

Métricas de colaboración en las tareas de selección y manipulación en un entorno virtual 3D.

ANEXOS



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**Luis Alberto Ordoñez Zúñiga
Yhon Alexander Romero Narváez**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Línea de Investigación en Ingeniería de la Colaboración
Departamento de Sistemas
Grupo IDIS – Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software
Popayán, 2014**

Métricas de colaboración en las tareas de selección y manipulación en un entorno virtual 3D.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**Luis Alberto Ordoñez Zúñiga
Yhon Alexander Romero Narváez**

Trabajo de grado para optar al título de Ingenieros de Sistemas

Director: PhD(c). Wilson Javier Sarmiento,
Co-Director: PhD. César Alberto Collazos

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Línea de Investigación en Ingeniería de la Colaboración
Departamento de Sistemas
Grupo IDIS – Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software
Popayán, 2014**

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO A. Evaluación de la propuesta post-tarea mediante los formularios.....	6
A.1. Cronograma y organización de los participantes	6
A.2. Formulario de caracterización	9
A.3. Formularios Test 1 y Test 2.....	11
A.4. Resultados preliminares del Formulario de Caracterización	20
A.5. Resultados preliminares del formulario Test 1	25
A.6. Resultados preliminares del Formulario Test 2.....	29
ANEXO B. Resultados de las Métricas de Colaboración	33
B.1. Métricas de Rendimiento.....	33
B.1.1 Rendimiento de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración	33
B.1.2 Rendimiento de la Selección y Manipulación en Colaboración Libre	35
B.2. Métricas de Inmersión	37
B.2.1 Inmersión de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración ...	37
B.2.2 Inmersión de la Selección y Manipulación en la Colaboración Libre.....	39
B.3. Métricas de Usabilidad	41
B.3.1 Usabilidad de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración ..	41
B.3.2 Usabilidad de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración ..	43
B.4. Métricas de Cooperación.....	45
B.4.1 Cooperación de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración	45
B.4.2 Cooperación de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración	47
B.5. Gráficas Generales	49
Anexo C. Características de una actividad colaborativa	60
C.1. Interdependencia Positiva	60
C.2. Tipos de interdependencia positiva.	60
Anexo D. Métodos de evaluación en Interfaces 3D	62
D.1. Recorrido cognitivo.....	62
D.2. Evaluación heurística	62
D.3. Evaluación formativa	62
D.4. Evaluación sumativa.....	63

D.5.	Cuestionarios	63
Anexo E. Procesos de Evaluación.....		64
E.1	Métodos de evaluación en la Selección y Manipulación	64
E.2	Métodos de evaluación en la Manipulación Colaborativa	70
E.3	Métodos de evaluación en escenarios Colaborativos.	74
E.4	Métricas de la literatura empleadas en la selección.....	78
E.5	Métricas de la literatura empleadas en la manipulación.....	81
E.6	Métricas de la literatura empleadas en la manipulación colaboración.....	83
E.7	Métricas de la literatura empleadas en procesos colaborativos	85
Anexo F. Dinámicas, Mecánicas y Componentes de la Gamificación.		90
F.1	Dinámicas de Juego.....	90
F.2	Tipos de Dinámicas	90
F.3	Mecánicas de Juego.....	91
F.4	Tipos de Mecánicas.....	91
F.5	Componentes del Juego.....	92
F.6	Tipos de Componentes	92
Anexo G. Plan de pruebas del prototipo		94
G.1	Objetivo.....	94
G.2	Estrategias de las pruebas	94
G.3	Casos particulares de las pruebas de Caja Negra	95
G.4	Implementación de las pruebas.....	96
G.5	Resultados de las pruebas piloto enmarcado en la usabilidad.....	107
Anexo H. Artículo.....		108
REFERENCIAS		118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica General de las métricas del Rendimiento en la Selección	49
Figura 2. Gráfica General de las Métricas de la Inmersión en la Selección.....	50
Figura 3. Gráfica General de las Métricas de la Usabilidad en la Selección.....	51
Figura 4. Gráfica de General de las Métricas de la Cooperación en la Selección	52
Figura 5. Gráfica General de las Métricasdel Rendimiento en la Manipulación.....	53
Figura 6. Gráfica General de las Métricas de la Inmersión en la Manipulación	54
Figura 7. Gráfica General de las Métricas de la Usabilidad en la Manipulación	55
Figura 8. Gráfica General de las Métricas de la Cooperación en la Manipulación.....	56
Figura 9. Gráfica General de las Métricas en la Selección.....	57
Figura 10. Gráfica General de las Métricas en la Manipulación	57
Figura 11. Gráfica Genera de las Métricas de Colaboración en la Selección	58
Figura 12. Gráfica Genera de las Métricas de Colaboración en la Manipulación.....	59
Figura 13. Elementos de la Gamificación.....	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Organización de los grupos para la participación en la tarea de selección y manipulación.	6
Tabla 2. Caracterización de los participantes de la validación experimental.	20
Tabla 3. Resultados primarios referentes al Test 1 post-tarea.	27
Tabla 4. Resultados primarios referentes al Test 2 post-tarea.	31
Tabla 5. Métrica de Rendimiento en la Selección en Favoreciendo la Colaboración.....	33
Tabla 6. Métrica de Rendimiento en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración ..	34
Tabla 7. Métrica de Rendimiento en la Selección en Colaboración Libre	35
Tabla 8. Métrica de Rendimiento en la Manipulación en Colaboración Libre	36
Tabla 9. Métrica de Inmersión en la Selección en Favoreciendo la Colaboración	37
Tabla 10. Métrica de Inmersión en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración.....	38
Tabla 11. Métrica de Inmersión en la Selección en la Colaboración Libre.....	39
Tabla 12. Métrica de Inmersión en la Manipulación en la Colaboración Libre.	40
Tabla 13. Métrica de Usabilidad en la Selección en Favoreciendo la Colaboración.	41
Tabla 14. Métrica de Usabilidad en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración....	42
Tabla 15. Métrica de Usabilidad en la Selección en Colaboración Libre.	43
Tabla 16. Métrica de Usabilidad en la Manipulación en Colaboración Libre.	44
Tabla 17. Métrica de Cooperación en la Selección en Favoreciendo la Colaboración.....	45
Tabla 18. Métrica de Cooperación en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración.	46
Tabla 19. Métrica de Cooperación en la Selección en Colaboración Libre.....	47
Tabla 20. Métrica de Cooperación en la Manipulación en Colaboración Libre.	48
Tabla 21. Procesos de evaluación en la selección y manipulación de objetos.	64
Tabla 22. Procesos de evaluación en la manipulación colaborativa de objetos.....	70
Tabla 23. Procesos de evaluación en las aplicaciones colaborativas.....	74

Tabla 24. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la selección.....	78
Tabla 25. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la manipulación.....	81
Tabla 26. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la manipulación colaborativa.	83
Tabla 27. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de procesos colaborativos.	85
Tabla 28. Caso de prueba 01.....	96
Tabla 29. Caso de prueba 02.....	96
Tabla 30. Caso de prueba 03.....	97
Tabla 31. Caso de prueba 04.....	97
Tabla 32. Caso de prueba 05.....	98
Tabla 33. Caso de prueba 06.....	99
Tabla 34. Caso de prueba 07.....	100
Tabla 35. Caso de prueba 08.....	100
Tabla 36. Caso de prueba 09.....	101
Tabla 37. Caso de prueba 10.....	102
Tabla 38. Caso de prueba 11.....	102
Tabla 39. Caso de prueba 12.....	103
Tabla 40. Caso de prueba 13.....	104
Tabla 41. Caso de prueba 14.....	105
Tabla 42. Tabla resumen de las pruebas realizadas y acciones.	106

ANEXO A. Evaluación de la propuesta post-tarea mediante los formularios.

Este anexo recoge los cuestionarios que se entregaron a las personas que tomaron parte de la validación experimental. Los cuestionarios utilizados no fueron diferentes en el Test 1 y Test 2, ya que vienen enmarcados en el proceso de Colaboración Libre y Favoreciendo la Colaboración, pero cabe resaltar que cada uno de ellos buscan obtener información concreta, que se ha estructurado en los siguientes apartados.

A.1. Cronograma y organización de los participantes

Para llevar a cabo nuestra validación experimental, se realizó un cronograma dadas las condiciones de accesibilidad y disponibilidad de las salas en donde se iba realizar la experimentación.

Tabla 1. Organización de los grupos para la participación en la tarea de selección y manipulación.

Identificador del Grupo	Nombre	Número identificación	Fecha de la participación	Lapso de tiempo de la participación (hora)	Distribución
ID1	Fabián Alejandro Mondragón	1.061.707.104	13/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	Daniel Felipe Cepeda	46071030			Sala 2
ID2	Víctor Alfonso Riascos Méndez	1.061.699.184	14/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	Oscar Ricardo Valencia Aguilar	1.061.759.167			Sala 2
ID3	Maritza Fernanda Mera Gaona	No suministrado	17/08/2014	7:00 a 9:00 am	Sala 1

Identificador del Grupo	Nombre	Número identificación	Fecha de la participación	Lapso de tiempo de la participación (hora)	Distribución
	Andrés Felipe Delgado	No suministrado			Sala 2
ID4	Edwar Alejandro Giraldo Muñoz	46081090	17/08/2014	9:00 a 11:00 am	Sala 1
	Luis Felipe Jiménez Caicedo	46081146			Sala 2
ID5	David Felipe Penagos Mosquera	46071030	18/08/2014	11:00 a 1:00 pm	Sala 1
	Jaime Alberto Jurado Narváez	46082023			Sala 2
ID6	Jhon Fredy Paz	46071084	18/08/2014	2:00 a 4:00 pm	Sala 1
	Wilian Fernando Pantoja Carvajal	46091097			Sala 2
ID7	Julián Andrés Valencia López	46091097	18/08/2014	4:00 a 6:00 pm	Sala 1
	Yuliana Karolina González	44091178			Sala 2
ID8	Dolly Yazmín Anacona Golondrino	46091058	19/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	María Isabel Bastidas	46091003			Sala 2

Identificador del Grupo	Nombre	Número identificación	Fecha de la participación	Lapso de tiempo de la participación (hora)	Distribución
ID9	Cesar Iván Zambrano Espinosa	1.061.707.104	21/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	Klauss Sheffield Rendón	46071063			Sala 2
ID10	Walter Alexis Ante Sandoval	1.061.704.266	23/08/2014	4:00 a 6:00 pm	Sala 2
	Andrés Ruiz	46082037			Sala 1
ID11	Jhon Yanguas Fernández	46102002	23/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	Juan David Pinto Corredor	46102051			Sala 2
ID12	Carlos Fernando Chávez	46052028	24/08/2014	11:00 a 1:00 pm	Sala 2
	John Henry Bermúdez	46042005			Sala 1
ID13	Wilmer Andrés Camacho Velasco	1.061.711.993	24/08/2014	2:00 a 4:00 pm	Sala 1
	Gaby Lorena Guerrero Mera	1.061.694.717			Sala 2
ID14	Daniel Eduardo Paz Perafán	46092027	24/08/2014	4:00 a 6:00 pm	Sala 2
	Jhon Holman Reyes Cerón	46072030			Sala 1

Identificador del Grupo	Nombre	Número identificación	Fecha de la participación	Lapso de tiempo de la participación (hora)	Distribución
ID15	Yesica Gamboa	46091130	24/08/2014	6:00 a 8:00 pm	Sala 1
	Andrés Felipe Castillo Escobar	46072001			Sala 2
ID16	Oscar Darío Gómez Burbano	46071017	27/08/2014	7:00 a 9:00 pm	Sala 1
	Juan Pablo Martínez Pulido	46072007			Sala 2

A.2. Formulario de caracterización

Este cuestionario se realizó desde cero, el cual está constituido en dos partes, una primera con información general del participante, como su nombres y apellidos, género, edad, grado de escolaridad, mano de preferencia y problemas de visión, dado que la experimentación se va realizar en televisores con visión estereoscópica 3D. Esta información es útil para comprender los resultados particulares de un participante, si se requiere. La segunda parte tiene cuestiones sobre las pruebas a realizar de manera colaborativa, es decir, las experiencias de usuarios; la cual contiene una pregunta sobre la frecuencia de juego de videojuegos, además de su destreza en ellos y por último se pedía a los participantes sobre la disposición para trabajar en equipo. Cabe mencionar que cada cuestionario disponía de un campo el cual hace referencia al identificador del grupo.

Para la realización de este cuestionario se siguieron algunos consejo expuestos en [1]. Este cuestionario se les suministraba a los participantes después de realizar los pre-test de la experimentación.

Cuestionario General

Este formulario tiene como objetivo realizar una caracterización de las personas que colaboraron con la validación experimental de las Métricas de Colaboración. La Información suministrada será usada únicamente para fines académicos y de investigación, por lo tanto se mantendrá el anonimato y privacidad de los datos suministrados.

*Obligatorio

Identificador grupo *

[Por favor no llenar este campo]

Datos personales

Nombres: *

Apellidos: *

Género: *

- Hombre
- Mujer

Edad: *

Último grado de escolaridad terminado *

- Bachillerato
- Técnico - Tecnólogo
- Profesional
- Posgrado

Mano de preferencia *

- Diestro
- Zurdo
- Ambidiestro

Problemas de visión *

- Ninguno
- Miopía
- Hipermetropía
- Astigmatismo
- Otro:

Experiencias de usuario

1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos? *

- Nunca he jugado
- He jugado un par de veces, solo para probar
- Juego ocasionalmente
- Juego una vez por semana
- Juego casi todos los días

2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D *

Se entiende como juegos de acción en 3D aquellos juegos que exigen reacción rápida del jugador, como el caso de los juegos de carrera de autos y juegos de tirador en primera persona como Doom, Quake, Unreal, Halo, etc.

- No sé, no he jugado lo suficiente
- Malo, no tengo coordinación motora para este tipo de juegos
- Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo
- Soy bueno
- Soy muy bueno

3. Califique su disposición para el trabajo en equipo *

	1	2	3	4	5	
Evito trabajar en grupos, me gusta trabajar solo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Me integro o genero grupos de trabajo, me gusta trabajar en equipo

A.3. Formularios Test 1 y Test 2

La realización de los cuestionarios post-tarea, se basó fundamentalmente en el trabajo realizado por Schroeder [2]. Cabe destacar que para la tarea de selección y manipulación se realizaban dos cuestionarios exactamente iguales, esto dado que la validación experimental se basa en dos escenarios: Colaboración Libre y Favoreciendo la Colaboración. Cada usuario indicaba sus apreciaciones en una escala de Likert de 1 a 5, esto lo realizaban cada vez que se terminaba un Test.

Estos cuestionarios están constituidos de la siguiente manera: 14 preguntas para determinar las apreciaciones relacionadas con la Usabilidad, 7 eran definidas para la selección, seguidas de otras 7 para la manipulación. Luego, se determinaron 4 preguntas para determinar dos instancias de la métrica de Cooperación, nuevamente, se dividía en 2 para la selección y 2 para la manipulación. Por último, se toman realizan 6 preguntas relacionadas con la percepción de la Inmersión. Cabe mencionar que cada cuestionario disponía de un campo el cual hace referencia al identificador del grupo.

Formulario Post-tarea.

*Obligatorio

Identificador grupo *

[Por favor no llenar este campo]

Usabilidad de la Selección

1. Califique la facilidad con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno 3D *

1 2 3 4 5

Muy difícil, casi no pude
seleccionar las figuras

Muy fácil, seleccione las
figuras sin ningún problema

2. Califique la precisión con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Poco preciso, nunca
lograba seleccionar el
objeto que quería

Muy preciso, siempre
lograba seleccionar el
objeto que quería

3. Califique la eficiencia con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Poco eficiente, me demoré mucho seleccionando las figuras

Muy eficiente, seleccioné las figuras rápidamente

4. Califique la facilidad de aprendizaje del método de selección de las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Muy difícil, requerí mucho entrenamiento

Muy fácil, casi no requerí entrenamiento

5. Califique en qué medida la selección de un objeto en el entorno 3D se asemejó a señalar/indicar objetos en el mundo real *

1 2 3 4 5

Muy bajo, no se asemejó a señalar/indicar objetos en el mundo real

Muy alto, se asemejó a señalar/indicar objetos en el mundo real

6. Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de selección de los objetos *

1 2 3 4 5

Muy bajo, casi no cansé

Muy alto, me cansé rápidamente

7. Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D en el momento de seleccionar los objetos *

1 2 3 4 5

Muy bajo, casi no
cansé

Muy alto, me cansé
rápidamente

Esfuerzo de la Colaboración en la Selección

8. ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de seleccionar un objeto?*

1 2 3 4 5

Baja, Percibí que casi no
le ayudé

Alta, Percibí que le ayudé
todo el tiempo

9. ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de seleccionar un objeto? *

1 2 3 4 5

Baja, Percibí que casi no
me ayudó

Alta, Percibí que me ayudó
todo el tiempo

Usabilidad de la Manipulación

10. Califique la facilidad con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Muy difícil, casi no pude manipular las figuras Muy fácil, manipulé las figuras sin problemas

11. Califique la precisión con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Poco preciso, nunca lograba el movimiento que quería Muy preciso, siempre lograba el movimiento que quería

12. Califique la eficiencia con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual *

1 2 3 4 5

Poco eficiente, me demoré mucho manipulando las figuras Muy eficiente, manipulé las figuras rápidamente

13. Califique la facilidad de aprendizaje del método de manipulación de las figuras dentro del entorno 3D *

1 2 3 4 5

Muy fácil, casi no requerí entrenamiento Muy difícil, requerí mucho entrenamiento

14. Califique en qué medida la manipulación de un objeto en el entorno 3D, se asemejó a mover objetos en el mundo real *

1 2 3 4 5

Muy bajo, los movimientos no son bien representados. Muy alto, los movimientos son bien representados.

15. Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de manipulación de los objetos *

1 2 3 4 5

Muy bajo, casi no cansé Muy alto, me cansé rápidamente

16. Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D al manipular los objetos*

1 2 3 4 5

Muy bajo, casi no cansé Muy alto, me cansé rápidamente

Esfuerzo de Colaboración en la Manipulación

17. ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de mover un objeto? *

1 2 3 4 5

Baja, Percibí que casi no le ayudé Alta, Percibí que le ayudé todo el tiempo

18. ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de manipular un objeto? *

1 2 3 4 5

Baja, Percibí que casi no me ayudó Alta, Percibí que me ayudó todo el tiempo

Percepción de la Inmersión

19. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con la mesa y las fichas de Tetris *

1 2 3 4 5

Muy baja, nunca me sentí en la misma habitación con la mesa y las fichas Muy alta, siempre me sentí en la misma habitación con la mesa y las fichas

20. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas *

1 2 3 4 5

Muy bajo, no me siento seleccionando o manipulando las fichas Muy alto, me siento seleccionando o manipulando las fichas

21. Califique la sensación percibida de haber estado en el escenario 3D o haber simplemente observado el escenario 3D *

1 2 3 4 5

Muy baja, sentí que simplemente está viendo el escenario Muy alta, sentí que me encontraba en el escenario

22. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con su compañero *

1 2 3 4 5

Muy baja, no me sentí en la misma habitación con mi compañero Muy alta, me sentí en la misma habitación con mi compañero

23. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas junto a su compañero en el entorno virtual *

1 2 3 4 5

Muy baja, no me siento seleccionando y manipulando las fichas con mi compañero Muy alta, si me siento seleccionando y manipulando las fichas con mi compañero

24. Califique el nivel de apoyo/asistencia que les brindó los mecanismo visuales de ayuda en la tarea de selección y manipulación *

1 2 3 4 5

Bajo, casi no me brindaron apoyo Alto, me brindaron mucha apoyo

A.4. Resultados preliminares del Formulario de Caracterización

Tabla 2. Caracterización de los participantes de la validación experimental.

