin o con poca supervisión presencial de un entrenador especializado, fisioterapeuta o médico. Para ello el diseño del exergame y la intervención deben considerar los siguientes aspectos:

A.2.1.1 Actividad física adecuada

Preferencias Personales.

Criterios para que el ejercicio sea aceptado por el Adulto Mayor:

- (1) El exergame debe establecer claramente si el ejercicio promovido está dirigido a personas frágiles o sanas. En caso de que el adulto mayor sufra afectaciones graves en todos sus sistemas, o haya pérdida significativa de masa muscular, fuerza muscular, afectaciones fuertes en postura, equilibrio y marcha, se le debe considerar como una persona frágil y el ejercicio no deberá responder a las preferencias personales sino a un ejercicio clínico-terapéutico bajo estricta supervisión del especialista médico orientado específicamente a mejorar la movilidad de una parte específica del cuerpo. Si este no es el caso, entonces el exergame debe tomar al adulto mayor como sano basar más el ejercicio en preferencias personales. Tomando en cuenta que siempre existirán limitaciones físicas relacionadas al envejecimiento natural o el efecto moderado de enfermedades crónicas degenerativas que no forzosamente tendrá implicaciones graves al realizar ejercicio (Chávez-Samperio, Lozano-Dávila, Lara-Esqueda, & Velázquez-Monroy, 2002), (Hüter-Becker, Schewe, Heipertz, & Kirchner, 2003), (Camacho-Solís, Gámez-Mier, Flores-Grimaldo, & Guerrero-Nava, 2010) (Avila-Funes & Aguilar-Navarro, 2007), (Rose, 2005). La Figura 229 esquematiza la relación que hay entre la movilidad de una persona enferma estableciendo escalones de movilidad al compararla con la de una sana. A dichos escalones se les puede relacionar con la clasificación funcional del adulto mayor provista por la OMS y

partiendo de esta clasificación identificar un grupo objetivo de ejercicio de acuerdo a las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM por sus siglas en inglés) y la Asociación Americana de Cardiología (AHA por sus siglas en inglés) para así identificar el ejercicio más adecuado para cada condición.

Orientación médica del ejercicio

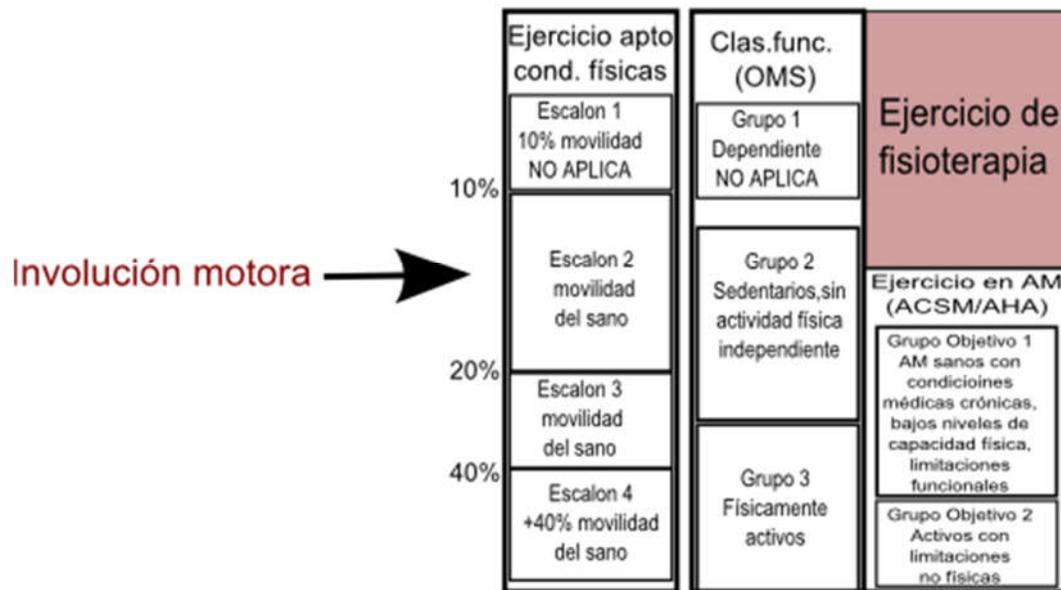


Figura 2. Movilidad de acuerdo a la escala de Graff y la Clasificación Funcional de la OMS. La primera columna (izquierda a derecha) establece que una movilidad por debajo del 10% de una persona sana no aplica en exergames sin una orientación fisioterapéutica y vigilancia médica constante. Mientras que con más allá del 10% podrán verse beneficiados de exergames con ejercicios menos limitados habiendo evaluado la capacidad de movimiento remanente.

- (2) Promover retos adecuados y motivantes, tomando en cuenta el tipo de actividades físicas que les gusta realizar. El grupo objetivo de ejercitación establece un contexto para el ejercicio más adecuado a la capacidad física remanente, esto permite identificar retos atractivos a la capacidad del adulto mayor. De acuerdo al análisis realizado en términos generales y cómo guías para el diseño de la experiencia de ejercitación usando el exergame se establece que:
- i. Los retos que implican mejorar la capacidad para caminar y/o incrementar la fuerza requerida para ponerse de pie son adecuados en todo adulto mayor; incluso en personas frágiles.
 - ii. Los que buscan mejorar la amplitud del arco de movilidad articular e incrementar la fuerza muscular, son recomendables siempre y cuando el ejercicio se centre en mantener la movilidad actual el mayor tiempo posible o incrementarla paulatinamente sin provocar dolor o daño; tomando en cuenta la Figura 229, si el arco es muy limitado es necesario centrarse en un ejercicio terapéutico bajo estricta supervisión médica.

- iii. Ejercicios que incrementan la capacidad para ponerse de pie, flexibilidad y balance requieren del suficiente equilibrio; por consiguiente, requiere detectar problemas neuronales que afectan el equilibrio, además de problemas propioceptivos fuertes. El ejercicio para incrementar la fuerza requerida para caminar y la introducción de ejercicio aeróbico impone además la necesidad de tomar en cuenta la capacidad cardiopulmonar, proveer diferentes grados de intensidad de movimiento antes de jugar además de ajustes durante el juego, considerar riesgos relacionados con tensión arterial y/o niveles de azúcar en sangre.
- iv. Por último, un ejercicio altamente demandante, aeróbico e isotónico, requieren de una evaluación precisa de la capacidad física y disponibilidad corporal para realizarlo, la guía de un entrenador experto, así como el establecimiento de metas bajo supervisión del entrenador especializado en adultos mayores. (Chodzko-Zajko, y otros, 2009), (Chávez-Samperio, Lozano-Dávila, Lara-Esqueda, & Velázquez-Monroy, 2002), (Ceballos, 2012) (National Institute on Aging, 2016), (Hüter-Becker, Schewe, Heipertz, & Kirchener, 2003), (Nelson, y otros, 2007), (Hall & Brody, 1999)

La Figura 30 relaciona todos estos criterios con el nivel de movilidad articular.

Adicionalmente, se debe considerar que a mayor edad cronológica existe una mayor probabilidad de sufrir un evento nocivo para la salud durante la ejercitación, por lo que la OMS establece que personas de 80 años y más de edad se les considera como frágiles por definición al determinar el ejercicio a realizar (Chávez-Samperio, Lozano-Dávila, Lara-Esqueda, & Velázquez-Monroy, 2002).

Movilidad de acuerdo a la escala de Graff		Ejercitación Percibida adecuada para el Adulto Mayor			
10%	Nivel 1 (sin movimiento o impedimentos fuertes de movimiento)	Zona de Resistencia (Escala Börg 1-13)	Reconstrucción del movimiento		Apoyo clínico
20%	Nivel 2 (Impedimentos incipientes o movilidad altamente limitada)		Fuerza Estática (ortoestática)	Incremento del RMA y fortalecimiento muscular	
40%	Nivel 3 (Hándicaps negativos evidentes de movimiento)	Zona de Fortalecimiento (Escala Börg 15-17) Ligeramente alto - Alto	Flexibilidad y Balance	Incremento fuerza dinámica (caminar) y aeróbico moderado	Grupo objetivo uno
	Nivel 4 (Movimiento ligeramente limitado)		Ejercicio altamente demandante (aeróbico and isotónico)		

Figura 30. Relación de la capacidad de movimiento articular, ejercitación percibida correspondiente y tipo de ejercicio correspondiente a ese nivel de intensidad.

Los exergames orientados a adultos mayores del grupo dos al utilizar metáforas que mentalmente se relacionen con ejercicio muy intenso, no deben buscar emular el mismo nivel de intensidad y complejidad del ejercicio real. Por el contrario el exergame deberá promover un ejercicio suplente al real donde la

relación *capacidad de movimiento – tipo de ejercicio*, mostrada en la Figura 30, sea adecuada a la capacidad real del jugador (Gerling, Schild, & Masuch, 2011), (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012).

Situación Física actual.

Al asignar una ejercitación siempre deberá realizarse una evaluación que establezca la capacidad física actual del adulto mayor, y que, aunque no haya una condición frágil permita:

La orientación hacia la fragilidad (manejarla o ralentizarla).

Promover actividad física centrada principalmente en mejorar el desempeño al realizar actividades de la vida diaria; tanto básicas como instrumentales. Las dinámicas de juego deben incluir la posibilidad de realizar ejercicio sentado, acostado y caminar (situación ideal). La ejercitación no debe centrarse en la velocidad del movimiento sino más bien en la ganancia de masa muscular y no debe utilizarse el ejercicio aeróbico. En el caso de personas con limitaciones muy fuertes, el ejercicio debe centrarse en movimientos de presión fina y emular actividades básicas de la vida diaria, proveyendo estímulos básicos como movimientos arriba-abajo o delante-atrás usando cierto miembro del cuerpo. En personas con mayor capacidad (fragilidad incipiente) se deben promover ejercicio de equilibrio, coordinación, fortalecimiento de las articulaciones y resistencia, enfocados principalmente a mejorar la capacidad de caminar. Se debe tomar en cuenta el uso de herramientas de transferencia de movimiento (andaderas, bastones, muletas, prótesis, etc.) al momento de diseñar la ejercitación.

A partir de los 75 años el ejercicio debe ser supervisado y al llegar a los 80 se debe considerar a la persona como frágil al asignar el tipo de ejercitación.

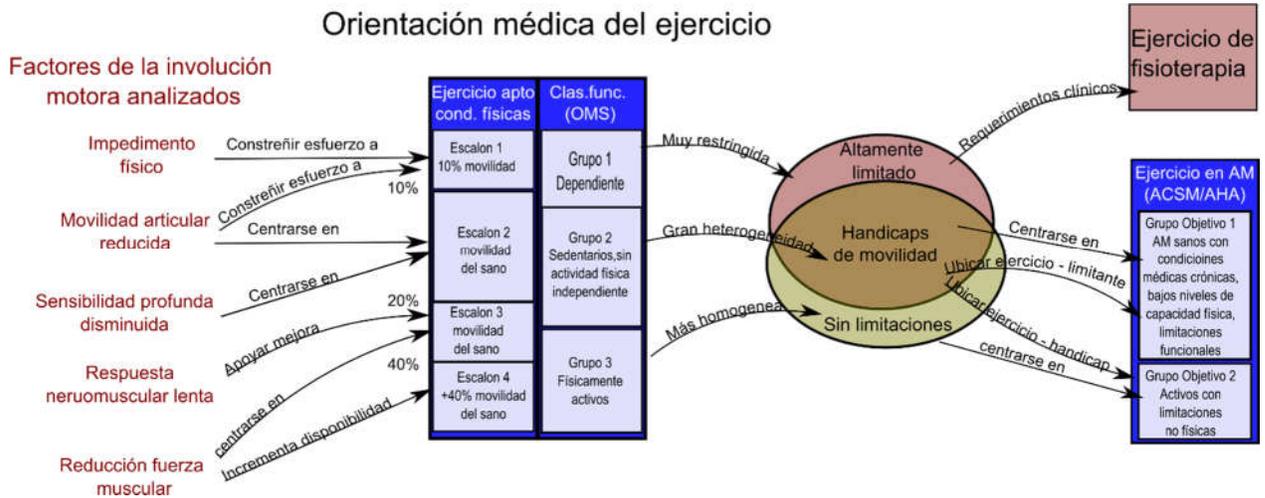


Figura 31. Orientación médica que el ejercicio promovido por un exergame debe tener tomando en cuenta la involución motora y el tipo de ejercicio adecuado basándose en la clasificación funcional de la OMS.

Crterios generales para la ejercitación adecuada en adultos mayores no frágiles.

La Figura 31 esquematiza los factores de la involución motora analizados y cómo cada factor conduce a un tipo de ejercicio adecuado. Por ejemplo, una articulación que presenta fuertes limitaciones llevará a un ejercicio clínico de fisioterapia mientras que una movilidad articular poco reducida puede centrarse más en un ejercicio que aplica también para una persona sana. Esto implica que si la capacidad de movimiento del jugador está por encima del esfuerzo requerido se aplica la ejercitación directamente, si está al mismo nivel se deben reducir los riesgos que implica la ejercitación y si está por debajo se deberá ajustar a la capacidad actual. Entonces el juego deberá promover un movimiento cómodo que minimice los efectos de las limitaciones detectadas ajustando el número de repeticiones, evitando el uso de un miembro enfermo o cambiando el tipo de ejercicio si ambos miembros están enfermos, determinando cuanto se debe avanzar en la línea ejercicio, estableciendo objetivos alcanzables y no exigiendo demasiado al jugador. De alguna forma el juego deberá proveer un ejercicio asistido con un manejo gentil. Promoviendo movimientos estables y el uso de herramientas que minimicen la posibilidad de una caída. Se debe evaluar la movilidad articular en miembros inferiores y al detectar limitaciones fuertes en éstos se debe evitar la dinámica de subir y bajar constantemente de plataformas. Si el jugador tiene menos de 71 años el juego debe permitir una mayor libertad seleccionando incluso movimientos de mayor intensidad de acuerdo a la capacidad individual de movimiento. La ejercitación promovida en exergames sin supervisión para adultos mayores deberá basarse en movimientos isométricos, los que aumentan la tensión muscular sin provocar variantes en la elongación del músculo, y no en ejercicio isotónico con carga (pesas).

