

# Realidade Virtual e Aumentada - Milestone #1

Daniel Castro  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Fafe, Portugal  
8160445@estg.ippt.pt

**Abstract**—Este artigo relata a experiência realizada no primeiro milestone o âmbito da unidade curricular de realidade virtual e aumentada do mestrado de engenharia informática. Esta experiência teve como principal foco a prática de todos os conhecimentos adquiridos.

## I. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O artefacto desenvolvido nesta milestone teve como objectivo solucionar o problema de um empresário de mobiliário e eletrodomésticos que pretende inovar a distribuição dos seus produtos e optimizar a experiência de montagem dos seus produtos aos seus clientes. Infelizmente, devido à escassez de trabalhadores de montagem são difíceis de encontrar e dispendiosas para os seus clientes.

Então, o empresário para a reduzir os custos aos seus clientes, disponibiliza um manual com instruções de montagem do produtos aos clientes. No entanto, para se diferenciar da competição, o empresário pretende investir no desenvolvimento de manuais interativos de realidade virtual para os seus produtos.

A realidade virtual consiste na criação de simulações através de um computador. Permitindo que os utilizadores navegar e interagir, visualizar, manipular objectos no ambiente virtual. A experiência pretendida pelo empresário deve permitir ao utilizador montar um produto como um puzzle 3D.

Como solução foi desenvolvido um manual interativo de montagem de uma estante do IKEA. Em que o utilizador tem zonas spawn de peças estante, zonas de montagem da estante e um painel de texto 3D onde recebe os passos para realizar a montagem da estante.

Este projeto foi desenvolvido com recurso as seguintes ferramentas, sendo estas: *i) VRTK* [1], framework desenvolvimento da simulação; *ii) Unity* [2], IDE de desenvolvimento da simulação; *iii) Unity Assets Store* [3], obtenção de modelos; *iv) Website polantis* [4], obtenção de modelos de produtos IKEA; e *v) Blender* [5], para recorte de modelos utilizados na simulação;

## II. DETALHES DAS TÉCNICAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO SIMULADOR

Uma experiência de realidade virtual é composta por três componentes de acordo com o que foi apresentado durante a unidade curricular, sendo estas: interatividade, navegação e sistemas de controlo.

Nesta secção serão descritas as técnicas utilizadas para cada uma destas componentes descritas anteriormente no desenvolvimento da simulação.

Para permitir o utilizador navegar e interagir, visualizar, manipular objetos num ambiente virtual foi necessário criar três prefabs denominados [VRTK\_SDKManager], [VRTK\_Scripts] e [VRTK\_Teleport].

O prefab [VRTK\_SDKManager] é responsável por instanciar o simulador e permitir a navegação na simulação,

usando scripts do *VRTK*. O [VRTK\_Scripts] é responsável por instanciar os scripts *VRTK* [1] do controlador esquerdo e direito que permite a interatividade com o meio virtual. Por fim, o [VRTK\_Teleport] que contém scripts do *VRTK* [1] que possibilitam o teleport do utilizador na cena da simulação.

### A. Interatividade

A componente de interatividade é que possibilita a interação do utilizador com o ambiente de realidade virtual, no entanto esta subdivide-se em três mecânicas: seleção, manipulação e SnapDropZones.

Na cena os componentes responsáveis pela interatividade com objetos é o prefab [VRTK\_Scripts] que contém os GameObjects *LeftControllerScript* e *RightControllerScript* e nestes encontram-se os scripts de interatividade da simulação.

No script "*SDK\_Input Simulator*" localizado em um GameObject da hierarquia do prefab [VRTK\_SDKManager], é possível configurar as teclas de selecção e manipulação de objectos.

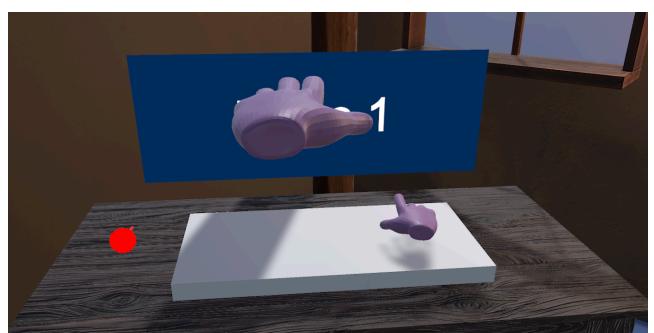
Os objetos para serem interativos têm de conter os seguintes scripts: "VRTK\_InteractableObject", "VRTK\_InteractHaptics", "VRTK\_SwapControllerGrabAction" e "VRTK\_ChildControllerGrabController".