Identificador grupo	Nombres:	Apellidos:	Género :	Edad:	Último grado de escolaridad terminado	Mano de preferencia	Problemas de visión	1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos?	2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D	3. Califique su disposición para el trabajo en equipo
ID1	Fabián	Mondragón	Hombre	26	Profesional	Diestro	Miopía, Astigmatismo	Juego ocasionalmente	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	4
	Daniel Felipe	Cepeda	Hombre	31	Profesional	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Malo, no tengo coordinación motora para este tipo de juegos	3
ID2	Victor Alfonso	Riascos Mendez	Hombre	28	Posgrado	Diestro	Astigmatismo	Juego una vez por semana	Soy bueno	5
	Oscar Ricardo	Valencia Aguilar	Hombre	27	Profesional	Diestro	Miopía, Astigmatismo	Juego ocasionalmente	Soy bueno	5
ID3	Maritza Fernanda	Mera Gaona	Mujer	24	Profesional	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	5

Identificador grupo	Nombres:	Apellidos:	Género :	Edad:	Último grado de escolaridad terminado	Mano de preferencia	Problemas de visión	1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos?	2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D	3. Califique su disposición para el trabajo en equipo
	Andrés Felipe	Delgado	Hombre	23	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	No sé, no he jugado lo suficiente	5
ID4	Edwar Alejandro	Giraldo Muñoz	Hombre	22	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego casi todos los días	Soy bueno	4
	Luis Felipe	Jimenez Caicedo	Hombre	26	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Soy bueno	4
ID5	David Felipe	Penagos Mosquera	Hombre	25	Bachillerato	Diestro	Miopía, Astigmatismo	He jugado un par de veces, solo para probar	Soy bueno	3
	Jaime Alberto	Jurado Narváez	Hombre	23	Bachillerato	Diestro	Astigmatismo	Juego casi todos los días	Soy bueno	3
ID6	Jhon Fredy	Paz	Hombre	26	Bachillerato	Diestro	Miopía	He jugado un par de veces, solo para probar	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	4
	Wilian Fernando	Pantoja Carvajal	Hombre	22	Bachillerato	Diestro	Miopía	Juego casi todos los días	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	5
ID7	Julián Andres	Valencia López	Hombre	28	Profesional	Diestro	Ninguno	Juego casi todos los días	Soy muy bueno	5

Identificador grupo	Nombres:	Apellidos:	Género :	Edad:	Último grado de escolaridad terminado	Mano de preferencia	Problemas de visión	1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos?	2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D	3. Califique su disposición para el trabajo en equipo
	Yuliana	Gonzalez	Mujer	22	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	4
ID8	Dolly Yazmin	Anacona Golondrino	Mujer	22	Bachillerato	Diestro	Miopía	He jugado un par de veces, solo para probar	No sé, no he jugado lo suficiente	4
	Maria Isabel	Bastidas	Mujer	27	Técnico – Tecnólogo	Diestro	Astigmatismo	He jugado un par de veces, solo para probar	Soy bueno	5
ID9	Cesar Ivan	Zambrano Espinosa	Hombre	23	Profesional	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	No sé, no he jugado lo suficiente	5
	Klauss Sheffield	Rendón	Hombre	27	Profesional	Diestro	Miopía	Juego casi todos los días	Soy muy bueno	5
ID10	Walter Alexis	Ante Sandoval	Hombre	26	Profesional	Diestro	Ninguno	He jugado un par de veces, solo para probar	Soy bueno	5
	Andrés	Ruiz	Hombre	23	Técnico - Tecnólogo	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	Soy bueno	5
ID11	Jhon	Yanguas Fernández	Hombre	26	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos	4

Identificador grupo	Nombres:	Apellidos:	Género :	Edad:	Último grado de escolaridad terminado	Mano de preferencia	Problemas de visión	1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos?	2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D	3. Califique su disposición para el trabajo en equipo
									manos al mismo tiempo	
	Juan David	Pinto Corredor	Hombre	25	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	No sé, no he jugado lo suficiente	4
ID12	Carlos Fernando	Chávez	Hombre	32	Profesional	Diestro	Hipermetropía, Astigmatismo	Juego ocasionalmente	Soy bueno	5
	John Henry	Bermudez	Hombre	27	Profesional	Diestro	Daltonismo 26%	Juego ocasionalmente	No sé, no he jugado lo suficiente	5
ID13	Wilmer Andrés	Camacho Velasco	Hombre	25	Profesional	Diestro	Miopía, Hipermetropía	Juego ocasionalmente	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	5
	Gaby Lorena	Guerrero Mera	Mujer	27	Profesional	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	5
ID14	Daniel Eduardo	Paz Perafán	Hombre	23	Técnico - Tecnólogo	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Soy bueno	3

Identificador grupo	Nombres:	Apellidos:	Género :	Edad:	Último grado de escolaridad terminado	Mano de preferencia	Problemas de visión	1. ¿Con qué frecuencia juega videojuegos?	2. Califique su destreza en juegos de acción en 3D	3. Califique su disposición para el trabajo en equipo
	Jhon Holman	Reyes Cerón	Hombre	23	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego ocasionalmente	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	4
ID15	Yesica	Gamboa	Mujer	22	Profesional	Diestro	Ninguno	Nunca he jugado	No sé, no he jugado lo suficiente	5
	Andrés Felipe	Castillo Escobar	Hombre	23	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego casi todos los días	Soy bueno	4
ID16	Oscar Dario	Gómez Burbano	Hombre	24	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	Aceptable, tengo dificultad en usar las dos manos al mismo tiempo	4
	Juan Pablo	Martinez Pulido	Hombre	27	Bachillerato	Diestro	Ninguno	Juego una vez por semana	Soy muy bueno	5

A.5. Resultados preliminares del formulario Test 1

Referencias de las preguntas:

- P. 1.** Califique la facilidad con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno 3D.
- P. 2.** Califique la precisión con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 3.** Califique la eficiencia con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 4.** Califique la facilidad de aprendizaje del método de selección de las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 5.** Califique en qué medida la selección de un objeto en el entorno 3D se asemejó a señalar/indicar objetos en el mundo real.
- P. 6.** Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de selección de los objetos.
- P. 7.** Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D en el momento de seleccionar los objetos.
- P. 8.** ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de seleccionar un objeto?
- P. 9.** ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de seleccionar un objeto?
- P. 10.** Califique la facilidad con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 11.** Califique la precisión con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 12.** Califique la eficiencia con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 13.** Califique la facilidad de aprendizaje del método de manipulación de las figuras dentro del entorno 3D.
- P. 14.** Califique en qué medida la manipulación de un objeto en el entorno 3D, se asemejó a mover objetos en el mundo real.
- P. 15.** Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de manipulación de los objetos.
- P. 16.** Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D al manipular los objetos.
- P. 17.** ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de mover un objeto?

P. 18. ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de manipular un objeto?

P. 19. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con la mesa y las fichas de Tetris.

P. 20. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas.

P. 21. Califique la sensación percibida de haber estado en el escenario 3D o haber simplemente observado el escenario 3D.

P. 22. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con su compañero.

P. 23. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas junto a su compañero en el entorno virtual.

P. 24. Califique el nivel de apoyo/asistencia que les brindó los mecanismos visuales de ayuda en la tarea de selección y manipulación.

Tabla 3. Resultados primarios referentes al Test 1 post-tarea.

Identificador del grupo	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5	P. 6	P. 7	P. 8	P. 9	P. 10	P. 11	P. 12	P. 13	P. 14	P. 15	P. 16	P. 17	P. 18	P. 19	P. 20	P. 21	P. 22	P. 23	P. 24
ID1	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	3	4	3	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	3	5	4	2
ID2	3	3	3	3	2	3	4	5	5	2	2	2	3	2	4	4	5	4	3	4	3	4	4	5
	4	4	4	5	5	5	5	5	5	2	1	3	3	2	5	4	5	5	5	5	3	5	5	4
ID3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	3	2	4	3	2	3	2	2	3	3	2	5
	3	3	3	4	4	2	2	3	4	4	3	3	3	4	1	1	3	3	3	4	4	3	4	4
ID4	4	4	4	4	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	3	3	3	5
	4	4	3	5	4	3	5	4	5	3	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	3	5
ID5	3	3	3	4	5	1	5	5	5	4	3	3	2	4	1	5	5	5	5	4	3	3	3	4
	3	4	5	4	4	2	3	3	4	2	2	3	4	4	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4
ID6	5	5	5	4	4	3	2	5	5	3	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
	4	3	3	5	3	1	1	5	5	4	2	2	5	3	1	1	4	4	3	4	3	5	4	4
ID7	3	3	2	3	4	4	1	5	5	2	2	2	2	2	4	1	5	5	2	2	5	5	5	5
	2	4	3	5	4	1	1	3	3	5	3	1	2	4	1	1	3	3	4	4	3	5	5	5
ID8	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5
	4	4	4	5	4	2	2	5	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4
ID9	4	3	3	4	5	2	4	4	4	3	4	3	4	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3
	4	3	4	5	2	2	3	5	5	4	4	4	5	1	4	3	5	5	3	3	2	4	4	4
ID10	4	4	4	5	4	1	3	5	5	4	4	3	5	4	2	2	5	5	4	5	5	5	5	5
	4	4	3	5	5	2	2	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
ID11	4	4	3	5	4	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	4	3	4
	2	2	2	4	4	3	4	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	4	3

Identificador del grupo	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5	P. 6	P. 7	P. 8	P. 9	P. 10	P. 11	P. 12	P. 13	P. 14	P. 15	P. 16	P. 17	P. 18	P. 19	P. 20	P. 21	P. 22	P. 23	P. 24
ID12	5	5	5	5	5	3	3	5	5	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	5	4	5	4	5
	5	4	4	5	3	2	3	5	5	3	3	3	5	3	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4
ID13	4	3	3	4	5	1	1	4	5	4	4	4	1	4	1	1	3	4	4	4	4	4	4	5
	3	3	4	5	3	3	1	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5
ID14	4	4	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2	3	2
	3	3	3	4	3	2	2	4	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	4	3	3	3
ID15	4	4	4	5	3	4	4	5	5	2	2	2	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5
	3	3	4	5	4	2	2	4	5	4	3	3	2	5	1	1	4	5	5	4	5	5	5	4
ID16	4	4	3	5	4	2	1	4	5	3	3	4	3	4	4	3	4	5	4	4	4	3	5	4
	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	3	1	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	5

A.6. Resultados preliminares del Formulario Test 2

Referencias de las preguntas:

- P. 1.** Califique la facilidad con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno 3D.
- P. 2.** Califique la precisión con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 3.** Califique la eficiencia con que usted seleccionó las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 4.** Califique la facilidad de aprendizaje del método de selección de las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 5.** Califique en qué medida la selección de un objeto en el entorno 3D se asemejó a señalar/indicar objetos en el mundo real.
- P. 6.** Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de selección de los objetos.
- P. 7.** Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D en el momento de seleccionar los objetos.
- P. 8.** ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de seleccionar un objeto?
- P. 9.** ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de seleccionar un objeto?
- P. 10.** Califique la facilidad con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 11.** Califique la precisión con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 12.** Califique la eficiencia con que usted manipuló las figuras dentro del entorno virtual.
- P. 13.** Califique la facilidad de aprendizaje del método de manipulación de las figuras dentro del entorno 3D.
- P. 14.** Califique en qué medida la manipulación de un objeto en el entorno 3D, se asemejó a mover objetos en el mundo real.
- P. 15.** Califique el cansancio percibido al realizar la actividad de manipulación de los objetos.
- P. 16.** Califique el cansancio percibido por la visión espectroscópica 3D al manipular los objetos.
- P. 17.** ¿En qué medida percibió que ayudó a su compañero al momento de mover un objeto?

P. 18. ¿En qué medida percibió la ayuda que recibió de su compañero al momento de manipular un objeto?

P. 19. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con la mesa y las fichas de Tetris.

P. 20. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas.

P. 21. Califique la sensación percibida de haber estado en el escenario 3D o haber simplemente observado el escenario 3D.

P. 22. Califique la sensación percibida de estar en la misma habitación con su compañero.

P. 23. Cuando recuerda la tarea que realizó en el entorno virtual, califique la sensación de estar seleccionando y manipulando las fichas junto a su compañero en el entorno virtual.

P. 24. Califique el nivel de apoyo/asistencia que les brindó los mecanismos visuales de ayuda en la tarea de selección y manipulación.

Tabla 4. Resultados primarios referentes al Test 2 post-tarea.

Identificador del grupo	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5	P. 6	P. 7	P. 8	P. 9	P. 10	P. 11	P. 12	P. 13	P. 14	P. 15	P. 16	P. 17	P. 18	P. 19	P. 20	P. 21	P. 22	P. 23	P. 24
ID1	4	4	4	3	2	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ID2	3	3	3	3	3	4	4	5	5	3	3	4	3	2	3	4	5	4	4	3	3	4	4	3
	5	4	3	3	5	5	5	5	5	2	1	1	3	3	5	5	5	5	5	1	2	4	3	3
ID3	3	2	3	5	5	4	3	5	5	3	3	3	5	5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
	5	5	5	5	5	2	2	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4
ID4	4	4	4	5	4	3	4	5	5	5	4	3	2	3	2	4	5	5	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	5	4	2	3	4	4	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	4	4
ID5	5	5	5	5	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4
	4	4	2	5	3	1	1	4	5	4	4	3	1	3	1	1	4	5	3	4	4	5	5	4
ID6	4	4	4	5	3	1	1	3	3	5	3	3	1	4	1	1	3	3	4	3	1	5	5	5
	3	3	4	4	3	5	1	5	5	4	3	3	2	2	5	1	5	5	4	4	5	5	5	5
ID7	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5
	4	4	4	5	3	1	2	5	3	4	4	3	4	4	3	3	5	5	4	4	4	4	4	4
ID8	4	4	2	4	1	5	5	5	5	4	4	4	2	1	5	5	5	5	1	2	3	3	3	1
	4	3	3	5	4	2	2	5	5	4	4	4	2	3	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5
ID9	4	4	5	5	5	1	2	5	5	4	4	4	5	4	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5
	4	4	5	5	5	2	2	5	5	3	3	3	5	5	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5
ID10	5	4	4	5	4	1	2	4	4	4	4	4	4	3	1	2	4	4	4	4	4	4	4	5
	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
ID11	4	4	4	5	2	4	4	4	5	3	2	3	5	2	5	4	4	4	2	4	3	2	3	4
	5	5	5	5	4	3	3	5	5	4	4	4	2	4	3	3	5	5	4	4	4	4	4	4

Identificador del grupo	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5	P. 6	P. 7	P. 8	P. 9	P. 10	P. 11	P. 12	P. 13	P. 14	P. 15	P. 16	P. 17	P. 18	P. 19	P. 20	P. 21	P. 22	P. 23	P. 24	
ID12	4	4	4	4	5	1	1	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	4	3	4	4	4	2	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
ID13	3	3	3	4	4	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	3	3	3	4
	4	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	3	2	2	4	4	3	2	3	3	3	3	4
ID14	4	4	4	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	5	4	5	5	4	1	1	4	5	5	4	5	3	4	1	1	4	5	5	5	5	5	5	5	4
ID15	5	5	5	5	5	1	2	3	4	4	3	5	4	3	3	3	5	4	4	3	2	3	3	3	4
	4	4	5	5	4	2	3	5	5	5	4	4	5	4	2	3	5	5	4	4	3	4	4	4	5
ID16	4	4	4	5	4	2	2	5	5	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4	4	3	5	4	5	5	5	5	4	3	2	4	3	5	5	5	5	3	4	5	4	4	4	5

ANEXO B. Resultados de las Métricas de Colaboración

En este anexo se muestran los resultados recogidos de las mediciones realizadas durante la validación experimental realizada. Estos datos se han organizado en tablas de forma que se facilite su comprensión.

B.1. Métricas de Rendimiento

Las tablas recogen los datos obtenidos de las mediciones respecto a las instancias de las Métricas de Rendimiento tanto en la selección como en la manipulación. Las tablas se han en los dos escenarios que comprende la validación experimental, como son: Favoreciendo la Colaboración y Colaboración Libre. Cada una de estas tablas contiene los campos como el identificador de cada grupo de participantes, además, contiene el nombre de la instancia, el promedio de cada cálculo. Finalmente, las últimas filas de cada tabla muestran la normalidad, desviación estándar y el P. valor de la prueba estadística.

B.1.1 Rendimiento de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 5. Métrica de Rendimiento en la Selección en Favoreciendo la Colaboración

Rendimiento en la Selección						
Identificador	Precisión de la Selección	Seleccionados	Error de Selección	Tiempo de Selección	Tiempo de Interacción Real en la Selección	TOTAL
ID2	0,465	0,600	0,740	0,322	0,294	0,484
ID3	0,153	0,200	0,630	0,020	0,330	0,267
ID4	0,659	0,900	0,950	0,634	0,354	0,699
ID5	0,411	0,600	0,620	0,364	0,476	0,494
ID6	0,535	0,700	0,710	0,438	0,336	0,544
ID7	0,226	0,300	0,850	0,133	0,296	0,361
ID8	0,362	0,500	0,760	0,187	0,290	0,420
ID9	0,640	0,800	0,850	0,450	0,421	0,632
ID10	0,504	0,700	0,590	0,419	0,424	0,527
ID11	0,515	0,600	0,580	0,287	0,347	0,466
ID12	0,549	0,700	0,870	0,456	0,271	0,569
ID13	0,705	0,900	0,820	0,465	0,270	0,632
ID14	0,477	0,600	0,880	0,349	0,248	0,511
ID15	0,471	0,600	0,840	0,376	0,233	0,504
ID16	0,835	1,000	0,670	0,544	0,596	0,729

Promedio	0,500	0,647	0,757	0,363	0,346	0,523
Normalidad	0,900	0,394	0,309	0,710	0,057	0,927
Desviación	0,175	0,213	0,119	0,158	0,098	0,122

Tabla 6. Métrica de Rendimiento en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Rendimiento en la Manipulación					
Identificador	Precisión de Posición	Precisión de Rotación	Tiempo de Manipulación	Tiempo de Interacción Real en la Manipulación	TOTAL
ID2	0,734	0,353	0,249	0,305	0,410
ID3	0,217	0,369	0,002	0,302	0,223
ID4	0,886	0,303	0,451	0,303	0,486
ID5	0,783	0,368	0,167	0,333	0,412
ID6	0,846	0,433	0,296	0,361	0,484
ID7	0,237	0,360	0,194	0,256	0,262
ID8	0,660	0,224	0,173	0,278	0,334
ID9	0,574	0,294	0,296	0,308	0,368
ID10	0,737	0,231	0,098	0,303	0,342
ID11	0,335	0,583	0,289	0,313	0,380
ID12	0,861	0,383	0,201	0,255	0,425
ID13	0,725	0,255	0,241	0,287	0,377
ID14	0,764	0,331	0,091	0,302	0,372
ID15	0,661	0,275	0,243	0,276	0,364
ID16	0,742	0,205	0,169	0,235	0,338
Promedio	0,651	0,331	0,211	0,294	0,372
Normalidad	0,008	0,159	0,778	0,657	0,499
Desviación	0,217	0,096	0,106	0,032	0,071

B.1.2 Rendimiento de la Selección y Manipulación en Colaboración Libre

Tabla 7. Métrica de Rendimiento en la Selección en Colaboración Libre

Rendimiento en la Selección						
Identificador	Precisión de la Selección	Seleccionados	Error de Selección	Tiempo de Selección	Tiempo de Interacción Real en la Selección	TOTAL
ID2	0,567	0,700	0,710	0,244	0,336	0,511
ID3	0,643	0,800	0,730	0,264	0,382	0,564
ID4	0,647	0,800	0,850	0,489	0,381	0,633
ID5	0,720	0,900	0,560	0,462	0,395	0,607
ID6	0,678	0,900	0,910	0,409	0,259	0,631
ID7	0,549	0,700	0,820	0,285	0,270	0,525
ID8	0,446	0,600	0,870	0,189	0,226	0,466
ID9	0,545	0,700	0,800	0,289	0,454	0,558
ID10	0,653	0,900	0,800	0,465	0,364	0,636
ID11	0,612	0,800	0,850	0,481	0,317	0,612
ID12	0,574	0,700	0,910	0,358	0,251	0,558
ID13	0,589	0,800	0,830	0,530	0,344	0,619
ID14	0,475	0,600	0,810	0,250	0,257	0,478
ID15	0,744	1,000	0,870	0,638	0,316	0,714
ID16	0,653	0,800	0,540	0,352	0,589	0,587
Promedio	0,606	0,780	0,791	0,380	0,343	0,580
Normalidad	0,895	0,335	0,010	0,589	0,099	0,793
Desviación	0,083	0,115	0,113	0,128	0,094	0,067

Tabla 8. Métrica de Rendimiento en la Manipulación en Colaboración Libre

Rendimiento en la Manipulación					
Identificador	Precisión de Posición	Precisión de Rotación	Tiempo de Manipulación	Tiempo de Interacción Real en la Manipulación	TOTAL
ID2	0,854	0,361	0,144	0,332	0,453
ID3	0,438	0,426	0,122	0,254	0,329
ID4	0,846	0,343	0,278	0,335	0,489
ID5	0,806	0,371	0,335	0,342	0,504
ID6	0,738	0,293	0,235	0,300	0,422
ID7	0,251	0,465	0,173	0,271	0,296
ID8	0,752	0,375	0,091	0,279	0,406
ID9	0,760	0,300	0,161	0,371	0,407
ID10	0,631	0,313	0,173	0,293	0,372
ID11	0,311	0,315	0,488	1,303	0,371
ID12	0,838	0,210	0,100	0,228	0,383
ID13	0,756	0,374	0,315	0,318	0,482
ID14	0,852	0,380	0,080	0,319	0,437
ID15	0,777	0,327	0,581	0,325	0,562
ID16	0,629	0,289	0,214	0,200	0,377
Promedio	0,683	0,343	0,233	0,365	0,419
Normalidad	0,004	0,867	0,034	0,000	0,985
Desviación	0,197	0,062	0,146	0,264	0,070

B.2. Métricas de Inmersión

B.2.1 Inmersión de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 9. Métrica de Inmersión en la Selección en Favoreciendo la Colaboración

Inmersión de Selección							
Identificador	Sentido de Presencia	Paralelo a la Realidad 1	Paralelo a la Realidad 2	Coopresencia 1	Coopresencia 2	Conciencia	TOTAL
ID2	0,900	0,400	0,500	0,800	0,700	0,600	0,650
ID3	0,500	0,600	0,700	0,600	0,600	0,900	0,650
ID4	0,800	0,700	0,500	0,700	0,700	0,900	0,717
ID5	0,800	0,800	0,700	0,600	0,600	0,800	0,717
ID6	0,600	0,700	0,700	0,900	0,900	0,800	0,767
ID7	0,600	0,600	0,800	1,000	1,000	1,000	0,833
ID8	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,817
ID9	0,700	0,700	0,600	0,800	0,800	0,700	0,717
ID10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ID11	0,700	0,600	0,600	0,700	0,700	0,700	0,667
ID12	0,600	0,800	0,700	0,600	0,700	0,800	0,700
ID13	0,900	0,800	0,800	0,800	0,800	1,000	0,850
ID14	0,700	0,500	0,500	0,600	0,600	0,800	0,617
ID15	0,900	0,800	0,900	0,900	0,900	0,900	0,883
ID16	0,700	0,800	0,900	0,800	0,800	0,900	0,817
Promedio	0,747	0,707	0,713	0,773	0,773	0,847	0,760
Normalidad	0,599	0,258	0,375	0,088	0,155	0,175	0,399
Desviación	0,141	0,149	0,155	0,139	0,133	0,119	0,105

Tabla 10. Métrica de Inmersión en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Inmersión de Manipulación							
Identificador	Sentido de Presencia	Paralelo a la Realidad 1	Paralelo a la Realidad 2	Coopresencia 1	Coopresencia 2	Conciencia	TOTAL
ID2	0,900	0,400	0,500	0,800	0,700	0,600	0,650
ID3	0,500	0,600	0,700	0,600	0,600	0,900	0,650
ID4	0,800	0,700	0,500	0,700	0,700	0,900	0,717
ID5	0,800	0,800	0,700	0,600	0,600	0,800	0,717
ID6	0,600	0,700	0,700	0,900	0,900	0,800	0,767
ID7	0,600	0,600	0,800	1,000	1,000	1,000	0,833
ID8	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,817
ID9	0,700	0,700	0,600	0,800	0,800	0,700	0,717
ID10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ID11	0,700	0,600	0,600	0,700	0,700	0,700	0,667
ID12	0,600	0,800	0,700	0,600	0,700	0,800	0,700
ID13	0,900	0,800	0,800	0,800	0,800	1,000	0,850
ID14	0,700	0,500	0,500	0,600	0,600	0,800	0,617
ID15	0,900	0,800	0,900	0,900	0,900	0,900	0,883
ID16	0,700	0,800	0,900	0,800	0,800	0,900	0,817
Promedio	0,747	0,707	0,713	0,773	0,773	0,847	0,760
Normalidad	0,599	0,258	0,375	0,088	0,155	0,175	0,399
Desviación	0,141	0,149	0,155	0,139	0,133	0,119	0,105

B.2.2 Inmersión de la Selección y Manipulación en la Colaboración Libre

Tabla 11. Métrica de Inmersión en la Selección en la Colaboración Libre.