No se deben promover movimientos rápidos sino por el contrario el movimiento debe ser más lento y corto, tampoco se debe brincar.

Se debe evitar el efecto atemorizante que puede provocar el uso de metáforas de deportes. Lo que se logra mostrando claramente el tipo de movimiento que se va a realizar, el cual estará personalizado y adaptado a la movilidad actual. En este sentido las metáforas que incluyen deportes que practicó anteriormente serán motivantes siempre y cuando la adaptación mantenga cierta reminiscencia del movimiento real del deporte ajustándolo a su capacidad de movimiento actual de tal forma que no represente un riesgo para la persona.

El juego deberá permitir descansar al jugador conforme el tiempo de juego transcurra, y deberá reducir la intensidad y fuerza requerida.

Además, dado que un movimiento nunca será igual a otro, el rastreo del movimiento deberá permitir cierta libertad en la ejecución dejando espacio a que el jugador se exprese (Mueller & Isbister, Movement-Based Game Guidelines, 2014). Esto ayudará a que el jugador a sentir que es igual de importante divertirse como ejercitarse durante el juego.

2.1.2 Impacto del soporte terapéutico

Evaluación antes de iniciar la ejercitación.

Como un requisito se debe hacer una evaluación que permita identificar el tipo de ejercicio de acuerdo al peso de la persona, a las condiciones físicas individuales de cada jugador y a la edad cronológica. Existen herramientas que permiten evaluar la capacidad funcional del adulto mayor y El sistema para Medir la Autonomía Funcional (SMAF por sus siglas en inglés) (Réjean, Guilbault, Desrosiers, & Dubuc, 2001) es un instrumento con base clínica que permite medir discapacidades y hándicaps en adultos mayores que incluye los siguientes niveles: (nivel 0) totalmente autónomo; (nivel 1) necesita supervisión o estimulación; (nivel 2) necesita ayuda; (nivel 3) dependiente. El SMAF evalúa la capacidad para desarrollar actividades básicas de la vida diaria, movilidad, capacidad de comunicación, funciones mentales y actividades instrumentales de la vida diaria (ver Anexo 6). La clasificación funcional de la OMS permite identificar las condiciones funcionales en adultos mayores para ser tomadas en cuenta antes de iniciar un programa de actividad física. Clasifica al adulto mayor en 3 grandes grupos: (1) Sujetos que han perdido su independencia funcional por razones físicas o psicológicas, (2) Individuos que no realizan actividad física regularmente, pero mantiene su independencia dentro de la comunidad y (3) Personas físicamente activas, teóricamente sanas y capaces de realizar las actividades de la vida diaria (ver Anexo 7).

La clasificación de la capacidad física del adulto mayor debe tomar en forma individual: el nivel de morbilidad, obesidad, función cardiaca adecuada, capacidad para realizar la actividad física seleccionada, nivel de demanda cardiopulmonar, rango de movilidad articular, fuerza muscular, habilidad conservada, capacidad de balance y equilibrio, posibles lastimaduras, y percepción alterada del movimiento. La forma más adecuada de medir estos factores es a través de la toma de improntas de movimiento y pruebas físicas simples que evidencien limitaciones en las funciones neuromotoras.

En base a esta clasificación se deberán evaluar condiciones graves que impidan la participación del jugador en el juego, identificar avances y retrocesos dentro del juego, establecer el incremento gradual dentro de una línea base de ejercitación proveyendo movimientos más complejos de acuerdo a la mejora de la movilidad, realizar el ejercicio sentado o no estando mucho tiempo en pie. Adicionalmente la clasificación deberá funcionar como guía para establecer los objetivos individuales dentro del ejercicio.

Efecto del deterioro físico.

En el caso de una movilidad clasificada como frágil (ver Figura 229) el ejercicio promovido debe funcionar como apoyo a una terapia específica, lo que forzosamente implicará el seguimiento de un especialista médico y eventualmente el seguimiento de la familia. Esta orientación deberá identificar el nivel de fragilidad determinando el impacto de la enfermedad y no tanto la presencia de la misma. La línea de ejercicio que guía el juego se centrará en mantener la capacidad funcional de la persona y no en otros aspectos (estéticos, de divertimento, competencia, etc.). Siempre debe evaluar la capacidad muscular; el nivel de equilibrio sus implicaciones y su recuperación paulatina; debe tener una orientación que incentive la sensación de *“tu puedes solo con el ejercicio promovido”*. En la Figura 32 se ejemplifica el uso de la línea base de ejercitación, en ella podemos ver como una persona cuya movilidad se haya en los límites de una fragilidad incipiente y la independencia funcional se centra en promover la fuerza necesaria para levantarse pero además también permite utilizar ejercicio que impliquen pararse y sentarse, los cuales representan una mayor intensidad de movimiento.

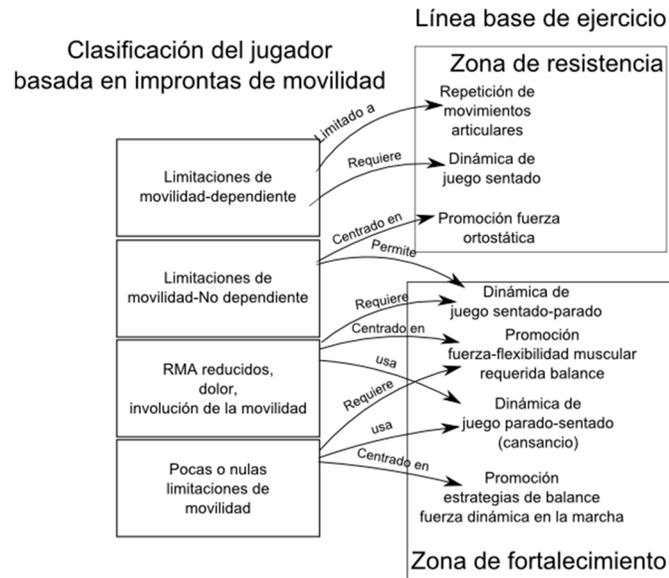


Figura 32. Relación entre una clasificación basada en improntas de movimiento y el énfasis del tipo de ejercitación proporcionado por la línea base de ejercicio.

El juego deberá proveer de algún mecanismo de evaluación del efecto del juego y su respuesta corporal; principalmente midiendo mejoras en el equilibrio, recuperación de masa muscular y mejora de la marcha. Dentro de la dinámica de juego se deberá contemplar el uso de apoyos a la movilidad (bastón, andadera y silla) e incluir el trabajo parándose y sentándose.

Adaptación del ejercicio al dolor.

El juego deberá identificar indirectamente molestias que el ejercicio genere en el jugador. Principalmente identificando limitaciones en movilidad articular y la aparición constante de movimientos incompletos o de poca duración.

Al determinar una molestia en cierta articulación el juego debe presentar actividades alternativas o centrarse en ejercitar la extremidad alternativa, si es que ésta lo permite, además de permitir que el jugador ejecute el movimiento hasta donde la articulación lo permita sin ocasionar dolor, y partiendo de este límite ajustar las metas que impone el juego sobre el movimiento.

2.1.3 Impacto de controlar el riesgo y la fatiga

Apoyos físicos durante el ejercicio.

El análisis realizado estableció que la capacidad de movimiento de un adulto mayor es muy heterogénea, abarcando desde un movimiento que implica fragilidad hasta un movimiento saludable. Debido a esto es necesario proveer apoyos durante el uso del exergame que disminuyan el riesgo de sufrir un evento

adverso para la salud²¹. Se deben proveer apoyos ambientales como el diseño de un área de juego adecuada con ventilación adecuada, iluminación adecuada, con un piso que no sea resbaloso, con los monitores siempre al frente y con acceso adecuados a las instalaciones donde se desarrolla la intervención.

Nivelación individualiza del reto.

Por otro lado, el juego deberá evaluar la capacidad física actual, y en base a ella nivelar la intensidad de movimiento para que no sea excesiva, proveyendo un nivel de esfuerzo confortable a una velocidad adecuada que no provoque mareo en el jugador, e incluir un mecanismo que permita medir la fatiga durante el juego.

Control de la fatiga.

La competencia promovida por el juego no deberá generar un incremento indiscriminado de la intensidad de movimiento, sino más bien forzar a que el movimiento se realice de forma más controlada, nivelando el nivel de intensidad de acuerdo a las zonas de esfuerzo más adecuadas a la capacidad del jugador y el uso de apoyos durante el ejercicio (ver Figura 32).

2.1.4 Impacto del control médico

Control de bioindicadores.

Un nivel básico de control médico sobre el uso del juego implica que el exergame cuente con indicaciones claras que impidan que se juegue si existen contraindicaciones médicas para realizar actividad física como la que se desarrolla durante el juego o si se tiene conocimiento de haber sufrido recientemente subidas a niveles muy altos de glucosa y/o problemas de presión arterial muy alta durante el último mes.

El exergame deberá evaluar indicadores que le permitan determinar el impacto de la enfermedad y no preguntar por la existencia o no de enfermedades. En este sentido el exergame deberá de contar con controles que paren el juego si el adulto mayor siente mareos o vomita durante el juego, no deberá generar picos en la actividad cardiaca del jugador, a una mayor demanda cardiorrespiratoria generada por la actividad física promovida por el juego se incrementará la necesidad de tener implementado dentro del exergame un sensado cardiaco y un mayor control sobre este; de tal forma que dichos controles permitirán reducir la intensidad de juego y demanda de fuerza muscular en base a la afectación del ritmo cardiaco.

Independientemente al sensado cardiaco el juego deberá proveer indicadores como la frecuencia y el tiempo de uso, tipo de ejercitación realizada, mejoras en los puntajes y en los bioindicadores a los cuales

²¹ Lesión o daño no intencional causado al jugador.

se da seguimiento, así como establecer pruebas que permitan la evaluar las mejoras en la capacidad física del jugador.

Prevención de lastimaduras y daño.

El juego deberá evaluar el nivel de obesidad, o falta de, en el jugador. Las limitaciones de equilibrio que se presentan y de acuerdo a ello evitar dinámicas de juego que provoquen inestabilidad, caídas o tropiezos accidentales.

Impedir que se lleve al jugador al límite de su capacidad sin ninguna supervisión o bajo otros criterios que no sean los expresados en la Figura 31.

El juego deberá permitir que el jugador centre su atención en el movimiento evitando el uso de distractores auditivos o visuales durante la realización del movimiento. No se deberán utilizar sonidos como alarmas que espanten al adulto mayor; de hecho, el manejo de indicadores de alarma deberá ser lo más pervasivo, transparente y natural como sea posible.

En el transcurso del tiempo de juego se deberá evaluar constantemente indicadores de fatiga o dolor, tales como: aparición de movimiento interferente tales como la aparición o incremento de temblores, disminución significativa de la velocidad de movimiento, tendencia a no alcanzar el límite demandado para dar por bueno el movimiento o la aparición de movimientos de apoyo; por ejemplo, bajar el hombro contrario a la mano que debe tocar la cabeza. En este sentido el juego deberá contar con alarmas internas que en base a la identificación de estos elementos eviten situaciones de riesgo durante el juego.

2.2 Capacidad funcional del adulto mayor

2.2.1 Funcionalidad del cuerpo del adulto mayor

Movilidad normal pero más lenta.

Durante gran parte de la etapa de vejez muchos adultos mayores conservan una capacidad cardiaca que permite una buena disponibilidad corporal para realizar el ejercicio, un buen nivel de capacidad pulmonar, fuerza muscular adecuada, no presenta trastornos fuertes de equilibrio o posturales. Sin embargo, generalmente habrá una respuesta neuromuscular más lenta, generalmente presentarán una reducción de la movilidad articular y puede presentarse cierta inestabilidad al moverse. No forzosamente serán

personas obesas y conservarán un buen nivel de agilidad; aún a pesar de las enfermedades crónicas degenerativas.

En este sentido del juego deberá tomar en cuenta toda esta heterogeneidad en las características físicas para establecer ejercicios adecuados a la movilidad “normal” de un adulto mayor y a cada nivel individual de movimiento, realizando ajustes acordes a la pérdida de capacidad motora y sensorial correspondiente. Así el exergame podrá determinar la capacidad de cada persona para hacer frente a un ejercicio más demandante, tomando como base al menos la edad cronológica: adultos mayores jóvenes 55-75 años, adultos mayores de alto riesgo 75-79 años y adulto mayor frágil por definición 80 años o más.

Involución de la capacidad de movimiento.

Los objetivos del juego deberán centrarse en mantener la capacidad física remanente, considerando que con el tiempo esta capacidad tenderá a disminuir drásticamente; esto a diferencia de lo que sucede con personas muy jóvenes.

Un ejemplo es el uso del principio Responding Body utilizado en el diseño de exergames: este principio indica al jugar por primera vez se invertirá mucho esfuerzo para controlar el movimiento promovido por el juego (control). La frustración inicial tratando de controlarlo funcionará como acicate para esforzarse más y con el tiempo el cuerpo responderá al uso constante del juego haciendo que se piense menos en el movimiento y más en el dominio del juego (mastering). Este principio aplica también en el caso del adulto mayor, pero debe tomarse en cuenta que el adulto mayor requerirá más tiempo para controlar el juego, y que la involución motora hará que más adelante se tengan nuevamente problemas para controlar el juego.

