



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

REALIDADES VIRTUAIS INCORPORADAS

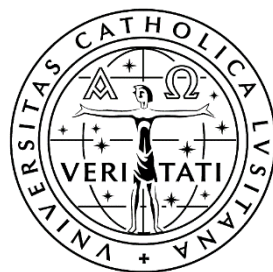
Tese apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia das Artes

por

João Martinho Moura

ESCOLA DAS ARTES

Setembro de 2022



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

REALIDADES VIRTUAIS INCORPORADAS

Tese apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para a obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia das Artes

Por João Martinho Moura

Sob orientação de Professor Doutor Paulo Ferreira-Lopes
e co-orientação de Professora Doutora Né Barros

ESCOLA DAS ARTES

Setembro de 2022

Resumo

Nesta investigação, que nasce de uma preocupação sentida relativamente à forma como o corpo se envolve na virtualidade, iremos enquadrar trabalho artístico, abordando os diferentes níveis de fisicalidade e imaterialidade do corpo em ambientes virtuais. Procuramos um enquadramento na relação do corpo com o espaço virtual. Tomamos, então, como ponto de partida, o conceito de *Reality-Virtuality Continuum*, postulado por Paul Milgram et al. (Milgram et al., 1994), escrito na década de noventa. A partir deste conceito, procuramos entender e explorar o conceito de incorporação (*embodiment*) em ambientes virtuais digitais e descobrir quais os diferentes graus de aproximação / afastamento entre o corpo e a virtualidade. Para isso, foram criadas e apresentadas um conjunto de peças artísticas que, em diferentes níveis e diferentes dispositivos, envolvem incorporação digital. Procuramos encontrar os limites na linha de continuidade entre o corpo e a virtualidade. No decorrer do processo refletimos sobre a virtualidade, recorrendo a literatura artística e técnica relevante, e especificamente a sua ligação ao corpo. Através da prática artística, criamos peças que provocam a continuidade e/ou a descontinuidade. Imaginamos, inicialmente, o conceito

limite de virtualidade virtual, voltamos atrás, e, ao longo da linha crescente ao encontro da virtualidade, procuramos a ligação fina entre os dois planos: material e imaterial, abordando, em progresso, diferentes estados de imersão ou sentimento de presença, que observamos estarem muito associados a níveis de envolvimento emocional. No âmbito desta investigação desenvolvemos as peças *How Computers Imagine Humans?* em 2017; *CO:LATERAL*, entre 2016 e 2019; *VV*, em 2018; e *UNA*, em 2020, que foram apresentadas em contextos artísticos e também académicos. Algumas destas peças colocaram o público em imersão total. As peças performativas (*CO:LATERAL* e *UNA*) foram desenvolvidas no Balleteatro, no Porto, em contexto artístico e espaço profissional. Ao todo foram apresentadas publicamente dezassete vezes, em diferentes palcos, sofrendo evoluções ao longo do tempo, das experiências. *How Computers Imagine Humans?* é uma peça que entra na virtualidade virtual, fora daquilo a que consideramos, na nossa investigação, o limite do corpo digital. Foi apresentada em vários países e serviu como ponto de partida para a nossa investigação. *VV* foi uma peça intermédia entre as peças performativas, experimental, apresentada em contexto de exibição, e também de análise, durante quatro meses no espaço *gnration*, em Braga. A investigação é iniciada com a reflexão detalhada sobre incorporação na virtualidade através de um estudo exploratório de vários pontos de vista, e é, posteriormente, consolidada com uma prática reflexiva experimental continuada.

Identificamos que o corpo, quando imerso, é maioritariamente obliterado. Sendo obliterado, o processo de incorporação dificilmente acontece na virtualidade. O espaço físico na virtualidade é algo que, geralmente, não foi sendo seriamente pensado pelas engenharias e, nesta investigação, procuramos acrescentar novos posicionamentos e experiências entre o corpo e a virtualidade através da interligação estreita entre a arte, a ciência e a tecnologia. Na nossa investigação, que fundamentamos, concluímos que os conceitos de limite, de fronteira, legitimamente ligados à fisicalidade, são intrinsecamente relacionados com a sensação de incorporação no espaço virtual.

A maior parte dos trabalhos que apresentamos possui um elemento central, que é um corpo, seja este participante, interator, captado, interpretado, gerado, imaginado ou teletransportado. Recorremos à tecnologia, que naturalmente evoluiu no decorrer da nossa investigação, e, muitas vezes, invertimos a finalidade para a qual esta tecnologia foi desenhada, alterando

circunstâncias na interação, em posicionamentos, e na experiência. Através da arte, desvendamos novos caminhos de exploração na relação entre o corpo e a virtualidade digital.

Palavras-chave: *media art*, realidade virtual, *embodiment*, corpo, interatividade, virtualidade.

Abstract

In this research, which is born from a concern felt about the way the body engages in virtuality, we will frame artistic work addressing the different levels of physicality and immateriality of the body in virtual environments. We seek a framework for the body's relationship with the virtual space. We then take the concept of *Reality-Virtuality Continuum* as a starting point, postulated by Paul Milgram et al. (Milgram et al., 1994), written in the 1990s. From this concept, we seek to understand and explore the concept of embodiment in digital virtual environments and find out the different degrees of approximation/distance between the body and virtuality. For this, a set of art pieces were created and presented that, at different levels and different devices, involve digital embodiment. We seek to find the limits in the continuity line between the body and virtuality. In the process, we reflect on virtuality, using the relevant artistic and technical literature, specifically its connection to the body. Through artistic practice, we create pieces that provoke continuity and/or discontinuity; we initially imagine the limit concept in virtual virtuality, and, along the growing line to meet virtuality, we seek the delicate connection between the two planes: material and immaterial, addressing, in progress, different states of immersion or feeling of presence, which we observe are significantly associated with levels of emotional involvement. As part of this research, we developed *How Computers Imagine Humans?* in 2017; *CO:LATERAL*, between

2016 and 2019; *VV* in 2018; and *UNA* in 2020, which were presented in artistic and academic contexts. Some of these pieces put the audience into total immersion. The performative pieces (*CO:LATERAL* and *UNA*) were developed at Balleteatro, in Porto, in an artistic context and professional space. In all, they were publicly presented seventeen times, on different stages, undergoing evolutions over time, of experiences.

How Computers Imagine Humans? is a piece that enters virtual virtuality, outside what we consider, in our research, the limit of the digital body. It has been presented in several countries and has served as a starting point for our investigation. *VV* was an intermediate piece between the performative, experimental work, presented in the context of exhibition and analysis, during four months in the *gnration* space, in Braga. The research is initiated with detailed reflection on embodiment in virtuality through exploratory study from various points of view and is subsequently consolidated with a continuous experimental, reflexive practice.

We identified that the body, when immersed, is mostly obliterated. Being obliterated, the process of embodiment hardly happens in virtuality. The physical space in virtuality is something that, generally, was not seriously thought of by engineering, and in this research, we try to add new positions and experiences between the body and virtuality through the close interconnection between art, science, and technology. In our research, which we base, we conclude that the concepts of boundary, of the frontier, legitimately linked to physicality, are intrinsically related to the sensation of embodiment into the virtual space.

Most of the works we present have a central element: a body, whether interactor, participant, captured, interpreted, generated, imagined, or teleported. We use technology, which has naturally evolved in the course of our research, and often we have retold the purpose for which this technology was designed, changing circumstances in interaction, positioning, and experience. Through art, we unveil new paths of exploration in the relationship between the body and digital virtuality.

Keywords: media art, virtual reality, embodiment, body, interactivity, virtuality.

Agradecimentos

Agradeço à minha Família. Agradeço os meus Orientadores.

Agradeço toda a equipa do Balleatro.

Agradeço e dedico este trabalho ao meu Pai, meu grande motivador, sempre amigo, faleceu alguns meses após eu iniciar este doutoramento.

Índice

Resumo.....	I
Abstract	IV
Agradecimentos.....	VII
Índice.....	VIII
Índice de Figuras	XI
Lista de Abreviaturas	XX
1. Introdução.....	1
1.1 A problemática e a relevância desta investigação	1
1.1.1 A virtualidade e o corpo	1
1.1 Estrutura deste documento	11
1.2 O Corpo esquecido na Realidade Virtual	12
1.3 Metodologia	38
2. Trabalho prévio	44
2.1 Notas de percurso pessoal nas <i>media arts</i>	44

2.2	Cruzamentos entre a código e arte.....	46
3.	Obras principais nesta investigação.....	59
3.1	How Computers Imagine Humans?.....	60
3.1.1	Motivação	60
3.1.2	A peça ‘How Computers Imagine Humans?’	65
3.1.3	Para uma definição de Virtualidade Virtual	81
3.2	CO:LATERAL.....	88
3.2.1	A criação da peça CO:LATERAL	94
3.2.2	Captura do corpo em movimento.....	95
3.2.3	Processamento da captura.....	97
3.2.4	Momentos de Visualização em CO:LATERAL	100
3.2.5	Do corpo desenhado em CO:LATERAL.....	149
3.2.6	Reflexões e evoluções para a virtualidade total.....	151
3.3	VV.....	156
4.1	Motivação	156
4.2	Ausência repentina do corpo.....	162
4.3	Consolidação.....	172
3.4	UNA.....	174
3.4.1	Motivação	174
3.4.2	Procedimentos técnicos.....	177
3.4.3	O(s) espaço(s)	181
3.4.4	O espaço edni em UNA	199
3.4.5	A apresentação de UNA no Coliseu do Porto.....	202
3.4.6	Questionário aos participantes de UNA.....	219
4.	Conclusões.....	234

4.1	Resumo.....	234
4.2	A (des)continuidade na virtualidade	241
4.3	Conclusão	242
	Contributos	245
	Contributos Artísticos	245
	Apresentação pública de peças artísticas	245
	Contributos Científicos	247
	Publicações.....	247
	Agradecimentos oficiais	253
	Instituições	253
	Bibliografia.....	255
	Referências	255

Índice de Figuras

Figura 1 - O conceito de Realidade-Virtualidade (RV) Continuum (simplified representation), proposto por Milgram et al. (1994).	6
Figura 2 - Extent of World Knowledge, proposto por Milgram et al. (1994).	6
Figura 3 - YMYI, apresentação na Bélgica (2009).	28
Figura 4 - Don Idhe na conferência 6th International Conference On The Philosophy Of Computer Games: the Nature Of Player Experience. Media Lab Prado, Madrid, 2012. Fonte Media Lab Prado, obtida no Flickr.	29
Figura 5 - NUVE, ensaios com Né Barros na blackbox do Balleteatro (2009).	39
Figura 6 - Esboços da peça YMYI, interações do corpo com o digital (2007, João Martinho Moura).	47
Figura 7 - Esboços da peça YMYI, interações com elementos digitais, e separação da sombra do corpo (2007, João Martinho Moura).	48
Figura 8 - NUVE (apresentação no Teatro Campo Alegre, 2009).	53
Figura 9 - How Computers Imagine Humans. Apresentação da peça na Alemanha, no altar de uma igreja, em Duisburg, Düsseldorf. 2018.	65
Figura 10 - How Computers Imagine Humans. Apresentação da peça na Alemanha, plano geral do altar da igreja. 2018.	67
Figura 11 - How Computers Imagine Humans. Dois computadores olham um para o outro. 2018.	67
Figura 12 – Ruído, gerado automaticamente.	68