#### 1. Seleção

Para seleção de objectos foi utilizada a técnica de mão virtual. A técnica da mão virtual que é uma interação natural e seleciona apenas objectos alcançáveis.

Na simulação instanciada pelo *VRTK* [1] a mão virtual é representada por duas esferas. Estas mãos virtuais, juntamente com o script "VRTK\_InteractNearTouch" usa um collider para detetar objetos.

No entanto foi usado um script que permite instanciar ao premir na tecla "R" as mãos virtuais com outros objectos denominado "ToggleCustomHands". Estas mãos virtuais demonstram a selecção de um objeto através de uma animação, em que a mão virtual tem o dedo indicador e polegar levantados. Podendo observar a animação na Fig. 1.



1. Exemplo animação seleção peça em uma zona Spawn Peça Estante

## 2. Manipulação

Para a manipulação utilizou-se a técnica scaled-world grab, onde utilizador é aumentado (ou o ambiente diminuído) de modo a que a mão virtual esteja realmente tocando o objeto selecionado.

Na simulação instanciada pelo VRTK [1] a manipulação é possível devido ao prefab [VRTK\_Scripts] que contém os GameObjects : LeftControllerScript e RightControllerScript. Neste encontra-se os scripts VRTK\_InteractiveTouch, VRTK\_InteractiveUse e o VRTK\_InteractiveGrab que após a seleção de um objeto permite fazer o grab e manipular este. Na Fig. 2 é possível observar um exemplo de manipulação de objeto.



2. Exemplo manipulação peça em uma zona Spawn Peça Estante

### 3. SnapDropZones

Uma SnapDropZone é uma prefab disponibilizado pela framework VRTK, que fornece uma zona predefinida onde um objeto interativo válido pode ser solto e, ao soltá-lo, se ajusta à posição, rotação e escala de transformação da zona de soltar instantânea definida. Através desta técnica foi possível desenvolver os seguintes componentes: spawns das peças da estante, zonas de montagens da estante e zona de destruição de peças.

#### i. Zona Spawn de Peças Estante

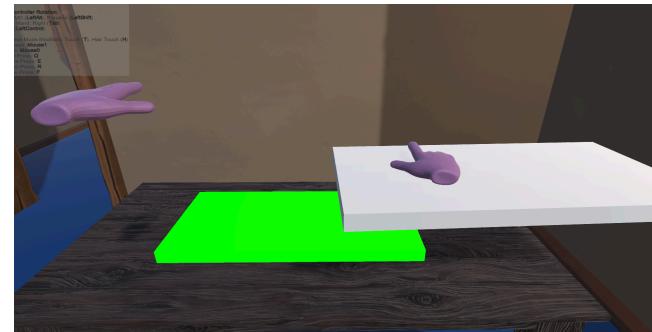
Uma zona spawn de peças de estante é uma SnapDropZone configurada para que ao realizar o grab sobre esta, uma peça do tipo desta zona seja instanciada na mão virtual do utilizador. É possível observar a seleção e o grab de uma peça de uma zona spawn de peças estante nas Fig. 1 e 2 , respectivamente.

#### ii. Zonas de Montagem de Estante

Uma zona de montagem de estante é uma SnapDropZone configurada com um script "VRTK\_PolicyList", no qual está lista(s) a(s) tag(s) de GameObjects que podem realizar o "snap" nesta SnapDropZone. A zona de montagem de estante está em destaque com em vermelho para que o utilizador possa reconhecer, e esta torna-se verde se uma peça esteja perto de uma zona de montagem que aceite essa peça, observável na Fig. 3 e Fig. 4.



3. Exemplo Peça Estante fora da Zona de Montagem de Estante



4. Exemplo Peça Estante dentro Zona de Montagem de Estante

#### iii) Zona de Destrução

Uma zona de destruição é semelhante a uma SnapDropZone básica em que ao realizar "snap" de um objecto este é destruído, ver Fig. 5.