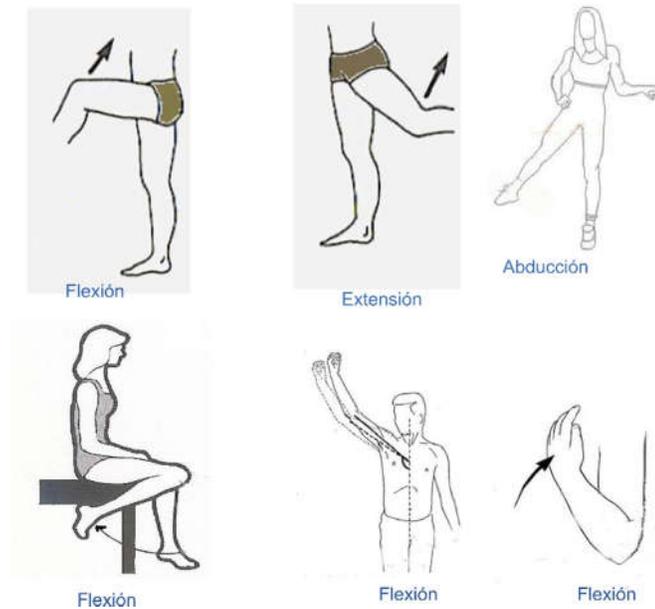


Figura 33. Movimientos articulares que el análisis realizado estableció como más relevantes a evaluar por un exergame para adultos mayores.

La enfermedad como principal limitante.

Habiendo identificado el nivel de ejercitación adecuado es necesario establecer que tan limitado está el movimiento, la fuerza muscular y el equilibrio, para entonces poder medir el efecto de la enfermedad. Durante el ejercicio se debe reducir los aumentos fuertes de temperatura corporal y los efectos del dolor en articulaciones principalmente en rodillas y pies. Por ello el juego deberá proveer de tiempos de descanso y dinámicas donde se combine el ejercicio sentado con el de pie.

Otros elementos importantes a evaluar son la capacidad propioceptiva, entendida como la capacidad que tiene la persona para identificar donde se haya cada parte de su cuerpo, e inferir indirectamente el nivel de sedentarismo basándose principalmente en el peso y la amplitud de movimiento articular. Debido a que con la edad habrá de forma natural una reducción de la movilidad articular es necesario diferenciar los valores normales de un adulto mayor de aquellos considerados por debajo de lo normal. La Figura 33 ejemplifica los movimientos articulares mencionados en el análisis realizado como más relevantes a evaluar por un exergame para adultos mayores.

En la tabla 18 se resumen los valores normales proporcionados por la Asociación de Cirujanos Especializados en Trauma y desordenes del sistema musculo esquelético (AO) y la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) así como los considerados por debajo de lo normal una vez que se han hecho los ajustes tomando en cuenta los estudios con adultos mayores de (Soucie, y otros, 2011) y (Roach & Miles, 1991). Se puede observar una variación significativa entre los valores normales y aquellos

observados entre adultos mayores, donde dependiendo de la articulación y el movimiento medido la variación máxima es de 14° correspondiente a la extensión de la cadera y la mínima de 3° correspondiente a la flexión de la cadera.

Tabla 18. Límites de los arcos de movilidad de las articulaciones principales a medir tomando en cuenta los ajustes a los valores normales tomando en cuenta estudios realizados con adultos mayores, así como los límites de movilidad por debajo de lo normal (Taboadela, 2007), (Soucie, y otros, 2011), (Roach & Miles, 1991).

Medición		Valor máximo saludable		Rango normal (adulto mayor)	Rango movimiento no sano		Subnormal
		AO	AAOS		Bueno	Regular	
Cadera	Flexión	140	120	(120 – 117]	(117 – 112]	(112 – 42]	< 42
	Extensión	10	30	(30 – 16]	(16 – 8]	(8 – 3]	< 3
	Abducción	50	45	(45 – 40]	(40 – 36]	(36 – 13.5]	< 13.5
Rodilla	Flexión	150	135	(135 – 130]	(130 – 108]	(108 – 40.5]	< 40.5
Hombro	Flexión	170	180	(170 – 162.3]	(162.3 – 136]	(136 – 51]	< 51
Codo	Flexión	150	150	(150 – 142.3]	(142.3 – 120]	(120 – 45]	< 45

Fragilidad.

El juego deberá tomar control sobre el manejo del jugador de acuerdo al deterioro mostrado por la movilidad del jugador. Los valores subnormales son indicadores claros de fragilidad, lo que dispara controles de alarma si es que el juego no está diseñado para una persona frágil, los movimientos articulares se deberán ajustar a los límites de movimiento detectados o evitar el uso de la articulación dañada si es necesario.

En el caso de que el juego esté diseñado para majear la fragilidad la línea de ejercicio deberá proveer el control de metas y avance en el juego, señalará cuáles son los indicadores principales a los que el juego debe dar seguimiento, así como la información a informar al especialista médico.

2.2.2 Impacto de la socialización

Redes sociales de apoyo para realizar el ejercicio.

Las sesiones con exergames para adultos mayores deben orientarse preferentemente a grupos presenciales, donde es muy recomendable que las sesiones de juego sean apoyadas por alguna institución que cuide el estado emocional de los participantes, debe orientarse a proveer una actividad físico-recreativa para el tiempo libre del adulto mayor. Durante la intervención se deberá proveer apoyo y soporte para que las personas puedan participar de los juegos incluso antes de jugar por primera vez, ya jugando, y después de haber jugado. El juego deberá estar diseñado de tal forma que se incremente la convivencia entre compañeros de juego incluso tomando en cuenta a los observadores.

Apoyo grupal durante el juego.

El tipo de juego deberá ser grupal y la participación de los jugadores deberá ayudar a la socialización durante el juego. El diseño de la intervención será para grupos presenciales. El diseño de la participación durante el juego deberá ser fluido tomando en cuenta que son grupos de participantes y no participantes aislados, y ayudará a que los observadores se decidan participar. El exergame controlará la dinámica de participación durante la sesión estableciendo quién inicia, quién continúa y quién enseña; esto incrementará el compromiso de asistir a las sesiones. El diseño del juego deberá generar en el grupo la sensación de que es más importante la participación de todos que la competencia grupal.

El ejercicio se diseñará pensando en grupos de condiciones físicas homogéneas; esto es perteneciente a uno de los tres grupos objetivo de ejercitación: ejercicios de fisioterapia, grupo 1 sanos con afectación de enfermedades y grupo 2 sanos con limitaciones (ver Figura 31). Con este fin se deberá impedir la participación de aquellos bajo condición de fragilidad de exergames enfocados a los grupos 1 y 2. Sin embargo, en todo exergame se deberá tomar en cuenta que individualmente el jugador presenta una capacidad física diferente y que habrá personas que se hallen en los límites de cada grupo. En estos casos el ejercicio deberá ajustarse como lo indica la Figura 32, de tal forma que se mezcle el ejercicio en el que se debe centrar y el que aún es permitido.

En el caso que el diseño del juego tome en cuenta la participación de persona más jóvenes entonces el adulto mayor deberá ubicarse preferentemente en el grupo 2.

El exergame deberá proveer de mecanismos que permitan que un jugador enseñe y/o ayude a otro durante el juego.

El área de juego deberá permitir que los participantes puedan comentar entre ellos, principalmente con los vecinos.

En las sesiones es muy recomendable haya un facilitador que provea apoyo a adultos mayores que no entiendan las instrucciones y/o la dinámica de juego.

Aislamiento.

A mayor nivel de movimiento habrá una mayor participación social durante el juego (Bianchi-Berthouze, 2010) este efecto deberá ser utilizado por el exergame, de tal forma que no se restrinja la intensidad a niveles muy bajos sino que se adapte de acuerdo a la capacidad de movimiento de los diferentes jugadores.

Se debe maximizar el efecto del ejercicio a través de privilegiar la participación presencial sobre la virtual. El exergame deberá incluir mecanismos que permitan al adulto mayor incorporarse fácilmente al juego, involucrarse más a través del juego grupal, que hagan partícipe a la familia de los logros del adulto mayor y que les permitan identificar mejoras en su movimiento. Estos mecanismos no deberán forzar al jugador a participar en toda la sesión, sino que le permitirán participar solo en aquella parte que le sea atractiva permitiéndole, avanzar hasta donde él quiera; manteniendo siempre el nivel de ejercitación mínimo que provea de un beneficio para su salud. Se deberán tomar en cuenta las diferentes etapas por las que pasa una persona para cambiar a un comportamiento más saludable, apoyándose en los modelos que explican esta transición en su inicio y cómo una vez iniciado el plan de ejercitación se les debe apoyar para que sigan haciéndolo (García, Felix, & Lawrence, 2011), (Prochaska & Velicer, 1997).

2.3.3 Efectos psico-afectivos²²

Siempre proveer retroalimentación positiva.

Al igual que cualquier otro tipo de videojuego un exergame debe tomar en cuenta todos los aspectos que promueven una experiencia de juego exitosa (Calvillo-Gamez, 2009). Sin embargo en un exergame hay aspectos relacionados específicamente con la ejercitación promovida que impactan en la generación de flow (Sinclair, Hingston, & Masek, 2007); a estos aspectos se les denominará experiencia de ejercitación y se analizan a continuación.

La Figura 34 establece las bases que describen la experiencia de ejercitación. De acuerdo al modelo dual de Sinclair et al (2007). En este modelo hay dos principios que trabajan conjuntamente: la nivelación del

²² Aquellos que se refieren a aspectos emocionales, motivacionales y actitud de la persona

reto-habilidad y el efecto intensidad-capacidad física. El primero, aplicado en todo tipo de videojuego, establece que los retos promovidos deben casarse con las habilidades del jugador de tal forma que dichos retos siempre sean desafiantes, pero no imposibles, y no vuelvan aburrido al juego. Por otro lado el efecto intensidad-capacidad física liga un aspecto afectivo en el diseño de interfaces de movimiento el cual establece que a mayor intensidad de movimiento habrá mayor apego hacia el uso del exergame (Bianchi-Berthouze, 2010), y que ésta intensidad produce la sensación de estarse ejercitando lo que se derivará en la obtención de un beneficio para la salud utilizando el exergame. Ambos aspectos, afectivos y efectivos, son indivisibles y trabajan al mismo tiempo durante la experiencia de ejercitación.

Modelo dual de Sinclair

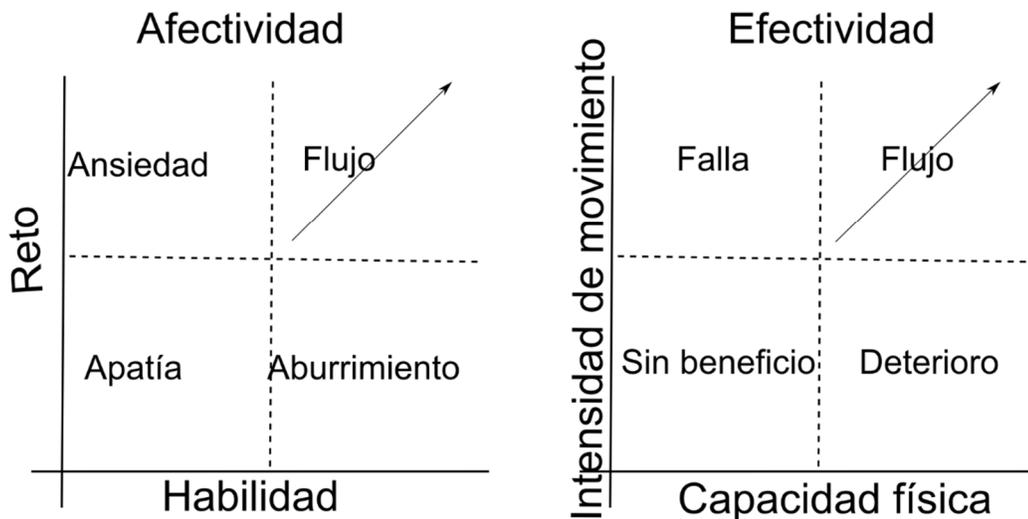


Figura 34. Modelo dual de la generación de flow en un exergame, tomado de (Sinclair, Hingston, & Masek, Considerations for the design of exergames, 2007).

En el segundo cuadrante se observa que la respuesta intensidad-capacidad física está íntimamente relacionado con la capacidad corporal del jugador para realizar el ejercicio. En este esquema sí el incremento de intensidad es demasiado bajo con respecto a la capacidad corporal habrá un deterioro y no un beneficio de salud. Y por el contrario si la intensidad es demasiado alta la persona fallará intentando realizarlo y tampoco se alcanzará un beneficio de salud. Este modelo es totalmente válido en un exergame para adultos mayores, sin embargo no se puede aplicar directamente si no se toma en cuenta la gran heterogeneidad que presenta la capacidad física del adulto mayor (Gerling, Livingstone, Nacke, & Mandryk, 2012) y por ende la consecuente adecuación del beneficio de salud promovido, e.g. un ejercicio aeróbico de alto impacto no aplica en una persona que apenas se puede mover.

Por ello no basta nivelar el reto con las habilidades del jugador sino también se debe promover un ejercicio, y por lo tanto un beneficio de salud, que esté acorde al grupo de ejercitación objetivo al que pertenece un adulto mayor en forma particular.