Figura 13 - Pode não parecer, mas os computadores “veem” nesta amostra 59 faces humanas. Se o leitor olhar com atenção ou fizer algum movimento com os olhos, poderá também ver faces nesta imagem.	69
Figura 14 - How Computers Imagine Humans?. Apresentação na Coreia do Sul.	70
Figura 15 - How Computers Imagine Humans? Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.....	71
Figura 16 - How Computers Imagine Humans? Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.....	72
Figura 17 - How Computers Imagine Humans? Imagem extraída de uma imaginação na Alemanha. 2018.....	73
Figura 18 - How Computers Imagine Humans? Imagem extraída de uma ‘imaginação’. Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.	74
Figura 19 - How Computers Imagine Humans? Imagem extraída de uma ‘imaginação’. Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.	75
Figura 20 - How Computers Imagine Humans? Dois computadores, um a olhar para o outro. Coreia do Sul.....	76
Figura 21 – Arts experiments with Google	80
Figura 22 - Together Mode, criado por Jaron Lanier, um contributo mais humano nos encontros remotos digitais. Retirado de http://www.jaronlanier.com/together_mode.html	83
Figura 23 - Proposta de colocação do termo Virtualidade Virtual na linha de continuidade virtual de Milgram.....	84
Figura 24 - Fonte videocardz.com https://videocardz.com/newz/this-geforce-rtx-3080-ethereum-mining-rig-now-makes-20k-per-month	85
Figura 25 - CO:LATERAL, a peça encontra-se entre a realidade e a virtualidade aumentada.	89
Figura 26 – CO:LATERAL. Representações bidimensionais do corpo em movimento. Porto. 2016.	90
Figura 27 – CO:LATERAL. A performer Sónia Cunha desenhando letras no ecrã. Apresentação no Teatro Virgínia, Torres Novas, em 2018.....	91
Figura 28 – CO:LATERAL. As barras brancas acabam, formando uma imagem volutéica do corpo em movimento. Apresentação na Art and Tech Days, em Kosice, Eslováquia, em 2019.....	92
Figura 29 - Corpo frágil em CO:LATERAL. 2016. Apresentação no Arquipélago, nos Açores, e no festival Temp d'Images, em Lisboa.....	93

Figura 30 - Corpo frágil em CO:LATERAL. 2016. Apresentação no Arquipélago, nos Açores, e no festival Temp d'Images, em Lisboa.....	93
Figura 31 - CO:LATERAL, João Martinho Moura a preparar o espetáculo.	95
Figura 32 - CO:LATERAL. Momento inicial visual proposto no início da preparação da peça. Apresentação no Arquipélago – Centro de Artes Contemporâneas, Açores, Portugal. 18 de Novembro de 2016.....	102
Figura 33 - CO:LATERAL. Momento inicial, com tela transparente entre o intérprete e a audiência. Teatro Virgínia, 24 de Fevereiro de 2018. Torres Novas, Portugal.	102
Figura 34 - CO:LATERAL. Início do espetáculo. Não se vendo muito bem na imagem, a intérprete, Sónia Cunha, está posicionada atrás da imagem de pontos e linhas, com o corpo pintado de azul.	103
Figura 35 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada, início.	105
Figura 36 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. A performer toca em si mesma em tempos deslocados.....	106
Figura 37 -CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Linhas mínimas desenharam a ação de forma abstrata, e apresentam dualidade de corpos.	107
Figura 38 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Corpos em diferentes tempos são desenhados com um mínimo de traços, e linhas adjacentes reagem ao movimento.	108
Figura 39 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Detalhe abstrato em que partes do corpo (um braço) aparece na parte superior, e se conecta com os corpos.....	109
Figura 40 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Dois corpos, um deles representa o tempo atual, existindo ainda uma ligação a um ciclo de tempo anterior.....	110
Figura 41 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Detalhe onde se vê a performer, os dois corpos, e as abstrações visuais de deslocamento.	110
Figura 42 - CO:LATERAL. Apresentação no Arquipélago, Centro de Artes Contemporâneas. Açores, Portugal, em 18 de Novembro de 2016 . Foto: Rui Soares (2016).	113
Figura 43 - CO:LATERAL, Momento do pulsar.....	114
Figura 44 - CO:LATERAL, Momento do pulsar. O volume da performer corresponde à sua distância ao sensor, e esta distância influencia o pulsar.....	115
Figura 45 - CO:LATERAL, Momento do pulsar.....	116
Figura 46 - CO:LATERAL, Momento do pulsar. A performer ocupa o espaço entre os dois blocos visuais. Teatro Municipal da Guarda, 2018.	117

Figura 47 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Barras brancas, verticais e rígidas, aparecem entre a performer e a audiência. Teatro Virgínia (2018).	118
Figura 48 – CO:LATERAL Momento de aprisionamento. A performer efetua uma ligeira aproximação. Teatro Aveirense, Aveiro, 2020.	119
Figura 49 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. As barras rígidas começam a diluir com a aproximação da performer. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.	119
Figura 50 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Detalhe de movimento e reação visual. Teatro Aveirense, 2020.	120
Figura 51 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Vistas da audiência, e da parte traseira do palco. Teatro Sá da Bandeira, Santarém (2019).	121
Figura 52 - CO:LATERAL. Momento de extensão vertical. Theatro Circo, Braga, 2019.	122
Figura 53 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Início. Art and Tech Days, Košice, Eslováquia, 2019.	124
Figura 54 - CO:LATERAL. Momento das Constelações. Temp d’Images, Lisboa, 2019.	124
Figura 55 - CO:LATERAL. Momento das Constelações. Detalhe de movimento. Teatro Aveirense, Aveiro, 2020.	125
Figura 56 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Detalhe de movimento. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.	126
Figura 57 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Detalhe com linhas retas que perfazem o movimento. Košice, Eslováquia, 2019.	126
Figura 58 - No momento 7 voltamos à realidade.	127
Figura 59 – CO:LATERAL, Momento sem o digital. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.	128
Figura 60 – CO:LATERAL, Momento sem o digital. Uma forte luz ilumina a performer lateralmente, esta luz faz com que o tulle fique invisível à audiência. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.	128
Figura 61 - CO:LATERAL, momento da separação. Košice, Eslováquia, 2019.	129
Figura 62 - CO:LATERAL, momento da separação, Temp D’Images, Lisboa, Portugal, 2019.	129
Figura 63 - CO:LATERAL, após o momento da separação, os corpos reencontram-se, Teatro Virgínia, Torres Novas, Portugal, 2017.	130
Figura 64 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.	131
Figura 65 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado, a performer desenha a letra ‘N’ no campo de vetores. Theatro Circo, Braga, 2018.	132

Figura 66 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado, a performer desenha a letra ‘O’ no campo de vetores. Teatro Municipal da Guarda, 2018.	133
Figura 67 - CO:LATERAL, início do momento da queda. Košice, Eslováquia, 2019.	134
Figura 68 - CO:LATERAL, momento da queda. Cineteatro Municipal João Mota, Sesimbra, 2019.	134
Figura 69 - CO:LATERAL, momento da queda. Detalhe da performer já no chão.	135
Figura 70 - CO:LATERAL, Momento da queda. Memórias da performer em queda permanecem na imagem, em loop de desenho com abstrações. A performer encontra-se já deitada no chão.	135
Figura 71 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Depois da queda, a performer coloca-se na posição fetal. Apresentação no Teatro Virgínia em Torres Novas, 2019.....	138
Figura 72 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Apresentação no Teatro Virgínia em Torres Novas, 2018.	139
Figura 73 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Posição de corte. Mira Artes Performativas, Porto, 2018.....	140
Figura 74 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Vista vertical, invertida. O corpo levanta-se do chão. Auditório Miragaia, Porto, 2019.....	141
Figura 75 – CO:LATERAL. Ensaios iniciais com volumetria, na Casa Rolão, em Braga, 2017...	143
Figura 76 - CO:LATERAL. Momento de elevação. Corpo volumétrico, apresentado verticalmente invertido. Teatro Sá da Bandeira, Santarém, 2019.....	144
Figura 77 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento.....	145
Figura 78 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento. Vista de topo.....	145
Figura 79 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento. Vista transversal.	146
Figura 80 - CO:LATERAL. Momento de contacto com a audiência. Na imagem vê-se público a elevar as mãos, e seus desenhos são transformados em linhas na imagem. Espaço MIRA, Porto, 2019.....	147
Figura 81 - Fotografia do momento final, na última apresentação da peça CO:LATERAL, no Teatro Aveirense, no dia 11 de Julho de 2020.	148
Figura 82 - Uma das últimas apresentações de CO:LATERAL, na cidade de Košice, Eslováquia, 2019.....	150
Figura 83 – Painel “Artistic Algorithms”. Yoo Won Jon, Maurice Benayoun, João Martinho Moura, Youfeng Cai. ACC - Asia Culture Center. Gwangju, Coreia do Sul (2018). Foto: Asia Culture Center.....	152

Figura 84 - João Martinho Moura com Maurice Benayoun, numa visita organizada pela Cidade de Gwangju aos seus monumentos históricos. Local: May 18th National Cemetery. Gwangju. Coreia do Sul. 2018.....	153
Figura 85 – João Martinho Moura com Sue Gollifer, Director of ISEA Headquarters.....	154
Figura 86 - Na escala de Milgram a peça VV acontece em ambiente virtual.	156
Figura 87 - VV na galeria gnration, em Braga.	157
Figura 88 - Equipamento de Realidade Virtual usado em VV, da HTC.	158
Figura 89 - um participante com VV. a) um assistente ajuda o participante a colocar os auscultadores; b) o corpo do participante é capturado e apresentado em VR. Créditos de imagem: Adriano Ferreira Borges /gnration.	160
Figura 90 - Perspetiva do participante na Realidade Virtual. Foto: João Martinho Moura.....	161
Figura 91 - Uma jovem participante experimenta VV. Foto: gnration gallery.	162
Figura 92 - Desprendimento corporal em VV após o quarto minuto.	163
Figura 93 - Representação espacial. Reconstrução gerada calculada por observações de microscopia SEM na sala de limpeza INL, representando espuma de nano partícula para produzir energia limpa de hidrogénio. Escala aproximada: 10µm. Fonte: João Martinho Moura.	165
Figura 94 – ‘67p: an unexpected topological space’, João Martinho Moura, 2016. ‘View Rosetta’s Comet’ João Martinho Moura et al. Dados do cometa: ESA/Roseta/MPS para OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA.	165
Figura 95 - Testes na criação de ferramenta de captura de profundidade num jardim (em cima); numa fonte no Largo do Paço em Braga (em baixo. Foto: João Martinho Moura, 2015).....	166
Figura 96 - VV, o participante vê as suas mãos.	167
Figura 97 - VV, o participante olha para o seu corpo em posição lateral.	167
Figura 98 - VV, vista de participante em realidade virtual.	168
Figura 99 - a) Perspetiva do participante da galeria em VV (2018); b) Sobrevoando a cidade de Braga ("Braga, instantâneos na realidade virtual", imagem presentada no Artech 2019). João Martinho Moura.	169
Figura 100 - Espaço interior do gnration. Braga.	169
Figura 101 - Espaço interior do Teatro Circo. Braga.	170
Figura 102 - O participante no VV, tendo o seu corpo digital de volta (2018). Foto: João Martinho Moura.	171