Inmersión de la Selección							
Identificador	Sentido de Presencia	Paralelo a la Realidad 1	Paralelo a la Realidad 2	Coopresencia 1	Coopresencia 2	Conciencia	TOTAL
ID2	0,800	0,900	0,600	0,900	0,900	0,900	0,833
ID3	0,600	0,700	0,600	0,600	0,600	0,800	0,650
ID4	0,900	0,900	0,700	0,600	0,600	1,000	0,783
ID5	0,700	0,800	0,700	0,800	0,800	0,800	0,767
ID6	0,600	0,700	0,600	0,800	0,700	0,800	0,700
ID7	0,800	0,700	0,600	1,000	1,000	1,000	0,850
ID8	0,800	0,900	0,800	0,800	0,800	0,900	0,833
ID9	0,500	0,600	0,700	0,800	0,800	0,600	0,667
ID10	0,800	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,883
ID11	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,817
ID12	0,700	0,800	0,600	0,800	0,800	0,900	0,767
ID13	0,800	0,800	0,700	0,800	0,800	0,900	0,800
ID14	0,600	0,600	0,600	0,500	0,600	0,500	0,567
ID15	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
ID16	0,700	0,800	0,700	0,700	0,900	0,900	0,783
Promedio	0,733	0,787	0,700	0,780	0,793	0,847	0,773
Normalidad	0,133	0,026	0,008	0,100	0,062	0,002	0,354
Desviación	0,118	0,106	0,107	0,132	0,122	0,136	0,092

Tabla 12. Métrica de Inmersión en la Manipulación en la Colaboración Libre.

Inmersión de la Manipulación							
Identificador	Sentido de Presencia	Paralelo a la Realidad 1	Paralelo a la Realidad 2	Coopresencia 1	Coopresencia 2	Conciencia	TOTAL
ID2	0,800	0,900	0,600	0,900	0,900	0,900	0,833
ID3	0,600	0,700	0,600	0,600	0,600	0,800	0,650
ID4	0,900	0,900	0,700	0,600	0,600	1,000	0,783
ID5	0,700	0,800	0,700	0,800	0,800	0,800	0,767
ID6	0,600	0,700	0,600	0,800	0,700	0,800	0,700
ID7	0,800	0,700	0,600	1,000	1,000	1,000	0,850
ID8	0,800	0,900	0,800	0,800	0,800	0,900	0,833
ID9	0,500	0,600	0,700	0,800	0,800	0,600	0,667
ID10	0,800	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,883
ID11	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,817
ID12	0,700	0,800	0,600	0,800	0,800	0,900	0,767
ID13	0,800	0,800	0,700	0,800	0,800	0,900	0,800
ID14	0,600	0,600	0,600	0,500	0,600	0,500	0,567
ID15	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
ID16	0,700	0,800	0,700	0,700	0,900	0,900	0,783
Promedio	0,733	0,787	0,700	0,780	0,793	0,847	0,773
Normalidad	0,133	0,026	0,008	0,100	0,062	0,002	0,354
Desviación	0,118	0,106	0,107	0,132	0,122	0,136	0,092

B.3. Métricas de Usabilidad

B.3.1 Usabilidad de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 13. Métrica de Usabilidad en la Selección en Favoreciendo la Colaboración.

Usabilidad de la Selección								
Identificador	Facilidad de Uso	Eficiencia 1	Eficiencia 2	Facilidad de Aprendizaje	Naturalidad	Confort 1	Confort 2	TOTAL
ID2	0,800	0,700	0,600	0,600	0,800	0,900	0,900	0,757
ID3	0,600	0,600	0,600	0,700	0,700	0,600	0,500	0,614
ID4	0,900	0,900	1,000	1,000	0,900	0,300	0,500	0,786
ID5	0,600	0,700	0,800	0,800	0,900	0,300	0,800	0,700
ID6	0,900	0,900	0,700	1,000	0,700	0,400	0,400	0,714
ID7	0,500	0,700	0,500	0,800	0,800	0,500	0,200	0,571
ID8	0,800	0,900	0,900	0,900	0,700	0,600	0,700	0,786
ID9	0,800	0,600	0,700	0,900	0,700	0,400	0,700	0,686
ID10	0,800	0,800	1,000	1,000	1,000	0,300	0,400	0,757
ID11	0,600	0,600	0,500	0,900	0,800	0,400	0,600	0,629
ID12	0,900	0,900	0,900	1,000	0,600	0,700	0,700	0,814
ID13	0,700	0,600	0,700	0,900	0,800	0,400	0,200	0,614
ID14	0,700	0,600	0,600	0,700	0,700	0,500	0,400	0,600
ID15	0,700	0,700	0,800	1,000	0,700	0,600	0,600	0,729
ID16	0,800	0,800	0,700	1,000	0,800	0,700	0,700	0,786
Promedio	0,740	0,733	0,733	0,880	0,773	0,507	0,553	0,703
Normalidad	0,154	0,009	0,294	0,014	0,110	0,176	0,501	0,198
Desviación	0,124	0,123	0,163	0,132	0,103	0,175	0,207	0,080

Tabla 14. Métrica de Usabilidad en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración.

Usabilidad de la Manipulación								
Identificador	Facilidad de Uso	Eficiencia 1	Eficiencia 2	Facilidad de Aprendizaje	Naturalidad	Confort 1	Confort 2	TOTAL
ID2	0,500	0,400	0,500	0,600	0,500	0,800	0,900	0,700
ID3	0,600	0,500	0,500	0,600	0,600	0,500	0,400	0,525
ID4	0,900	0,700	0,900	0,900	0,700	0,500	0,600	0,675
ID5	0,600	0,500	0,600	0,600	0,800	0,400	0,700	0,625
ID6	0,700	0,700	0,600	0,500	0,700	0,500	0,500	0,550
ID7	0,700	0,500	0,300	0,400	0,600	0,500	0,200	0,425
ID8	0,800	0,800	0,700	0,800	0,800	0,700	0,700	0,750
ID9	0,700	0,800	0,700	0,900	0,300	0,800	0,800	0,700
ID10	0,700	0,700	0,700	1,000	0,900	0,400	0,500	0,700
ID11	0,500	0,500	0,500	0,500	0,600	0,500	0,500	0,525
ID12	0,700	0,600	0,700	0,700	0,600	0,800	0,700	0,700
ID13	0,700	0,800	0,700	0,400	0,700	0,500	0,500	0,525
ID14	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,500	0,400	0,525
ID15	0,600	0,500	0,500	0,700	0,800	0,500	0,500	0,625
ID16	0,700	0,600	0,500	0,800	0,600	0,900	0,900	0,800
Promedio	0,667	0,613	0,600	0,667	0,653	0,587	0,587	0,623
Normalidad	0,092	0,096	0,186	0,528	0,177	0,003	0,434	0,334
Desviación	0,105	0,130	0,141	0,184	0,146	0,164	0,196	0,106

B.3.2 Usabilidad de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 15. Métrica de Usabilidad en la Selección en Colaboración Libre.

Usabilidad de la Selección								
Identificador	Facilidad de Uso	Eficiencia 1	Eficiencia 2	Facilidad de Aprendizaje	Naturalidad	Confort 1	Confort 2	TOTAL
ID2	0,700	0,700	0,700	0,800	0,700	0,800	0,900	0,757
ID3	0,800	0,700	0,800	1,000	1,000	0,600	0,500	0,771
ID4	0,800	0,800	0,700	0,900	0,700	0,600	0,900	0,771
ID5	0,800	0,800	0,800	1,000	0,800	0,500	0,700	0,771
ID6	0,900	0,800	0,800	0,900	0,700	0,400	0,300	0,686
ID7	0,700	0,700	0,800	0,900	0,600	0,600	0,200	0,643
ID8	0,800	0,800	0,800	0,900	0,800	0,600	0,600	0,757
ID9	0,800	0,700	0,500	0,900	0,500	0,700	0,700	0,686
ID10	0,800	0,800	0,700	1,000	0,900	0,300	0,500	0,714
ID11	0,900	0,800	0,800	0,900	0,800	0,400	0,500	0,729
ID12	1,000	0,900	0,900	1,000	0,800	0,500	0,600	0,814
ID13	0,800	0,700	0,800	0,800	0,900	0,300	0,500	0,686
ID14	0,700	0,700	0,600	0,800	0,500	0,500	0,500	0,614
ID15	0,900	0,800	0,900	1,000	0,700	0,500	0,500	0,757
ID16	0,800	0,800	0,700	0,900	0,800	0,500	0,500	0,714
Promedio	0,813	0,767	0,753	0,913	0,747	0,520	0,560	0,725
Normalidad	0,024	0,001	0,042	0,006	0,358	0,455	0,101	0,511
Desviación	0,083	0,062	0,106	0,074	0,141	0,137	0,188	0,054

Tabla 16. Métrica de Usabilidad en la Manipulación en Colaboración Libre.

Usabilidad de la Manipulación								
Identificador	Facilidad de Uso	Eficiencia 1	Eficiencia 2	Facilidad de Aprendizaje	Naturalidad	Confort 1	Confort 2	TOTAL
ID2	0,400	0,300	0,500	0,600	0,400	0,900	0,800	0,675
ID3	0,600	0,600	0,600	0,800	0,900	0,600	0,600	0,725
ID4	0,800	0,800	0,900	1,000	0,900	0,800	0,900	0,900
ID5	0,800	0,600	0,600	0,500	0,600	0,400	0,700	0,550
ID6	0,700	0,500	0,500	0,700	0,600	0,400	0,400	0,525
ID7	0,900	0,600	0,600	0,300	0,600	0,600	0,200	0,425
ID8	0,900	0,900	0,900	0,800	0,800	0,900	0,900	0,850
ID9	0,800	0,800	0,800	0,400	0,400	0,900	1,000	0,675
ID10	0,700	0,700	0,600	0,900	0,800	0,600	0,400	0,675
ID11	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700	0,400	0,500	0,575
ID12	0,700	0,700	0,700	0,900	0,600	0,700	0,600	0,700
ID13	0,700	0,700	0,700	0,800	0,800	0,400	0,500	0,625
ID14	0,500	0,500	0,500	0,600	0,500	0,600	0,400	0,525
ID15	0,900	0,800	0,900	0,700	0,800	0,600	0,600	0,675
ID16	0,800	0,600	0,700	0,400	0,800	0,800	0,700	0,675
Promedio	0,727	0,653	0,680	0,673	0,680	0,640	0,613	0,652
Normalidad	0,092	0,431	0,063	0,663	0,103	0,039	0,835	0,491
Desviación	0,144	0,151	0,142	0,205	0,166	0,188	0,223	0,123

B.4. Métricas de Cooperación

B.4.1 Cooperación de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 17. Métrica de Cooperación en la Selección en Favoreciendo la Colaboración.

Cooperación en la Manipulación					
Identificador	Esfuerzo de Colaboración 1	Esfuerzo de Colaboración 2	Coordinación	Comunicación en la Selección	TOTAL
ID2	1,000	1,000	0,512	0,575	0,772
ID3	0,500	0,600	0,181	0,552	0,458
ID4	0,800	0,900	0,694	0,300	0,673
ID5	0,800	0,900	0,407	0,382	0,622
ID6	0,800	0,900	0,603	0,535	0,709
ID7	0,800	0,800	0,214	0,560	0,593
ID8	1,000	0,800	0,418	0,475	0,673
ID9	0,900	0,900	0,618	0,378	0,699
ID10	1,000	1,000	0,547	0,588	0,784
ID11	0,600	0,600	0,547	0,330	0,519
ID12	0,900	1,000	0,641	0,455	0,749
ID13	0,800	0,900	0,696	0,533	0,732
ID14	0,700	0,800	0,503	0,580	0,646
ID15	0,900	1,000	0,420	0,500	0,705
ID16	1,000	1,000	0,856	0,504	0,840
Promedio	0,833	0,873	0,524	0,483	0,678
Normalidad	0,073	0,007	0,762	0,074	0,734
Desviación	0,150	0,133	0,179	0,094	0,100

Tabla 18. Métrica de Cooperación en la Manipulación en Favoreciendo la Colaboración.

Cooperación en la Manipulación					
Identificador	Esfuerzo de Colaboración 1	Esfuerzo de Colaboración 2	Coordinación	Comunicación en la Selección	TOTAL
ID2	1,000	0,900	0,132	0,393	0,606
ID3	0,500	0,600	0,067	0,295	0,365
ID4	1,000	0,900	0,183	0,222	0,576
ID5	0,800	0,800	0,050	0,364	0,504
ID6	0,800	0,800	0,237	0,485	0,580
ID7	0,800	0,800	0,120	0,437	0,539
ID8	1,000	0,900	0,042	0,387	0,582
ID9	0,900	0,900	0,113	0,401	0,578
ID10	1,000	1,000	0,086	0,549	0,659
ID11	0,500	0,500	0,221	0,298	0,380
ID12	0,900	0,900	0,025	0,379	0,551
ID13	0,700	0,800	0,068	0,331	0,475
ID14	0,700	0,800	0,200	0,488	0,547
ID15	0,900	1,000	0,126	0,368	0,598
ID16	0,900	0,900	0,039	0,371	0,552
Promedio	0,827	0,833	0,114	0,384	0,540
Normalidad	0,030	0,011	0,221	0,899	0,041
Desviación	0,167	0,135	0,069	0,083	0,080

B.4.2 Cooperación de la Selección y Manipulación en Favoreciendo la Colaboración

Tabla 19. Métrica de Cooperación en la Selección en Colaboración Libre.

Cooperación en la Selección					
Identificador	Esfuerzo de Colaboración 1	Esfuerzo de Colaboración 2	Coordinación	Comunicación en la Selección	TOTAL
ID2	1,000	1,000	0,622	0,604	0,806
ID3	0,900	0,900	0,639	0,376	0,704
ID4	0,900	1,000	0,592	0,509	0,750
ID5	0,900	0,900	0,804	0,361	0,741
ID6	1,000	1,000	0,713	0,647	0,840
ID7	0,800	0,800	0,480	0,479	0,640
ID8	1,000	0,800	0,504	0,550	0,714
ID9	1,000	1,000	0,571	0,440	0,753
ID10	0,900	0,900	0,692	0,633	0,781
ID11	0,800	0,800	0,678	0,386	0,666
ID12	1,000	1,000	0,594	0,432	0,756
ID13	0,800	0,800	0,659	0,362	0,655
ID14	0,700	0,600	0,525	0,557	0,596
ID15	0,900	1,000	0,819	0,405	0,781
ID16	0,800	0,900	0,686	0,567	0,738
Promedio	0,893	0,893	0,638	0,487	0,728
Normalidad	0,032	0,008	0,833	0,185	0,889
Desviación	0,096	0,116	0,099	0,101	0,066

Tabla 20. Métrica de Cooperación en la Manipulación en Colaboración Libre.

Cooperación en la Manipulación					
Identificador	Esfuerzo de Colaboración 1	Esfuerzo de Colaboración 2	Coordinación	Comunicación en la Selección	TOTAL
ID2	1,000	0,900	0,283	0,464	0,662
ID3	0,700	0,800	0,026	0,257	0,446
ID4	1,000	1,000	0,201	0,298	0,625
ID5	0,800	0,900	0,250	0,336	0,572
ID6	0,800	0,800	0,178	0,517	0,574
ID7	0,800	0,800	0,102	0,494	0,549
ID8	0,700	0,800	0,095	0,410	0,501
ID9	1,000	1,000	0,212	0,317	0,632
ID10	0,900	0,900	0,059	0,529	0,597
ID11	0,800	0,800	0,103	0,730	0,608
ID12	0,900	0,900	0,005	0,348	0,538
ID13	0,800	0,800	0,167	0,291	0,515
ID14	0,500	0,600	0,242	0,391	0,433
ID15	0,800	0,900	0,241	0,444	0,596
ID16	0,800	0,900	0,053	0,439	0,548
Promedio	0,820	0,853	0,148	0,418	0,560
Normalidad	0,050	0,020	0,363	0,225	0,711
Desviación	0,132	0,099	0,090	0,122	0,066