Ahora bien, la ejercitación promovida a través del exergame emula a la ejercitación real en el sentido de que la demanda física se impone a través del diseño de la intensidad del movimiento promovido en la interfaz de cuerpo completo. En la Figura 35 se esquematiza el manejo de los dos posibles enfoques que se aplican al generar intensidad de movimiento en distintos exergames. El movimiento atractivo-intenso genera la sensación de un ejercicio vigoroso, mientras que el efectivo-controlado hará que el movimiento se centre en el dominio y perfeccionamiento del movimiento realizado. Aunque la retórica de movimiento, esto es cómo expresa el exergame el movimiento promovido, tiene mucho que ver con cuál tipo de movimiento que se incentiva más (Bogost, 2005), existen otros aspectos que también influyen, como el nivel de inmersión y el ánimo con el cual se juega, e.g. competir por competir o perfeccionar el movimiento (mastering), lo que está muy relacionado con tipo de jugador que se es (Orji, Vassileva, & Mandryk, 2014).

En un exergame para adultos mayores no se puede obviar ni la capacidad de movimiento remanente ni el tipo de jugador que es el adulto mayor, tiene que haber una nivelación de los dos enfoques de tal forma que el movimiento incluido sea efectivo tomando en cuenta la capacidad del adulto mayor y atractivo considerando que también hay diferentes tipos de jugadores adultos mayores y son muy competitivos, por lo que hay que llevar al jugador al límite de su capacidad para que sienta que se está ejercitando. En la Figura se agregó como tercera dimensión la capacidad remanente de movimiento del jugador en el cuadrante que representa la relación intensidad-capacidad física del modelo de Sinclair.

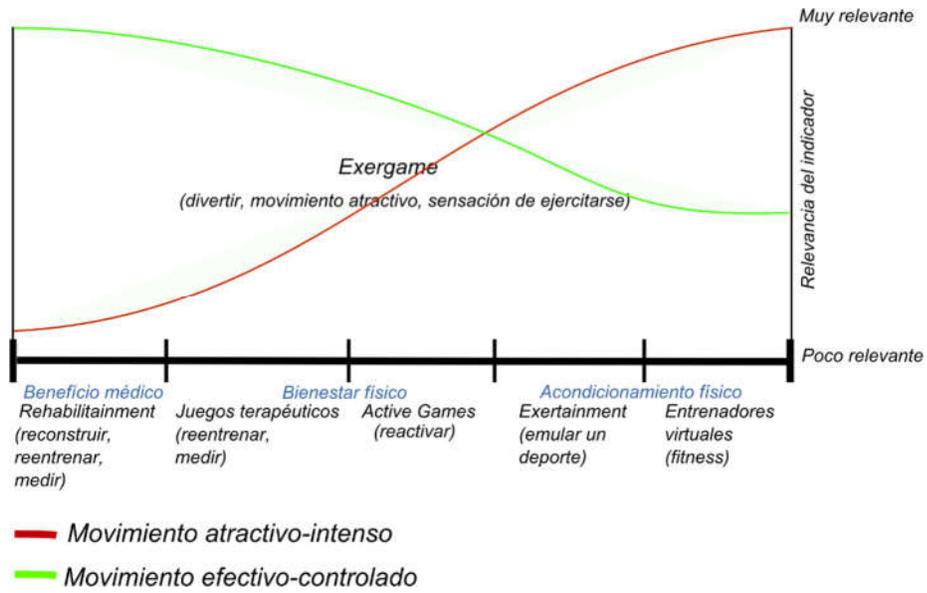


Figura 35. Relación tipo de exergame-movimiento promovido. Dos características principales definen el tipo de movimiento promovido por un exergame; si es intenso-atractivo o efectivo-controlado.

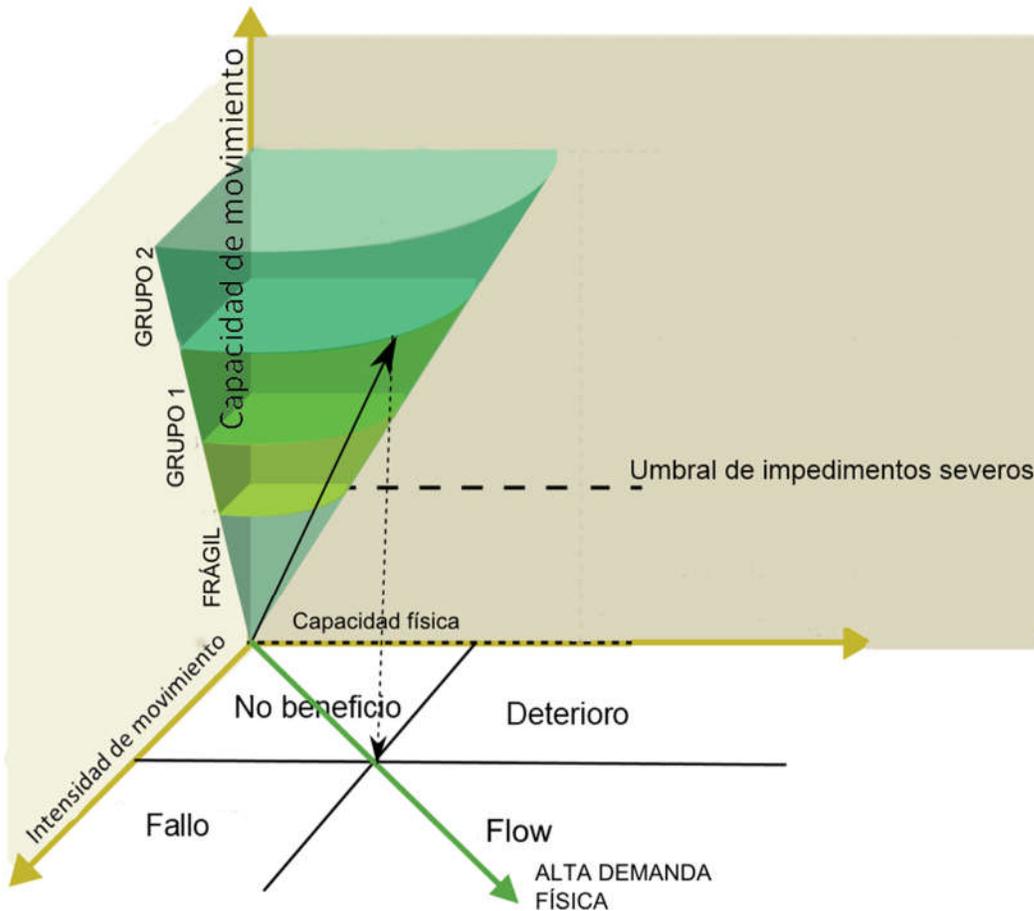


Figura 36. Efectos de la capacidad remanente de movimiento en el modelo dual de Sinclair. Las secciones cónicas identifican los límites de capacidad de movimiento de acuerdo a la clasificación de la OMS, así el vector en 3d indica el límite real de intensidad que puede alcanzar una persona en base a su capacidad remanente de movimiento.

Se establecen dos vectores, el primero sobre el plano (tal y como aparece en el modelo dual) y uno segundo tomando como tercer componente la capacidad remanente de movimiento de una persona perteneciente al grupo 2 de la clasificación de la OMS. Se puede observar al proyectar el segundo vector sobre el primero que el límite máximo de movimiento remanente nunca permitirá alcanzar el nivel de esfuerzo que impone un ejercicio de alta demanda física. Entonces un primer nivel de adaptabilidad en el ejercicio promovido requiere identificar un ejercicio acorde a la capacidad remanente de movimiento y de ajustar los límites de intensidad de forma individualiza en cada jugador.

Sin embargo, aunque este primer nivel de adaptabilidad asegura que la capacidad corporal es suficiente no asegura que la disponibilidad del cuerpo para realizar el ejercicio lo es; e. g. que tanto quiere, puede, o necesita la persona, desde su particular punto de vista, hacer ejercicio. Esto último está más relacionado con aspectos psicoafectivos que con físicos.

Dado que en muchos casos el adulto mayor es sedentario esta disponibilidad será baja aunque la capacidad para hacer el ejercicio sea suficiente, e incluso aunque la persona no sea tan sedentaria es necesario tomar en cuenta que cualquier persona pasará por diferentes etapas de comportamiento antes de decidirse a realizar ejercicio (Prochaska & Velicer, 1997). Así que es importante que el exergame incluya mecanismos que refuercen el sentimiento de que el jugador puede con el ejercicio promovido, y que el beneficio de salud le es útil. Este sentimiento de utilidad en las cosas que emprende le es sumamente importante al adulto mayor (Zapata, 2001).

Algunos de estos mecanismos incluyen apoyar al adulto mayor cuando juega por primera vez para evitar que el proceso de controlar el juego sea frustrante en vez de motivante. El juego debe de proveer de incentivos constantes tomando en cuenta que el adulto mayor tiene los mismos sentimientos y autoestima que el resto de las personas.

Las sesiones de exergames deberán estar planeadas de tal forma que se de apoyo a quienes no quieren participar animándoles, pero siempre respetando su derecho a no participar o participar de la forma que ellos lo prefieran.

El diseño del exergame deberá basarse en el juego grupal participativo y en lo posible incluir el juego cooperativo. Deberá proveer siempre una retroalimentación positiva evitando dar la impresión del que se está cuestionando la capacidad para realizar el movimiento.

A diferencia de lo que se hace con jugadores más jóvenes donde las reglas de juego se basan en perfeccionar un movimiento rápido y efectivo sin considerar las limitaciones de la capacidad de movimiento individual, en el caso del adulto mayor se debe considerar un movimiento que variará dentro de una línea constante que va desde un movimiento altamente efectivo y controlado, lento o muy pausado, donde lo más importante es la precisión al realizarlo, y uno más intenso, pero no tan rápido, donde el límite de la capacidad individual servirá para establecer parámetros de velocidad e intensidad (volumen) adecuados.

En ambos casos el ejercicio debe promover un esfuerzo tal que asegure la obtención del beneficio de salud de acuerdo al grupo objetivo de ejercitación al cual pertenece el adulto mayor. De esta forma el esfuerzo realizado llevará al jugador a los límites de su capacidad de forma segura, proveyéndole la sensación de estarse ejercitándose de forma segura con un ejercicio que si le es útil.

Renuencia a seguir indicaciones.

El exergame no debe imponer la realización del ejercicio, sino que debe hacer sentir al jugador que es su propia decisión el continuar ejercitándose. En sesiones de juego el monitor deberá cuidar que la dinámica de ejercitación establecida por el exergame sea bien manejada. Las instrucciones acerca del ejercicio a realizar deberán ser concisas y deberán permitir al jugador descubrir un movimiento que le sea más efectivo.

Autopercepción de la vejez.

El efecto conjunto del sedentarismo, el envejecimiento y las enfermedades afectan negativamente la autopercepción de la capacidad corporal para hacer ejercicio lo que a su vez impacta negativamente en la disponibilidad para realizarlo. Un exergame para adultos mayores debe ayudar a redescubrir la capacidad de movimiento remanente, promover una sensación de que todavía se tiene la capacidad suficiente para enfrentar el ejercicio promovido y generar una sensación grata mientras éste se realiza realizando el carácter de actividad recreativa sobre competitiva. Debe incluir una retroalimentación que ayude a generar la percepción de que las pérdidas en la capacidad física se compensan con los logros de ejercitación dentro del exergame.

Los avatars deben ser representaciones funcionales del adulto mayor, e.g. que realcen la funcionalidad, y no representaciones idílicas estéticas que se puedan ligar con la idea del rejuvenecimiento; por ejemplo, en un exergame orientado a mejorar la capacidad para caminar realzar la agilidad y no la juventud del

cuerpo. Incluso se debe incluir que el adulto mayor confeccione los avatars donde los rasgos tomen en cuenta la consideración antes mencionada.

Para la retroalimentación sobre las mejoras en la capacidad física el exergame deberá tomar en cuenta a la familia, promover el incremento de la comunicación jugador-familia tomando como tema central su mejora física.

Aunque las historias de juego pueden incluir temas con reminiscencias a la niñez, (ir a la feria, juegos infantiles, etc.) las historias deben ser tales que agraden a un adulto y no a un niño, no deben incluir derramamiento de sangre o violencia, es conveniente que se permita seleccionar la música y escenario de juego, la historia de juego siempre debe ir encaminada a incrementar la autoestima del adulto mayor.

2.4 Aspectos cognitivos que apoyan en la realización del ejercicio.

2.4.1 Adaptación del lenguaje utilizado

Motivar realizando la utilidad del ejercicio.

El exergame deberá incluir mecanismos que premien las reacciones positivas hacia la realización del ejercicio, tales como premios a la constancia, el incremento en la actividad física realizada, mejoras en la movilidad articular, balance y fuerza, el decidirse a jugar por primera vez, etc.

Las instrucciones deben ser modelamientos visuales cortos y claros del movimiento y no modelos gráficos ni instrucciones descriptivas, además dichas instrucciones deben de tomar en cuenta que el adulto mayor sigue teniendo la capacidad para aprender y nos repetitivas y aburridas. El exergame debe incluir mecanismos que lleven poco a poco al jugador a realizar el movimiento de tal forma que éste sea una expresión de sí mismo, debe explicar el beneficio de salud que se consigue con el ejercicio promovido y promover la sensación de autoeficacia en el juego.

El lenguaje verbal utilizado en el exergame no debe ser complicado, ni implicar la necesidad de tener un nivel académico alto o conocimientos previos sobre las disciplinas de ejercicio utilizadas para el diseño de la ejercitación.

El lenguaje kinésico a utilizar.