Figura 103 – O corpo visualizado em VV.	171
Figura 104 – O corpo visualizado em VV.	172
Figura 105 - O corpo volumétrico em realidade virtual.....	175
Figura 106 - Né Barros.....	176
Figura 107 - Posicionamento de UNA na escala de Milgram.....	177
Figura 108 - Corpo volumétrico. Captura com dois sensores calibrados. Na imagem notam-se diferentes dois tipos de pontos que perfazem o seu volume.	179
Figura 109 – o cometa 67p, representado na primeira imagem por um círculo vermelho, e na segunda por um ponto branco. Exposição fotográfica de cerca de 13 horas. 2011. Distância de sensivelmente 163 milhões de quilómetros. Fonte: ESA.	183
Figura 110 - O avistamento do 67P/C-G, o alvo de Roseta, em 2014. Distância de sensivelmente 50.000 quilómetros. Exposição de 60 a 300 segundos.....	184
Figura 111 – O Cometa 67p. fonte: https://www.bbc.com/news/science-environment-27110882 . 185	185
Figura 112 - fonte: https://sci.esa.int/web/rosetta/-/54469-rosetta-arrives-at-comet-destination... 185	185
Figura 113 – Imagem capta atividade no cometa 67p, obtida a 1500 kms de distância ao cometa, que estava a 200 milhões de kms do Sol. Fonte: ESA	186
Figura 114 - Poeira e raios cósmicos na superfície do cometa em 2016, com estrelas se movendo ao fundo. Captado pelo instrumento OSIRIS da Rosetta. Fonte: ESA.	186
Figura 115 - 67p: an unexpected topological space. João Martinho Moura, 2016.	188
Figura 116 – na cleanroom, vestido com um fato, no INL.	191
Figura 117 - Nano Abstractions (2017).	192
Figura 118 - Observações no SEM no INL (2017).	192
Figura 119 - Nanopillars em formação. Descrição do projeto em (Moura et al., 2019).	193
Figura 120 -) rev (, com Pedro Tudela, no INL.	194
Figura 121 - A Virtual Journey to the nanocluster scale. Centquatre, Paris (Apresentação em 2020).	195
Figura 122 - UNA. Né Barros apresentando-se em realidade virtual. Balleteatro, Porto. 2019. ...	202
Figura 123 - Sala Dois. Coliseu do Porto. Espaço onde UNA foi apresentado publicamente pela primeira vez.....	204
Figura 124 - UNA (2020). Cidade do Porto e Coliseu do Porto. Balleteatro, Porto. Em 2020.....	204

Figura 125 - UNA: O espectador olha para cima no momento da elevação.	205
Figura 126 - UNA (2020). O espaço de entrada após a saída do Coliseu. Né Barros apresenta-se na realidade virtual. Balleteatro, Porto.....	206
Figura 127 - UNA (2020). Né Barros apresentando-se na realidade virtual do espaço edni. Balleteatro, Porto.....	207
Figura 128 - UNA (2019). Balleteatro. Coliseu do Porto.....	207
Figura 129 - UNA (2020). Vista de perspectivas dos participantes em diferentes posições. Balleteatro, Coliseu do Porto.....	208
Figura 130 - Né Barros posiciona-se frontalmente ao participante.	208
Figura 131 - Né Barros aproxima-se do espectador.	209
Figura 132 - UNA. Né Barros toca na mão do espectador.	209
Figura 133 - UNA (2020). Né Barros segura no espetador na descida para a Sala-Dois.	210
Figura 134 - UNA (2020). Experiências com os participantes em realidade virtual. Testes com toque entre artista e participante. À direita: João Martinho Moura e Né Barros no Coliseu do Porto. Balleteatro. Em 2020.....	212
Figura 135 - UNA. Né Barros imersa no seu corpo virtual.....	212
Figura 136 - UNA. Né Barros imersa no seu corpo virtual.....	213
Figura 137 - UNA. Vista da área de equipamento de captura e processamento. Casa Rolão, Braga.	213
Figura 138 - UNA. Vista na perspectiva do performer, em Realidade Virtual.....	214
Figura 139 - UNA (2021) Realidade Virtual Incorporada. Testes em tempo real. 2021.	214
Figura 140 - UNA (2021). O corpo visionado em RV recorrendo a vários sensores de profundidade.	214
Figura 141 - UNA. Vista na perspectiva do performer, em Realidade Virtual.....	215
Figura 142 - UNA (2020). Abstrações incorporadas. Vista exterior ao performer.	215
Figura 143 - UNA. Vista incorporadas em imersão total.....	216
Figura 144 - UNA. O corpo representado volumetricamente no espaço virtual. 2021.	216
Figura 145 - UNA (2020). Abstrações incorporadas. 2021.....	217
Figura 146 - UNA (2020). Auto perspectivas em UNA. 2021.....	218

Lista de Abreviaturas

2D	Dias dimensões. Bidimensional.
3D	Três dimensões. Tridimensional.
3DOF	<i>Three Degrees of Freedom</i> . Três graus de liberdade.
6DOF	<i>Six Degrees of Freedom</i> . Seis graus de liberdade.
API	<i>Application programming interface</i> .
CAVE	<i>Cave Automatic Virtual Environment</i> .
CITAR	Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes.
HCI	<i>Human Computer Interaction</i> .
HMD	<i>Head Mounted Display</i> .
IA	Inteligência Artificial.
RV	Realidade Virtual.
UCP	Universidade Católica Portuguesa.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> .
VR	<i>Virtual Reality</i> .

1. Introdução

1.1 A problemática e a relevância desta investigação

1.1.1 A virtualidade e o corpo

Para situarmos a investigação apresentada nesta tese, iniciamos, neste ponto, uma breve história da realidade virtual.

Na década de 1960, Morton Heilig criou o dispositivo Sensorama, uma máquina que é um dos primeiros exemplos conhecidos da tecnologia de realidade virtual (Heilig, 1962). Ivan Sutherland, na sua publicação *'The ultimate display'*, escrita em 1965, reforça a ideia do ecrã ligado a um computador digital que nos dá a oportunidade de nos familiarizarmos com

conceitos não viáveis no mundo físico, descrevendo uma sala dentro da qual o computador pode controlar a existência da matéria (Sutherland, 1965). Na década de 1980, Scott Fisher, fundador e diretor do Virtual Environment Workstation Project (VIEW) da NASA, trabalhou em protótipos para ajudar utilizadores, como pilotos, a fazer melhores estimativas das relações espaciais em monitores 2D e HMDs (*head-mounted displays*) no Ames Research Center (Fisher, 2016).

O artista e investigador Jaron Lanier afirma ter usado o termo Realidade Virtual (VR), pela primeira vez, na década de 1980, durante um período de intensa atividade criativa (Lanier, 2001). Lanier descreveu este mundo como um ambiente simulado por computador com, e dentro do qual, as pessoas interagem, classificando-o como uma das maiores fronteiras científicas, filosóficas e tecnológicas da nossa época (Lanier, 2017). Lanier foi inovador na sua altura, sendo músico e cientista da computação, um prolífico investigador e explorador da realidade virtual. Das definições encontradas nas várias décadas, a RV, em geral, pode consistir em três tipos de sistemas: ambientes virtuais apresentados no ecrã não imersivo, ambientes baseados em salas multi-projeção (sistemas CAVE) e dispositivos de visualização colocados nas cabeças de pessoas, designados como *Head Mounted Displays* (HMDs) (Steuer, 1992), (Gigante, 1993), (Cruz-Neira et al., 1993).

Nelson Zagalo, na sua tese intitulada “*Convergência entre o cinema e a realidade virtual*”, de 2007, adotou uma definição abrangente de RV, onde realçava a capacidade de processamento em tempo-real, a navegação e a interação e, dentro desta definição, aponta uma divisão entre duas grandes áreas: a imersiva e a não-imersiva, no que respeita à interface ou modo de acesso aos mundos virtuais, sendo que, no caso da RV imersiva temos: os HMDs e as CAVES, ou seja, interfaces que permitem uma imersão total no ambiente virtual (Zagalo, 2007).

O termo imersão é, no entanto, ambíguo se sairmos da esfera do dispositivo tecnológico e passarmos para a esfera da imaginação. Grau considera que o termo imersão aparece um pouco opaco e contraditório e, certamente, altamente dependente da disposição do observador, onde a maioria das realidades virtuais que são experimentadas quase totalmente visualmente selam o observador hermeticamente de impressões visuais externas (Grau, 2003, p. 11). Muito antes dos computadores, novos mundos virtuais e imersivos foram sempre criados por contadores de

histórias orais. O público continua mergulhado em mundos de história, vendo os detalhes, acreditando nas ações, e fazendo ligações entre os eventos da história e as suas próprias vidas (Brooks, 2003). Quando o popular formato QuickTime VR foi lançado pela Apple, em 1995, a rotação de fotografias esféricas ou panorâmicas causava algum tipo de imersão a quem as manipulava no computador. Para Jan Holmberg, imersão denota um corpo afundado num líquido de algum tipo, e recorrendo ao cinema:

Regardless of the promises made by some cinematic technologies—promises of how the spectator is “actually there,” or “feels” the hands of a murderer, and so on—such sensory “presence” remains merely metaphorical (at best virtual). However, the ambition of an immersive experience remains the same, whether conveyed by joysticks, steering wheels and data gloves (as in video games), or, in the case of cinema, by wider screens and surround sound. (Holmberg, 2004, p. 141)

Para Katja Mellmann, a característica fundamental da ilusão estética é o estado mental de "imersão", isto é, de ter a atenção de alguém captada por um estímulo que não é co-extensivo à situação real, mas, por exemplo, apenas com um único objeto ou ação, ou o conteúdo da nossa imaginação e que a pessoa 'imersa' desiste um pouco do contexto pragmático (Mellmann, 2013, p. 72).

Na célebre cena do filme *A Rosa Púrpura do Cairo*, realizado por Woody Allen, em 1985, uma personagem cinematográfica sai do ecrã e invade o mundo real. No cinema, esse exercício meta narrativo realça a forma como as personagens ficcionais seduzem as personagens reais, a metáfora de um desejo latente, por parte do espetador, de imergir no universo ficcional (Costa & Silva, 2015).

Nas últimas décadas, com a evolução da tecnologia, surgiram dispositivos de visão imersivos com resolução suficiente para que possamos visualizar mundos gerados e, provavelmente, assistiremos a uma revolução na interação humana com a tecnologia da realidade virtual e o ambiente na próxima década (Shi et al., 2020). No entanto, os alicerces desta tecnologia têm mais de 50 anos. Há referências em 1938 ao termo "La réalité virtuelle" de Antonin Artaud em contextos de teatro (Jamieson, 2008, p. 5), (Valbom, 2007, p. 93).