B.5. Gráficas Generales

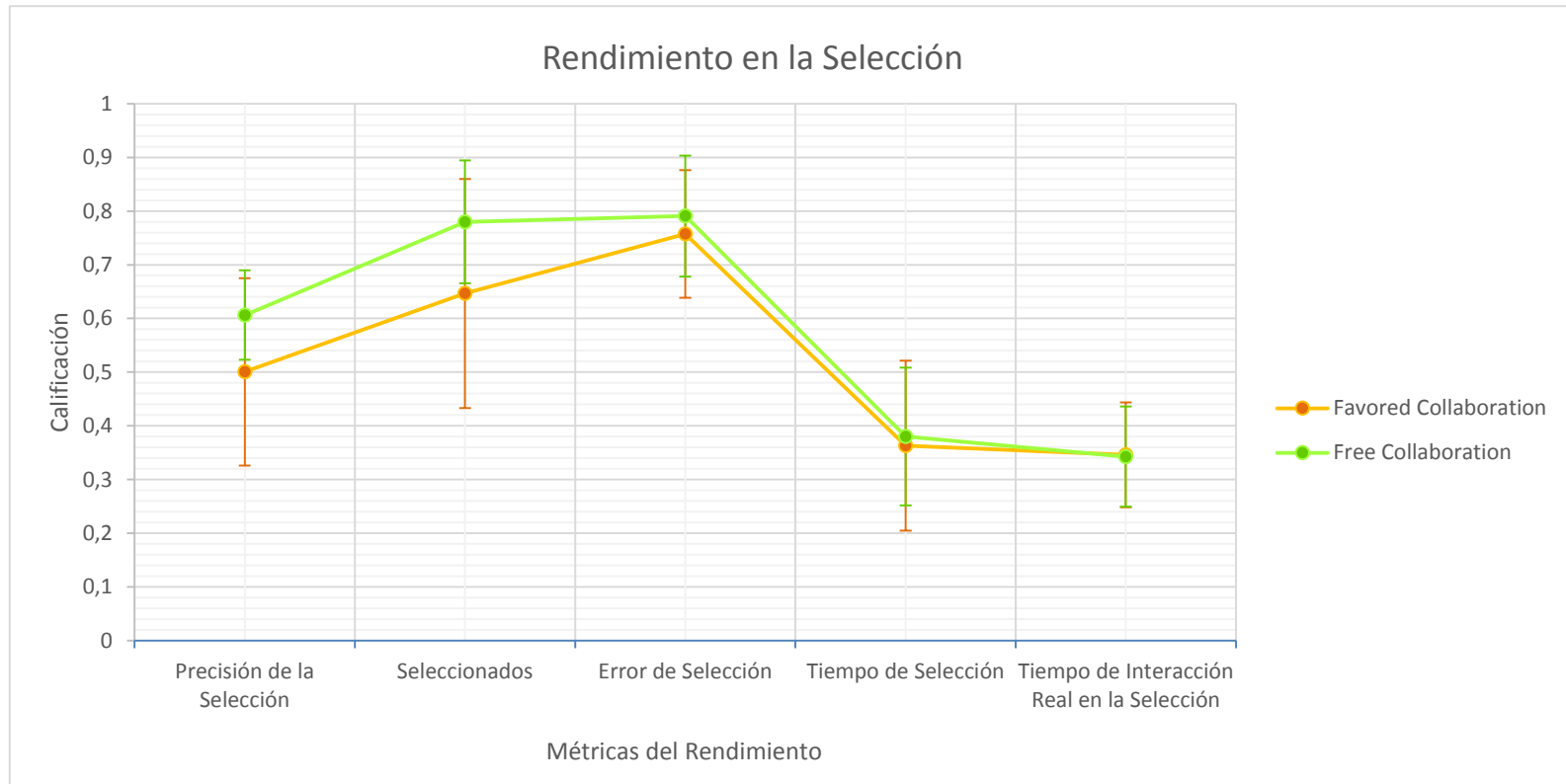


Figura 1. Gráfica General de las métricas del Rendimiento en la Selección

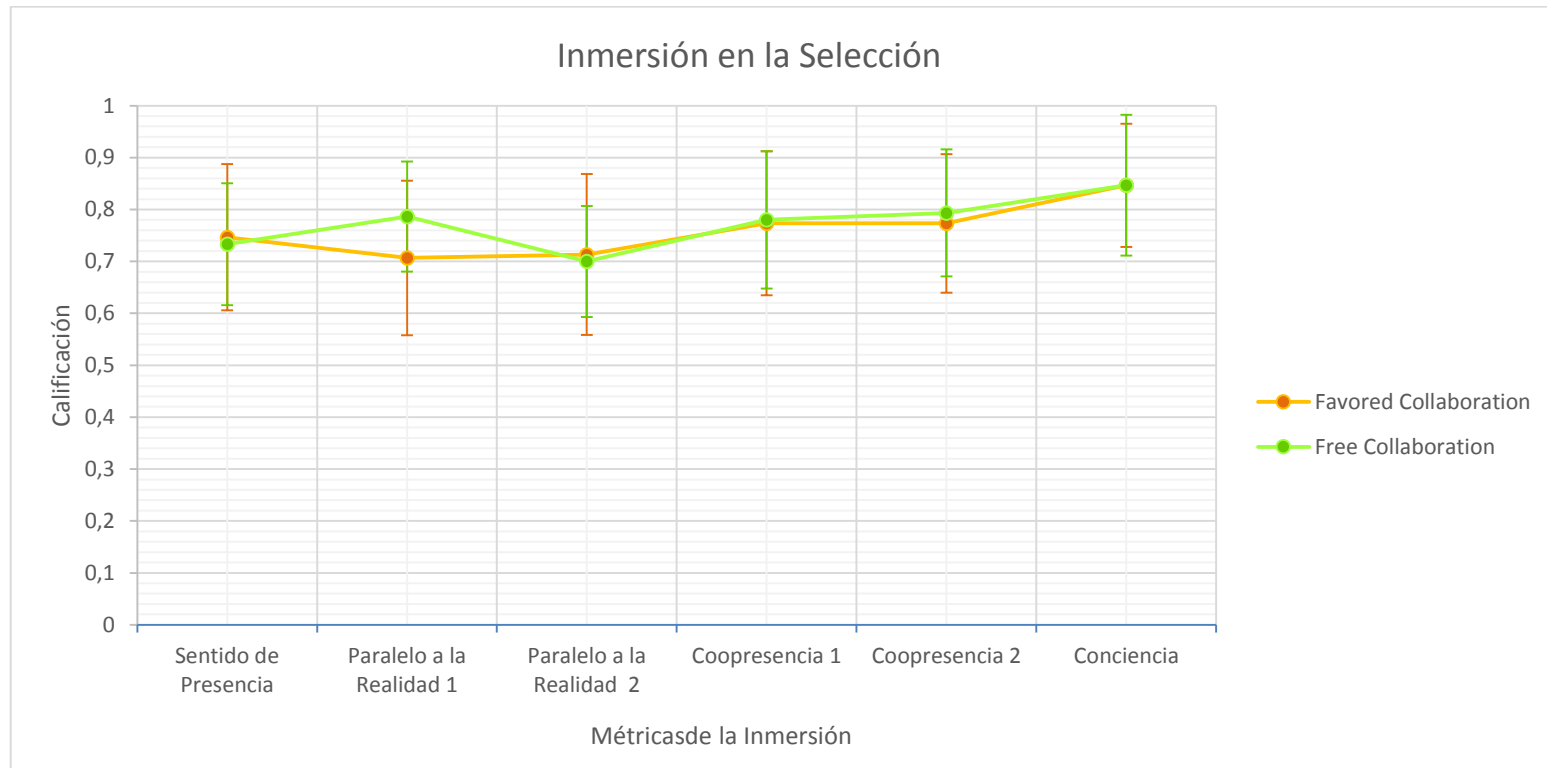


Figura 2. Gráfica General de las Métricas de la Inmersión en la Selección

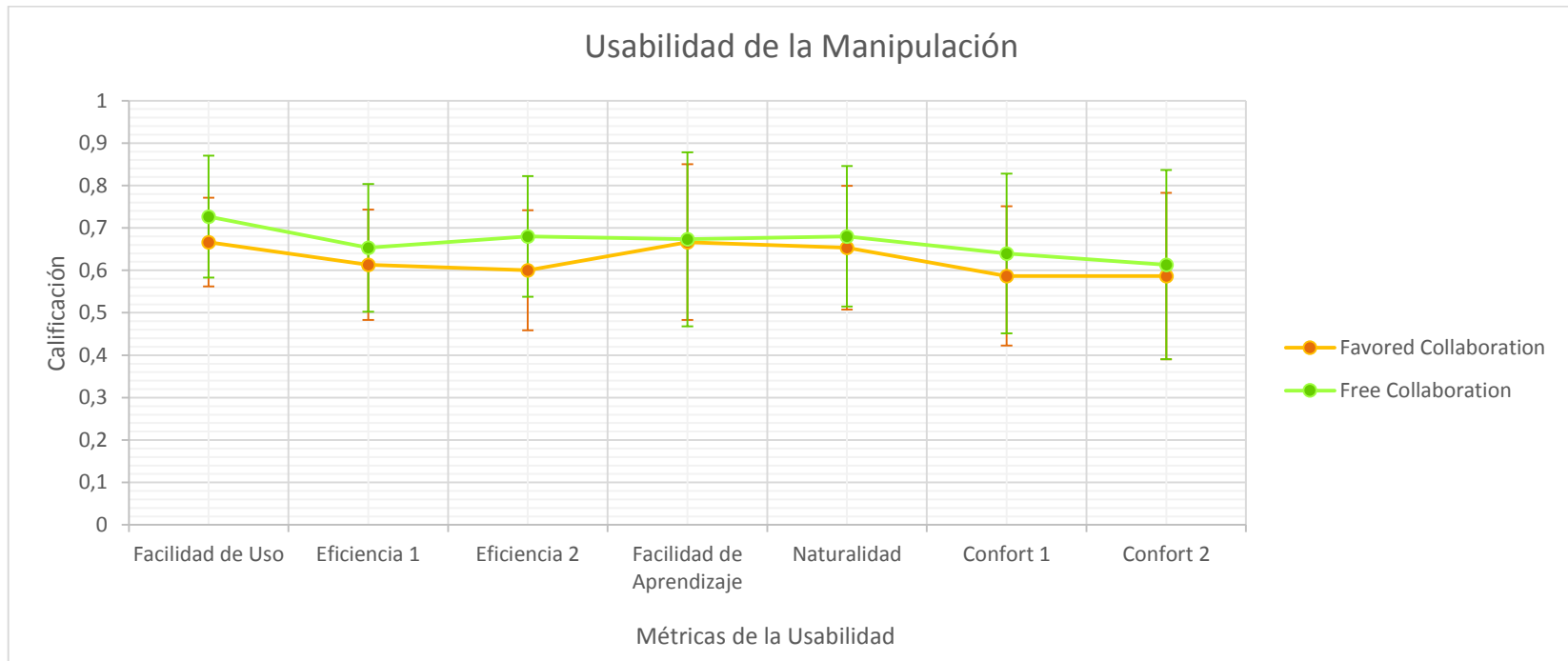


Figura 3. Gráfica General de las Métricas de la Usabilidad en la Selección

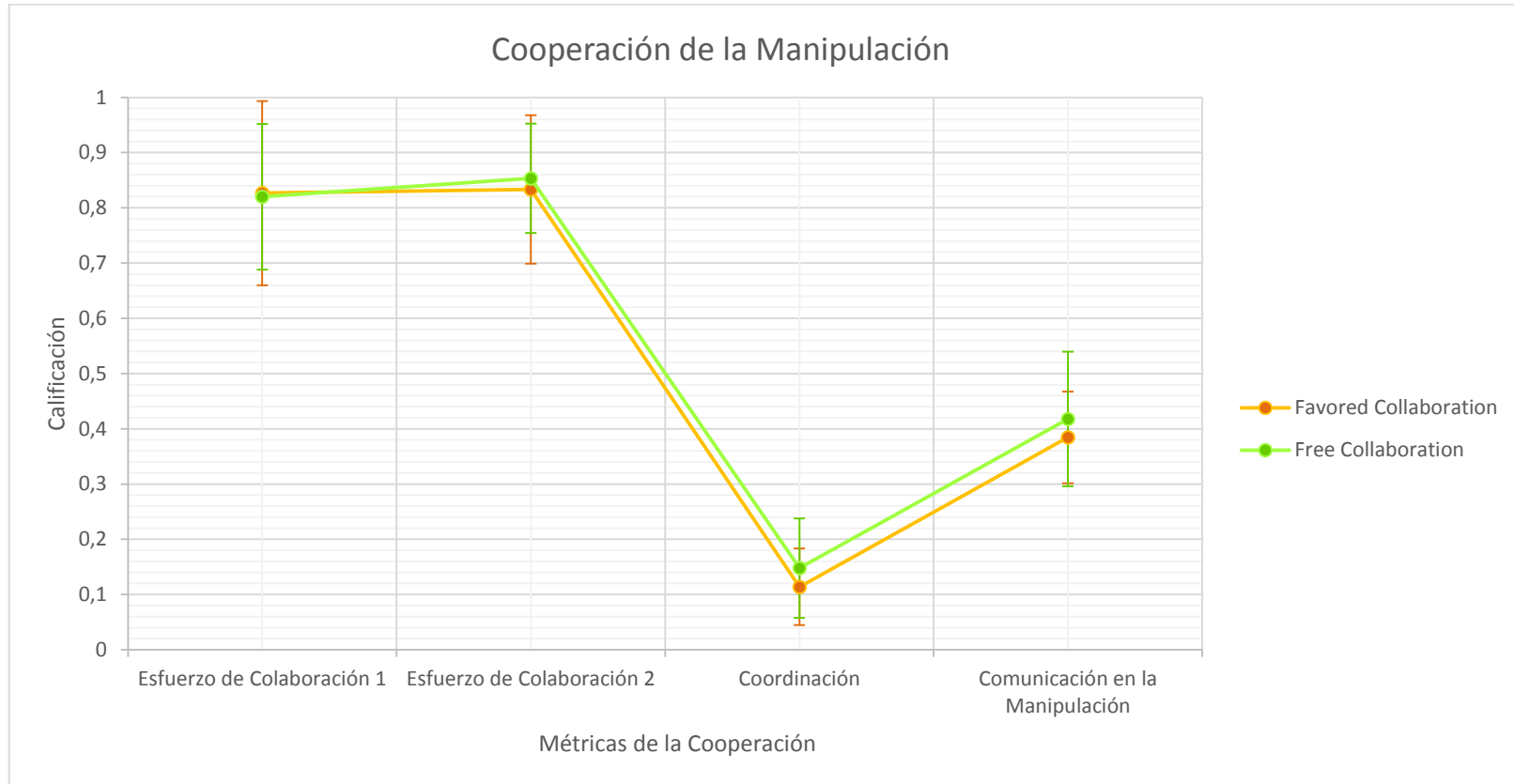


Figura 4. Gráfica de General de las Métricas de la Cooperación en la Selección

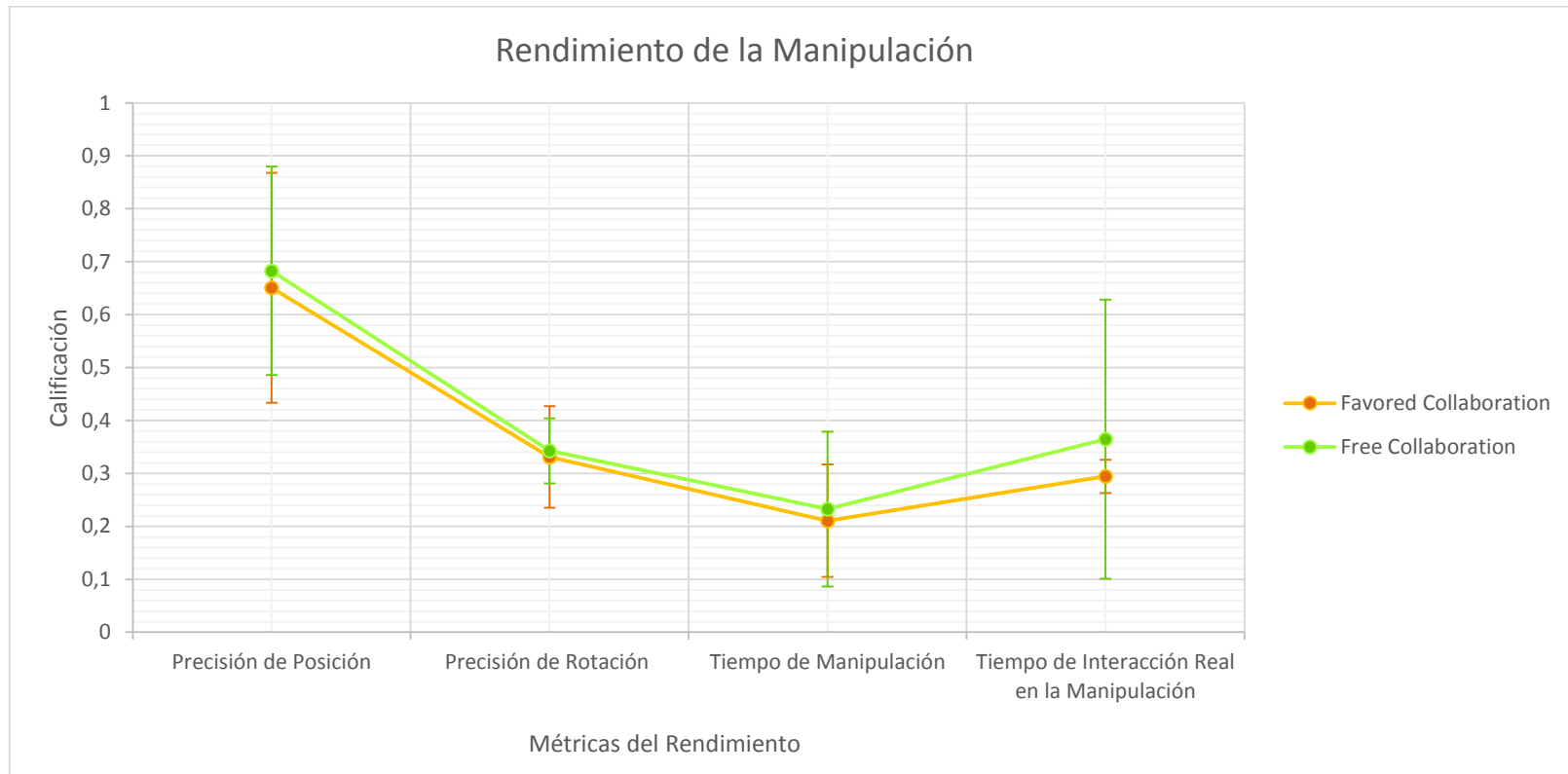


Figura 5. Gráfica General de las Métricas del Rendimiento en la Manipulación

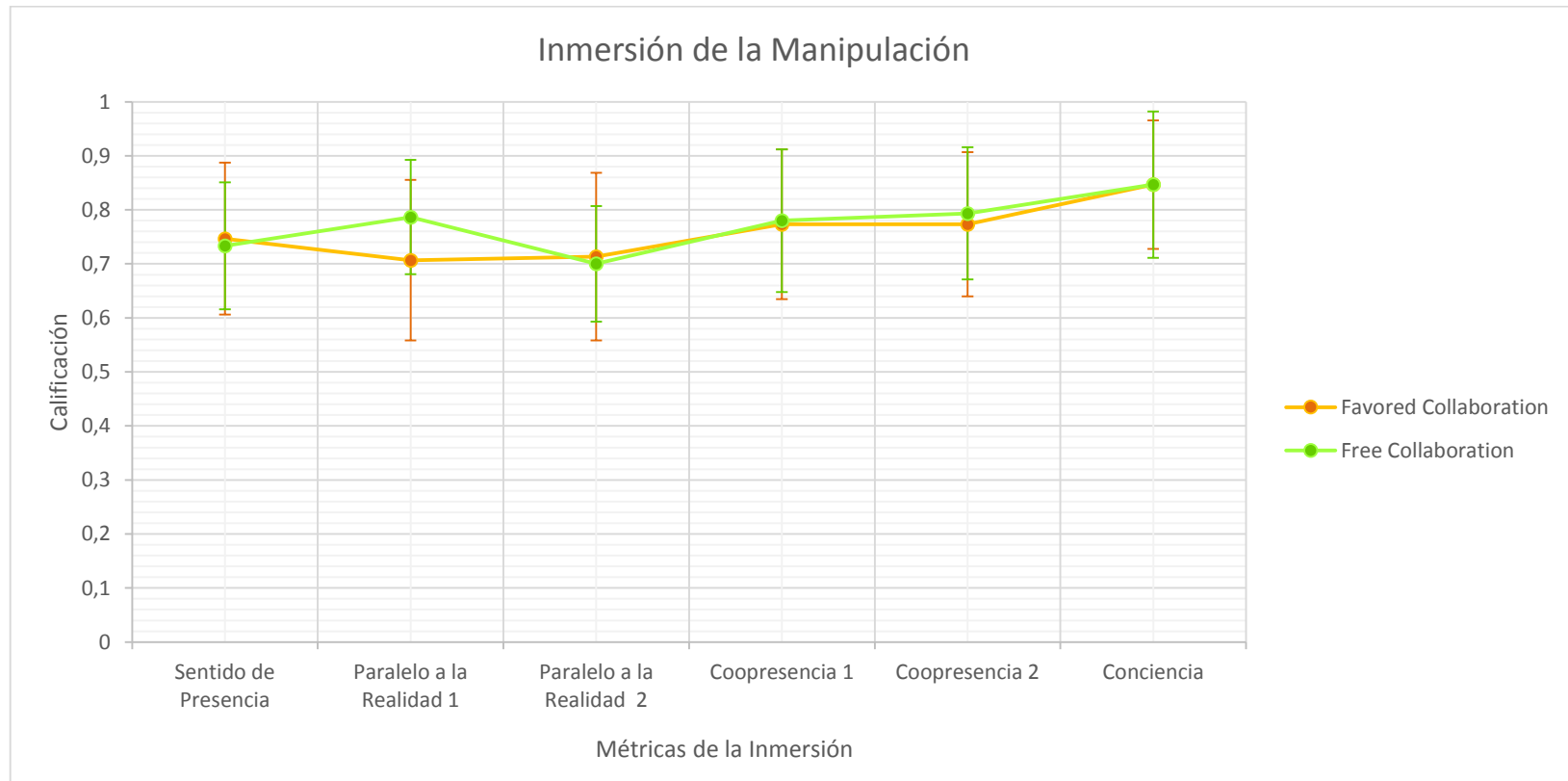


Figura 6. Gráfica General de las Métricas de la Inmersión en la Manipulación

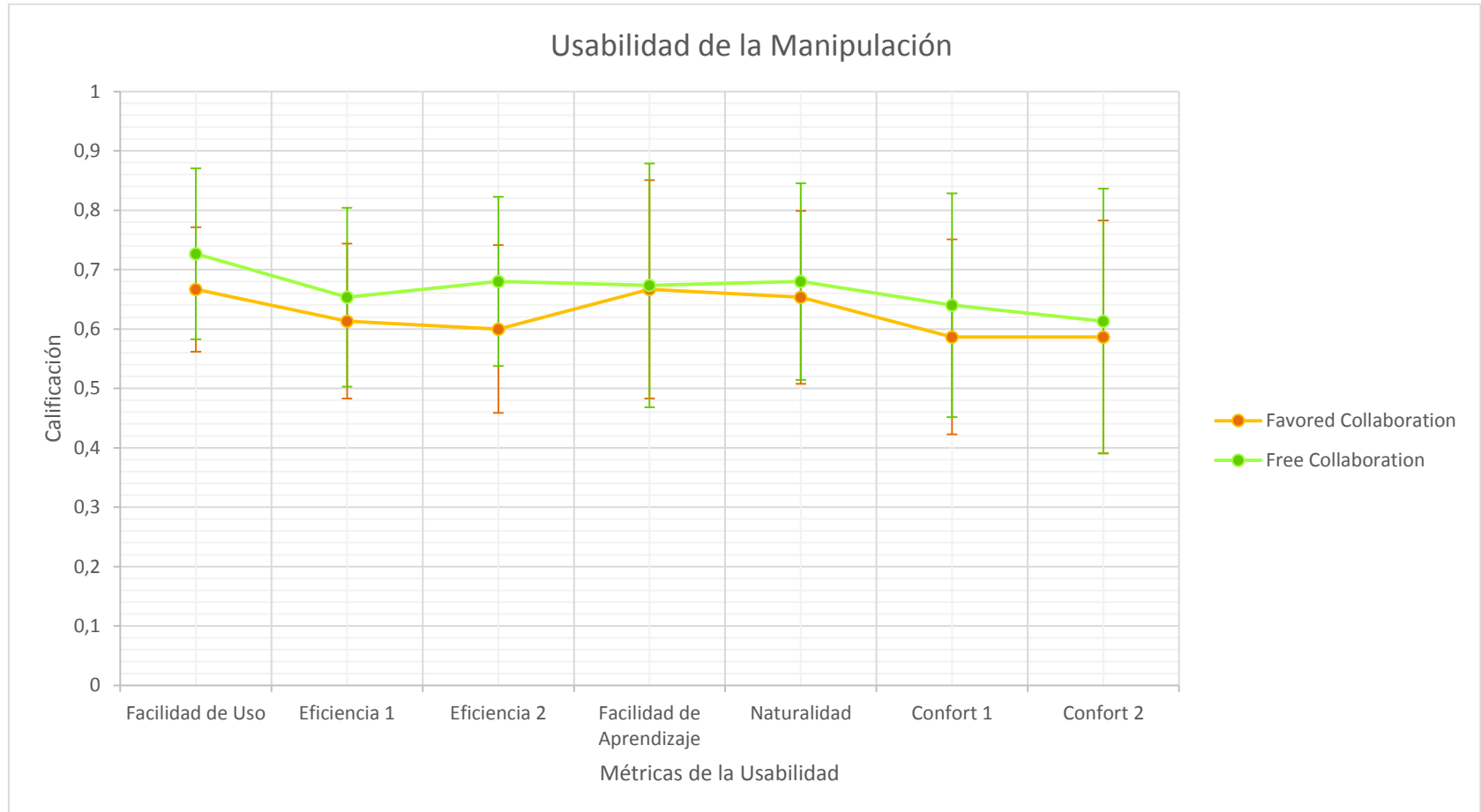


Figura 7. Gráfica General de las Métricas de la Usabilidad en la Manipulación

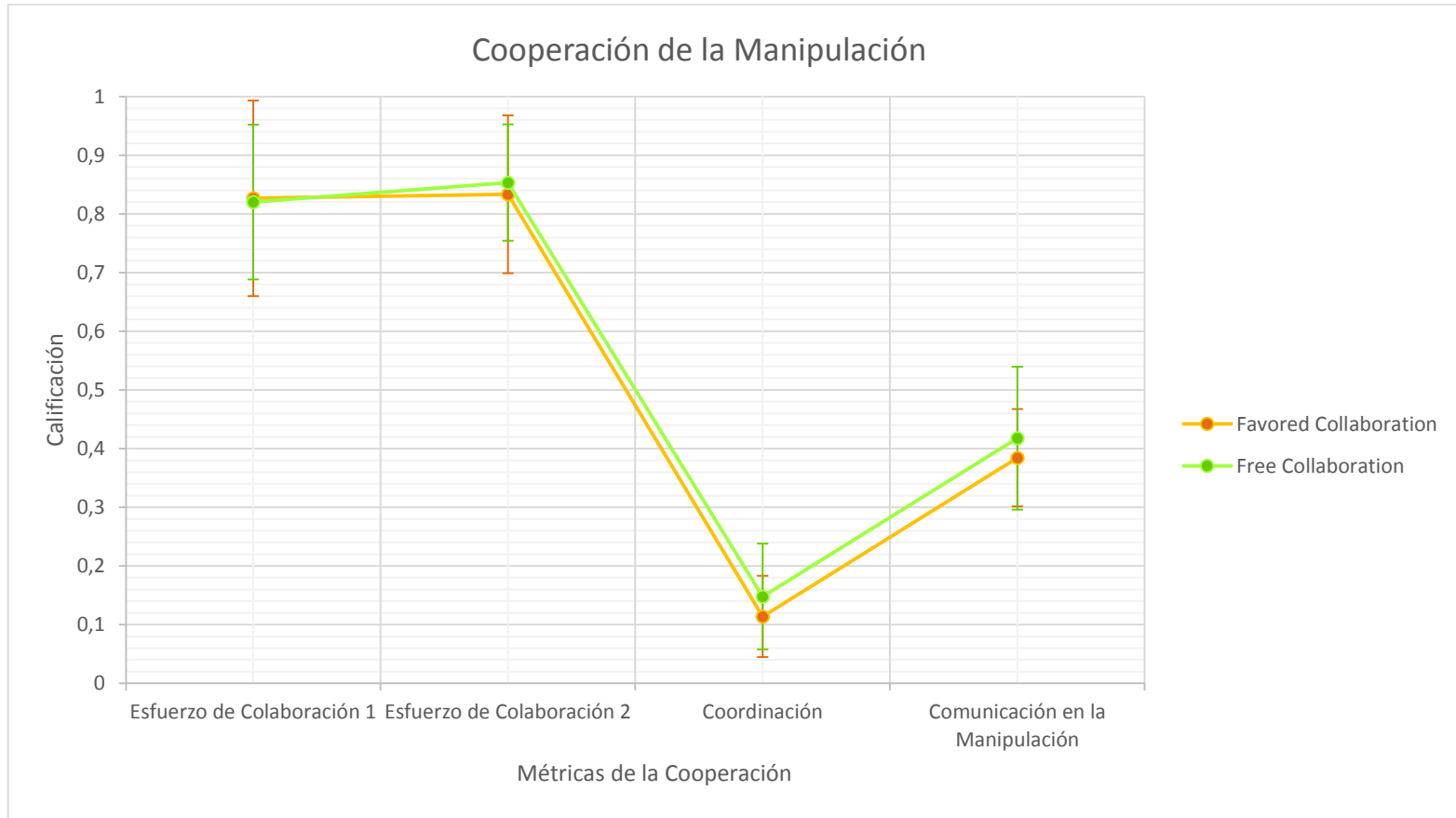


Figura 8. Gráfica General de las Métricas de la Cooperación en la Manipulación

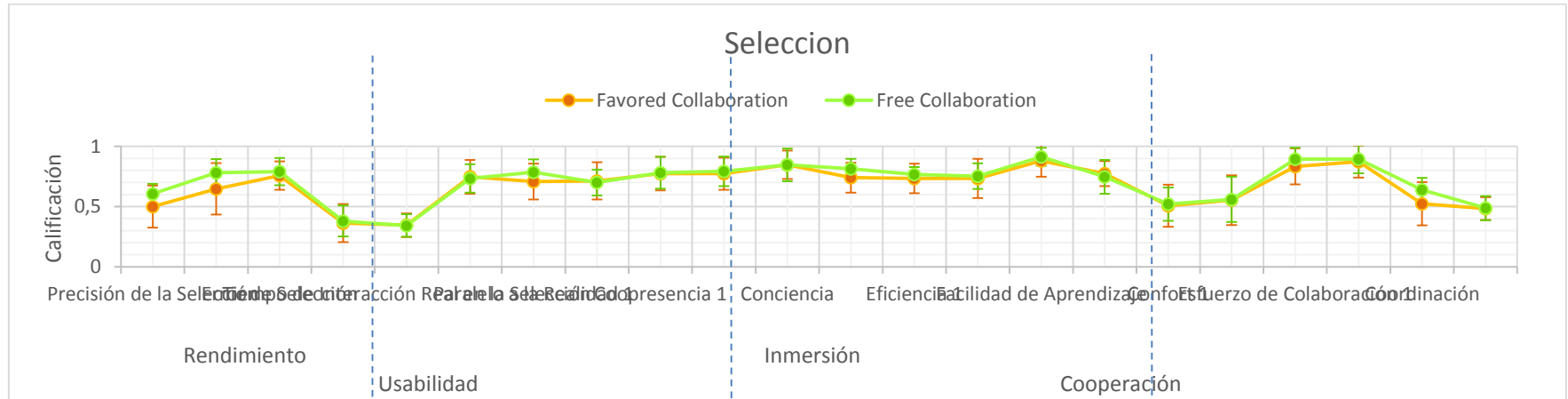


Figura 9. Gráfica General de las Métricas en la Selección

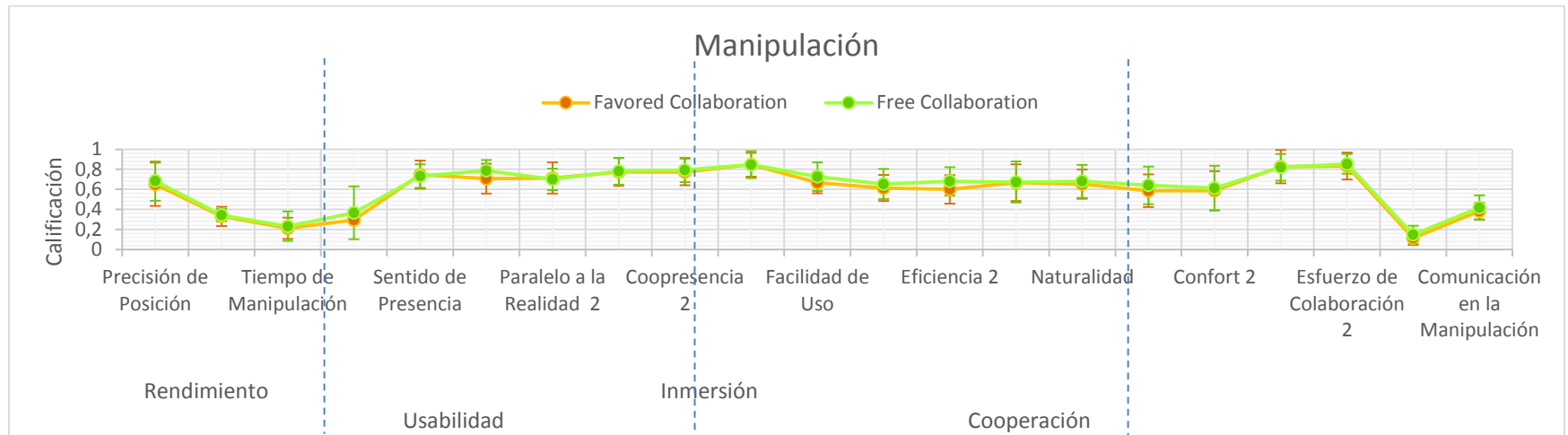


Figura 10. Gráfica General de las Métricas en la Manipulación

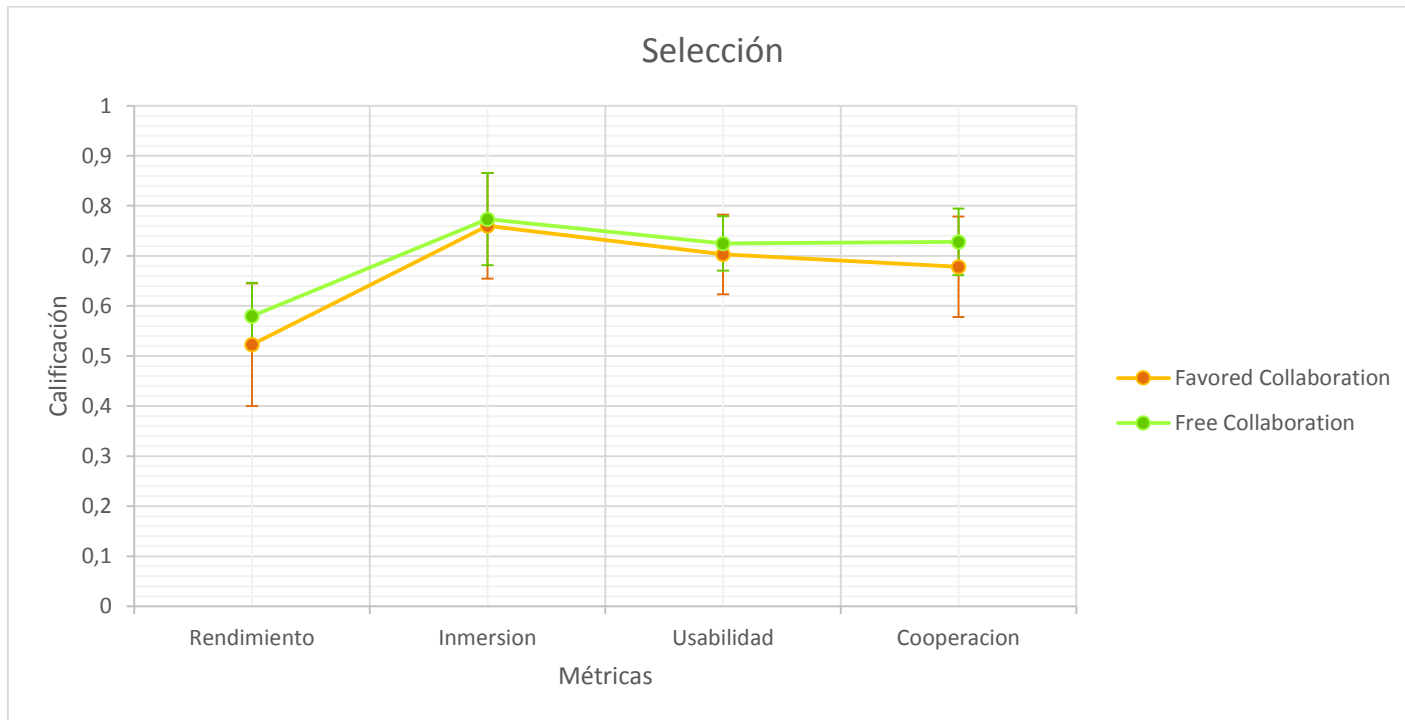


Figura 11. Gráfica Genera de las Métricas de Colaboración en la Selección

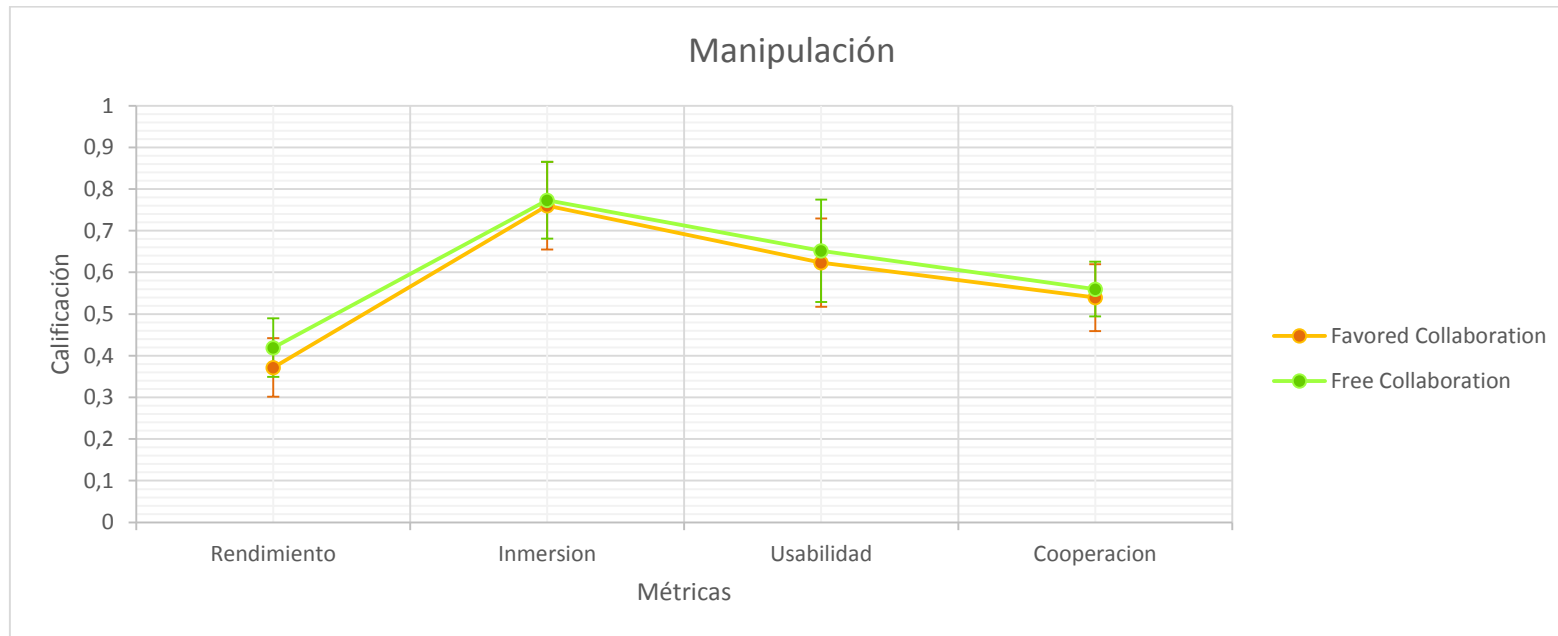


Figura 12. Gráfica Genera de las Métricas de Colaboración en la Manipulación

Anexo C. Características de una actividad colaborativa

C.1. Interdependencia Positiva

En [3] la interdependencia positiva es el mecanismo que logra e incentiva la colaboración dentro de los grupos de trabajo, animando el grupo a lograr sus objetivos y maximizando de esta forma el aprendizaje individual, ya que si no se genera interacción entre los integrantes del grupo no hay comunicación y por ende el aprendizaje va a ser más difícil. En [4] se menciona que la existencia de interdependencia sólidamente estructurada, requiere del esfuerzo de cada integrante del grupo, donde cada integrante del grupo debe tener una contribución única debido a su rol y responsabilidad dentro del grupo. Con lo anterior se crea compromiso con el éxito del grupo en cada integrante, y este es el núcleo del aprendizaje colaborativo. Si no hay una interdependencia positiva no hay colaboración [5]

C.2. Tipos de interdependencia positiva.

Interdependencia positiva de objetivos

Cada integrante del grupo debe preocuparse por aprender uno del otro, puesto que todo el grupo está motivado para lograr un objetivo común, de manera que los estudiantes deban percibir que pueden lograr su aprendizaje si y solo si los otros integrantes del grupo alcanzan sus objetivos.

Interdependencia positiva de recompensas

Cuando el grupo logre una meta u objetivo las recompensas deben ser conjuntas, de modo que cada integrante del grupo perciba una misma recompensa. Los maestros deben dar a los estudiantes una calificación de grupo si todos los estudiantes lograron los objetivos establecidos, para así incentivar la cooperación en el grupo.

Interdependencia positiva de recursos.

Cada integrante del grupo tiene solo una parte de la información, recursos o materiales necesarios para realizar una tarea, de manera que para poder lograr las metas y objetivos debe ser necesario combinar todos los recursos entre todo el grupo. Los docentes deben de fomentar en los estudiantes la importancia de compartir estos recursos para que el grupo tenga éxito.

Interdependencia positiva de roles.

Cada integrante del grupo tiene roles que están interconectados y que le dan responsabilidades específicas para que el grupo en conjunto logre completar una tarea. Los docentes deben asignar a cada estudiante funciones complementarias para lograr una alta calidad del aprendizaje.