El juego debe basarse en la ejercitación más que en otros elementos pasivos, en otras palabras, debe ser un juego que incremente lo más posible la actividad física y no la pasividad.

El exergame debe ajustar el movimiento en base a las experiencias previas de ejercitación del jugador usando el juego, de tal forma que el lenguaje de movimiento sea lo más fácil de interpretar por el jugador.

2.4.2 Utilización del entrenamiento adecuado.

Juego recreativo y convivencia durante el juego.

El juego no debe promover la sensación de que se está haciendo un ejercicio de manera formal sino más bien una actividad físico-recreativa. No deberá tomar el enfoque de una competencia física o de un ejercicio reductivo.

Aprendizaje basado en el modelamiento.

El modelado de las instrucciones de juego deben ser mímicas que muestren claramente la forma en que se debe realizar el movimiento. Este modelamiento deberá continuar haciéndose a lo largo del juego, realizando los elementos efectivos del movimiento que realizó el jugador. Adicionalmente esta modelación debe enfocarse a mostrar a los observadores las prácticas más efectivas durante el juego.

2.5 Problemas de uso de exergames con adultos mayores.

2.5.1 Desconocimiento de la tecnología.

Aun cuando algunos adultos mayores pueden conocer los exergames, e incluso usarlos de forma regular, se debe tomar que probablemente otros desconozcan totalmente su manejo, o que haya una indiferencia hacia esta tecnología o incluso haber olvidado su manejo. Tomando en cuenta este desconocimiento se debe evitar que el exergame requiera configuraciones y puestas a punto complejas que requieran de una curva de aprendizaje larga o de un conocimiento previo sobre el juego; por el contrario, en lo posible se deberá permitir que el jugador se parará ante el juego y empiece a jugar sin mayor puesta a punto.

Por otro lado, se deben evitar patrones de movimiento muy complejos, por lo que el diseño del exergame debe tomar en cuenta el tipo de movimientos que generalmente realiza un adulto mayor y no buscar emular movimiento altamente demandante que se realizan al practicar el mismo ejercicio en la realidad. En este sentido no es el objetivo principal incrementar el sentimiento de presencia haciendo que el

movimiento sea lo más parecido al movimiento real sino más bien se debe buscar un movimiento que es conocido por el adulto mayor que tenga cierta reminiscencia del movimiento real.

2.5.2 Barreras de uso.

En un exergame para adultos mayores se debe privilegiar siempre la interacción social presencial sobre la virtual. Por lo que se deben proveer espacios que reúnan a grupos de adultos mayores a jugar de forma presencial y no exergames que promuevan el aislamiento en casa. Incluso estos espacios deberán involucrar a la familia siguiendo o participando en el juego.

En el diseño del exergame se debe tomar en cuenta que más que rechazo el adulto mayor siente miedo a usar una nueva tecnología; por ejemplo: miedo a romper algo del equipo, a quedar en ridículo al usar el aparato, a no tener la capacidad suficiente para manejar la tecnología, a lastimarse, etc. Por lo que en el diseño de las sesiones de exergames el facilitador deberá ser quien se encargue de la colocación, encendido y configuración del equipo. Mientras que el diseño del exergame debe centrar toda la atención del jugador en la actividad físico-recreativa promovida y no en la tecnología utilizada. Por lo que la interacción del jugador con los dispositivos utilizados será la mínima y siempre como parte integral de la ejercitación que se está realizando y no como un objeto intrusivo que distraiga su atención durante el ejercicio. Los dispositivos que tengan que manipularse durante el ejercicio deberán ser lo suficiente resistentes como para que no se rompan con el uso. El exergame no debe estar diseñado bajo premisas válidas para jugadores muy jóvenes que le hagan sentir al adulto mayor que está siendo tratado como un niño durante el juego.

El sensado que se haga sobre el movimiento del jugador deberá ser lo menos intrusivo o limitativo, evitando cables con los que se pueda tropezar, e incluso un sensado que le haga sentir que más que a un juego se está sometiendo a una evaluación médica. La interacción debe incluir interfaces naturales de comandos tales como reconocimiento de voz o reconocimiento de gestos.

No se considera conveniente que el exergame implique muchos niveles de juego, no se debe diseñar pensando en que el jugador se envicie en el juego sino más bien que disfrute de la actividad recreativa y al mismo tiempo del entorno social formado alrededor de ésta. El juego no deberá requerir que forzosamente se tengan que desarrollar estrategias de juego muy complejas para ganarlo.

2.5.3 Aspectos médicos.

Independientemente si el diseño del exergame es clínico, un exergame para adultos mayores deberá incluir mecanismo que identifiquen condiciones de fragilidad en la salud de la persona y en particular en su movilidad, requiriendo incluso identificar casos donde problemas neuronales o neuromusculares impidan el uso seguro del exergame o de algún dispositivo que éste incluya.

El exergame deberá proveer información que sirva al especialista médico para identificar que tanto se usa el juego y la medición de indicadores de movimiento, aunque sean mínimos, que sirvan para identificar si hay mejora en la movilidad del adulto mayor.

El exergame deberá contar con condiciones de alarma que paren de forma inmediata el ejercicio o reduzcan la intensidad del mismo si se detecta que está siendo excesivo o que constantemente se presentan situaciones de riesgo; tales como constantes pérdidas de equilibrio o picos en la frecuencia cardiaca.

Si el exergame tiene un carácter clínico los niveles de juego y las metas en el avance del mismo deberán corresponder a mejoras de la patología detectada. En el caso de no ser clínico las metas deberán relacionarse a mejoras en la capacidad para realizar ejercicios más demandantes dentro del grupo objetivo de ejercitación adecuado (mejora de la capacidad corporal para realizar el ejercicio) y en los casos de que el jugador se halle en los límites de dos grupos promover que empiece a realizar ejercicio del otro grupo, siempre adecuados a la capacidad actual de movimiento del jugador.

Aquellos juegos no clínicos donde no hay una supervisión médica presencial durante su uso deberán contar con un aval médico. Para lo cual el exergame deberá indicar en su etiqueta el grupo objetivo de ejercitación al cual va dirigido, el nivel de intensidad de movimiento que promueve, los requerimientos físicos que demandará del jugador y las contraindicaciones uso.

En el caso que dentro del diseño del exergame contemple la recolección de datos médicos estos deberán presentarse únicamente al especialista médico en una forma que sea visiblemente útil para el médico, por ejemplo, bajo demanda y previa identificación del especialista presentar resúmenes de los principales indicadores vía internet.

Aun cuando el exergame contemple proveer una gran cantidad de información médica la experiencia de juego no deberá centrarse únicamente en proveer un ejercicio adecuado a la movilidad de la persona.

ANEXO 3.

Relación de las herramientas y exergames utilizados durante las diferentes intervenciones.

Lista de juegos seleccionados.

Propósito	Juego
Juego recreativo de actividad física moderada	CARNIVAL Monkie See, Monkie Do. (Kinect)
Partida de bolos y golf actividad física media	Sport Active (Wii)
Posturas de yoga y Tai Chi actividad física alta	Fitness (Kinect)
Juegos casuales cognitivos sin actividad física	Memorama (Wii)

Juegos utilizados en la intervención de Acción Participativa.

Juegos probados en la primera fase.

Propósito	Nombre del Juego	Resultados Observados
Juegos que emulan eventos de feria recreativo de actividad física leve	Carnival (Kinect)	Buena participación, la mayoría aceptaron juegos de intensidad leve y habilidad (lanzamiento de dardos, aros, pelotas, etc.), mientras que las personas menos limitadas aceptaron mejor los juegos de intensidad moderada y alta (carrera de cerditos, balanceo del cuerpo para controlar movimiento de un objeto, etc.)
Juegos de entrenamiento de la lógica que implica movimiento corporales	Body and Brain (Kinect)	Mala participación, el juego donde se utiliza el movimiento de cadera para señalar fue el más aceptado, difícil por los bajos niveles de educación, problemas con los retos dobles de moverse y resolver el problema aritmético al mismo tiempo
Partida de bolos	Kinect Sports	Excelente participación, juego que emula el juego de bolos, fácil para todos los niveles de movilidad, bajos desempeños por problemas de balance.
Boxeo	Kinect Sports	Regular participación, juego que emula retos de boxeo, problemas para comprender el movimiento y dificultad para ganar control sobre el juego, problemas al no reconocer el movimiento realizado.
Juego basado en movimientos del tipo yoga	Leela (Kinect)	Mala participación, el juego menos rechazado el que controla el movimiento de un avatar con balanceo del cuerpo, se consideró difícil de controlar y de entender el juego
Retos de movimiento; capturar objetos cayendo, evadir obstáculos, recolectar objetos a través del movimiento del cuerpo.	Motion Explosion	Buena participación, el juego de recolectar objetos que caen fue el más aceptado
Juegos que emulan deportes	Sport Active (Wii) Balance Board	Excelente participación, los juegos más aceptados fueron evadir objetos que te avientan, evadir obstáculos, cuerda floja, juegos de plataforma. En el balance board les fue muchos más fácil de entender cómo controlar el movimiento.

Juegos que se jugaron a partir de la segunda fase.

Propósito	Nombre del Juego	Resultados Observados
Balanceo del cuerpo y movimiento coordinado de las manos para hacer avanzar cerditos sobre los cuales van montados	Carrera de cerditos (Kinect Carnival)	Buena participación: carrera de cerditos para personas de buena movilidad, aunque el movimiento fue muy difícil de controlar. La metáfora causó mucha hilaridad.
Habilidad para calcular la trayectoria de lanzamiento y coordinar el movimiento con un evento dentro de la pantalla	Juegos de lanzamiento (Kinect Carnival)	Mala participación. Juegos de lanzamiento se consideraron difíciles de controlar, quienes más lo aceptaron fueron personas con movilidad limitada, les agradó por la evocación de este tipo de actividades. Lo que causó que solo se jugaran a petición.
Secuencia de poses fijas que emulan el coger la bola que hay que recordar antes de realizar el tiro (levantar el brazo, estirar el brazo) y balanceo del brazo	Bolos (Kinect Sports)	Excelente participación, la dinámica de turnos cortos con lapsos de descanso fue bien aceptada, retórica usada para el tiro fácil de entender y recordar, pero secuencia de poses fijas que emulan el coger la bola fue difícil de recordar y causó problemas, balanceo sin fuerza del brazo lo que hace que no salga el tiro, falta de balance que hace que el tiro salga sesgado. Juego que se juega en grupo lo que incrementa la interacción y comunicación durante el juego.
Movimiento de intensidad moderada y alta, que incluyen balance y ejercicio aeróbico	Disciplinas atléticas (Kinect Sports)	Regular participación, movimiento muy descontrolado generando pérdida de equilibrio y situaciones de riesgo. A mayor intensidad de movimiento hubo una mayor participación, tanto entre aquellos que lo podían jugar como entre observadores. Se promovió grandemente la competencia.
Movimiento de intensidad moderada que implica coordinación con el uso de un acelerómetro	Tenis, Bolos, Boxeo Sport Active (WiiMote)	Mala participación, muchas dificultades para coordinar la manipulación de los controles en el acelerómetro y el movimiento, se consideraron juegos complicados.
Anticipar el movimiento de balanceo de la cadera buscando golpear una pelota y evitar objetos que le son lanzados a uno	Cabeceo en tiros de futbol Sport Active (Wii Balance Board)	Buena participación, aunque al inicio fue difícil de controlar el movimiento rápidamente lo dominaban. Se pudo adaptar a un juego grupal lo que incremento la participación. Causó mucha hilaridad el tipo de objetos lanzados y el sonido que se producía cuando alguno te golpea.
Balanceo de un pie a otro y agacharse	Cuerda floja, salto en ski, carrera evadiendo péndulos que te golpean Sport Active (Wii Balance Board)	Excelente participación, aunque les costó trabajo dominar el movimiento, éste se consideró fácil de entender, lo que sirvió de reto. Se adaptó a un modo grupal y se pudieron integrar ayudas externas durante el juego; por ejemplo, el uso de la silla. Algunos participantes refirieron una mejora en su movilidad.
Emulación de caminar y andar en bicicleta	Walking Out Kinect Sports Paseo en bicicleta Sport Active (Wii Balance Board)	Buena participación, la retórica bajo la cual se diseñó el movimiento de walking out es simple sin embargo la retroalimentación a través de la interface gráfica les confundió, se resolvió guiando la coordinación del movimiento solo con la música. En el caso del paseo en bicicleta el controlar el movimiento no fue problema pero el juego se consideró cansado, por lo que se jugó haciendo turnos entre varias personas, esto lo volvió menos atractivo.

ANEXO 4.

Datos sobre la condición física y medición de los arcos de movilidad participantes del estudio de acción participativa.