Artaud, no seu livro *O Teatro e seu Duplo*, refere-se, deste modo, à realidade virtual:

Todos os verdadeiros alquimistas sabem que o símbolo alquímico é uma miragem assim como o teatro é uma miragem. E esta perpétua alusão às coisas e ao princípio do teatro que se encontra em quase todos os livros alquímicos deve ser entendida como o sentimento (do qual os alquimistas tinham a maior consciência) da identidade que existe entre o plano no qual evoluem as personagens, os objetos, as imagens, e de um modo geral tudo o que constitui a realidade virtual do teatro, e o plano puramente suposto e ilusório no qual evoluem os símbolos da alquimia. (Artaud, 1935, pp. 50–51)

Atualmente associamos comumente o termo Realidade Virtual ao uso de HMDs, sendo que as CAVEs de projeção já não são tão usadas, com a exceção do seu uso nas áreas da *media art*, onde os sistemas de projeção em grande escala em salas escuras ainda são bastante explorados. O impacto deste meio emergente começa agora a fazer-se sentir com mais expressão na sociedade, uma vez que, nos últimos anos, o poder de processamento computacional necessário para tornar as imagens binoculares com resolução e taxa de atualização aceitáveis para os seres humanos, sem causar náuseas, transformou-se em realidade.

No entanto, a história da RV já vem de décadas anteriores e contempla várias formas de visualização e, claramente, iremos assistir a uma considerável evolução nos sistemas tecnológicos de RV nas próximas décadas, com empresas como a Apple, Microsoft, Google, HTC, HP e Facebook a lançarem novas tecnologias de realidade virtual a cada ano.

A noção de presença em RV é relevante como uma variável mediadora entre a experiência e as emoções induzidas (Riva et al., 2007), (Baños et al., 2004). Heim definiu presença, em RV, como sendo devolvida do sistema ao utilizador (Heim, 1993, p. 156).

Heidegger introduziu o termo *Dasein* como *thrown Being-in-the-world*, compreendendo o ser partindo do ser no próprio no mundo (*Being*) (Heidegger, 1927, p. 341). É próxima, em termos ontológicos, a relação de conceitos entre *Dasein* e virtualidade. Varisdco menciona que uma maneira de abordar a etnografia do ciberespaço é tratá-lo como *Dasein* virtual, em que a questão se torna estar lá, em algo como um mundo, ainda assim, estando no mundo (Varisco, 2007).

Precisamente, o que distingue a realidade virtual de outros meios e lhe confere este estatuto como tal, é um sentido de presença: a sensação de "estar lá", dentro da experiência virtual produzida pelo artefacto (Steuer, 1992). O sentimento de presença, associado ao elevado nível de envolvimento emocional, permitido por experiências virtuais, faz da tecnologia de RV uma ferramenta poderosa para explorar o que é possível imaginar, apoiando mudanças pessoais e clínicas (Riva, 2020). Neste sentido, este "novo" meio pode ser considerado bastante distinto de outros meios, como o vídeo e, desta distinção, vem o conceito de teletransporte, uma transição para um local remoto (Loomis, 1992). Assim, estes dispositivos permitem-nos considerar a hipótese de que a percepção mediada (com uma ferramenta) e a percepção não mediada (com um órgão sensorial) seguem mecanismos semelhantes de apropriação (Auvray et al., 2005).

A relação entre a materialidade e a imaterialidade mediada pela tecnologia, a partir da interface, é bem sumariada pela investigação basilar de Paul Milgram, que propõe o conceito de "continuidade bilateral" entre várias camadas de abstração entre a realidade e a virtualidade (Milgram et al., 1994) (Figura 1).

Nesta investigação, iremos enquadrar trabalho artístico, abordando os diferentes níveis de imaterialidade do corpo em ambientes de virtualidade. Tomamos, então, como ponto de partida o conceito de *Reality-Virtuality Continuum*, postulado por Milgram et al. (Milgram et al., 1994) na sua publicação *Augmented Reality : A Class Of Displays On The Reality - Virtuality Continuum*.

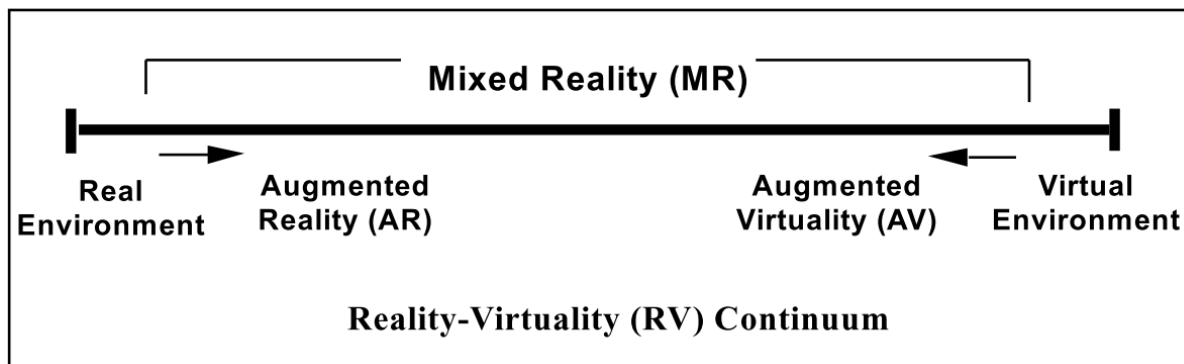


Figura 1 - O conceito de Realidade-Virtualidade (RV) Continuum (simplified representation), proposto por Milgram et al. (1994).

Neste ensaio, Milgram contextualiza o *Continuum* Realidade-Virtualidade, que vai desde ambientes autênticos a ambientes completamente virtuais, apresentando taxonomias específicas e noção de extensão progressiva cada nível de imersão no *mundo não modelado* (real) ao *mundo completamente modelado* gerado por computadores (Figura 2).

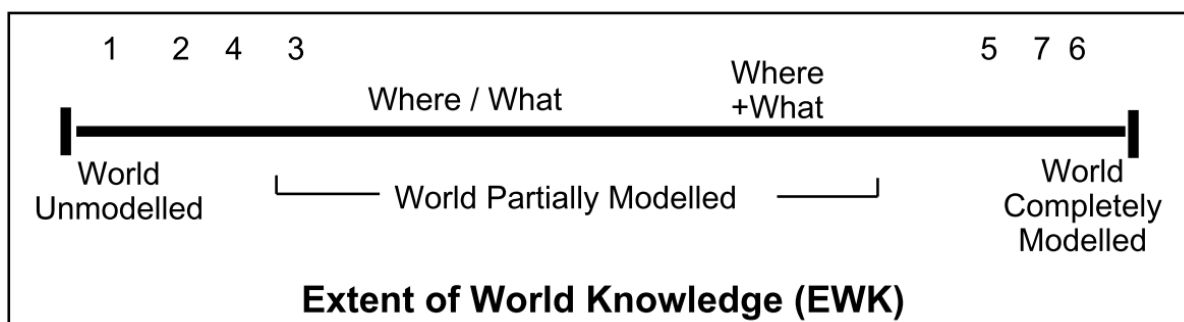


Figura 2 - Extent of World Knowledge, proposto por Milgram et al. (1994).

Segundo Alan Chalmers, os investigadores têm prometido oferecer experiências reais, seguras e controladas (e, muitas, vezes desconfortáveis) num ambiente de computador, sendo que os sistemas de realidade virtual proporcionam dois recursos principais: realismo e tempo real (Chalmers & Ferko, 2010). Em particular, o elemento tempo-real é essencial para fornecer uma experiência interativa ao participante. Apesar de muitos avanços em hardware e software ao longo das décadas, os sistemas de RV ainda reduzem o realismo para atingir o desempenho em

tempo real desejado (*ibid.* 2010). Então, processos de criação de modelos de seres humanos a três dimensões que depois são movimentados com sistemas de pontos são, genericamente, os mais utilizados para representarmos corpos em movimento na virtualidade, pois consomem menos recursos tecnológicos, ocupam menos espaço em memória e são facilmente reutilizáveis para diferentes poses ou movimentos.

Voltemos então a Milgram, autor que nos vai acompanhar até ao final deste documento, e ao seu *virtual continuum*, para situarmos melhor a nossa problemática, aqui já numa escalada que aponta no sentido do lado direito da sua métrica para a virtualidade. Milgram refere-se ao alcance da extensão máxima possível da presença como o último grau de "*realspace imaging*" (1994), citando Michael Naimark, artista de realidade virtual. Naimark, também co-fundador do *MIT Media Laboratory*, e, mais tarde, o Atari Research Lab e o Apple Multimedia Lab, em publicação anterior, considerou o termo *realspace imaging* o processo de gravação e exibição de informações sensoriais indistinguíveis da realidade não mediada, considerando, na altura, alguns aspetos essenciais para que o *realspace imaging* possa acontecer, como o *framerate*, a continuidade temporal e as pistas dinâmicas não visuais como o áudio, movimento de inércia e o *force feedback*. Todos estes termos são os que usamos hoje em áreas como os jogos de computador. Mas o mais interessante no seu artigo *Elements of Realspace Imaging* (Naimark, 1991a), escrito há trinta anos atrás, na nossa opinião, é a seguinte frase:

But sometimes violations of these elements are intentional: a cut in a film, slow frame rate in a rock video, a simple line drawing rather than a high resolution image, silence rather than sound. The very idea of respecting all elements of realspace imaging is ultimately a losing battle. Giving the user everything is rarely possible. There is never enough bandwidth. There will always be artifacts. The trick is to give the sense of everything without actually giving everything. The question, then, is how to choose what is most important. And what is most important is always context-dependent. This report is an attempt to lay out the choices. Choose wisely: that is where the art lies. (Naimark, 1991b)

Geralmente, quando falamos em virtualidade e realidade virtual, pensamos em ambientes nos quais o ser humano vai, de algum modo, entrar. Consideramos as questões de interface e consideramos um espaço virtual para o qual somos teletransportados. Este teletransporte acontece pela simples e especial razão da nossa condição humana, a de termos um corpo, que reage à sensação de teletransportação, e cuja fisicalidade corpórea pode ser colocada em causa. Ken Hillis, referindo-se à dualidade corpo e representação em telepresença, afirma, no seu livro *Digital Sensations: Space, Identity, and Embodiment in Virtual Reality* que participantes ficam, então, ligados, mas desincorporados do seu corpo, reforçando, assim, a ideia de uma extensão dos nossos sentidos.