5. Exemplo Zone de Destrução

## B. Navegação

A navegação no ambiente virtual da simulação é realizada com o teclado e rato do computador, porque o simulador VRTK [1] foi configurado para usar o *SDK simulator standalone*.

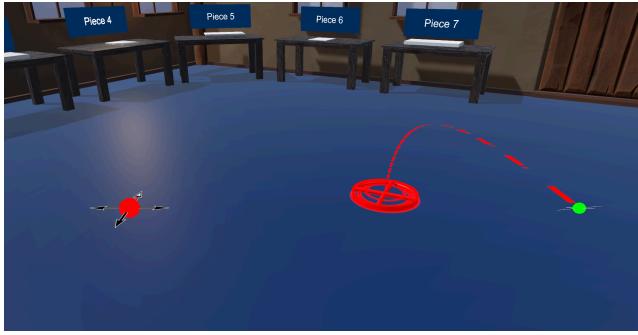
No script "SDK\_Input Simulator", localizado em no GameObject [VRSimulator\_CameraRig] que pertence à hierarquia do prefab [VRTK\_SDKManager], é possível configurar as teclas para o movimento.

Foi criado o prefab [VRTK\_Teleport] que contém os GameObjects: Teleporter e TeleporterPolicy que são responsáveis pelo teletransporte na cena.

No Teleporter é onde esta configurado o tipo de teletransporte que é utilizado que neste caso foi o BlinkTeleporter que teletransporta de forma instantânea.

O TeleporterPolicy contém o script "VRTK\_PolicyList" que é usado para definir tags dos objecto para os quais não é possível realizar teletransporte.

A forma como se realiza o teletransporte está configurado utilizando os scripts dos GameObjects *LeftControllerScript* e *RightControllerScript* do prefab [VRTK\_Scripts] e nestes encontram-se os scripts "VRTK\_Pointer", que é responsável por criar um pointer ao pressionar a tecla "q", e o script "VRTK\_BezierPointerRender" que faz com que o pointer seja uma arco. Podendo observar na Fig. 6 um exemplo de seleção de teletransporte.



6. Exemplo Seleção Teletransporte

### C. Sistemas de Controlo

Como sistema de controlo foram criados dois scripts "PieceController" e "StepController" para controlar a montagem da estante.

O "PieceController" é um script, adicionado às SnapDropZones das zonas de montagem de estante, que ao realizar "snap" de uma peça na zona correta, este destrói a peça e a zona do passo atual da montagem. De seguida, este instancia a zona combinada com a(s) peça(s) já montada(s) referente ao próximo passo do manual de montagem, observar Fig. 4 e Fig. 7.

O "StepController" é um script responsável por atualizar os passos de montagem num painel 3D à medida que estes são realizados, pode visualizar-se nas Fig. 7 e Fig. 8.



7. Exemplo Zona de Montagem montada com a peça do(s) passo(s) anterior(es) do manual de montagem



8. Exemplo Painel 3D com passos do manual de montagem

## III. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE SIMULAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL

O manual de montagem interativo foi sujeito a uma avaliação de imersividade da experiência de realidade virtual, sobre a forma de um questionário, que foi respondido

por três utilizadores após realizarem a simulação de realidade virtual.

O questionário tem como base a tabela 2 do artigo "Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire" [5], em que os utilizadores responderam às questões numa escala de 1 a 8, segundo a Fig. 1 do artigo [1].

As questões estão categorizadas em fatores de presença definidos no artigo [6], sendo estes: *Control Factors* (CF), *Sensorial Factors* (SF), *Distraction Factors* (DF) e *Realism Factors* (RF). Para obter os valores reais das questões é multiplicado o valor respondido na escala de 1 a 8 com o valor de ITCorr da questão.

Os resultados dos questionários respondidos pelos utilizadores de forma sucinta são observáveis na tabela 1. Porém os questionários preenchidos pelos utilizadores para esta experiência de realidade virtual encontram-se nos anexos, nas tabelas 2, 3, 4.

	Utilizador 1	Utilizador 2	Utilizador 3	Mean
Total CF	32.05	27.93	28.99	≈29.66
Total SF	22.66	24.57	23.57	≈23.60
Total DF	5.35	5.40	7.02	≈5.92
Total RF	10.15	9.97	8.97	≈9.70
Total P	59.14	56.80	61.34	≈59.09

Tabela 1 - Resultados Questionário de Presença

Na tabela 1 estão dispostos os resultados dos questionários dos três utilizadores, nesta tabela estão os valores totais obtidos para cada fator de presença (CF, SF, DF e RF), adicionalmente foi calculado o valor de performance da simulação (P). O valor de P é calculado a soma os valores reais de todas as questões.