Interdependencia positiva de identidad.

Cada integrante del grupo tiene que encontrar y acordar una identidad, que puede ser un nombre, un lema, un eslogan, una bandera o una canción.

Interdependencia positiva de medio ambiente.

Los integrantes del grupo están unidos por el medio ambiente en el que trabajan. Por lo que los docentes deben encontrar ya sea física o virtualmente un entorno en el que los estudiantes puedan resolver una situación problemática en el desarrollo de una actividad de colaboración.

La interdependencia positiva de la fantasía.

El profesor da a los estudiantes una tarea imaginaria, para la cual los estudiantes deben encontrar soluciones para situaciones extremas, como la vida en peligro o manejo de una tecnología en el futuro.

Interdependencia positiva de tareas.

El trabajo tiene que estar organizado de manera secuencial. Los integrantes del grupo deben dividir el trabajo y estar vinculados entre sí. Tan pronto como un equipo lleve a cabo su parte de la tarea, el siguiente equipo puede continuar con su responsabilidad, continuando con el ciclo hasta terminar la tarea.

Interdependencia positiva respecto del enemigo exterior

En este tipo de interdependencia, los docentes ponen los grupos en competencia unos a otros. Y de esta manera cada integrante del grupo se siente interdependiente y hace lo mejor para ganar la competencia y superar los resultados de los demás grupos.

Anexo D. Métodos de evaluación en Interfaces 3D

Sin duda a lo largo de la historia de las interfaces 3D, se ha visto una gran variedad de métodos de evaluación, es por ello que hemos compilado una lista de los métodos de evaluación más utilizados y que se han aplicado a numerosas interfaces de usuario 3D. Cabe mencionar que dada la numerosidad de métodos, el número de referencias que podrían ser citados es muy grande, es por ello que hemos incluido algunas que son accesibles, reconocidos y comúnmente mencionados [6]. Es importante mencionar que la mayoría de estos métodos fueron en sus bases desarrolladas para interfaces 2D o evaluaciones de usabilidad, y que posteriormente, gracias a la interfaz gráfica de usuario se han ampliado para apoyar las evaluaciones de interfaz 3D. Entre ellos podemos encontrar los siguientes métodos de evaluación:

D.1. Recorrido cognitivo

El recorrido cognitivo es una técnica cualitativa, que está basada en el análisis de expertos a través de la exploración de una propuesta de interfaz, se basa principalmente en pasar a través de las tareas más comunes que un usuario puede realizar, además, consiste en evaluar la capacidad de la interfaz de usuario para apoyar cada uno de los pasos. Generalmente este enfoque es utilizado para obtener una primera comprensión de la usabilidad, así mismo es utilizada en usuarios poco frecuentes [7].

D.2. Evaluación heurística

Evaluación heurística o de directrices es principalmente basada en evaluaciones por expertos, es decir que no requiere de usuarios. Uno de los objetivos de esta evaluación es encontrar errores graves donde las guías de diseño se hayan violado, generalmente los resultados obtenidos por los expertos se combinan para generar una puntuación o calificación para priorizar el diseño iterativo y con el fin de rediseñar de acuerdo a esta puntuación. Ante la falta de directrices y heurísticas bien formuladas para el diseño y evaluación de las interfaces de usuario 3D hace que este enfoque sea más desafiante. Un ejemplo de utilización de este enfoque aplicado a interfaces de usuario 3D se presenta en el estado del arte realizado por Bowman [6].