In this model of cyberspace telepresence, the subject's eye remains linked but detached from his or her body. This state of affairs may be imagined as facilitated by the eye's extension along what I will metaphorically term a coaxial cable that may be imagined as a flexible sight line operating within a full six degrees of freedom (Hillis, 1999, p. 106)

E apresenta, ainda, a dualidade do *nosso* desejo de verdade contraposta com o *nosso* desejo de fantasia:

In a sense, virtual technologies collapse older distinctions between the sacred and profane—between the quest for truth and the desire for fantasy. The sublime netherworld of information permits the optical illusion that human bodies might merge with computers and the light "within." (ibid. 1999, p. 142)

Frank Biocca considerou três níveis na experiência incorporada do participante em sistemas de exercícios ou jogos em que o elemento interativo é o corpo em movimento: *low, medium, and high interface embodiment* (Kim et al., 2014), associando estes níveis à tecnologia utilizada na experiência. De baixo nível, temos os sistemas com *video players* que auxiliam o

participante nos movimentos (por exemplo, quando vemos um vídeo já gravado de um instrutor que nos apela a fazermos os mesmos exercícios físicos que ele faz). Sistemas de médio nível como o *Wii Fit personal training program*, utilizando uma webcam e uma balança para mapear o movimento dos participantes com o movimento do treinador. Como sistemas de alto nível de experiência incorporada, temos o *Kinect personal training program*, que captura o corpo na totalidade, mapeia os movimentos e proporciona aos participantes. Este sistema usa coordenadas 3D para colocar um avatar virtual que se movimenta com o jogador no ambiente do jogo. Dezassete anos antes, em 1997, Biocca já teria perguntado, no seu artigo *The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments*, como é que a representação do corpo em ambientes virtuais afeta a mente, considerando que o nível de *embodiment* progressivo encontrado em formas avançadas de tecnologia de ambiente virtual pode ser caracterizado como uma forma de acoplamento ciborgue, o corpo aliado às suas extensões tecnológicas (Biocca, 1997). Considerou, então, que o *Cyborg dilemma* está ligado às capacidades da naturalidade da interface:

The cyborg's dilemma: The more natural the interface the more "human" it is, the more it adapts to the human body and mind. The more the interface adapts to the human body and mind, the more the body and mind adapts to the non-human interface. Therefore, the more natural the interface, the more we become "unnatural," the more we become cyborgs. (Biocca, 1997)

No entanto, as interfaces mais recentes, que Biocca considera (2014), consideram sempre a existência do termo *avatar*, que, naturalmente, causa uma dualidade, uma presença pluralista, que Sita Popat, investigadora académica independente no campo da performance digital, associa à relação de *embodiment* com o 'meu' *avatar*. Popat refere que, muitas vezes, os jogadores descrevem as ações físicas do seu *avatar* numa perspetiva de primeira pessoa, por exemplo, "*Estou a correr*", mesmo que o jogador esteja simplesmente a pressionar a tecla 'W' no teclado do computador, sendo que o corpo está deslocado da ação, apesar da pretensão do jogador de apropriação experiencial do ato (Popat & Preece, 2012). Popat apresenta várias

peças e considera que ser incorporado e reincorporado não implica um assunto dividido, mas sim um duplo sujeito. O corpo físico é acompanhado pela sua imagem gêmea (idêntica ou não idêntica) no reino virtual, ligada pelos ciclos de intenção, ação e feedback, e que estes ciclos são poderosos na agência de significados, mas também são frágeis. Popat conclui que o 'e' entre esse emparelhamento corpo/tecnologia e o avatar aumenta a capacidade do agente incorporado, mas também a sua complexidade, introduzindo uma camada adicional no ciclo de *feedback* entre a *minha* intenção original, a *minha* atividade motora e o seu efeito. Mas Popat fala também do desaparecimento corpo quando a atenção e/ou intenção são dirigidas para outro lugar, a que chama de cortesia da capacidade do *body schema*'s de operar calma e eficazmente em segundo plano. Conclui, ainda, que o sujeito incorporado é o veículo no qual se realizam as travessias, para oferecer uma resposta à pergunta da Biocca: "*I am present wherever I have agency*" (Popat & Preece, 2012).

Formularemos, na seguinte secção, os pressupostos que encaminham a nossa investigação (artística e técnica), onde nos referimos a um corpo esquecido na virtualidade. Pretendemos sugerir novos caminhos de investigação desta problemática, **questionando o conceito de incorporação virtual**, que queremos expandir e, no contexto específico da performance em realidades virtuais, onde o corpo, presente, corpóreo, e não esquecido, é o nosso ponto focal e fio condutor.

1.1 Estrutura deste documento

Este documento é dividido em quatro secções gerais.

Na primeira secção iremos introduzir ao leitor os conceitos de incorporação na virtualidade, abordando uma revisão histórica e também ideológica sob diferentes pontos de vista de autores e também artistas. À luz destes pontos de vista iremos fundamentar a nossa problemática, referindo-nos ao corpo esquecido no espaço virtual.

Na segunda secção, que é escrita na primeira pessoa, são apresentadas notas de percurso anterior a esta investigação, e explicadas as motivações, ideias e desafios que originaram esta investigação.

Na terceira secção apresentamos as quatro peças principais que criámos no decorrer da nossa investigação. Em cada peça apresentamos a motivação, o enquadramento na temática da investigação, os conceitos artísticos e os procedimentos técnicos.

Na quarta secção apresentamos as nossas conclusões.

1.2 O Corpo esquecido na Realidade Virtual

As tecnologias em realidade virtual, de diferentes fabricantes, têm em comum um aspecto importante: o corpo do participante é esquecido. Quando usamos um HMD, os nossos olhos transmitem novos mundos ao nosso cérebro, mas, normalmente, o nosso corpo não está representado nesta realidade na sua plenitude, sendo quase que obliterado. Desde que os primeiros HMDs comerciais apareceram, como o *Oculus Rift*, a posição das mãos dos utilizadores pode ser vista em RV, representada pela posição dos controladores de mão. O sistema *HTC Vive*, utilizando estações-base, consegue uma representação muito precisa dos locais da cabeça e das mãos. O sistema *LeapMotion*, quando ligado a um HMD de RV, atinge uma boa visualização da posição das mãos e dedos dentro da RV (Wozniak et al., 2016), (Lin & Jörg, 2016). A *Oculus* introduziu, recentemente, a tecnologia *Hand Tracking* nos seus dispositivos *Quest*, utilizando câmaras de vídeo incorporadas no *headset*, proporcionando uma maior noção de presença e dotando a experiência de mais realismo (Voigt-Antons et al., 2020). A *Google* introduziu, em 2019, um novo *framework* de visão computacional chamado *MediaPipe* para melhor compreender os movimentos das mãos utilizando inteligência artificial e visão por computador (F. Zhang et al., 2020). Também podemos utilizar *Vive Trackers* para localizar partes do nosso corpo no espaço virtual (Caserman et al., 2019). Já em 1979 se podiam encontrar múltiplas abordagens ao problema da representação, em contexto de meio virtual, uma das quais passava pela introdução de *distal* e *proximal joints*, para representarem dados de posição e limites das partes do nosso corpo (Badler & Smoliar, 1979). Todas estas tecnologias estão a impulsionar a realidade virtual desde essa década. A necessidade da sua rápida comercialização reforçou inovações essenciais, como o 6DOF (seis graus de liberdade, que incluem movimentos de rotação e também movimentos de translação da cabeça do participante), através de câmaras que utilizam o rastreio de dentro para fora, diminuindo os

custos dos HMDs para valores impensáveis há cinco anos atrás. Tomando como exemplo o equipamento *HTC Vive*, anunciado em 2015, este já permitia a captura de movimentos de translação da cabeça do participante, com recurso a *base stations*. Mais recentemente, o equipamento *Oculus Go*, lançado em 2018, tinha a vantagem de ser portátil, mas só permitia 3DOF (apenas rotação). E, só em 2019, é que a tecnologia de *positional tracking* (com 6DF) foi conseguida sem o uso de sensores externos, mas através do chamado *tracking inside out*, recorrendo a câmaras embutidas no *headset*.

A maioria das técnicas de representação digital em movimento natural dependem de mapeamento de pontos, recorrendo fatos de *motion capture* ou técnicas de visão computacional com ou sem inteligência artificial, recorrendo a *stream* de imagem *rgb* ou imagem em profundidade, para detetar os principais pontos de ação do corpo. Mesmo que os sistemas de captura de movimentos *motion capture* (MoCap) sejam ferramentas valiosas para gerar e analisar perfis de trajetórias para imitar o corpo em movimento (Schlagenhauf et al., 2018) estes são pontos no espaço e no tempo, depois adaptados a sistemas de manipulação de *avatars*, representações de pessoas e suas partes do corpo no ciberespaço são, às vezes, chamados *puppets* (Hillis, 1999).

A realidade virtual está, aqui e agora, muito mais acessível do que anteriormente (mas o pior é que em todas as décadas ouvimos falar disto). É aquilo que Ken Perlin observou recentemente, comparando *com a teoria do nariz comprido*¹ que observa que uma inovação específica aparecerá frequentemente nos produtos de consumo, talvez 25 anos ou mais após a inovação inicial (Perlin, 2016). Brenda Laurel, também pioneira no desenvolvimento da realidade virtual, no seu artigo recente *What Is Virtual Reality?* começa com a seguinte frase: “*Virtual Reality is everywhere again, and that’s a problem*” (Laurel, 2016). Esta nova geração de dispositivos permite-nos entrar em novos mundos, e termos como *imersão* são comumente usados para descrever a sensação que podem oferecer. No entanto ... será realmente imersão? Todos nós, de um modo geral, poderemos concordar que a imersão poderá ser crescente; no entanto, poderemos ter sempre uma posição crítica e de evolução em relação a este ponto.

¹ “long nose” of innovation, Bill Buxton

Laurel lembra-nos também do seguinte:

My intent is to describe in specific terms the formal and structural aspects of a particular form that was and is called Virtual Reality. I also want to warn folks of the consequences of stretching a name too thin. Back in the 1990s, that's exactly what happened—and the form, along with the discoveries of those who created it—largely disappeared. Let's be mindful of that this time around. (Laurel, 2016)

Na generalidade, as experiências básicas em realidade virtual não nos deixam visualizar o nosso corpo e esta dificuldade associa-se à problemática da nossa investigação.

Em realidade virtual, o nosso próprio corpo é a nossa primeira interface com o espaço digital. Lev Manovich afirma que, desde que a teoria dos novos media e criticismo surgiram no início da década de 1990, textos intermináveis têm sido escritos sobre interatividade, hipertexto, realidade virtual, ciberespaço, cibercultura, ciborgues, mas nunca viu ninguém discutir aquilo que chama do "view control"² (Manovich, 2013, p. 75). Este *view control* é legítimo, pois quando estamos posicionados em frente a um ecrã existe a distância física dos nossos olhos em relação à imagem e existe, ainda, a relação do *pointer* do rato com a nossa mão, ou mesmo a manipulação de um comando/*joystick* para causar ações no mundo que estamos a ver àquela distância. Algo a que Don Ihde chamou de *Nintendo phenomenon*, que enfatiza ações dos olhos/mãos, muito longe das atividades corpóreas de desporto e dança (Ihde, 2002, p. 138). Quando estamos imersos em RV deveremos continuar com esta relação? Ou esta é uma situação implícita causada pela evolução tecnológica das interfaces? Poderá, à primeira vista, não fazer sentido o que estamos aqui a questionar, mas, *HUMAN BEINGS HAVE BODIES*³ (Rohrer, 2007) e se, em realidade virtual, desejamos estar imersos, o que acontece quando olhamos para o nosso corpo? Tendo como exemplo a nossa mão, teremos de, necessariamente, estar a olhar para um ponto, ou um segmento 3D representado pela posição do nosso braço, tal

² Como *View Control* dá exemplos implementado no software *Macintosh System*, 1984. *Top: applications, folders, and files in "Guided Tour" floppy disk. Bottom: View of applications, folders, and files sorted by icon.* (Manovich, 2013, p. 76)

³ Referimos que a citação original está em maiúsculas

como olhamos para o *pointer* num monitor quando operamos um sistema *desktop*? O necessário controlo destes pontos, portanto, de novos mapeamentos, poderá ser causador de uma menor experiência, que se deseja mais sensorial e imersa?