O valor médio de performance da simulação foi de 59.09, com o valor mínimo possível de 11.18 e máximo de 102.04, a percentagem valor de performance médio normalizado 52.73%.

Para a categoria de Control Factors (CF) o valor médio alcançado foi de 29.66 na escala de 6.02 a 48.16. A percentagem valor de CF médio normalizado 56.1%.

A categoria de Sensorial Factors (SF) obteve uma média de 23.60 entre 4.74 e 37.92. A percentagem valor médio de SF normalizado 56.84%.

Na categoria de Distraction Factors (DF) conseguiu um valor médio de 5.92 entre 1.65 e 13.20. A percentagem do valor médio de DF normalizado é 36.70%.

Na ultima categoria de Realism Factors (RF) atingiu o valor médio de 9.70 na escala de 2.27 a 18.16. A percentagem do valor médio de RF normalizado é 46.76%.

## IV. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Observando os resultados desta simulação é possível afirmar que em geral os utilizadores acharam a experiência acima da média. Com base no que foi apresentado acharam que nos aspectos de Control Factors (CF), Sensorial Factors (SF) e Realism Factors (RF) foram medianos. No entanto, na categoria de Distraction Factors (DF) achou-se que os valores foram altos para esta simulação.

Para trabalho futuro é sugerido que seja adicionado um mecanismo de alerta caso o utilizador tenha na mão virtual um peça que não corresponda ao passo atual do manual de

montagem. Pois não foi possível adicionar para este milestone devido a uma má gestão de tempo.

Adicionalmente, caso no futuro sejam criados mais manuais interativos de montagem como este, seria interessante adicionar um menu 3D que permita a seleção do manual interativo.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Eu gostaria de agradecer aos três participantes que realizaram a simulação virtual e preencheram os questionários de presença.

#### REFERENCES

- [1] «VRTK - Virtual Reality Toolkit», *VRTK - Virtual Reality Toolkit*. <https://vrtoolkit.readme.io/> (acedido Dez. 15, 2021).
- [2] U. Technologies, «Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D VR & AR Engine». <https://unity.com/> (acedido Dez. 15, 2021).
- [3] «Unity Asset Store - The Best Assets for Game Making». <https://assetstore.unity.com/> (acedido Dez. 15, 2021).
- [4] «IKEA: Free CAD and BIM Objects 3D for Revit, Autocad, Artlantis...» <https://www.polantis.com/ikea> (acedido Dez. 15, 2021).
- [5] «blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software». <https://www.blender.org/> (acedido Dez. 15, 2021).
- [6] B. G. Witmer e M. J. Singer, «Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire», *Presence*, vol. 7, n. 3, pp. 225–240, Jun. 1998, doi: [10.1162/105474698565686](https://doi.org/10.1162/105474698565686).
- [7] D. Castro, *VRTK-Furniture-Assembly*. 2021. Acedido: Dez. 16, 2021. [Em linha]. Disponível em: <https://github.com/DanielCastro1021/VRTK-Furniture-Assembly>