D.3. Evaluación formativa

Esta se realiza con pocos usuarios donde se recoge datos cualitativos, en forma de cuestionarios, y cuantitativos, en forma de medidas de diversas variables como tiempo en completar tareas, errores, etc. Se realiza para identificar componentes de la interfaz que ayudan o entorpecen al usuario, y suele formar parte de un proceso iterativo de mejora de la interfaz. En ciertos escenarios consiste en un estudio donde se observa un escenario con usuarios con una tarea particular con el fin de identificar problemas de usabilidad, también para evaluar la capacidad del diseño para apoyar la exploración del usuario, el aprendizaje y la ejecución de tareas. Los datos recogidos en este tipo de evaluaciones son analizados para identificar los componentes de la interfaz, que tanto apoya y satisface al usuario. La mayoría de evaluaciones de usabilidad de interfaces de

usuario 3D entran en la categoría de evaluación formativa, como el trabajo realizado por Duval [8].

D.4. Evaluación sumativa

La evaluación sumativa o comparativa es una evaluación seguida de comparación estadística de dos o más configuraciones de la interfaz, componentes de la misma o técnicas de interacción. También puede consistir en una comparación entre dispositivos, algo que resulta bastante común en VR. Al igual que la evaluación formativa, los participantes realizan escenarios de trabajo, los evaluadores capturan tanto datos cualitativos como cuantitativos. Estas evaluaciones generalmente se realizan después de los diseños de interfaz cuando están completos, permitiendo a los evaluadores medir y posteriormente comparar los beneficios y complicaciones que se pudieron dar en dichos escenarios. Para interfaces 3D se requiere un conjunto coherente de escenarios para dar lugar a resultados cuantitativos. Muchos de los experimentos descritos en este estudio son basados en evaluaciones sumativas de técnicas de interacción 3D, por ejemplo los trabajos realizados por Bowman [9] y Poupyrev [10].

D.5. Cuestionarios

Un cuestionario es un conjunto de preguntas escritas que se utilizan para obtener información de los usuarios antes o después de que hayan participado en una sesión de evaluación de la usabilidad. Los cuestionarios son buenas para recoger información demográfica (por ejemplo, edad, sexo, experiencia de la computadora) y los datos subjetivos (por ejemplo, opiniones, comentarios, preferencias, calificaciones) y son a menudo más conveniente y más consistente que las entrevistas habladas. En interfaces 3D son comúnmente utilizadas para captar las percepciones de los usuarios en componentes como inmersión y usabilidad de los dispositivos para interacción 3D como se realiza en [11], [8] y [12].

Anexo E. Procesos de Evaluación

E.1 Métodos de evaluación en la Selección y Manipulación

Tabla 21. Procesos de evaluación en la selección y manipulación de objetos.

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
Evaluación sumativa, Cuestionarios	Se contabilizó el número de intentos por parte de usuario para seleccionar su objetivo en este caso de la esfera para cada caso específico, es decir cambiando el tamaño de los objetos por ejemplo. El usuario selecciona el objeto correcto de un grupo de objetos que forman una matriz de 3*3, para después ser manipulado, los tiempos fueron tomados variando las técnicas y su posición es decir por la distancia o tamaño de los objetos. En la manipulación se pide a los participantes hacer la tarea lo más rápido y correcto posible e inmediatamente empieza con la tarea se contabiliza el tiempo hasta su finalización. En resumen, se utilizaron variables inter-sujetas para el experimento y cuestionarios subjetivos.	Bowman, 1999 [9]	Selección y Manipulación
Evaluación sumativa	Se utilizó para la experimentación 5 escenarios diferentes en donde se varía la cantidad de objetos y su velocidad utilizando las técnicas Ray-casting, Zoom, Squad y Expand. Para el par de escenarios y las técnicas se tomó el número de errores para su selección.	Cashion, 2012 [13]	Selección

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
<p>Evaluación sumativa, Cuestionarios</p>	<p>Se tomó el tiempo desde el momento en que el objeto aparece hasta el momento en que el usuario logró seleccionar el objeto. Esto se hizo para las tres técnicas de interacción (Ray-casting, Virtual Hand Clasicc y Go-Go). Luego se comparó el rendimiento del usuario con las las técnicas de interacción variando las variables independientes como distancia del objeto, el tamaño del objeto y retroalimentación (con y sin retroalimentación). Se hicieron análisis comparativos de la distancia de los objetos con la retroalimentación (y sin ella), así mismo, del tamaño con la retroalimentación (y sin ella), y de la distancia de los objetos con el tamaño de estos. Mediante encuestas o cuestionarios subjetivos se obtuvo algunos criterios de satisfacción de los usuarios con las técnicas de interacción (Ray-casting, Virtual Hand Clasicc y Go-Go).</p>	<p>Poupyrev, 1999 [10]</p>	<p>Selección y Manipulación</p>
<p>Evaluación sumativa, Pensando en voz alta</p>	<p>Se les pidió a los usuarios que interactuaran en el entorno con cada una de las técnicas en estudio, como eran Go-Go, fast Go-Go, Stretch Go-Go, Indirect stretching, Ray-casting (general) y Ray-casting con "Reeling", y a medida que iban interactuando con los objetos, se les realizó una serie de preguntas con respectos a los tres principios. Los usuarios iban comentando en voz alta cada una de las ventajas y desventajas que iban siendo consignadas por los autores para posteriores análisis.</p>	<p>Bowman, 1997 [11]</p>	<p>Selección y Manipulación</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
<p>Evaluación sumativa, Cuestionarios</p>	<p>Nueve técnicas de Selección/Manipulación se evaluaron tomadas de la taxonomía. Para la tarea de selección se varió tres variables independientes (distancia, tamaño y densidad del objeto). La distancia del usuario con respecto al objeto se varió en tres niveles: 3, 6 y 10 m. El tamaño de los objetos a ser seleccionados en dos niveles: 0,4 o 1,0 m cúbicos. Y la densidad de los objetos que rodean el objeto a ser seleccionado se varió en dos niveles: 0,4 o 1,0 m cúbicos. Para la de manipulación, en primer lugar se varió proporción del tamaño de objeto con el tamaño del objetivo en dos niveles: el objetivo era o bien 1,5 o 3,7 veces el tamaño del objeto. Esto corresponde a la precisión requerida en la colocación. Se varió el número de grados de libertad requeridos (2 niveles). En la tarea con 2 DOF el usuario solamente debía posicionar el objeto en un plano horizontal, luego para la tarea con 6 DOF el usuario debe posicionar y cambiar la orientación del objeto. Estas dos tareas iban dirigidas a probar la expresividad de las técnicas. Y por último, se varió la distancia del usuario con respecto al objeto donde debe ser colocado en 3 niveles: 3, 6, y 10 m. La facilidad de Uso y el confort se midió de forma cualitativa en cuestionarios con puntuaciones en escala de 1 a 10 puntos, después de que cada sujeto terminara una sesión de práctica. Para el confort se tomó como referencia la tensión del brazo, tensión de la mano, mareos y náuseas. Esto dado por los dispositivos VR4 MHD y Joystick de 3 botones.</p>	<p>Bowman, 2001 [14]</p>	<p>Selección y Manipulación</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
Evaluación sumativa, Cuestionarios	La tarea de evaluación consistía en apuntar a blancos circulares que variaban el radio, en una pantalla que contaba con varios objetos distractores que también que variaban en número y densidad. Para ello se utilizó las variables independientes: técnica (SQUAD y Ray-casting), Seguimiento (Normal y Agitado), tamaño del objetivo (radios 0:01m o 0:26°, 0:015m o 0:40°, 0:04m o 1:06°) y número de distractores en la esfera de selección (que se refiere como la densidad del distractor) (16, 64, 256). Después de que los participantes realizaran la tarea de selección, se les pidió que realizaran una encuesta post-hoc en la cual se comparaba las técnicas en discusión (Ray-casting y SQUAD) teniendo en cuenta las otras variables independientes.	Kooper, 2011 [15]	Selección
Evaluación sumativa, Cuestionarios	En la evaluación de las técnicas de selección de objetos en movimiento se emplearon 3 técnicas (Hook, Basic Pointer y Bubble cursor) en dos versiones de interacción: 2D y 3D. Las técnicas permiten señalar objetos móviles en un entorno denso de 100 objetos. Para la interacción 2D se empleó un dispositivo de 2 grados de libertad como un ratón que manipula el cursor en un plan de proyección del entorno 3D (configuración de escritorio clásica). Para la interacción 3D se utilizó un dispositivo de tres grados de libertad, que manipula el cursor a lo largo de los 3 ejes que definen el entorno 3D. La dificultad de la tarea iba correlacionada con la velocidad con que se movían los objetos, para ello se empleó 5 velocidades que iban	Ortega, 2013 [16]	Selección

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
	<p>cambiando durante la evaluación. Cada ensayo se realizó de la siguiente manera. En primer lugar, el usuario lleva el cursor a una zona determinada en el borde de la pantalla: un cuadrado 2D o un cubo 3D para la interacción respectivamente 2D o 3D. en esta zona se destaca un objeto el cual debe ser seleccionado con precisión. Este objeto destacado entre los demás, los autores lo denominaban "target of interest" (TI) [Objetivo de interés]. Por último se realizó una comparación de las tres técnicas con respecto al tiempo y los errores realizados en las diferentes velocidades, en los dos escenarios planteados (2D y 3D) para determinar la tasa de error de las técnicas en discusión.</p>		
<p>Evaluación sumativa, Cuestionarios</p>	<p>Para la experimentación, cada usuario tiene que completar seis tareas de selección y posicionamiento, con cuatro configuraciones de hardware distintas, desde un contexto no inmersivo con un ratón simple, a un contexto plenamente inmersión con la visión estereoscópica, herramienta 3D de monitoreo y monitoreo de cabeza. Para una misma profundidad se hace el ejercicio 3 veces con objetos grandes, medianos y pequeños. Luego, se varió la profundidad de los, donde también se realizaba el ejercicio 3 veces con objetos grandes, medianos y pequeños. Para los conceptos de rendimiento, facilidad de uso, velocidad, eficiencia y cansancio se determinó mediante cuestionarios subjetivos. Los usuarios suministraban una puntuación absoluta, de estas 4 técnicas de acuerdo a estos conceptos.</p>	<p>Duval,2009 [8]</p>	<p>Selección y Manipulación</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
Evaluación Sumativa	<p>En la experimentación se utilizaron variables independientes como: la técnica (Técnica Z y multi-touch viewport), diferentes posiciones de las esferas de blanco (17 en total) y precisión de colocación (baja precisión y alta precisión). Cada ensayo experimental iniciaba después de que el objeto anterior se posicionó con éxito. La tarea consistía en acoplar una esfera azul en una esfera gris semi-transparente lo más rápido posible. Se indicaba que el acople era éxito cuando se ponía la esfera de color verde. Para las dos técnicas se utilizaron las variables dependientes: tiempo de posicionamiento y coordinación, también se introdujo la frecuencia de uso de los dos puertos de vista para la técnica multi-touch viewport.</p>	Martinet,2010 [17]	Manipulación
Evaluación Formativa, Pensando en voz alta.	<p>Para la experimentación se emplearon 5 tareas: una tarea de aprendizaje, un experimento de pick-and-drop, el experimento de "caída de la bola" dirigido, un experimento de alineación de cubo y por último una comparación subjetiva de dos técnicas de agarre (). Durante la tarea de aprendizaje los participantes estaban obligados a levantar y colocar cada objeto en una parte indicada al menos unas 5 veces. En el experimento de pick-and-drop y caída de la bola, los sujetos levantaban recogían una bola desde el "piso" virtual y la dejaban caer desde lo alto a una marca señalada en el "piso". Así mismo se indicaba que la bola debía ser puesta en un cubo semi-transparente, que se iluminaba de color verde cuando era depositada con certeza. Por último, se comparó dos</p>	Prachyabrued, 2011 [18]	Manipulación

Categorización	Descripción de las experimentaciones.	Referencia (Autor, Año)	Tipo de Interacción
	técnicas diferentes de agarre; para ello se implementó un entorno que en su presentación está dividida por una pared invisible, en el lado izquierdo estaba una técnica de agarre y en el derecho estaba la otra técnica, en ambos lugares se disponía el dos objetos similares a ser manipulados. Los sujetos realizaron una exploración libre y después de un tiempo, aparecía una serie de preguntas sobre la facilidad de liberación y de manipulación del objeto, que iban siendo contestadas en voz alta.		

E.2 Métodos de evaluación en la Manipulación Colaborativa

Tabla 22. Procesos de evaluación en la manipulación colaborativa de objetos.

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)	Interacción (actividad)
Evaluación Sumativa, Entrevista	La experimentación consistía en una ejecución de la selección y manipulación de objetos individualmente y cooperativamente en tres entornos diferentes. Los participantes estaban organizados en 30 pares de personas, cada diez personas realizaban la tarea (tanto individual como cooperativa). La técnica empleada tanto para la realización de la tarea individual y cooperativa, fue HOMER. La primera tarea consistía en colocar 4 equipos (computadores) en 4 mesas del centro de una habitación (salón de clases), de tal forma que las pantallas quedarán al lado opuesto del "tablero". La segunda tarea consistió en la colocación de objetos en el interior de unas divisiones de	Pinho,2008, [19] Pinho,2003 [20]	Manipulación Colaborativa

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)	Interacción (actividad)
	<p>un estante. Por último, consistía en mover un sofá a través de un pasillo lleno de columnas y otros obstáculos. Después de cada experimentación, se realizó una entrevista con los usuarios con el fin de averiguar si habían sentido algún tipo de molestia durante el experimento, o si había comentarios adicionales con respecto a lo que les gustaría hacer en este tipo de entornos.</p>		
<p>Evaluación Sumativa</p>	<p>Para poner a prueba las técnicas de colaboración los autores emplearon un estudio que involucró un total de 12 usuarios, agrupados en seis pares, donde se les pidió que realizaran unas actividades. Primero, debían de colocar un conjunto de objetos en una plataforma con una colocación específica. La segunda actividad, consistía en mover un sofá a través de una puerta, con los usuarios en lados opuestos de la pared. Por último, se debía de colocar un conjunto de objetos entre algunas secciones, donde estas secciones estaban lejos de un usuario y cerca del otro. La experimentación se dividió en dos secciones, en primer lugar se solicitó a los usuarios realizar las actividades solo. Posteriormente, les pidió ayudarse mutuamente hacer la tarea. Esto con el fin de evaluar la facilidad de uso y aprendizaje se observó a los usuarios realizar las actividades y con entrevistas posteriores se realizaron las conclusiones con respecto a los ítems, facilidad de</p>	<p>Pinho,2002 [21]</p>	<p>Manipulación Colaborativa</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)	Interacción (actividad)
	uso y aprendizaje de las técnicas Ray-Casting y Virtual Hand.		
Evaluación Sumativa	En este trabajo, se comparan tres técnicas para la manipulación colaborativa: la técnica de "media" (Mean), la separación (Separation) donde separaba los grados de libertad (DOF), y un dispositivo tangible Colaborativo (CTD). La primera técnica "media", los participantes podían hacer traslaciones y rotaciones al mismo tiempo. La segunda técnica permite a dos usuarios hacer sustancialmente diferentes acciones: uno controla la orientación del objeto virtual, mientras que el otro se aplica traslaciones. La tercera técnica proporciona un dispositivo tangible de colaboración (CTD) que une físicamente a los usuarios utilizando una forma triangular rígida. La tarea propuesta es una tarea denominada "recoger y colocar" ("Pick and place"), que involucra a dos usuarios en la manipulación de una capilla del coche virtual. Los autores recopilaron tiempo de ejecución y los comentarios subjetivos de los usuarios.	Aguerreche,2010 [22]	Manipulación Colaborativa
Cuestionarios	En el experimento los usuarios eran agrupados en pares, cada uno ubicado en una habitación distinta. Se les pidió que construyeran de manera colaborativa un "puzzle 3D". Mediante las metáforas de interacción (Ray-casting, Go-Go y Virtual Hand) los participantes podían seleccionar los cubos y	Hrimech,2010 [12], Hrimech,2011 [23]	Manipulación Colaborativa

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)	Interacción (actividad)
	ubicarlos donde era requerido. Después, los autores realizaron un análisis de las puntuaciones que realizaron los participantes en las encuestas post-tarea. La medición se realizó mediante un cuestionario, utilizando una escala de Likert de 1 a 7.		

E.3 Métodos de evaluación en escenarios Colaborativos.

Tabla 23. Procesos de evaluación en las aplicaciones colaborativas.

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)
<p>Evaluación sumativa, Cuestionarios</p>	<p>Los autores implementaron una tarea de visualización objetos en un entorno denso, para identificar el rendimiento del usuario con relación a la identificación de objetivos y memorización de sus respectivas posiciones. Se utilizó dos técnicas de visualización (cutaway y transparency), con el fin de observar el trabajo colaborativo entre dos personas. Para ello se realizó dos escenarios, en el primer escenario dos usuarios, uno con el rol de presentador: el cual indicaba un objeto en medio de varios objetos, así mismo la otra persona en el rol de observador afirmaba la selección del objeto que debía de memorizar. En el segundo escenario se registró la distancia entre los usuarios en la fase de presentación para estimar nuevamente el rendimiento de acuerdo a la distancia que tuvieron y la comodidad para realizar la tarea. Después de haber completado las tareas con las técnicas se les pidió a los usuarios que completaran una encuesta con respecto a la Comprensión espacial, Colaboración y Confort en una escala Likert de 1 a 5 de las técnicas de visualización.</p>	<p>Argelaguet, 2010 [24]</p>
<p>Cuestionarios</p>	<p>Se realizó a los participantes un test "post-task" con una escala de Likert en la cual debían indicar una puntuación a tres factores como la colaboración, desempeño en la tarea y frustración. Los participantes recibieron una puntuación individual por un promedio individual de sus respuestas, luego estas puntuaciones se promediaban entre los dos miembros para crear un indicador de calidad de interacción.</p>	<p>Setlock, 2004 [25]</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)
<p>Recorrido cognitivo</p>	<p>La experimentación consistía en evaluar los aspectos de colaboración en dos tipos de reuniones, en intercambio de ideas y resolución de problemas. La tarea encomendada a los sujetos se basaba en una modificación del juego de "Twenty-Questions", que integra las dos fases mencionadas. Al comienzo de la tarea a cada grupo se le dio un conjunto de diez si/no pares de preguntas y respuestas, y con base en esto se le suministró un tiempo de 8 minutos para una lluvia de ideas de forma colaborativa. Luego, en la segunda fase al grupo se les dio un tiempo de 10 minutos para generar preguntas con respecto al juego para determinar la solución correcta. Estas dos fases se realizaron en dos escenarios uno co-localizado y otro distribuido. Después, de cada tarea los sujetos completaron un cuestionario con escala de Likert de cinco puntos con respecto a la personalidad, dinámica de grupo y desempeño de cada individuo en cada fase.</p>	<p>Kim, 2008 [26]</p>
<p>Evaluación sumativa, Entrevistas</p>	<p>Objetivo del sistema consiste en medir la efectividad de los comentarios sobre la coordinación espacial entre los usuarios remotos. La experimentación se realizó bajo tres escenarios; sin ningún tipo de información visual o táctil, con retroalimentación visual y con retroalimentación táctil. Además, se determinó controlar la disponibilidad del canal de audio que permitió a los participantes hablar entre sí, es decir, con audio y sin audio. Luego, de realizar la experimentación se realizó una entrevista para explorar las dificultades con la colaboración en cada una de las condiciones. También, se realizó un análisis de las grabaciones para observar la comunicación bajo los escenarios, y temas como: Orientación, Confirmación, Aclaración, Estrategia de conmutación, Conciencia, Planificación y Prompting.</p>	<p>Yatani, 2012 [27]</p>

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)
Evaluación sumativa	<p>Para evaluarlos indicadores propuestos por los autores, se diseñó un software en el que un grupo de personas debían resolver un laberinto con obstáculo, dividido en 4 cuadrantes. Cada miembro del grupo debía tomar el rol de coordinador en alguno de los cuadrantes definidos, es decir, mientras uno de ellos coordinaba el resto del equipo sumen el rol de colaboradores. Para la comunicación con sus compañeros, cada participante disponía de un cuadro de dialogo, desde el cual indicaba las direcciones que se debían tomar. La herramienta mantenía los mensajes almacenados con el fin de ser analizados semánticamente y poder realizar la ponderación de los indicadores. Una vez determinada cada ponderación, se determina la ponderación final plasmado en el índice de cooperación.</p>	Collazos, 2002 [28], Collazos, 2003 [29]
Evaluación sumativa	<p>El software empleado para la experimentación se denominó “Cazar el Queso”, que es una aplicación distribuida y sincrónica, que se ejecuta en 4 estaciones de trabajo. El experimento consta de 4 fases Durante la primera fase, cada grupo recibe una breve descripción de las características de la aplicación. En la segunda fase, cada miembro del grupo es asignado a una terminal de la red, en la cual se encuentra el programa. Toda la comunicación es mediada por computador, pues los terminales se encuentran físicamente dispersos, y se les dice a los participantes que no deben hablar entre sí antes de empezar. Durante la tercera fase, los miembros del grupo tratan de resolver el laberinto. Finalmente, la cuarta fase consiste en la recolección y análisis de resultados a partir de las bitácoras.</p>	Guerrero, 2000 [30]

Categorización	Descripción de las experimentaciones	Referencia (Autor, Año)
Evaluación sumativa, Cuestionarios	Se desarrolló una tarea que consiste en que los participantes solucionen un puzle o rompecabezas de manera colaborativa o individual, el mayor número de veces en un determinado tiempo, logrando medir así los valores ya mencionados, en diferentes etapas de la tarea, es decir algunos de estos valores se tomaron por medio de test después de la tarea mientras que otros como por ejemplo el número total de mensajes fueron tomados por el sistema en tipo de ejecución de la tarea para posteriormente ser analizadas	Montoya, 2011 [31]
Evaluación Heurística	En esta investigación se requirió la evaluación por personas expertas en el tema a medida que iba pasando la prueba, así como también la calidad de la reparación, se realizó también test subjetivos para consignar factores como el confort y facilidad de uso	Fussell, 2000 [32]

En las siguientes tablas se muestra un conjunto de métricas con su nombre y la definición asociada por parte de los investigadores, además, estas posibles medidas se divide en la parte de selección y manipulación, manipulación colaborativa y métricas de los procesos de colaboración en otros ámbitos diferentes a la interacción 3D. Algunos de estas definiciones son fundamentales para esta propuesta y que consideramos importantes en la etapa de refinamiento.