Colocando na discussão uma aplicação social atual chamada *VRChat*, ou até mesmo a *AltSpace*, usada por milhares de participantes: os corpos são representados por avatares vetorizados (Gaylor & Joudrey, 2017), cuja posição e rotação são obtidas a partir de três pontos, a posição dois controladores de mão e a posição do HMD. Sim, sabemos que a experiência acontece em realidade virtual e é por isso mais imersiva, mas podemos comparar minimamente esta vivência com o que sentíamos ao olhar para um ecrã no *Second Life*, há mais de uma década atrás. A lógica visual é a mesma, muda o ponto de vista e o facto de termos uma maior visão, em estado mais imerso. Devemos, no entanto, salientar que experiências como o *Second Life* são, de facto, revolucionárias e fazem parte do nosso caminho cibernético, tendo sido amplamente estudadas em investigações nas últimas décadas (Kaplan & Haenlein, 2009), (Boulos et al., 2007), (Hawkrigde, 2009). O artista pioneiro Roy Ascott, um dos mais importantes artistas e teóricos no campo da cibernética e da telemática, focou o seu trabalho no impacto das redes digitais e de telecomunicações na consciência. Frank Popper considerou-o o artista excepcional no campo da telemática (Ascott & Shanken, 2003). Em *Planetary Network*, de 1986, Ascott, juntamente com Don Foresta, Tom Sherman e Tommaso Trini foca-se nas notícias diárias, participando neste projeto mais de 100 artistas em três continentes (Ascott, 1990). O artista que usa meios digitais está a criar uma enorme gama de estratégias artísticas e, na ressonância entre o real e o virtual, entre a "transição da materialidade" e a "personificação da conectividade" existe uma complexidade rica e fecunda (Ascott & Shanken, 2003). Anne Balsamo mencionou, em 1995, o conceito limite de que *techno-bodies* são saudáveis, melhorados, e totalmente funcionais – mais reais que os reais, uma figura entre incompatíveis sistemas de significado – orgânico/natural e o tecnológico/cultural (Balsamo, 1995, p. 5). Sterlac ampliou o corpo, fisicamente, com sistemas cibernéticos na procura de ver o que esta ampliação poderá fazer, sendo, na sua opinião, a ligação com sistemas RV fundamental, mencionando que a tecnologia sempre foi associada ao desenvolvimento evolutivo do corpo (Atzori & Woolford, 1995). Em aplicações relevantes em dança

envolvendo performance participativa, como é o caso de *Senses Places*, de Isabel Valverde (Valverde & Cochrane, 2014), ou da definição de ciberperformance apresentada por Clara Gomes, a performance que se desenvolve através de tecnologias digitais utilizando a internet, muitas vezes em mundos virtuais, acontece ao vivo, no ciberespaço - seja num chat ou num MUVE (*Multi User Virtual Environment*), e os performers e audiência estão distribuídos fisicamente, por vezes, em vários países, criando telepresença ou presença virtual (Gomes, 2012). Escritores de ficção científica, como William Gibson, descreveram versões conceptuais da realidade virtual e da telepresença nas suas histórias, no entanto o termo telepresença foi cunhado por Marvin Minsky (Shen & Shirmohammadi, 2008), por sugestão do seu amigo futurista Patrick Gunkel, enfatizando a importância do *feedback* sensorial de alta qualidade e sugerindo futuros instrumentos que vão *sentir e trabalhar* tanto como as nossas próprias mãos, sem notarmos nenhuma diferença significativa (Minsky, 1980).

Na perspetiva artística, Gilberto Prado considera o *Avatar* uma persona virtual assumida pelos participantes, que inclui a representação gráfica de um modelo estrutural de corpo (presença de braços, tentáculos, antenas etc.), modelo de movimento (o espectro de movimento, juntas), modelo físico (peso, altura etc.) e outras características. Um avatar não necessita ter a forma de um corpo humano, pode ser um animal, planta, alienígena, máquina ou outro tipo, uma figura qualquer (Prado, 2003, p. 2003).

Bruce Damer, pioneiro do tema *Avatar* no ciberespaço⁴ e formação de comunidades virtuais (Venturelli, 2012), define-o como:

is your alter ego in Cyberspace, your body double in the virtual communities growing inside two and three dimensional virtual worlds online (Damer, 1997)

No seu *Cyborg Manifesto*, de 1985, Donna Haraway menciona que o imaginário Cyborg poderia sugerir uma saída do labirinto de dualismos em que explicamos os nossos corpos e as

⁴ ver: <https://www.digitalspace.com/avatars/>

nossas ferramentas a nós mesmos, é um sonho, não de uma linguagem comum, mas de uma heteroglossia infiel poderosa (Haraway, 1985, p. 100).

Nesta nossa investigação, não focaremos esta noção já imensamente fundamentada da ciber-performance, *avatars*, ou arte telemática, que, na sua generalidade, implicam ligações em redes, descentralizadas, distribuídas, de ambientes virtuais multiutilizador. Ascott define *Cyberself* como:

We are each made up of many selves: de-centred, distributed, and constructively schizophrenic. We are the embodiment of technoetic relativity (Ascott & Shanken, 2003).

Em 2003, acrescenta, ainda, que a própria facilidade de transição da "realidade" para a "virtualidade" iria causar confusão na cultura, nos valores e em questões de identidade pessoal. Será o papel do artista, em colaboração com os cientistas, estabelecer não só novos *creative praxes*, mas também novos sistemas de valor, novas ordens de interação humana e comunicabilidade social (Ascott & Shanken, 2003). António Damásio escreveu que a consciência é voltada para o organismo sobrevivência, assim como a emoção, a consciência está enraizada na representação do corpo (Damasio, 2000, p. 37) e que a representação corporal se comporta como âncora para a construção do eu – um substituto mental para o indivíduo, para a sua personalidade e identidade (Damasio & Damasio, 2006). Em 1995, Sherry Turkle referiu-se ao *The Loss Of The Real*, a internet fornecerá um substituto eficaz para a interação presencial, mas o movimento da virtualidade tende a distorcer a nossa experiência do real (Turkle, 1995, p. 236). Antes, em 1993, Michael Heim, conhecido como o filósofo do ciberespaço, perguntava:

How much can humans change and still remain human as they enter the cyberspace of computerized realities? (Heim, 1993)

Mencionou que a vida eletrónica converte a presença corporal primária em telepresença, introduzindo uma lacuna entre as presenças representadas (Heim, 1993, p. 103). Numa tentativa de definir o que é realidade virtual e focando-se nos seus pioneiros, Heim recorreu,

na data, a sete direções que considerava divergentes: a simulação, a interação, a artificialidade, a imersão, a telepresença, a imersão total do corpo e as comunicações por rede. Referiu que, ao estendermos o termo realidade virtual para cobrir tudo artificialmente, também perdemos a força do seu termo e que, quando uma palavra significa tudo, não significa nada. Até o termo real precisa de um oposto (*ibid* 1993, p. 112).

No entanto, recorrendo ao pensamento mais direcionado para a esfera de Platão, investigadores insistem nas explicações constantes que somos presentes no virtual, alegando que o ser humano modifica as suas estruturas de interação com o mundo através da tecnologia e, portanto, a experiência humana subjetiva mudou, assim como as tecnologias mudaram com o tempo, mas como tais ligações tornam-se cada vez mais complexas e ubíquas, a distinção entre o *eu* e o *eu virtual* perde relevância (Ratan, 2012, p. 332).

Mas, quando passamos para o campo da arte, e particularmente em áreas específicas onde o corpo objeto é a mensagem, como na dança, esta questão torna-se um pouco mais sensível.

Na nossa investigação iremos focar-nos na questão corpórea, dentro da virtualidade. Nós somos constituídos por corpos, é a nossa condição, corpórea. Todos nós ocupamos um volume no espaço (antes de o ocuparmos certamente estava lá ar, ou água, ou outra pessoa) e quando ocupamos esse espaço, estamos a preenchê-lo.

Esta condição tão real e basilar, não é refletida na interface virtual, a que geralmente se diz imersiva nos dias de hoje. Partindo desta perspetiva, as assunções de agenciamento e presença que já existiam nos dispositivos de desktop (relação de posicionamento mão-rato / olhos-monitor), com base em mapeamentos, são as mesmas que estão a ser herdadas pelos dispositivos em realidade virtual.

Maurrice Merleau-Ponty introduziu o conceito de “*schéma corporel*” (nosso “*esquema corporal*”) (M. M. Merleau-Ponty, 1945) e descrevendo a espacialidade do nosso próprio corpo como o contorno do *meu* corpo, uma fronteira que as relações espaciais comuns não

cruzam (M. M. Merleau-Ponty, 1945). Para Ponty, o corpo não é uma reunião de órgãos justapostos no espaço, mas um sistema sinérgico cujas funções são assumidas e articuladas no movimento geral do ser no mundo, na medida em que é a figura fixa da existência (M. M. Merleau-Ponty, 1945).

Sendo o virtual, hoje em dia, não nos oferecido, mas quase imposto, a questão da corporalidade é, filosófica e teologicamente, uma das categorias centrais da cultura contemporânea (Miranda, 1997). As interfaces de realidade virtual imersiva de hoje já desafiam fortemente os conceitos de orientação do espaço, uma vez que reagem com bastante precisão aos movimentos de rotação e translação da nossa cabeça. Mas a limitação física do nosso corpo é importante ser também apreendida em sistemas de realidade virtual. Segundo Lakoff e Johnson, a condição humana impõe normalmente fronteiras artificiais de modo a delimitar as entidades a uma superfície (Lakoff & Johnson, 1980). Sofia Miguens vai mais longe e sugere que as a experiência do nosso corpo como um objeto delimitado e um ‘continente’ (*container*) são a base de inúmeras metáforas ontológicas, que permitem a conceptualização de acontecimentos, ações, emoções, ideias, como entidades e substâncias (Miguens, 2007).

Talvez a metáfora ontológica e orientacional mais central seja a metáfora do continente (container). Como somos seres físicos delimitados do resto do mundo pela superfície da pele, experimentamos o resto do mundo como estando ‘fora’ de nós. Cada um de nós enquanto corpo, é um continente, com uma superfície delimitadora e uma orientação dentro-fora (in/out). Estas características são depois ‘projectadas’ noutros objectos físicos delimitados por superfícies, ou mesmo não claramente delimitados. (Miguens, 2007)

No seu capítulo ‘*Os problemas da Filosofia da Mente*’, refere-se a *ação* (para além de intencionalidade, consciência, pessoalidade, racionalidade, entre outros), que enquadra informalmente em coisas inesperadas a ocorrerem num mundo que se presume ser fundamentalmente físico:

Há um corpo que se move, é este, é o meu, e eu sei por que se move, e são as minhas razões que o fazem mover-se. É a isso que chamamos acção, auto-intencionar-se de uma forma que envolve representações mentais (de crença, desejo, propósito) que

aparentemente causam e explicam os movimentos de um corpo físico (Miguens, 2006, p. 12)

Segundo Evan Thompson, três grandes abordagens ao estudo da mente podem ser distinguidas dentro da ciência cognitiva - *cognitivism*, *connectionism*, e *embodied dynamicism*, sendo que cada abordagem tem a sua metáfora teórica preferida: para o *cognitivism*, a metáfora é a mente como computador digital; para o *connectionism*, é a mente como rede neural; para o *embodied dynamicism*, é a mente como um sistema dinâmico incorporado (Thompson, 2007, p. 4).