## Anexos

# Presence Questionnaire -Utilizador 1

<b>Item Stems</b>	<b>ITCorr</b>	<b>Score (1-8)</b>	<b>Real Score</b>	<b>Factor(s)</b>
1. How much were you able to control events?	0,43	7	3,01	CF
2. How responsive was the environment to actions that you initiated (or performed)?	0,56	5	2,8	CF
3. How natural did your interactions with the environment seem?	0,61	4	2,44	CF
4. How completely were all of your senses engaged?	0,39	4	1,56	SF
5. How much did the visual aspects of the environment involve you?	0,48	5	2,4	SF
6. How much did the auditory aspects of the environment involve you?	0,32	3	0,96	SF
7. How natural was the mechanism which controlled movement through the environment?	0,62	6	3,72	CF
8. How aware were you of events occurring in the real world around you?	0,03	4	0,12	DF
9. How aware were you of your display and control devices?	-0,14	3	-0,42	DF
10. How compelling was your sense of objects moving through space?	0,51	5	2,55	SF
11. How inconsistent or disconnected was the information coming from your various senses?	0,33	4	1,32	RF
12. How much did your experiences in the virtual environment seem consistent with your real-world experiences?	0,62	4	2,48	RF, CF
13. Were you able to anticipate what would happen next in response to the actions that you performed?	0,43	6	2,58	CF
14. How completely were you able to actively survey or search the environment using vision?	0,59	6	3,54	RF, CF, SF
15. How well could you identify sounds?	0,34	1	0,34	RF, SF
16. How well could you localize sounds?	0,3	1	0,3	RF, SF
17. How well could you actively survey or search the virtual environment using touch?	0,15	7	1,05	RF, SF
18. How compelling was your sense of moving around inside the virtual environment?	0,62	5	3,1	SF
19. How closely were you able to examine objects?	0,55	7	3,85	SF
20. How well could you examine objects from multiple viewpoints?	0,49	8	3,92	SF
21. How well could you move or manipulate objects in the virtual environment?	0,11	8	0,88	CF
22. To what degree did you feel confused or disoriented at the beginning of breaks or at the end of the experimental session?	-0,06	1	-0,06	RF
23. How involved were you in the virtual environment experience?	0,52	8	4,16	
24. How distracting was the control mechanism?	0,37	2	0,74	DF
25. How much delay did you experience between your actions and expected outcomes?	0,41	1	0,41	CF
26. How quickly did you adjust to the virtual environment experience?	0,42	4	1,68	CF

27. How proficient in moving and interacting with the virtual environment did you feel at the end of the experience?
28. How much did the visual display quality interfere or distract you from performing assigned tasks or required activities?
29. How much did the control devices interfere with the performance of assigned tasks or with other activities?
30. How well could you concentrate on the assigned tasks or required activities rather than on the mechanisms used to perform those tasks or activities?
31. Did you learn new techniques that enabled you to improve your performance?
32. Were you involved in the experimental task to the extent that you lost track of time?

0,45	6	2,7	CF
0,44	4	1,76	DF
0,44	4	1,76	DF, CF
0,51	6	3,06	DF
0,33	3	0,99	CF
0,41	4	1,64	

Tabela 2 - Questionário de Presença Utilizador I

# Presence Questionnaire -Utilizador 2

<b>Item Stems</b>	<b>ITCorr</b>	<b>Score (1-8)</b>	<b>Real Score</b>	<b>Factor(s)</b>
1. How much were you able to control events?	0,43	5	2,15	CF
2. How responsive was the environment to actions that you initiated (or performed)?	0,56	5	2,8	CF
3. How natural did your interactions with the environment seem?	0,61	4	2,44	CF
4. How completely were all of your senses engaged?	0,39	4	1,56	SF
5. How much did the visual aspects of the environment involve you?	0,48	5	2,4	SF
6. How much did the auditory aspects of the environment involve you?	0,32	3	0,96	SF
7. How natural was the mechanism which controlled movement through the environment?	0,62	7	4,34	CF
8. How aware were you of events occurring in the real world around you?	0,03	1	0,03	DF
9. How aware were you of your display and control devices?	-0,14	3	-0,42	DF
10. How compelling was your sense of objects moving through space?	0,51	6	3,06	SF
11. How inconsistent or disconnected was the information coming from your various senses?	0,33	4	1,32	RF
12. How much did your experiences in the virtual environment seem consistent with your real-world experiences?	0,62	4	2,48	RF, CF
13. Were you able to anticipate what would happen next in response to the actions that you performed?	0,43	6	2,58	CF
14. How completely were you able to actively survey or search the environment using vision?	0,59	8	4,72	RF, CF, SF
15. How well could you identify sounds?	0,34	1	0,34	RF, SF
16. How well could you localize sounds?	0,3	1	0,3	RF, SF
17. How well could you actively survey or search the virtual environment using touch?	0,15	7	1,05	RF, SF
18. How compelling was your sense of moving around inside the virtual environment?	0,62	3	1,86	SF
19. How closely were you able to examine objects?	0,55	8	4,4	SF
20. How well could you examine objects from multiple viewpoints?	0,49	8	3,92	SF
21. How well could you move or manipulate objects in the virtual environment?	0,11	6	0,66	CF
22. To what degree did you feel confused or disoriented at the beginning of breaks or at the end of the experimental session?	-0,06	4	-0,24	RF
23. How involved were you in the virtual environment experience?	0,52	5	2,6	
24. How distracting was the control mechanism?	0,37	4	1,48	DF
25. How much delay did you experience between your actions and expected outcomes?	0,41	1	0,41	CF
26. How quickly did you adjust to the virtual environment experience?	0,42	4	1,68	CF