Part.	Clas.	Edad	Gen.	Movilidad						Velocidad de reacción	Obesidad	Enfermedades reportadas	Dolor
				Balance	Cadera	Rodilla	Hombro	Codo	Problemas al sentarse				
P1	G1	68	M	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Peso normal	Glaucoma	No refiere
P2	G2	69	F	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Normal	Severo	Lenta	Peso normal	No refiere	No refiere
P3	G3	67	F	Subnormal	Subnormal	Bueno	Bueno	Normal	Severo	Lenta	Tipo 2	Diabetes II y HTA	En rodillas
P5	G1	65	M	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Sobrepeso	No refiere	No refiere
P6	G4	70	F	Subnormal	Subnormal	Subnormal	Normal	Normal	Severo	Lenta	Tipo 1	Espolón en el talón	En cadera
P7	G3	68	F	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Sobrepeso	Problemas macula y HTA	No refiere
P8	G3	69	F	Bueno	Bueno	Bueno	Subnormal	Normal	Severo	Lenta	Tipo 1	Poca fuerza muscular	Hombro derecho
P9	G2	68	F	Bueno	Bueno	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Tipo 2	Diabetes II	En rodillas
P10	G1	63	M	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Peso normal	Problemas de audición	No refiere
P11	G1	80	M	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Peso normal	Problemas en la retina	No refiere
P13	G2	71	M	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Tipo 1	No refiere	En rodillas
P14	G3	66	M	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Sobrepeso	Problemas cardiacos y HTA	No refiere
P15	G2	65	F	Bueno	Bueno	Normal	Bueno	Normal	Ligero	Lenta	Tipo 1	No refiere	En rodillas
P16	G2	78	F	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Lenta	Peso normal	No refiere	No refiere
P17	G2	70	F	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	No muestra	Normal	Sobrepeso	No refiere	No refiere

P18	G4	82	F	Bueno	Bueno	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Peso normal	Problemas cardiacos, HTA	No refiere
P20	G2	67	F	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Tipo 1	Problemas de audición	No refiere
P22	G3	81	F	Subnormal	Bueno	Normal	Normal	Normal	Severo	Normal	Peso normal	Osteoporosis, HTA	En rodillas

Participantes
que dejaron de
asistir

P12	G2	69	F	Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Sobrepeso	HTA	No refiere
P4	G2	67	F	Normal	Regular	Normal	Normal	Regular	Ligero	Lenta	Tipo 1	HTA	No refiere
P19	G2	74	F	Bueno	Bueno	Normal	Normal	Normal	Ligero	Lenta	Sobrepeso	Problemas de audición	No refiere
P21	G4	82	F	Subnormal	Subnormal	Normal	Normal	Normal	Severo	Lenta	Tipo 2	Diabetes II controlada y HTA	No refiere

ANEXO 5.

Análisis rápido sobre el grupo focal con adultos mayores de Grupos Vulnerables jugando exergames.

Lejanía con la tecnología de los exergames:

- ❖ lo relaciona con el juego pasivo, donde los niños pierden mucho tiempo
- ❖ el uso de estos juegos en casa implica la interacción con miembros de la familia más jóvenes (niños o adolescentes)
- ❖ no le gusta compartir con más jóvenes el juego
- ❖ jugar entre pares lo disfrutó
- ❖ no ubican hasta donde ha llegado la tecnología
- ❖ no ubican dispositivos como las cámaras de seguimiento de movimiento o el balance board
- ❖ Relacionan conceptos de la tecnología con otros conceptos que no les son ajenos; por ejemplo, consola de juego lo relacionaron con tocadiscos lo que les hizo creer que en los juegos se trataba de bailar

Aceptación de videojuegos que promueven el movimiento

- ❖ Gusto por movimientos que son conocidos
- ❖ Aceptación como una opción para realizar ejercicio
- ❖ Les agrado participar en los juegos de movimiento
- ❖ Les gustó más aquellos exergames que implicaban un movimiento más intenso; por ejemplo, prefirieron tenis sobre juegos de feria
- ❖ Les gustaría que la intervención durase mucho más
- ❖ Si los utilizarían en las instalaciones del grupo, pero no lo compraría
- ❖ Les gustó juegos de retos de movimiento atrapando objetos

Gusto por metáforas relacionadas con deportes conocidos

- ❖ Relacionado con deportes que le gustan
- ❖ Por escenarios deportivos que ha vivido o que le hubiesen gustado vivir
- ❖ Aceptación por deportes como el boliche que se juegan mucho en su lugar de nacimiento o juegos con raquetas que no les son ajenos
- ❖ Consideran que las temáticas relacionadas con disciplinas como el yoga les sirven como ejercicio
- ❖ Aun en personas que tienen problemas cognitivos (en este caso principios de Alzheimer) haber realizado el deporte en el que se basa el exergame ayuda a la persona a animarse a jugar

Inclusión del adulto mayor

- ❖ Aceptación a que se les tome en cuenta en este tipo de videojuegos
- ❖ No importa la edad para que se les tome en cuenta en el desarrollo de la tecnología

Preferencias de interacción

- ❖ Gusto por ver su propia imagen en la pantalla
- ❖ Ver que su movimiento se ve reflejado en el avatar
- ❖ Metáforas que les recuerdan sueños

- ❖ Preferencia de Kinect sobre Wii
- ❖ Cuando ayudaron a otros prefirieron mostrar como se hacía el movimiento a explicarlo
- ❖ Les agradó que les ayudaran a realizar el movimiento, generó un sentimiento de realizarlo en equipo
- ❖ Les agradó jugar entre puros adultos mayores
- ❖ Los colores, imágenes y textos utilizados en los exergames utilizados los consideran adecuados, no tuvieron problemas para visualizarlos
- ❖ El tamaño de imagen en un televisor de 40" se les hizo adecuado
- ❖ No les entendieron bien a las instrucciones provistas por los juegos
- ❖ Les fue difícil interpretar los diferentes estímulos en la pantalla, por ejemplo, no entendían para que serví el recuadro adicional donde se veía su propia imagen
- ❖ Sintió que en los exergames no se puede lastimar mientras que en el cachibol sí.
- ❖ Les pareció más divertido jugar dos al mismo tiempo que uno solo
- ❖ Prefieren jugarlo en grupo que solos o en casa

Rechazo hacia los videojuegos

- ❖ Rechazo hacia los videojuegos pasivos donde se pasan horas sentado jugando apretando botones

Exergames preferidos

- ❖ Boliche
- ❖ Kinect Adventures, donde con el movimiento promovido el avatar vuela.
- ❖ Tenis
- ❖ Los jugadores de precisión les parecieron más interesantes que divertidos

Problemas con los controles

- ❖ Wii: Coordinar el movimiento con pegarle a una pelota virtual de la pantalla
- ❖ Wii: Ubicar los botones dentro del control de Wii
- ❖ Kinect: no sabía que hacer
- ❖ Kinect: sentir que con los movimientos no le atina
- ❖ Kinect: problemas para conceptualizar cómo el movimiento del cuerpo corresponde a al movimiento del avatar en la pantalla
- ❖ Lo más difícil es aprender a coordinar el movimiento al principio
- ❖ Consideran que todo se resume a un problema de aprender a coordinar el movimiento
- ❖ En el juego de boliche, como el avatar estaba transparente, no podía ubicar quién era yo

Reacción a la curva de aprendizaje

- ❖ Tardan en controlar el juego y fueron pocos los que lo dominaron en los 15 minutos que tuvieron para jugar
- ❖ Lo toma como un reto y piensa que lo que se necesita es más tiempo
- ❖ Cambio la percepción de la dificultad del juego al lograr ubicar la correspondencia entre el movimiento propio y lo que sucede en la pantalla
- ❖ En el caso del acelerómetro de Wii no logró sentirse más seguro ya que también necesitaba coordinar el movimiento y apretar un botón al mismo tiempo
- ❖ El sentir que es eficaz al atrapar los objetos en el juego ayudó a eliminar la inseguridad en el juego
- ❖ El reto les hizo sentir unidos, esto les llevó a ayudar a otros que no entendían el movimiento
- ❖ El juego de tenis se le hizo más difícil, pero más retador a la vez

- ❖ Les gusta el reto que representa el juego y les impulsó a intentarlo más fuerte
- ❖ El que haya una persona que ayude a identificar el movimiento sirve a reducir el estrés durante el aprendizaje, pero no reduce la necesidad de que el adulto mayor ponga mucha atención a las instrucciones sobre cómo realizar el movimiento

Características del área de juego

- ❖ Prefieren un salón amplio que una sala de tamaño normal
- ❖ A la persona con Alzheimer le ayudó estar observando jugar a los demás durante toda la intervención para sentir que podía y animarse a jugar.

Sentimientos promovidos durante el juego

- ❖ Sensación que no se va a poder con el juego antes de haber jugado
- ❖ Preocupación por quedar en vergüenza frente a los demás
- ❖ Contar con el apoyo de una persona que le asesore promovió una mayor seguridad al aprender el movimiento
- ❖ No le agrada jugar con más jóvenes, prefieren jugar con puros adultos mayores
- ❖ Después de jugar un tiempo se tiene más confianza y se reduce la inseguridad
- ❖ En la casa jugando con otros más jóvenes hay burlas y palabras obscenas
- ❖ Las burlas me quitan las ganas de jugar, lo cohiben
- ❖ En un ambiente respetuoso nos dan más ganas de jugar
- ❖ Estamos acostumbrados a mantener relaciones distantes con los jóvenes y eso afecta durante el juego
- ❖ Los jóvenes van muy rápido en el juego (tiene mucha habilidad) y esto les impide jugar con ellos
- ❖ Los jóvenes esperan que uno (adulto mayor) reaccione a la misma velocidad que ellos, y esto es imposible
- ❖ Les gustó mucho que todos reaccionaban a la misma velocidad durante la sesión de juego con adultos mayores
- ❖ Sienten que al jugar con puros adultos mayores todos tienen la misma capacidad de movimiento
- ❖ Esa distancia con los jóvenes lo perciben como una barrera para jugar
- ❖ Es importante que el exergame sea útil, y sobre todo utilizarlo regularmente y aprender a cómo usarlo
- ❖ Es importante que haya una persona que nos apoye (monitor)
- ❖ Sienten que pueden ser útiles para evitar el Alzheimer
- ❖ Sienten que les hacen estar más activos
- ❖ Los exergames les hace trabajar la memoria
- ❖ Les gustó mucho la sensación que producía el que los compañeros los apoyaran y les echaran porras
- ❖ Los exergames hicieron que se le olvidaran los dolores que traía, y le hizo sentir llena de vida
- ❖ Salir de casa para jugar en grupo rompe la monotonía en el hogar
- ❖ Se sintió entusiasmada y activa, me gusta el movimiento

Problemas cognitivos detectados

- ❖ Inseguridad al seguir indicaciones
- ❖ Requiere poner el doble de atención de lo normal a las indicaciones que se les dan
- ❖ Se requiere que las instrucciones acerca del movimiento sean más sencillas
- ❖ Una explicación más transparente ayuda a aprender más

- ❖ Tener problemas con la memoria de trabajo cohibe a la persona y le hacen sentir que no va a poder con la actividad
- ❖ Al reconocer el movimiento como conocido, ayudó a la persona con principios de Alzheimer a animarse a jugar
- ❖ El sentir que siempre se equivoca al seguir el movimiento hace que prefiera no intentarlo

Consideraciones con relación a la intensidad de juego

- ❖ No causó dolor
- ❖ El reto que representan los exergames usados les pareció adecuado para ellos

ANEXO 6.

Diagramas Causales elaborados en la primera fase de la intervención de acción participativa.