E.4 Métricas de la literatura empleadas en la selección.

Tabla 24. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la selección.

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Precisión	Numero de intentos necesarios o realizados para efectuar una selección	Bowman, 1999 [9]
Tiempo	Tiempo transcurrido para hacer la selección deseada.	
Precisión	Numero de intentos necesarios o realizados para efectuar una selección	Cashion,2012 [13]
Tiempo	Tiempo transcurrido para hacer la selección deseada.	
Sentido de presencia	Es el sentido en que los usuarios sienten la inmersión y la conciencia espacial (spatial awareness)	Poupyrev,1999 [10]
Tiempo	Tiempo que se demora un usuario en realizar la selección	
Desempeño	Para una tarea de selección es el tiempo desde el momento cuando el estímulo se desencadena al usuario para seleccionar un objeto de prueba hasta el momento en que se ha seleccionado con éxito.	
Satisfacción	Placer con que se pudo realizar la tarea de selección	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Naturalidad	Se define como el proceso de agarrar, girar y mover objetos sea simple, con los movimientos naturales de la mano.	Bowman, 1997 [11]
Trabajo físico	Esfuerzo realizado por parte de los usuarios para poder agarrar un objeto, sobre todo cuando su alcance por el tamaño de su brazo era limitado.	
Precisión	Número de intentos realizados para efectuar una selección deseada	
Velocidad de selección	Tiempo transcurrido para hacer la selección deseada.	Bowman, 2001 [33]
Precisión (Número de intentos para la selección)	Número de intentos realizados para efectuar una selección deseada	
Facilidad de Uso	Facilidad con que empleo el uso de los dispositivos al momento de realizar una selección efectiva.	
Confort	Nivel de cansancio que percibió el usuario al momento de realizar una selección	
Tiempo para completar la tarea	Tiempo total requerido para completar la tarea de selección.	Kooper, 2011 [15]
Número de errores	Intentos fallidos al momento de realizar la selección.	
Preferencias del usuario	Aportes subjetivos de los participantes con respecto a las técnicas de selección.	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Tiempo de movimiento	Tiempo requerido para seleccionar el objeto deseado, que se calcula desde el momento en que se destaca hasta el momento que es seleccionado con precisión.	Ortega,2013 [16]
Número de errores	Numero de intentos fallidos al momento de realizar una selección de un objeto en movimiento.	
Tiempo dedicado	Tiempo que empleo el usuario para seleccionar del objeto deseado	Duval, 2009 [8]
Precisión	Número de intentos contabilizados para poder seleccionar el objeto deseado.	
Rendimiento	No se evidencia una definición en el estudio	
Facilidad de Uso	No se evidencia una definición en el estudio	
Velocidad	No se evidencia una definición en el estudio	
Eficiencia	No se evidencia una definición en el estudio	
Cansancio	No se evidencia una definición en el estudio	

Cabe aclarar que en la siguiente tabla contendrá algunos conceptos similares a los anteriores Tabla 1. (Tabla de las métricas empleadas por investigadores de la literatura de la selección), dado que en algunas investigaciones se evaluaban las mismas métricas pero en el proceso de manipulación. Sin embargo hay unas excepciones los cuales se centran en estudios de evaluación de la manipulación.

E.5 Métricas de la literatura empleadas en la manipulación.

Tabla 25. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la manipulación.

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Tiempo de ejecución	Tiempo empleado para lograr un objetivo o una tarea en general.	Bowman, 1999 [9]
Facilidad de aprendizaje	La capacidad de un usuario novato a utilizar la técnica.	
Confort	Malestar físico, psicológico en el desarrollo de la tarea	
Facilidad de uso	la carga cognitiva en el usuario durante el uso de la técnica.	Poupyrev, 1999 [10]
Sentido de presencia	Es el sentido en que los usuarios sienten la inmersión y la conciencia espacial (spatial awareness)	
Satisfacción	Placer con que se pudo realizar la tarea de selección	
Desempeño	El tiempo necesario para realizar con éxito las tareas.	
Número de intentos.	Número de iteraciones que se tarda en completar la tarea.	
Velocidad de colocación	El tiempo requerido para realizar la tarea de colocación, dentro del objetivo, orientación dada y distancia dada.	Bowman, 2001 [33]
Precisión de colocación	El tiempo requerido para realizar la tarea de colocación, dentro del objetivo y tamaño dado	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Expresividad de la técnica	El tiempo requerido para realizar la tarea de colocación, con los grados de libertad y orientación dada.	
Tiempo de posicionamiento	Se define como el tiempo requerido para terminar con éxito la colocación.	Martinet, 2010 [17]
Valor de coordinación	"La coordinación se calcula como la relación de la longitud de la ruta más corta a la longitud de la trayectoria real medida desde el punto de partida hasta el destino."	
Tiempo de liberación	Se denomina como la cantidad de tiempo necesario para liberar una bola previamente agarrada.	Prachyabrued, 2011 [18]
Error traslacional	Se define como el movimiento horizontal de una bola encaminada a una liberación del agarre.	
Facilidad de liberación y manipulación	Se define como las cargas cognitivas al momento de realizar una liberación del objeto, además de trasladarlo y rotarlo.	
Tiempo dedicado	Tiempo que empleo el usuario para realizar la actividad de posicionamiento del objeto en el objetivo.	Duval, 2009 [8]
Precisión de colocación	Número de intentos contabilizados para realizar el posicionamiento requerido.	
Rendimiento	No se evidencia una definición en el estudio	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Facilidad de Uso	No se evidencia una definición en el estudio	
Velocidad	No se evidencia una definición en el estudio	
Eficiencia	No se evidencia una definición en el estudio	
Cansancio	No se evidencia una definición en el estudio	

Algunos investigadores en el área de interacción 3D se han especializado en ámbito colaborativo de la manipulación. Es importante resaltar que la selección es un proceso que se realiza de forma individual, mientras que el proceso de manipulación se puede realizar de manera colaborativa. En la siguiente tabla se destacará algunas investigaciones que se han realizado en esta área.

E.6 Métricas de la literatura empleadas en la manipulación colaboración.

Tabla 26. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de la manipulación colaborativa.

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Tiempo en realizar la tarea.	Se define como el tiempo empleado para realizar la tarea.	Pinho, 2008 [19], Pinho, 2003 [20]
Facilidad de uso	No se evidencia una descripción	Pinho, 2002 [21]
Facilidad de aprendizaje	No se evidencia una descripción	
Tiempo en realizar la tarea.	Se refiere tiempo medio empleado para realizar la tarea.	Aguerreche, 2010 [24]

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Esfuerzo de Colaboración	Es la obra que realizan dos personas o más para lograr una tarea específica de colaboración.	Hrimech, 2010 [12]
Conciencia (awareness)	El hecho de tener conocimiento de las acciones e intenciones de la pareja mediante la interacción con el medio ambiente.	
Participación	La participación se define como el nivel de motivación de los participantes en la actividad.	
Copresencia	Es la sensación de sentirse junto a otra persona en el mismo entorno.	
Facilidad de uso	"calidad general de la idoneidad para un propósito de un artefacto"	Hrimech, 2011 [23]
Satisfacción	En el estudio no se dio una definición.	
Preferencias	En el estudio no se dio una definición.	
Esfuerzo de Colaboración	Es la obra que realizan dos personas o más para lograr una tarea específica de colaboración.	
Conciencia (awareness)	El hecho de tener conocimiento de las acciones e intenciones de la pareja mediante la interacción con el medio ambiente.	
Participación	La participación se define como el nivel de motivación de los participantes en la actividad.	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Copresencia	Es la sensación de sentirse junto a otra persona en el mismo entorno.	

E.7 Métricas de la literatura empleadas en procesos colaborativos

Tabla 27. Métricas empleadas por investigadores de la literatura de procesos colaborativos.

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Awareness	El intercambio de información directa e indirecta entre los participantes del CVE son importantes para sus objetivos en la tarea por lo que se intenta tenerlos informados por medio de awareness	Collazos, 2003 [29]
Tiempo de descubrimiento	Se denomina como el tiempo en el cual los objetivos se muestran por parte de la personas que representa el rol del presentador hasta la confirmación por parte del observador.	Argelaguet, 2010 [22]
Tiempo de recuperación (Retrieval time)	No se percibe una definición del concepto.	
Distancia de cubrimiento en la fase descubrimiento	Se denomina como la extensión de espacio interpersonales que necesitan los usuarios para realizar la tarea colaborativa.	
Comprensión espacial	Es el apoyo a la recopilación de información sobre los objetos	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Colaboración	La comunicación requerida para realizar la tarea colaborativa.	
Confort (comodidad)	Comodidad con que se percibió las técnicas de visualización.	
foco común de atención Monitorear la comprensión	Se intenta medir la comprensión hacia la comunicación, audio, video, video y audio, realizando una tarea como lo es la reparación de una Bicicleta	Fussell,2000 [32]
Calidad de interacción	Se refiere a la composición y nivel de colaboración en pareja, como también a la frustración y acierto en una tarea desarrollada colaborativamente. La composición de los tres factores indica el nivel de calidad de interacción.	Setlock, 2004 [25]
Número de ideas correctas.	Se refiere al número de ideas generadas en la fase de intercambio de ideas. (Aplicación de estrategias)	
Número de preguntas.	Se refiere al número de preguntas que se utilizan para llegar a la respuesta correcta en la fase de resolución del problema	Kim, 2008 [26]
Rendimiento de colaboración	Se define como la efectividad de la colaboración en ubicaciones distribuidas.	Yatani, 2012 [27]
Uso de estrategias	Se define como la definición de estrategias que se van aplicar para resolver la tarea.	Collazos, 2002 [28], Collazos, 2003 [29]

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Cooperación intragrupal	Se refiere a la aplicación de las estrategias previamente definidas.	
Revisión de criterios de éxito.	Se define como el proceso de revisión durante y posterior a la tarea, con el fin de observar el cumplimiento o no de las metas.	
Monitoreo	Se refiere a monitorear a los miembros del grupo de trabajo durante el proceso.	
Proveer ayuda	Se define como el proceso de ayuda cuando alguien lo necesite.	
Número de errores	Número total de obstáculos encontrados e intersectados.	Guerrero, 1999 [30]
Solución al problema	El grupo fue capaz de solucionar el juego.	
Uso de estrategia.	Número de movimientos del "ratón" en el juego. Se refiere a la capacidad de realizar el trabajo en menor de los tiempos y distancia posible recorrida.	
Mantener la estrategia.	Se define como la trazabilidad de una estrategia para solucionar un problema de manera explícita.	
Comunicar la estrategia.	Se refiere a las actividades de negociar, consensuar y difundir la información acerca de la estrategia.	
Mensajes de estrategia.	Son los mensajes que proponen directrices para alcanzar el objetivo del grupo.	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
Mensajes de estrategias de trabajo.	Se define como los mensajes y el número de estos, que ayudan al coordinador para tomar las decisiones más adecuadas. Estas son frases en tiempo presente y su objetivo es informar al grupo sobre el estado actual de la tarea de grupo.	
Mensajes de estrategias de coordinación.	Este tipo de mensajes con los que corresponden a actividades cuyo fin principal es regular la dinámica del proceso, y se caracterizan por las futuras acciones prescritas.	
Mensajes de trabajo.	Hace referencia al número de mensajes recibidos por el coordinador de los demás usuarios.	
Mensajes de coordinación	Este campo se define como el número de mensajes enviados por el coordinador a los demás usuarios.	
Mensajes de revisión de criterios de éxito	Son los mensajes que revisan los límites (o metas), pautas y roles de la actividad del grupo.	
Mensajes laterales.	Son mensajes de particulares (es decir, mensajes sociales, comentarios) y conversaciones que no se centran en la solución del problema.	
Total de mensajes.	Número total de mensajes recibidos y enviados por el grupo durante la actividad.	
Frecuencia de comunicación	Se mide por el número total de palabras escritas por miembros del equipo mientras se trabaja en la tarea de colaboración, dividido por el	

Nombre	Definición de los investigadores	Referencia (Autor, Año)
	número de miembros del equipo (dos o tres).	
Facilidad de comunicación	fueron tomados después de la tarea por medio de una cuestionario que se encuentra en el apéndice "A"	
Contribución	Se midió utilizando tres indicadores diferentes derivados de los datos recogidos en el registro de la escritura de cada sesión experimental. Para cada miembro del equipo, la primera medida fue el número de cubos de cada persona posicionada correctamente en todos los puzzles del equipo resolvía. La segunda medida fue el número de veces que cada miembro del equipo sembró la imagen del rompecabezas (es decir, manipulado el primer cubo) que era en consecuencia, la base para el rompecabezas resuelto. La tercera medida es el número de veces que cada miembro hace clic en el botón rojo que indica que él o ella cree un rompecabezas estaba completo.	
Coordinación	Fueron tomados después de la tarea por medio de una cuestionario que se encuentra en el apéndice "A"	

Anexo F. Dinámicas, Mecánicas y Componentes de la Gamificación.

En los entornos virtuales se debe considerar varios elementos de Gamificación pero no es necesario que todos los subelementos que componen cada elemento se incluyan, aunque normalmente de una forma u otra los Sistemas Gamificados, suele contener un alto porcentaje de todos los subelementos [34]. Podemos identificar los elementos que componen la estructura básica de toda propuesta gamificadora. Estos elementos son las dinámicas, mecánicas y componentes de juego, organizadas de manera jerárquica como se muestra en la **Figura 1**.

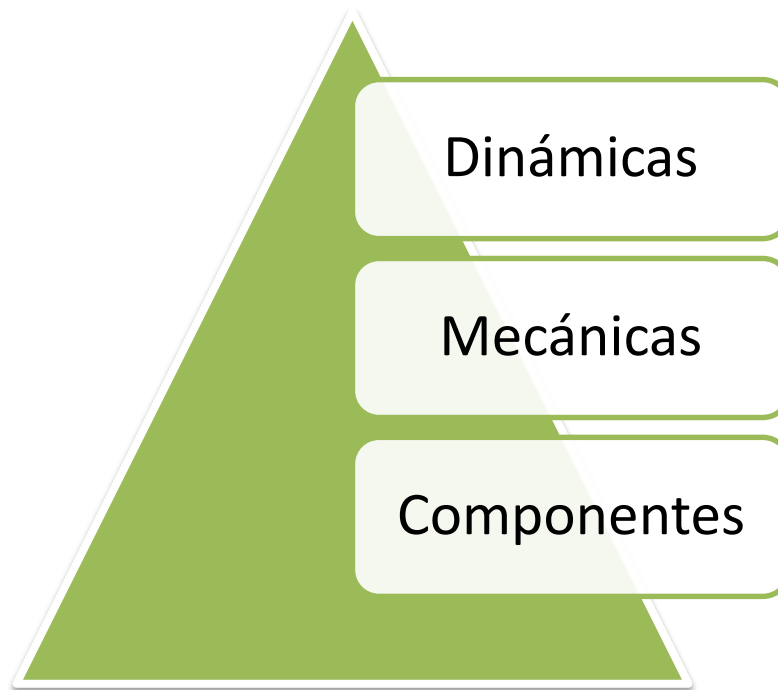


Figura 13. Elementos de la Gamificación.

F.1 Dinámicas de Juego

Las dinámicas de juego son los aspectos más generales a los que un sistema con aspectos de Gamificación debe orientarse y a los que debe dirigir sus mecánicas.

F.2 Tipos de Dinámicas

Restricciones: deben ser tenidas en cuenta ya que un juego genera interés a través de problemas y elecciones significativas. La resolución de los problemas debe hacerse en un entorno donde la libertad está limitada y/o estableciendo soluciones de compromiso.

Emociones: los juegos pueden provocar casi cualquier tipo de emoción imaginable. En la Gamificación, y a pesar de que el rango de emociones es más limitado por su orientación a entornos ajenos al juego, puede pretenderse, por ejemplo, el refuerzo de la curiosidad, la competitividad o la felicidad.

Narrativa: se configura como la estructura que dispone y enlaza todas las piezas del sistema gamificado de un modo coherente. Se deberá construir una historia consistente, creando sensación de fluidez y pretendiendo que los usuarios tengan esa historia en su mente.

Progresión: con la dinámica de la progresión se pretende generar en el usuario una sensación de progreso y de oportunidad de mejora del usuario.

Relaciones: las personas tienen la necesidad de interactuar con el resto. Las dinámicas sociales que potencian estados como el altruismo, camaradería, el logro de un estatus, entre otros, que fomentan la competitividad son muy importantes en la experiencia de juego.

F.3 Mecánicas de Juego.

Las mecánicas de juego pueden ser consideradas como acciones básicas dirigidas a motivar al usuario. Otra definición aceptada es aquella en la que se define como principios, reglas o mecanismos que gobiernan el comportamiento a través de un sistema de incentivos, feedback y recompensas con un resultado razonablemente predecible [35].

F.4 Tipos de Mecánicas

Retos: el sistema establece un objetivo que el usuario debe alcanzar, y cualquiera de las tareas planteadas debe requerir un esfuerzo para ser cumplida.

Oportunidades: introducción de un cierto componente de suerte o aleatoriedad. No todos los resultados están basados en la actividad desarrollada por el usuario.

Competición: se establece un mecanismo en el que hay ganadores y perdedores.

Cooperación: es la mecánica de juego opuesta a la competición. En ella, los usuarios colaboran y realizan acciones conjuntas, o independientes pero con un objetivo común.

Feedback: información acerca de cómo está desempeñando la tarea el usuario. Esta información debe ser en tiempo real ya que incentivará a los usuarios a ir más allá.

Recopilar recursos: los usuarios sienten la necesidad de recopilar objetos u obtener cosas útiles. Además, la recopilación de recursos puede permitirte avanzar en el sistema gamificado.

Recompensa e incentivos: beneficios por acción o logro. Es necesario que el usuario se sienta reconocido, y para ello se establecen recompensas, no sólo a los éxitos, sino a los esfuerzos. Las recompensas pueden estar escaladas en función del esfuerzo y el riesgo.

Transacciones: se trata de intercambiar algo entre usuarios del sistema, o con un personaje automatizado. Este intercambio se puede hacer directamente o través de intermediarios.

Turnos: participación secuencial de usuarios que se alternan.

Estados ganadores: son objetivos que hacen que un jugador o un grupo de jugadores sean ganadores.

F.5 Componentes del Juego

Los componentes del juego pueden ser definidos como instancias específicas de las dinámicas y las mecánicas de juego, es decir, maneras concretas de realizar aquellos que las dinámicas y las mecánicas pretenden.

F.6 Tipos de Componentes

Logros: representaciones de objetivos logrados.

Avatares: representaciones visuales del usuario involucrado en el sistema gamificado.

Insignias (y trofeos): representaciones visuales de los logros.

Luchas con el jefe: retos de complejidad elevada al final de un nivel.

Colecciones: conjunto de elementos o de badges para acumular.

Combate: una batalla virtual, generalmente de duración corta.

Desbloqueo de contenidos: ciertos aspectos disponibles cuando los usuarios alcanzan un objetivo determinado.

Regalos: oportunidades para compartir recursos con otros.

Leaderboards: tablas de clasificación. Muestra visual de la progresión y logros de los usuarios. El propósito es sacar a la luz la aspiración de fama, y dar visibilidad a los usuarios más exitosos del sistema gamificado.

Niveles: pasos definidos en la progresión del usuario. El esfuerzo para pasar de un nivel a otro no debe ser similar o lineal. Se debe asegurar que la recompensa al esfuerzo y el esfuerzo incrementa con el nivel de destreza.

Puntos: representación numérica de la progresión. Estos puntos pueden ser usados para adquirir bienes, desbloquear contenidos o únicamente como una simple motivación sin mayor motivo [24].

Conquistas: retos predefinidos con objetivos y recompensas.

Social Graphs: representación de los jugadores de la red social del sistema gamificado.

Equipos: grupos de usuarios trabajando conjuntamente en un objetivo común como parte de una colaboración por parte de la comunidad.

Virtual Goods: activos que tiene un valor real o percibido. La recolección de elementos virtuales sólo por diversión suele funcionar, pero ayuda que exista un momento donde poder convertirlos.

Las definiciones se tomaron en base al estudio realizado por Sánchez donde involucra los aspectos de Gamificación en la ingeniería del Software [35].