27. How proficient in moving and interacting with the virtual environment did you feel at the end of the experience?
28. How much did the visual display quality interfere or distract you from performing assigned tasks or required activities?
29. How much did the control devices interfere with the performance of assigned tasks or with other activities?
30. How well could you concentrate on the assigned tasks or required activities rather than on the mechanisms used to perform those tasks or activities?
31. Did you learn new techniques that enabled you to improve your performance?
32. Were you involved in the experimental task to the extent that you lost track of time?

0,45	4	1,8	CF
0,44	2	0,88	DF
0,44	2	0,88	DF, CF
0,51	5	2,55	DF
0,33	3	0,99	CF
0,41	2	0,82	

Tabela 3 - Questionário de Presença Utilizador 2

# Presence Questionnaire -Utilizador 3

<b>Item Stems</b>	<b>ITCorr</b>	<b>Score (1-8)</b>	<b>Real Score</b>	<b>Factor(s)</b>
1. How much were you able to control events?	0,43	7	3,01	CF
2. How responsive was the environment to actions that you initiated (or performed)?	0,56	5	2,8	CF
3. How natural did your interactions with the environment seem?	0,61	4	2,44	CF
4. How completely were all of your senses engaged?	0,39	4	1,56	SF
5. How much did the visual aspects of the environment involve you?	0,48	5	2,4	SF
6. How much did the auditory aspects of the environment involve you?	0,32	3	0,96	SF
7. How natural was the mechanism which controlled movement through the environment?	0,62	6	3,72	CF
8. How aware were you of events occurring in the real world around you?	0,03	4	0,12	DF
9. How aware were you of your display and control devices?	-0,14	3	-0,42	DF
10. How compelling was your sense of objects moving through space?	0,51	5	2,55	SF
11. How inconsistent or disconnected was the information coming from your various senses?	0,33	4	1,32	RF
12. How much did your experiences in the virtual environment seem consistent with your real-world experiences?	0,62	4	2,48	RF, CF
13. Were you able to anticipate what would happen next in response to the actions that you performed?	0,43	6	2,58	CF
14. How completely were you able to actively survey or search the environment using vision?	0,59	6	3,54	RF, CF, SF
15. How well could you identify sounds?	0,34	1	0,34	RF, SF
16. How well could you localize sounds?	0,3	1	0,3	RF, SF
17. How well could you actively survey or search the virtual environment using touch?	0,15	7	1,05	RF, SF
18. How compelling was your sense of moving around inside the virtual environment?	0,62	5	3,1	SF
19. How closely were you able to examine objects?	0,55	7	3,85	SF
20. How well could you examine objects from multiple viewpoints?	0,49	8	3,92	SF
21. How well could you move or manipulate objects in the virtual environment?	0,11	8	0,88	CF
22. To what degree did you feel confused or disoriented at the beginning of breaks or at the end of the experimental session?	-0,06	1	-0,06	RF
23. How involved were you in the virtual environment experience?	0,52	8	4,16	
24. How distracting was the control mechanism?	0,37	2	0,74	DF
25. How much delay did you experience between your actions and expected outcomes?	0,41	1	0,41	CF
26. How quickly did you adjust to the virtual environment experience?	0,42	4	1,68	CF

27. How proficient in moving and interacting with the virtual environment did you feel at the end of the experience?
28. How much did the visual display quality interfere or distract you from performing assigned tasks or required activities?
29. How much did the control devices interfere with the performance of assigned tasks or with other activities?
30. How well could you concentrate on the assigned tasks or required activities rather than on the mechanisms used to perform those tasks or activities?
31. Did you learn new techniques that enabled you to improve your performance?
32. Were you involved in the experimental task to the extent that you lost track of time?

0,45	6	2,7	CF
0,44	4	1,76	DF
0,44	4	1,76	DF, CF
0,51	6	3,06	DF
0,33	3	0,99	CF
0,41	4	1,64	

Tabela 4 - Questionário de Presença Utilizador 3