Devido à nossa corporalidade e a esta relação com o mundo físico, o efeito *Uncanny Valley* (Vale da estranheza) de Masahiro Mori (2012), de 1970, ainda se sente fortemente presente na maioria das experiências interativas (Lugrin et al., 2018). O ensaio original de Mori sobre o *Uncanny Valley* implicava que personagens virtuais quase humanas provocariam, inevitavelmente, reações afetivas negativas caracterizadas pela aversão e sensações de que algo de sinistro se estaria a passar (de Gelder et al., 2018).

Personagens virtuais concebidas visualmente geralmente consistem em pontos e articulações que manipulam internamente partes de objetos 3D mapeadas, e que são transformadas em representações corporais. Estes mapeamentos, que normalmente constituem e movimentam *avatars*, muitas vezes, não são suficientes para descrever a riqueza do detalhe no movimento sutil e artístico. Essa riqueza e esse micro movimento, que nos fazem mais humanos, praticamente não existe em realidade virtual. É, assim, paradoxal, afirmarmos que estas tecnologias nos proporcionam um maior grau de imersão, e uma maior sensação de presença, se não transportamos a nossa condição corpórea para o dispositivo, ficando esta condição obliterada. Poderemos considerar que, nos dias de hoje, o primeiro encontro com outra pessoa, ou com outro espaço, provavelmente acontecerá primeiro ao nível da esfera digital, e depois, provavelmente, será corpóreo. É a realidade dos dias de hoje. A maior parte de nós possui o seu *profile* digital, seja ele na Google, na Apple, no Facebook, Second Life, e demais redes sociais. Estudos recentes na psiquiatria consideram que o *avatar* reflete estas tendências que facilitam efetivamente a criação de uma "lacuna" entre a representação e a substância

(Brunskill, 2013). O ciberespaço corresponde, assim, à *finitização* do virtual, que, paradoxalmente, leva sempre à indiferenciação (Miranda, 1997).

Quando o corpo é visado tudo se altera bruscamente. (Miranda, 1998a, p. 32)

A gigante *Facebook* comprou a *Oculus* por 2 mil milhões em 2014, um passo que gerou bastantes preocupações, provavelmente legítimas, em todo o mundo, como as relativas à privacidade ou expressão usando a plataforma, ou o potencial para social *weaponization* (Egliston & Carter, 2020). Ao analisarmos uma publicação recente, de 2018, de investigadores da *Oculus*, agora da *Facebook*, intitulado “*The Immersive VR Self: Performance, Embodiment and Presence in Immersive Virtual Reality Environments*” (Schwartz & Steptoe, 2018), e que contém apenas 13 páginas, a simples palavra “avatar” aparece, ao todo, 58 vezes. Analisando o artigo, apresentam o conceito *Immersive VR Self*, identificam três fatores para criarem uma “*unique construct of online self-presentation*”: a) *Visual: perspective-correct visual representation* b) *Audio: spatialized sounds* e c) *Movement: physical body gestures*. Até aqui, tudo bem, mas, ao longo do artigo, apenas designam a visualização de pessoas, na rede, como *avatars*, as tais formas visuais, geralmente representadas por 3 a 20 pontos, e às quais se acopla modelos 3D de cabeças, braços, pernas, a rede social com tanto poder social e económico, considera conferirem aquilo que chamam de *unique construct of online self-presentation*. Os *utilizadores como donos de avatares* são sujeitos especulativos, e estas parecenças contribuem verdadeiramente para os efeitos psicofísicos associados a experiências de realidade virtual (Latoschik et al., 2017). Existe, claramente, uma pretensão de colonização do espaço da virtualidade, dotado de uma nova consistência, já não imaginária, mas não menos flexível e envolvente que o imaginário (Miranda, 1997). Sherry Turkle, professora de ciência e tecnologia, focada *naquilo que os computadores nos estão a fazer*⁵, mencionou o *segundo eu* (*Second Self*) como o advento do computador que levou as nossas relações com a tecnologia a

⁵ <https://www.nytimes.com/2021/03/23/books/review/sherry-turkle-the-empathy-diaries.html>

um novo nível, mantêm uma relação nova e evocativa entre os vivos e os inanimados e que tornam cada vez mais tentador projetar os nossos sentimentos em objetos e tratar as coisas como se fossem pessoas. (Turkle, 2005, p. 287). Não podemos deixar de sentir alguma inquietação quando se pensa no poder explicativo da computação, sentimento misturado com otimismo, e acompanhado pelo fascínio, por possibilidades que parecem infinitas (Pires et al., 2017). As comunicações via computador colocam o corpo fora do processo de comunicação, enfiando as janelas da alma atrás de monitores, auscultadores e fatos de *motion capture*, (Heim, 1993, p. 102), em seguida, o ciberespaço repousa perigosamente numa falha subjacente do paradoxo (*ibid.* 1993, p. 104).

Os designers de interação dedicam-se à criação de interações mais realistas e naturais para aplicações de realidade virtual, mas estudos mostram que níveis moderados de infidelidade de interação podem resultar nos piores desempenhos de utilizadores, já referidos como o *Uncanny Valley* da Realidade Virtual (McMahan et al., 2016). Mesmo que estudos recentes confirmam que fotorrealismo muda a percepção de interpretação da intenção do personagem, aumentando a sensação de se estar presente num espaço real (Zibrek et al., 2019), a verdade é mesmo que tenhamos avatares 3D bem modelados e texturizados, estes configuram um sentido parcial de propriedade (Lugrin et al., 2015). Consultando literatura nas áreas da psicologia, em que vários testes clínicos são conduzidos em ambientes de realidade virtual, verificamos que a maior parte destes colocam pessoas (pacientes reais) em situações de simulação, em ambientes virtuais, e a sua representação, assim como a de outras pessoas, é feita recorrendo a *avatars* (Slater et al., 2010), (North & North, 2016).

Mel Slater é um cientista pioneiro da área da realidade virtual. Em 1994, e na procura de ‘sinais de presença’, introduziu a ideia de "*stacking depth*", isto é, onde um participante pode simular o processo de entrar no ambiente virtual enquanto já está em tal ambiente, o que pode ser repetido a vários níveis de profundidade (Slater et al., 1994). Nessa altura, as tecnologias eram limitadas, estavam a usar poligonais representações, e concluíram que seria necessária uma maior correspondência entre o corpo físico e virtual (Murray & Sixsmith, 1999). Muito recentemente, na experiência que fez, recriando um concerto de Dire Straits, de 1983, em

realidade virtual⁶, na sua publicação⁷ aceite na IEEEVR Conference 2021⁸, onde foram usadas recriações modeladas de pessoas, recorrendo a *computer vision to extract models and animation from video*, muitas respostas aos seus inquéritos revelaram sensações de perturbação (*disturbing*), ou até de pesadelo (*nightmare*), ou mesmo *creepy people*, o que revela a pertinência desta problemática.

Se, por um lado, as tecnologias de realidade virtual evoluíram na última década ao nível do hardware, o mesmo não acontece com as tecnologias e processos de software, especialmente quando se mostram, ou se a intenção é apresentar pessoas no ambiente virtual. Compreendendo as várias manifestações artísticas relevantes que envolveram *avatars* na história do ciberespaço e que contribuiram para a cultura cibernética até aos dias de hoje, temos também de considerar que o *avatar* é, em si, fruto de lacuna que nós ainda não conseguimos superar na apresentação humana virtual. *Avatars* são possíveis tecnologicamente, não necessitam de recursos significativos em termos computacionais para serem rapidamente transferidos da internet, rapidamente apresentados, movidos no espaço, podem assumir diferentes posições, podem andar, correr, voar e dançar, em computadores de todos os tipos, mesmo nos que possuem menos capacidade.

Helena Pires et al consideram que a cibercultura é uma área de investigação em que facilmente se compreende o quão risível é o pensamento do nicho científico fechado sobre si mesmo. Avançando com a seguinte definição:

cibercultura é a metafísica do século XXI, a ciência da superação de todas as fronteiras, a ciência da relação pura e das dobradiças da realidade. (Pires et al., 2017)

Bragança de Miranda considera que a relativa consistência que a tecnologia da informação está a dar ao virtual trouxe para a frente do problema decisivo do controlo, que se configura como uma relação “política” mediada tecnicamente (Miranda, 1997).

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=u39ACs8Hc7o>

⁷ *Disturbance and Plausibility in a Virtual Rock Concert*. Alejandro Beacco: Universitat de Barcelona; Ramon Oliva: Universitat de Barcelona; Carlos Cabreira: Universitat de Barcelona; Jaime Gallego: Universitat de Barcelona; Mel Slater: Universitat de Barcelona

⁸ <https://ieeevr.org/2021/>

Procuraremos, seguidamente, relacionar a definição de incorporação (*embodiment*) com a realidade virtual.

Embodiment é um termo muito abrangente, ainda não traduzido claramente para português⁹, e pouco consensual, tendo sido alvo de várias investigações nas últimas décadas. Segundo Julian Kiverstein, o *embodiment* pode ser entendido segundo três perspetivas: o funcionalismo corporal, em que o corpo desempenha um papel funcional e a *embodiment* é entendido como o papel que o corpo assume na cognição. Numa segunda perspetiva, de conservacionismo corporal, o corpo é entendido como fornecedor de *inputs* ao cérebro. Kiverstein considera, ainda, uma terceira perspetiva, mais radical, o enativismo corporal, que se centra no modo em como o corpo pode articular *inputs* para lhes fornecer significado.

*“On one view, which I will call **body-functionalism**, the body is understood as playing a role in implementing the computational machinery that underpins our cognitive capacities. A second view attempts to deflate talk of embodiment by arguing along traditional lines that the body makes a contribution to information processing only by supplying inputs to the brain, or by executing motor instructions sent out from the brain. I will label this position **body-conservativism** as it seeks to preserve the traditional approaches to cognitive science in the face of calls for revolution and reform from the philosophers of embodiment. A third, somewhat heterodox and radical view, entirely eschews the computational theory of cognition on account of its alleged failure to explain how representations can provide an agent with commonsense knowledge of the world. On this third view, the body is understood as the source of meaning. I will call this view **body-enactivism**, as it is concerned with articulating the ways in which the body can enact or make a situation meaningful to an agent.”*
(Kiverstein, 2012)

⁹ Nesta dissertação usaremos os termos *embodiment*, ou incorporação

Numa perspectiva antropológica, Csordas refere que implicações paradigmáticas do *embodiment* estendem-se à forma como estudar percepção como tal. Se o *embodiment* realmente avança a nossa compreensão de uma determinada prática, também deve avançar a nossa compreensão de como as práticas estão relacionadas entre si - contributo do conceito de *habitus* de Pierre Bourdieu (Csordas, 1990b, p. 28), numa visão de prática do ritual. A essa visão compara o conceito pré-objetivo (*L'être pré-objectif*) de Merleau-Ponty (M. M. Merleau-Ponty, 1945), que coincide com o ato de percepção, existência de *embodiment* fora ou antes da cultura, quebra com a atitude crítica, sendo a fenomenologia uma ciência descritiva de começos existenciais, não de produtos culturais já constituídos (Csordas, 1990a). Para Csordas, não é um determinismo tecnológico de *embodiment*, mas uma forma altamente específica de incorporar um desenvolvimento tecnológico na condição pós-moderna da cultura (Csordas, 2002).