Anexo G. Plan de pruebas del prototipo

G.1 *Objetivo*

El objetivo de las pruebas del prototipo es realizar el proceso de validación y verificación de las funcionalidades del entorno virtual pen el cual se desarrollará la validación experimental. Con el siguiente plan de pruebas se pretende hallar información acerca de los errores, defectos o fallas del prototipo con lo que se efectuarán las respectivas correcciones y así asegurar la calidad del entorno virtual 3d colaborativo.

G.2 *Estrategias de las pruebas*

Para tal fin se hace necesario la intervención de las denominadas pruebas de sistema, como son:

Pruebas de Caja Negra: se centran en lo que se espera de un módulo, es decir, intentan encontrar casos en que el módulo no se atiene a su especificación. Por ello se denominan pruebas funcionales, y el probador se limita a suministrarle datos como entrada y estudiar la salida, sin preocuparse de lo que pueda estar haciendo el módulo por dentro, es decir, el código.

Pruebas de Usabilidad: son una forma de medir cómo puede una persona usar un objeto hecho por el hombre, como puede ser una página web, una interfaz de usuario, un entorno virtual, un documento o un dispositivo. Consisten en seleccionar a un grupo de usuarios de una aplicación y solicitarles que lleven a cabo las tareas para las cuales fue diseñada, en tanto el equipo de diseño, desarrollo y otros involucrados toman nota de la interacción, particularmente de los errores y dificultades con las que se encuentren los usuarios

La metodología empleada para llevar a cabo las pruebas de la aplicación es la siguiente:

- Definir los casos particulares de pruebas necesarios.
- Aplicar las pruebas.
- Realizar Informe de pruebas para correcciones.
- Probar que dichos cambios no afecten otras partes del sistema.

Pruebas piloto de la aplicación

Una vez se obtuvo un entorno consistente se llevaron a cabo una pruebas piloto con usuarios, las cuales dieron como resultado algunas pautas a implementar que no se habían considerado en la planeación preliminar de la validación experimental. Estas pruebas se llevaron a cabo con 4 grupos de usuarios, los cuales realizaron la prueba completa, es decir, desde el formulario de caracterización, seguido de los pre-test 1 y 2, posteriormente el test 1 (que contiene colaboración libre o forzada), seguido del formulario subjetivo de

percepción de elementos como usabilidad, inmersión y colaboración; hasta el test 2 (con colaboración libre o forzada) seguido de su correspondiente formulario.

G.3 Casos particulares de las pruebas de Caja Negra

Para la realización de las pruebas se determinó seguir el siguiente proceso: primero se determina el caso particular y después se realiza un análisis de los archivos logs para verificar si la funcionalidad se está comportando de la manera esperada o si hay una falencia para la posterior corrección. Para ello se tiene la siguiente lista de casos particulares:

- Pruebas de conexión de la topología de red.
- Pruebas de selección de objetos
 - Feedback de objetos seleccionados
 - Selección incorrecta y correcta del objeto.
 - Límite vertical y horizontal
 - Sensibilidad de movimiento
- Pruebas de manipulación de objetos
 - Rotación
 - Traslación
- Pruebas de selección colaborativa de objetos
 - Vista de objetos
 - Confirmación del objeto
- Pruebas de manipulación colaborativa de objetos
 - Cambio de rol
 - Traslación conjunta
 - Rotación conjunta
- Pruebas de time out
 - Tiempos límites de selección
 - Tiempos límites de manipulación

G.4 Implementación de las pruebas

A continuación se indican las pruebas que se realizaron:

Tabla 28. Caso de prueba 01

Nombre:	Conexión de la topología de red	N° Prueba	P01
Propósito:	Verificar que hay conexión síncrona entre los dos computadores donde se efectuara la validación		
Pre-requisito:	Tener todas las conexiones de red cableadas realizadas y tener los archivos necesarios para la ejecución del entorno virtual.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Tener una pantalla de inicio donde se visualiza que la conexión de la Cliente/Servidor se ha realizado satisfactoriamente.		
Aprobación (Si/No):	Si	Estado:	Sin correcciones a realizar.
Falencias	Ninguna		

Tabla 29. Caso de prueba 02

Nombre:	Pruebas de selección de objetos – Selección incorrecta y correcta del objeto	N° Prueba	P02
Propósito:	Verificar que los dos participantes tienen una retroalimentación cuando uno de ellos realiza una selección del objeto virtual.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Cada participante observa en sus pantallas cuando se realizó una selección de un objeto		

Aprobación (Si/No):	Si	Estado:	Sin correcciones a realizar.
Falencias:	Ninguna		

Tabla 30. Caso de prueba 03

Nombre:	Pruebas de selección de objetos – Selección incorrecta y correcta del objeto	N° Prueba	P03
Propósito:	Verificar que los dos participantes seleccionen la figura correcta, y en caso de no ser la correcta no efectuar las acciones siguientes.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Cada participante debe seleccionar el objeto correcto para poder pasar a la etapa de manipulación.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir
Falencias:	Cuando se realiza la selección de un objeto (sea el correcto o no), y pasa a la manipulación, la figura queda transparente, perdiendo el color de la figura a ser manipulada.		

Tabla 31. Caso de prueba 04

Nombre:	Pruebas de selección de objetos – Límite vertical y horizontal	N° Prueba	P04
Propósito:	Establecer un rango del movimiento espacio de movimiento del indicador virtual dentro de entorno.		

Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Cada participante tenga el mismo rango de movimiento del cursor para que el cursor no se pierda dentro de entorno cuando se esté realizando la interacción.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	Los límites deben estar un poco más restringidos ya que si el usuario se aleja mucho del objetivo que son los objetos de la mesa y queda mirando a las nubes o al suelo se podría des ubicar, de igual manera en el sentido horizontal. Esto se presentaba para los dos usuarios.		

Tabla 32. Caso de prueba 05

Nombre:	Pruebas de selección de objetos – Sensibilidad de movimiento	N° Prueba	P05
Propósito:	Establecer una sensibilidad del movimiento del cursor		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	La sensibilidad del cursor debe ser acorde para los dos participantes.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	El movimiento para la selección resulta ser demasiado sensible, ya que al tener presionado el botón para poder desplazar el puntero, se desplaza		

	<p>con mucha rapidez. Toca hacer movimientos cortos y haciendo click consecutivos para poder llegar al objetivo.</p> <p>Mientras no se tenga presionado el botón para poder moverse, el movimiento involuntario de la mano no afecta la selección. De lo contrario, si el movimiento no es preciso, se ve afectado la selección del objeto por el movimiento involuntario de la mano</p>
--	--

Tabla 33. Caso de prueba 06

Nombre:	Pruebas de manipulación de objetos – Rotación	N° Prueba	P06
Propósito:	Verificar que los participantes al momento de realizar una manipulación pueda realizar el movimiento de rotación		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Los participantes podrán realizar los movimientos de Yaw y Roll.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	<p>Roll: Para el participante uno el movimiento de Roll está invertido, mientras que el participante dos no los tiene invertido.</p> <p>Yaw: Para el participante uno el movimiento de Yaw está correcto, pero para el participante dos, se encuentra invertido.</p>		

Tabla 34. Caso de prueba 07

Nombre:	Pruebas de manipulación de objetos – Traslación	N° Prueba	P07
Propósito:	Verificar que los participantes al momento de realizar una manipulación puedan realizar el movimiento de traslación.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Los participantes podrán realizar los movimientos arriba-abajo, abajo-arriba, izquierda-derecha, derecha-izquierda, adelante-atrás, atrás-adelante.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	<p>Movimiento Horizontal: Los movimientos están invertidos, si las manos las llevo a la derecha el objeto se traslada a la izquierda.</p> <p>Movimiento Vertical: Los movimientos están bien en cuanto a las direcciones pero, está sujeto a un movimiento de profundidad, al tipo que pierde altura se acerca al usuario, al momento en que gana altura se aleja.</p> <p>Movimiento de Profundidad: las profundidades están invertidas, estos movimientos están sujetos a leves movimientos de rotación.</p>		

Tabla 35. Caso de prueba 08

Nombre:	Pruebas de selección colaborativa de objetos – Vista de objetos.	N° Prueba	P08
Propósito:	Verificar que los participantes observen las pistas del objeto a ser seleccionado.		

Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Los participantes podrán observar las pistas del objeto a ser seleccionado tanto en el escenario de favoreciendo la colaboración como en el de colaboración libre.		
Aprobación (Si/No):	Si	Estado:	Sin correcciones a realizar.
Falencias:	Ninguna		

Tabla 36. Caso de prueba 09

Nombre:	Pruebas de selección colaborativa de objetos – Confirmación del objeto.		N° Prueba	P09
Propósito:	Verificar que los participantes puedan confirmar la selección.			
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección del objeto.			
Entrada:	No hay datos de entrada			
Respuesta esperada:	Los participantes podrán indicar y confirmar la selección del uno de los participantes para poder pasar a la etapa de manipulación.			
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.	
Falencias:	El contador que está en la parte inferior izquierda no suma la selección realizada si es correcta.			

Tabla 37. Caso de prueba 10

Nombre:	Pruebas de manipulación colaborativa de objetos – Cambio de rol.	N° Prueba	P10
Propósito:	Verificar que los participantes puedan realizar cambio de rol cuando se encuentra el escenario de colaboración libre.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Los participantes podrán cambiar de rol, de Rotación a Traslación o de Traslación a Rotación.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	Cuando un usuario toma la misma acción (traslación o rotación), los movimientos de este usuario se invierten tanto en la traslación (movimiento vertical), como la rotación (movimiento de roll).		

Tabla 38. Caso de prueba 11

Nombre:	Pruebas de manipulación colaborativa de objetos –Traslación conjunta.	N° Prueba	P11
Propósito:	Verificar que los dos participantes puedan realizar el mismo movimiento de traslación.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		

Respuesta esperada:	Los dos participantes podrán la misma acción traslación, es decir, arriba-abajo, abajo-arriba, izquierda-derecha, derecha-izquierda, adelante-atrás, atrás-adelante.		
Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	<p>Los movimientos de los objetos no están siendo percibidos por el usuario 2, es decir si hago una traslación por parte del participante 1, el participante 2 no evidencia este movimiento. La figura permanece para el participante dos.</p> <p>En la traslación al momento de realizar movimiento hacia la derecha se aleja de la persona. De igual manera al momento de realizar el movimiento hacia la izquierda, la figura se acerca hacia el personaje, que está haciendo las traslaciones, cabe aclarar que los movimientos no son limpios es decir se combinan con los movimientos de izquierda a derecha incluso arriba y abajo.</p> <p>Las figuras se tienden a perder cuando se hace movimientos muy bruscos, resulta casi imposible volver a traerla hacia uno, dado que los movimientos de derecha e izquierda no son acordes como se mencionó anteriormente</p>		

Tabla 39. Caso de prueba 12

Nombre:	Pruebas de manipulación colaborativa de objetos –Rotación conjunta.	N° Prueba	P12
Propósito:	Verificar que los dos participantes puedan realizar el mismo movimiento de rotación.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación del objeto.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Los dos participantes podrán la misma acción rotación, es decir, Roll y Yaw.		

Aprobación (Si/No):	No	Estado:	Ha corregir.
Falencias:	Para ambos participantes cuando se realiza el movimiento de Yaw se invierte el movimiento, es decir, cuando se hace el giro de las manos hacia la izquierda, en el entorno se representa de forma invertida, en otras palabras, la figura gira a la derecha; así mismo, cuando giramos las manos hacia la derecha, en el entorno la figura gira a la izquierda.		

Tabla 40. Caso de prueba 13

Nombre:	Pruebas de Time Out – Tiempo límite de selección	N° Prueba	P13
Propósito:	Verificar que los tiempos límites de selección se estén realizando.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de selección.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Para ambos participantes cuando se culmine el tiempo de la tarea de selección, se pasará a la tarea de manipulación.		
Aprobación (Si/No):	Si	Estado:	Sin correcciones a realizar.
Falencias:	Ninguna		

Tabla 41. Caso de prueba 14

Nombre:	Pruebas de Time Out – Tiempo límite de manipulación	N° Prueba	P14
Propósito:	Verificar que los tiempos límites de selección se estén realizando.		
Pre-requisito:	Haber ingresado en el entorno virtual 3D y estar en la etapa de manipulación.		
Entrada:	No hay datos de entrada		
Respuesta esperada:	Para ambos participantes cuando se culmine el tiempo de la tarea de manipulación, se pasará a la siguiente tarea de selección.		
Aprobación (Si/No):	Si	Estado:	Sin correcciones a realizar.
Falencias:	Ninguna		

Tabla 42. Tabla resumen de las pruebas realizadas y acciones.

Nombre	N° Prueba	Estado Final	Aprobación (Si/No)
Conexión de la topología de red	P01	Sin Correcciones a realizar	Si
Pruebas de selección de objetos – Selección incorrecta y correcta del objeto	P02	Sin Correcciones a realizar	Si
Pruebas de selección de objetos – Selección incorrecta y correcta del objeto	P03	Corregido	Si
Pruebas de selección de objetos – Límite vertical y horizontal	P004	Corregido	Si
Pruebas de selección de objetos – Sensibilidad de movimiento	P05	Corregido	Si
Pruebas de manipulación de objetos – Rotación	P06	Corregido	Si
Pruebas de manipulación de objetos – Traslación	P07	Corregido	Si
Pruebas de selección Pruebas de selección colaborativa de objetos – Vista de objetos	P08	Sin correcciones a realizar	Si
Pruebas de selección colaborativa de objetos – Confirmación del objeto	P09	Corregido	Si

Nombre	N° Prueba	Estado Final	Aprobación (Si/No)
Pruebas de manipulación colaborativa de objetos – Cambio de rol	P10	Corregido	Si
Pruebas de manipulación colaborativa de objetos – Traslación conjunta.	P11	Corregido	Si
Pruebas de manipulación colaborativa de objetos – Rotación conjunta	P12	Corregido	Si
Pruebas de Time Out –Tiempo límite de selección	P13	Sin correcciones a realizar	Si
Pruebas de Time Out – Tiempo límite de manipulación	P14	Sin correcciones a realizar	Si

G.5 Resultados de las pruebas piloto enmarcado en la usabilidad.

Cuando se terminaron las pruebas piloto con usuarios, se realizó un análisis de esta actividad, donde se encontraron falencias en los tiempos estimados de la prueba, con llevando a determinar un mayor tiempo para la actividad. Así mismo, se encontró que la carga cognitiva de la actividad era bastante grande, para ello se planteó realizar un vídeo para los participantes, el cual explica y describe de forma visual todas las actividades y el protocolo que se iba llevar en la validación experimental.

Posteriormente a la culminación de cada prueba piloto, se les pidió a los usuarios realizarán opiniones y comentarios del entorno virtual. Se encontró que el entorno para los usuarios, en términos de expresividad de los movimientos eran bastantes precisos, y donde la única preocupación de los usuarios era el tiempo de desarrollo de la tarea, dado que la actividad implicaba ser desarrollada de pie, generando un leve cansancio.

REFERENCIAS

- [1] T. Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., & Carey, *Human-computer interaction*. 1994.
- [2] R. Schroeder, A. Steed, and A. Axelsson, "Collaborating in networked immersive spaces: as good as being there together?," *Comput. ...*, vol. 25, no. 5, pp. 781–788, Oct. 2001.
- [3] C. Collazos and J. Mendoza, "How to take advantage of 'cooperative learning' in the classroom," *Educ. y Educ.*, vol. 9, pp. 61–76, 2006.
- [4] K. McGoldrick and R. Rebelein, "Making Cooperative Learning Effective for Economics," *Teach. Innov. ...*, no. 2008, pp. 1–33, 2010.
- [5] D. W. J.-R. T. Johnson and E. J. Holubec, "Cooperative Learning in the Classroom," Reprint., Editorial Paidós, 1999, p. 146.
- [6] D. A. Bowman, J. L. Gabbard, and D. Hix, "A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 11, no. 4, pp. 404–424, Aug. 2002.
- [7] A. Steed and J. Tromp, "Experiences with the Evaluation of CVE Applications," *Proc. Collab. virtual Environ.*, 1998.
- [8] T. Duval and C. Fleury, "An asymmetric 2D Pointer/3D Ray for 3D interaction within collaborative virtual environments," in *Proceedings of the 14th International Conference on 3D Web Technology*, 2009, vol. 1, no. 212, pp. 33–41.
- [9] D. A. Bowman, "Interaction Techniques For Common Tasks In Immersive Virtual Environments Design, Evaluation, and Application.," Georgia Institute of Technology, 1999.
- [10] I. Poupyrev and T. Ichikawa, "Manipulating objects in virtual worlds: categorization and empirical evaluation of interaction techniques," *J. Vis. Lang. Comput.*, vol. 10, no. 1, pp. 19–35, Feb. 1999.
- [11] D. a. Bowman and L. F. Hodges, "An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments," in *Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics - SI3D '97*, 1997, p. 35–ff.
- [12] H. Hrimech and F. Merienne, "Interaction and evaluation tools for collaborative virtual environment," *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, vol. 4, no. 3, pp. 149–156, 2010.

- [13] J. Cashion, C. Wingrave, and J. J. LaViola, "Dense and dynamic 3D selection for game-based virtual environments.," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 18, pp. 634–42, 2012.
- [14] D. A. Bowman, D. B. Johnson, and L. F. Hodges, "Testbed Evaluation of Virtual Environment Interaction Techniques," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 10, no. 1, pp. 75–95, 2001.
- [15] R. Kopper, F. Bacim, and D. a. Bowman, "Rapid and accurate 3D selection by progressive refinement," *2011 IEEE Symp. 3D User Interfaces*, pp. 67–74, Mar. 2011.
- [16] M. Ortega, "Hook: Heuristics for selecting 3D moving objects in dense target environments," *3D User Interfaces (3DUI), 2013 IEEE Symp. ...*, 2013.
- [17] A. Martinet, G. Casiez, and L. Grisoni, "The design and evaluation of 3d positioning techniques for multi-touch displays," *3D User Interfaces (3DUI), ...*, pp. 115–118, Mar. 2010.
- [18] M. Prachyabrued and C. Borst, "Dropping the ball: Releasing a virtual grasp," *3D User Interfaces (3DUI), 2011 ...*, 2011.
- [19] M. S. Pinho, D. A. Bowman, and C. M. D. S. Freitas, "Cooperative object manipulation in collaborative virtual environments," *J. Brazilian Comput. Soc.*, vol. 14, no. 2, pp. 54–67, 2008.
- [20] M. S. Pinho, D. A. Bowman, and C. M. D. S. Freitas, "Cooperative Object Manipulation in Immersive Virtual Environments," in *Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação.*, 2003, pp. 81–87.
- [21] M. S. Pinho, D. A. Bowman, and C. M. D. S. Freitas, "Cooperative object manipulation in immersive virtual environments: Framework and Techniques," in *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology - VRST '02*, 2002, pp. 171–178.
- [22] F. Argelaguet and A. Kunert, "Improving co-located collaboration with show-through techniques," *3D User Interfaces (3DUI), 2010 IEEE Symp.*, pp. 55–62, Mar. 2010.
- [23] H. Hrimech, L. Alem, and F. Merienne, "How 3D Interaction Metaphors Affect User Experience in Collaborative Virtual Environment," *Adv. Human-Computer Interact.*, vol. 2011, pp. 1–11, 2011.
- [24] L. Aguerreche, "Comparison of three interactive techniques for collaborative manipulation of objects in virtual reality," *CGI 2010 (Computer Graph. Int.*, vol. 2010, pp. 1–4, 2010.

- [25] L. Setlock, S. Fussell, and C. Neuwirth, "Taking it out of context: collaborating within and across cultures in face-to-face settings and via instant messaging," ... *2004 ACM Conf. ...*, 2004.
- [26] T. Kim, A. Chang, L. Holland, and A. Pentland, "Meeting mediator: enhancing group collaboration with sociometric feedback," *CHI'08 Ext. Abstr. Hum. Factors Comput. Syst.*, pp. 3183–3188, 2008.
- [27] K. Yatani, D. Gergle, and K. Truong, "Investigating effects of visual and tactile feedback on spatial coordination in collaborative handheld systems," *Proc. ACM 2012 Conf. Comput. Support. Coop. Work - CSCW '12*, p. 661, 2012.
- [28] C. Collazos and L. Guerrero, "Evaluating collaborative learning processes," *Springer-Verlag Berlin Heidelberg.*, pp. 203–221, 2002.
- [29] C. A. Collazos, "Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo," Universidad de Chile, Escuela de Posgrado, 2003.
- [30] L. Guerrero, R. Alarcón, and C. Collazos, "Indicadores de cooperación en el trabajo grupal," *Memorias la Conf. Latinoam. Informática, CLEI 2000*, 2000.
- [31] M. M. Montoya, A. P. Massey, and N. S. Lockwood, "3D Collaborative Virtual Environments: Exploring the Link between Collaborative Behaviors and Team Performance," *Decis. Sci.*, vol. 42, no. 2, pp. 451–476, May 2011.
- [32] S. Fussell, R. Kraut, and J. Siegel, "Coordination of communication: Effects of shared visual context on collaborative work," ... *2000 ACM Conf. ...*, 2000.
- [33] D. A. Bowman, E. Kruijff, J. J. Laviola Jr, and I. Poupyrev, "An Introduction to 3-D User Interface Design," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 10, no. 1, pp. 96–108, 2001.
- [34] O. Beza, "Gamification-How games can level up our everyday life," *Available <http://www.cs.vu.nl/>* no. June, 2011.
- [35] E. Sánchez and R. Colomo-Palacios, "La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software," vol. 9, no. 2, pp. 30–56, 2012.