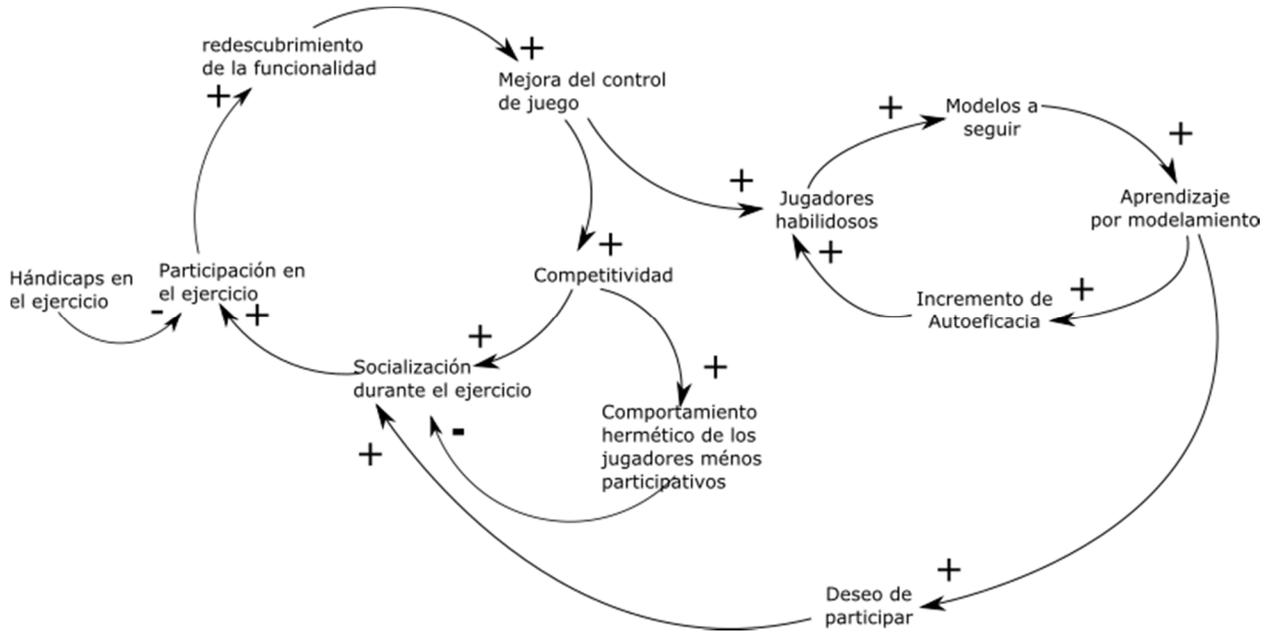


Figura 3. Diagrama causal sobre la socialización durante el juego

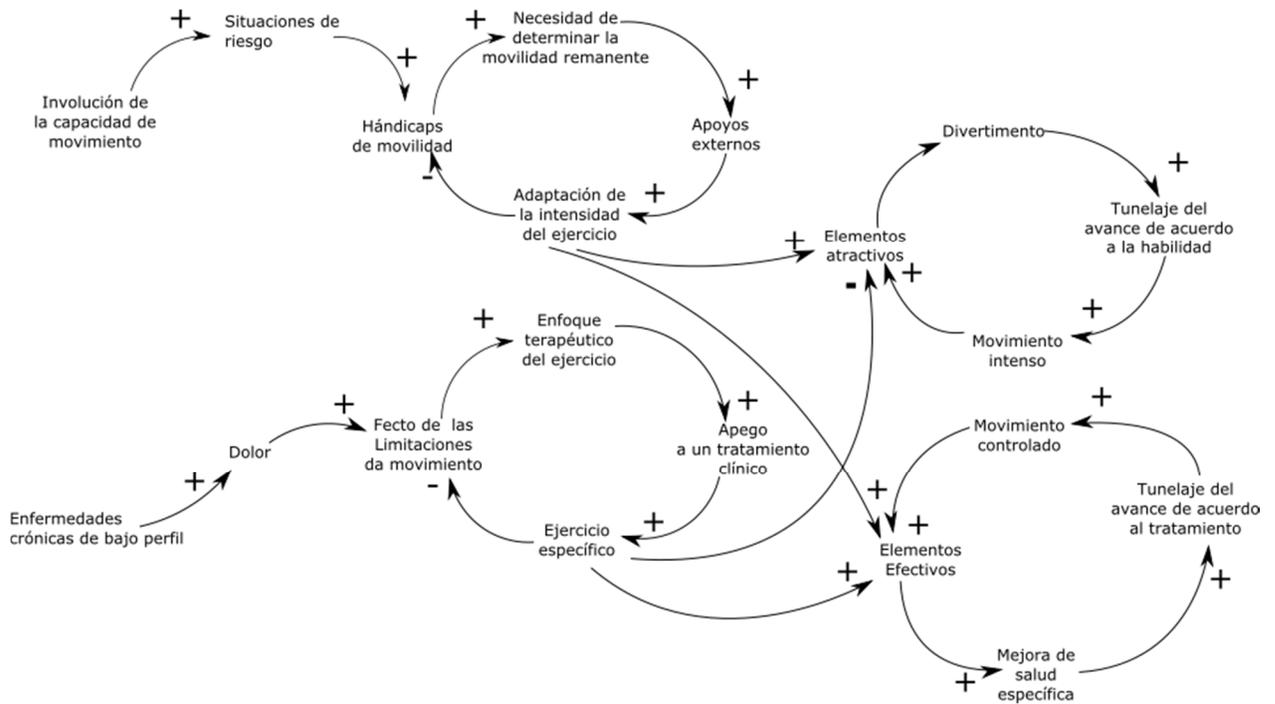


Figura 4. Diagrama causal relación movilidad tipo de ejercitación.

ANEXO 7.

Movimientos Facilitadores diseñados.



Figura 5. Movimiento facilitador tiro de boliche.

En la Figura 5 se muestra el movimiento facilitador en el tiro de boliche que consiste en doblar la rodilla de la pierna contraria al brazo con la que se realiza el tiro, estirar la pierna del lado correspondiente al brazo que tira y apoyar la mano sobre la rodilla doblada para obtener la mayor estabilidad durante el tiro.



Figura 6. Movimiento facilitador para carrera o caminata en balance board.

En la Figura 6 se ejemplifica el movimiento facilitador para retos de balanceo en el balance board de Wii. Se les pidió a los jugadores doblar una rodilla hacia el frente y estirar la pierna contraria, para después invertir el movimiento. Con el propósito de generar un balanceo seguro que no provocase inestabilidad. En juegos como



Figura 7. Movimiento facilitador para la carrera de cerditos.

En la Figura 7 se representa la posición que se pidió tomar a los jugadores de la carrera de cerditos de Kinect. Se les pidió doblar un poco ambas rodillas y de esta posición balancear la cadera. Mientras se está en esta posición un brazo es balanceado para dar mayor velocidad al cerdito. Siempre concentrando la atención en que la posición sea totalmente estable durante el balanceo.



Figura 8. Movimiento facilitador para el lanzamiento de jabalina.

La Figura 8 muestra el movimiento facilitador utilizado en el lanzamiento de jabalina. Se le pide al jugador doblar la rodilla de la pierna de apoyo (aquella que va al frente), mientras se abre el compás y se doblan ligeramente los dedos del pie que queda atrás. Adicionalmente se permite nivelar el movimiento levantando el brazo contrario del que se va a realizar el lanzamiento. Partiendo de esta posición solo se balancea el brazo levantado hacia el frente con lo que se realiza el tiro.



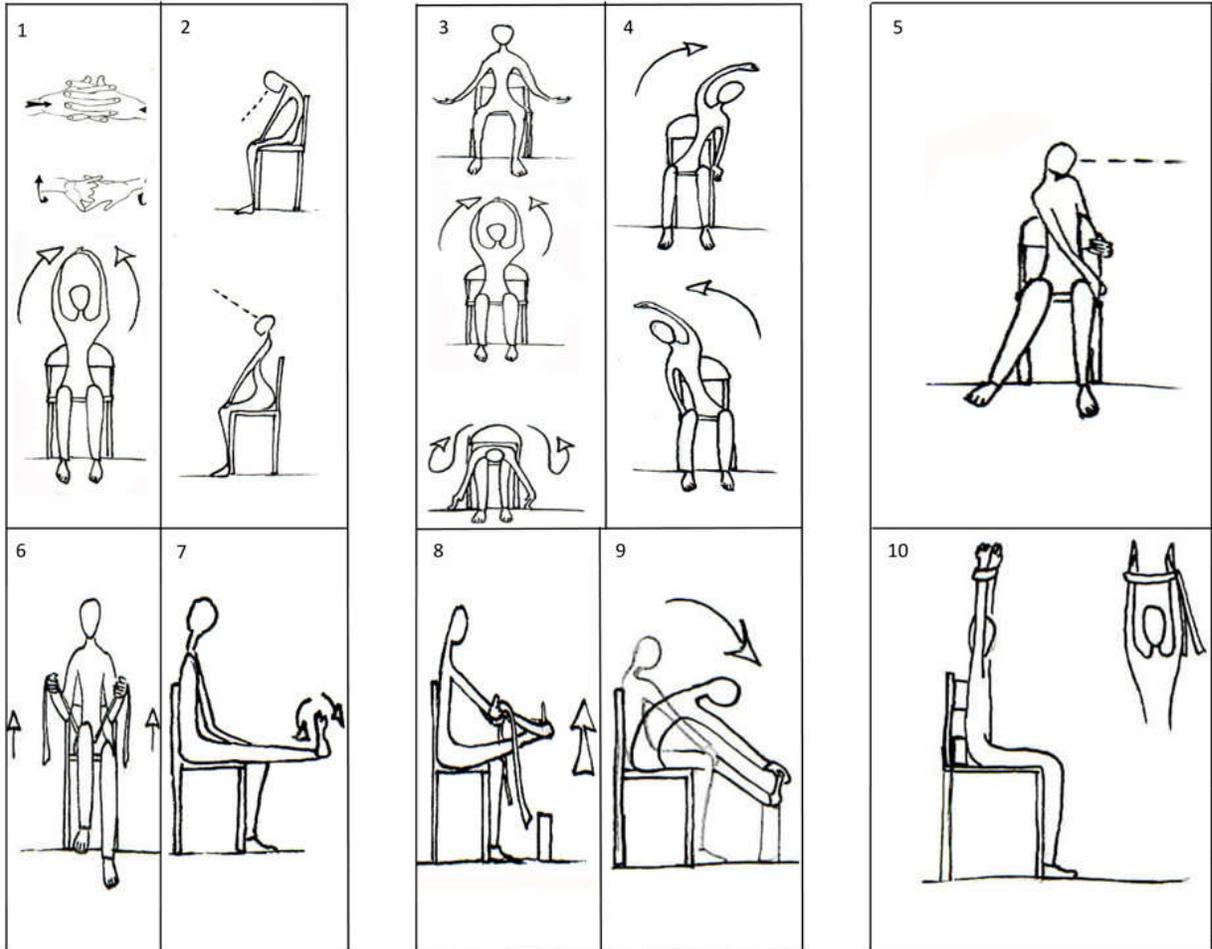
Figura 9. Movimiento facilitador para la retórica de correr.

En la Figura 9 se ejemplifica el movimiento facilitador utilizado en la retórica correr. Donde se le pide a la persona que todo el tiempo mantenga un pie sobre el piso y levante la rodilla de la otra pierna hasta donde se sienta confortable.

ANEXO 8.

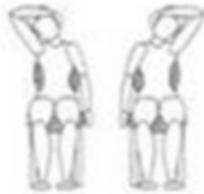
Movimientos de control tarea practicados durante las sesiones.

Primera etapa sentados (baja intensidad sentados).

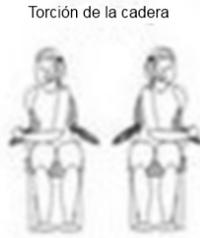


drawings by stephanie corne

yoga for new knees



Estiramiento de cuello

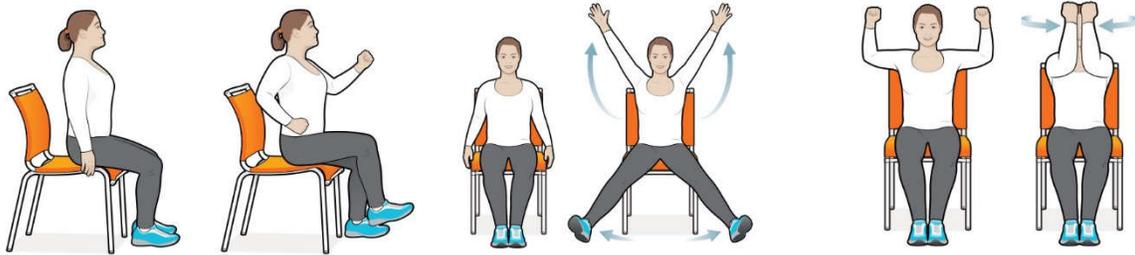


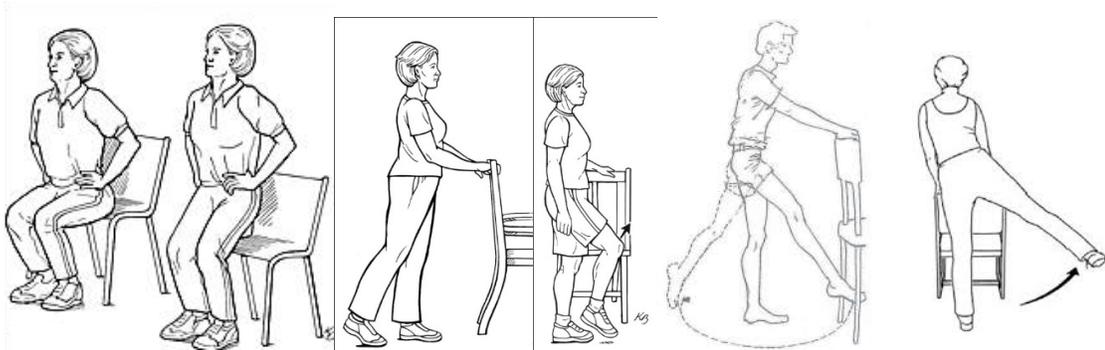
Estiramientos laterales

Sumergirse al frente

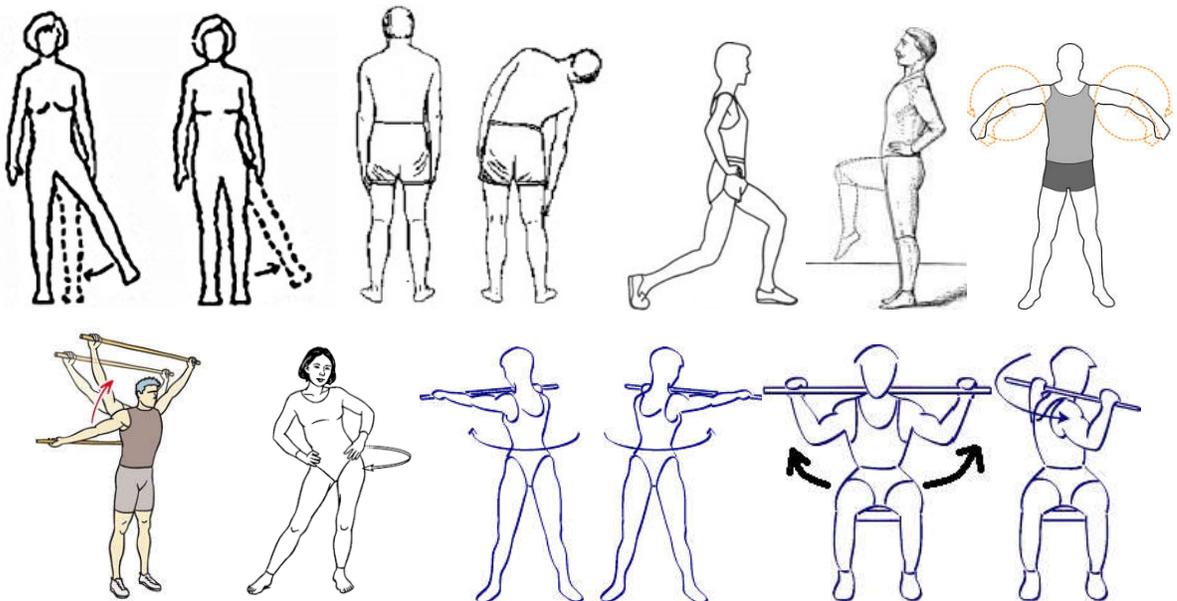


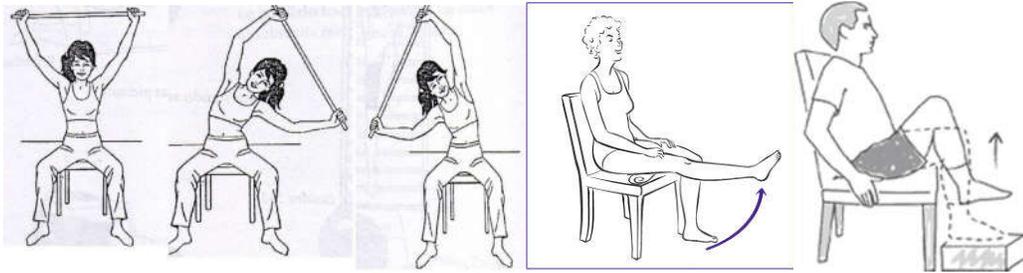
Segunda etapa sentados (alta intensidad sentado-parado).



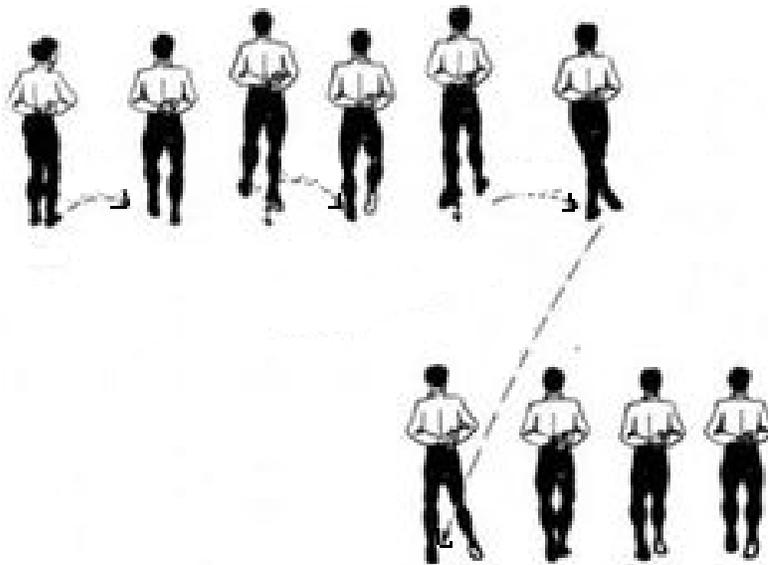
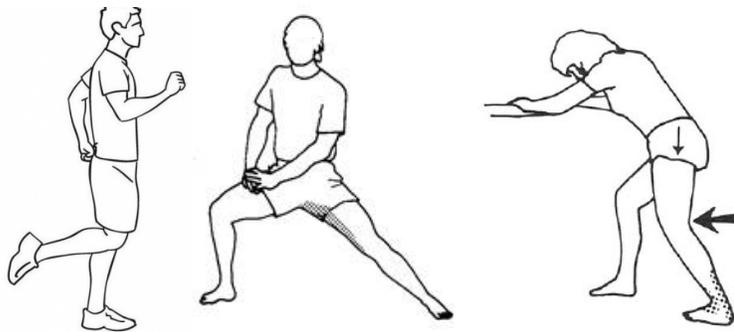


Tercera etapa sentados (parado-sentado).





Cuarta etapa parados.



ANEXO 9.

Carta descriptiva de la actividad para Grupos Vulnerables de Desarrollo Social.

Ensenada, B.C. 19 abril de 2013.

Lic. Patricia Reyes.

Presente.

De acuerdo a la plática que sostuvimos en principios de mes me permito presentar a su atención una descripción del proyecto que en este momento se está desarrollando en el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) en al área de cómputo móvil y ubicuo. Para lo cual pudiese ser de gran ayuda la participación del Centro de Atención a Grupos Vulnerables especialmente la parte de atención a Adultos Mayores.

Hemos estado trabajando en la composición de un laboratorio viviente donde se puedan probar, validar y aplicar algunas de las tecnologías desarrolladas por el CICESE en apoyo a los adultos mayores. En su primera etapa se ha estado trabajando con el grupo de atención al adulto mayor del ISSSTE Ensenada, en donde primeramente se dieron una serie de pláticas relacionadas con tecnologías que pueden ayudar a mejorar la capacidad funcional del adulto mayor. Después, en colaboración con la institución, se implementaron sesiones de juego utilizando exergames, video juegos que promueven el movimiento en el adulto mayor mientras juega, con el propósito de observar y establecer elementos que permitan el desarrollo de exergames adecuados para el adulto mayor. Finalmente se ha utilizado este foro para probar algunos video juegos desarrollados por el propio CICESE.

La experiencia en este primer grupo es altamente significativa por el apego y éxito que ha tenido la actividad hacia dentro del grupo, así como algunos cambios importantes que se han podido observar en sus miembros, tales como: redescubrimiento de sus propias capacidades físicas residuales, algunos signos de mejora en su movilidad, mejoría en su estado de ánimo, la reincorporación de actividad física en miembros que eran totalmente sedentarios y la mejora en el nivel de socialización.

Para la institución se ha convertido en una actividad fija con un buen nivel de aceptación que ha permitido fortalecer al grupo, y que diversificar las actividades ofrecidas al adulto mayor más allá de pláticas o convivios esporádicos.

Para el CICESE el contar con un laboratorio donde es el adulto mayor quien experimenta en su persona los cambios positivos que la tecnología de cómputo genera, como lo son los videojuegos, nos ha permitido iniciar nuevos proyectos que buscan apoyar en el bienestar del adulto mayor. Sin embargo, un elemento fundamental es la diversidad que debe haber en los grupos de prueba, por lo cual es muy conveniente contar con otros grupos que le enriquezcan y permitan una mayor generalización de los resultados.

Es con este propósito que nos hemos acercado al Grupo de Atención a Grupos Vulnerables del DIF, para ofrecerles conformar una actividad con características similares.

El programa de trabajo consiste en:

1. Una primera plática de divulgación que se puede dar en las dos sesiones en que dividen Uds. sus reuniones con los adultos mayores en el DIF. Esta plática se centra en explicar de manera muy accesible para el adulto mayor en qué consisten estos juegos, como les benefician, una explicación

muy breve de cómo se llevaría a cabo la actividad y dos testimonios de adultos mayores que están actualmente participando en el grupo (total 40 mins.)

2. Llevar a los centros principales (no más de 5) donde se reúnen los adultos mayores una demostración de los juegos, donde ellos podrán experimentar el jugarles por primera vez, y podrán tener contacto con el grupo de trabajo del CICESE. De tal forma que esta actividad ayude a que haya un grupo que se decida a iniciar la actividad de forma ya fija.
3. Una intervención larga de un año, donde de manera fija los adultos mayores acudan exclusivamente a jugar los exergames, en sesiones de aproximadamente 1:30 hrs.
4. Llevar eventualmente algunos videojuegos desarrollados por el CICESE para probar con el grupo.

Particularmente en el punto 3, el papel del CICESE es proveer al grupo de una actividad física lúdico recreativa sin ningún riesgo para ellos, con exergames seleccionados explícitamente para su beneficio. Un punto importante a recalcar es que por las características de la actividad no es posible incluir a personas que presentan fragilidad, entendiéndose ésta como un estado de decaimiento físico tal que incrementa grandemente la posibilidad de sufrir daño físico (premórbido) o en el cual ya hay un diagnóstico que contraindique la actividad física leve a moderada o en el cual se presenten incapacidades físicas que les impidan estar en pie por su propia cuenta, sin embargo es posible incluir personas que utilizan bastón como un apoyo de transferencia de movimiento pero que aún tienen la capacidad de desplazarse solos. En todo caso se deberá contar con la autorización de cada participante en el entendido que no haya ninguna contraindicación médica conocida para participar y que es por su propia voluntad que han decidido incorporarse al grupo. Todo participante está en la libertad de retirarse de la actividad en el momento que así lo desee por la causa que sea.

Por su parte el Grupo de Atención a Grupos Vulnerables deberá proveer de un espacio y tiempo destinado para la actividad, que asegure discreción para el adulto mayor durante la práctica de la misma, evitando que haya personas ajenas a la actividad que pueden provocar incomodidad a los adultos mayores; así como un ambiente de respeto mutuo entre el participante y el resto del grupo.

Gracias de antemano por su atención y apoyo.

Atentamente.

Dra. Ana Isabel Martínez García.

Investigador titular.

ANEXO 10.

Carta para el comité de ética de Departamento de Ciencias de la Computación del CICESE.

Proyecto: Exergames para Adultos Mayores.

Antecedentes.

El CICESE es una institución de investigación científica y tecnológica que entre sus áreas de estudio están las Ciencias de la Computación. Específicamente dentro de esta área existe una línea de investigación dedicada a los Sistemas Interactivos y dentro de ella se trabaja en la aplicación de tecnologías en apoyo a la salud del adulto mayor.

El proyecto de Exergames para Adultos Mayores es uno de los trabajos que en esta línea de investigación se han desarrollado y forma parte del proyecto de investigación a nacional denominado JUEGAAA, el cual abarca a instituciones tales como el INAOEP, UABC, CENIDET, INR. El proyecto tiene como propósito establecer principios y elementos tecnológicos que permitan desarrollar video juegos que promueven una ejercitación mientras se juega (exergames) adecuados para el adulto mayor.

El adulto mayor mexicano presenta altos niveles de sedentarismo en su vida diaria. Restringiendo sus actividades recreativas a ver televisión y a realizar las actividades de la vida diaria [1]. Adicionalmente del obvio efecto que esto tiene en el deterioro físico del adulto mayor, repercute incrementando su aislamiento social y deterioro cognitivo y emocional[2]. Es muy grande el impacto económico y social que tienen para el país las enfermedades crónico degenerativas y la depresión entre adultos mayores [3]; ambos problemas íntimamente relacionados con la falta de actividad física recreativa.

Área de Oportunidad.

Los exergames reúnen varias características interesantes que pueden aplicarse en diferentes sectores de la sociedad. Particularmente en el caso del adulto mayor la American Heart Association establece que ayudan a evitar el comportamiento sedentario y proveen de formas accesibles y disfrutables para ser más activo, se incrementan los tiempos de reacción ojo-mano, mejoran la disponibilidad para el ejercicio y proveen de oportunidades de socialización [4].

Sin embargo múltiples estudio señalan cierta problemática que impide la adopción de este tipo de video juegos por el adulto mayor [5],[6],[7], etc.

Objetivos del estudio.

Como parte de la tesis del estudiante de doctorado Amado Velázquez Montalvo, se inició una investigación que tiene como propósito establecer las barreras físicas, psicológicas y sociales que impiden la adopción de los exergames entre adultos mayores.

Las preguntas que guían esta investigación son:

¿Cuáles son los principios que deben guiar la ejercitación dentro de un exergame tal que sea apta a las características de un adulto mayor sano y le provea un beneficio físico adecuado?

¿Cómo se debe clasificar al jugador en base a su capacidad de movimiento y su habilidad para responder al gameplay (lo que el juego nos pide hacer)?

¿Cómo personalizar el gameplay proveyendo de una intensidad de movimiento adecuada para cada clase de jugador adulto mayor?

Metodología.

La metodología incluyo 3 fases.

Primera Fase.

Entrevistas largas con especialistas del Instituto Nacional de Geriátría, Instituto Nacional de Rehabilitación, Investigadores Mexicanos sobre envejecimiento humano (IMSS Y Universidad de Grenoble, Francia) y del INAPAM. Buscando establecer todos los criterios y requerimientos médicos a tomar en cuenta.

Segunda Fase.

Intervención con duración de 8 meses. Se llevó a cabo una intervención con un grupo de Adultos Mayores funcionales pertenecientes a los grupos de atención al adulto mayor del ISSSTE. Donde se probaron diferentes exergames, buscando detectar problemas y encontrar soluciones a las barreras detectadas durante el juego.

Tercera Fase.

Elaboración del modelo para el diseño de exergames para el adulto mayor. El cual incluye la clasificación de la movilidad del adulto mayor con miras a evaluar su capacidad para realizar el ejercicio promovido por el exergame. En esta fase se trabajó en cooperación con el personal del Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada (CRI). La finalidad de esta fase es establecer un modelo que permita el diseño adecuado de la experiencia de ejercitación a través de un exergame para adultos mayores.

Resultados.

Los principios y guías de diseño obtenidas se presentaron en el taller de cómputo cooperativo CSCWD2013 llevado a cabo en Whisler Canadá [8]. Se tuvo una participación con este trabajo en el libro Colección Medicina de Excelencia Envejecimiento Saludable y Productivo del IMSS, en la sección Nuevas Tecnologías de Información y comunicación en apoyo al envejecimiento saludable. Además de diversas ponencias en talleres y foros acerca del envejecimiento y eventos de cómputo.

Cómo producto final de este trabajo se diseñó una intervención que investiga el uso exitoso de los exergames "into the wild". El valorar este tipo de tecnologías fuera del laboratorio es actualmente un tópico relevante en la investigación sobre interacción humano computadora.

Esta nueva intervención se inició en el grupo de Atención a Grupos Vulnerables perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Municipal. Donde cada martes se tiene una reunión con alrededor de 40 adultos mayores para reactivarles físicamente a través del uso de exergames.

Esta misma actividad se ha replicado con éxito en el Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada perteneciente al Sector Salud, donde cada jueves se da como parte de su programa de terapias ocupacionales en apoyo al adulto mayor.

Reporte elaborado por

PhD Student Amado Velázquez Montalvo.