Também poderemos mencionar Wittgenstein, que sugere: no que fazemos mais imediato, no que fazemos social e espontaneamente: "*a origem e a forma primitiva do jogo linguístico é uma reação*"¹⁰ (Shotter, 1996, p. 386), sendo grande parte da discussão de Wittgenstein sobre o conhecimento da postura e do movimento é dirigida sob a visão de sensações corporais (Harcourt, 2008). Para Nuno Crespo, as experiências que Wittgenstein está sempre a propor são um *adestramento perceptivo* do qual resulta o reconhecimento das distinções estéticas subtis que podem ser encontradas entre frases, imagens, figuras, gestos. Significa destruir a perspectiva de *idolatria* (segundo a qual o mais importante está sempre escondido ao olhar, inacessível, num ponto imperscrutável, fechado numa caixa à qual nunca se tem acesso). *O corpo do homem é a melhor imagem da sua alma*¹¹ (Crespo, 2012, p. 15).

Numa perspectiva na psicologia, quase todas as teorias psicológicas da emoção propuseram que as reações emocionais são constituídas pelo corpo de alguma forma, mas essas teorias usam uma metáfora comum de que o corpo e a mente são forças separadas e independentes num episódio emocional (Barrett & Lindquist, 2012). William James disse, em 1884, que uma

¹⁰ Citado de: Wittgenstein, L. (1980). Culture and Value. In G. von Wright; trans P. Winch. Oxford: Blackwell. p31

¹¹ Citado de Wittgenstein, L, Investigações Filosóficas, IIª parte, iv, §6)

emoção humana puramente desincorporada é uma não-entidade (James, 1884). Considerava a emoção nada mais que o sentimento subjetivo das mudanças ou ações corporais. Nas palavras de James: sentimos pena porque choramos, estamos zangados porque atacamos, estamos com medo porque trememos, e não que choremos, ataquemos ou tremamos, porque estamos arrependidos, zangados ou com medo (Reck, 1967). Sentimentos de calor e intimidade acompanham esses estados mentais que cada um de nós reconhece individualmente como seu, e estes sentimentos aglomeram-se sobre o seu constante objeto, o próprio corpo. (Reck, 1979, p. 44).

Ken Hillis, relacionando *embodiment* e cultura, refere que, de um modo geral, a cultura - como uma gama de práticas materiais e obras técnicas e intelectuais, também refletidas em ideias, desejos e aspirações individuais e coletivas - pode funcionar para nos proteger da realidade bruta de certos aspetos da nossa incorporação (Hillis, 1999, p. xvi).

Importa, aqui, apresentar o trabalho de pioneiro de Varela et al, recordando que *embodiment*, tal como para Merleau-Ponty, engloba tanto o corpo como uma estrutura vivida, experiencial, e o corpo como contexto ou meio de mecanismos cognitivos (Varela et al., 1991, p. 238). Francisco Varela e Humberto Maturana formularam a teoria da *autopoiesis*: uma máquina autopoietica é organizada (definida como unidade) como uma rede de processos de produção (transformação e destruição) de componentes que: (i) através das suas interações e transformações regeneram-se continuamente e percebem a rede de processos (relações) que os produziram; e (ii) constituí-la (a máquina) como uma unidade concreta no espaço em que eles (os componentes) existem, especificando o domínio topológico da sua realização como tal rede (H. R. Maturana & Varela, 1972, pp. 78–79).

Na secção *embodiments of autopoiesis*, recorrem ao espaço, especificamente à célula, ao espaço autopoietico, organizado, e às suas fronteiras físicas (*ibid.* H. R. Maturana & Varela, 1972, p. 91). Descreveram o "*espaço definido por um sistema autopoietico*" como "*autossuficiente*", um espaço que "*não pode ser descrito usando dimensões que definem outro espaço*", e que adquire unidade topológica pelo seu *embodiment* num sistema autopoietico concreto que mantém a sua identidade enquanto se mantiver autopoietico (*ibid.* 1972, p. 89).

Manurana, no seu ensaio publicado no Cybernetics Forum (1981), descreve o espaço físico do sistema autopoiético, como lhe conferindo singularidade:

I have said that living systems are autopoietic systems that exist in the physical space. Strictly, however, I should say that the physical space is the space in which living systems exist, and that this determines its singularity. (...) The physical space defined as the space in which living systems exist, then, is both ontologically and epistemologically singular; it is ontologically singular because it is constitutive to the phenomenology of living systems, and it is epistemologically singular because it defines the operational boundaries of our cognitive domain. (H. Maturana, 1981, p. 20)

A fronteira física é também uma característica do sistema autopoiético (*ibid.* 1972, p. 91), a *membrana, vizinhança física* (*ibid.* 1972, pp. 92, 126), que Varela et al. menciona no seu livro, pode também ser relacionada com a palavra *interface*, aqui no âmbito da física. É também a definição de *Interface*, um termo largamente usado nas *media arts*, aqui herdado das teorias HCI¹², para diferentes propósitos. *Interface* (nas ciências físicas) é o limite entre duas regiões espaciais ocupadas por diferente matéria, ou por matéria em diferentes estados físicos (Moura & Kolen'Ko 2019).

Mais tarde, Varela recorre também ao conceito de *affordance*, proposto por Gibson:

The treatment of the world as pregiven and the organism as representing or adapting to it is a dualism. The extreme opposite of dualism is a monism. We are not proposing monism; enaction is specifically designed to be a middle way between dualism and monism. (...) The most significant properties consist in what the environment affords for the animal, which Gibson calls affordances. (1991, p. 202)

Ao passarmos para o campo da tecnologia, especificamente na área da interação, a adoção de uma perspectiva de ação mediada tem implicações diretas para a compreensão da sua utilização

¹² HCI: Human Computer Interfaces

humana: o conceito de *technology affordances* como possibilidades de ação humana mediada (Kaptelinin & Nardi, 2012). James Gibson cunhou o termo *affordance* (1979), que foi evoluído por Kaptelinin e Nardi: as nossas capacidades de ação dependem em grande medida de meios de mediação socialmente desenvolvidos, em primeiro lugar, e principalmente ferramentas, incluindo ferramentas tecnológicas (Kaptelinin & Nardi, 2012).

Na formulação da problemática a esta investigação, foi necessário um esforço de foco, e também de lembrança das experiências que temos vindo a conduzir desde a década de 2000, quando iniciámos peças como YMYI¹³ (Figura 3) ou NUVE¹⁴.

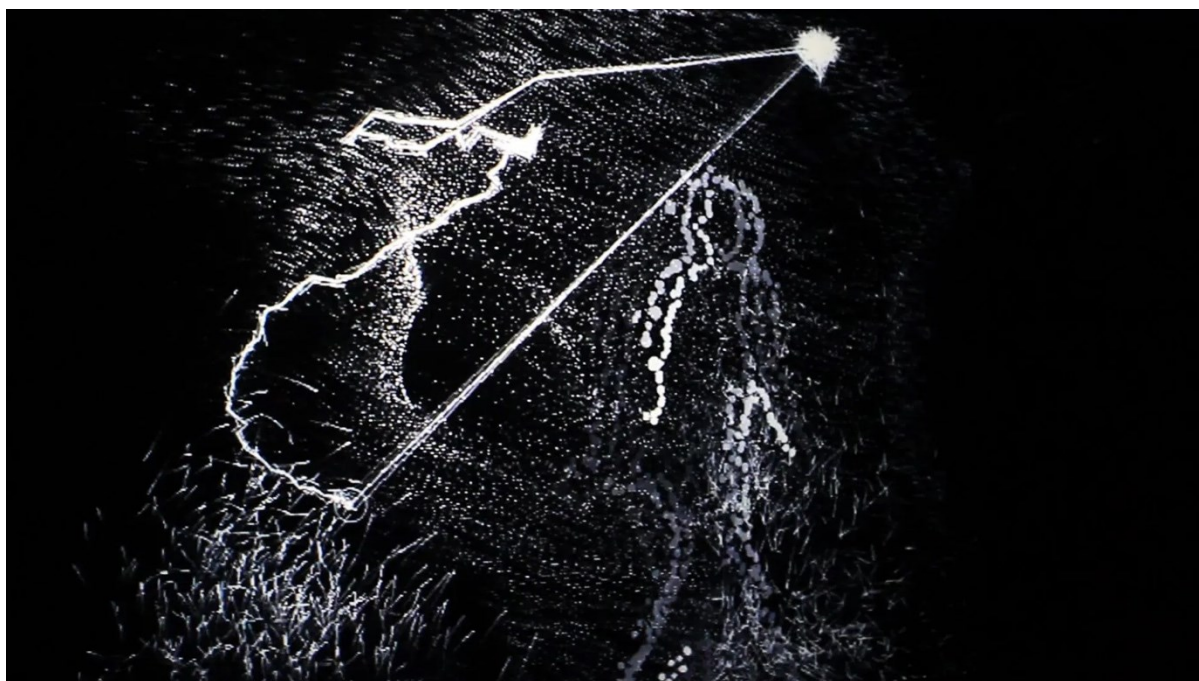


Figura 3 - YMYI, apresentação na Bélgica (2009).

Em 2013, tivemos a oportunidade de apresentar um trabalho de arte algorítmica numa instituição de relevância na *media art*, em Madrid, Espanha, o *Media Lab Prado*¹⁵. Na altura

¹³ <https://jmartinho.net/ymyi/>

¹⁴ <https://jmartinho.net/nuve/>

¹⁵ <https://www.medialab-prado.es/>

construíram uma grande parede de *leds* no seu edifício, uma *Media Facade*¹⁶, e artistas de várias partes do mundo foram convidados a participar com suas obras visuais. Em contactos que estabelecemos, e após conhecermos melhor a instituição, tomamos conhecimento da apresentação que o filósofo Don Ihde lá fez, na conferência 6th International Conference On The Philosophy Of Computer Games: the Nature Of Player Experience¹⁷ (Figura 4).



Figura 4 - Don Ihde na conferência 6th International Conference On The Philosophy Of Computer Games: the Nature Of Player Experience. Media Lab Prado, Madrid, 2012. Fonte Media Lab Prado, obtida no Flickr.

No seu discurso, que se encontra disponível online¹⁸, Ihde, um filósofo americano de ciência e tecnologia, explica o processo de *embodiment* na experiência de jogo, a dimensão de *embodiment* que particularmente iremos focar a partir daqui. Fala em multi-complexidade entre imagem, movimento e jogador.

Ihde, no seu livro *Technics and Praxis* (Ihde, 1979a), propôs investigar o que na altura poderia parecer *terrivelmente mundano* e quase *demasiado óbvio*, a questão da fenomenologia das relações entre humanos e máquinas como base para a compreensão subsequente das possibilidades fundamentais que se colocam na cultura tecnológica (Ihde, 1979b, p. 3). A sua perspetiva apontava para o domínio de uma longa tradição platónica no que diz respeito à ciência e à tecnologia, uma tradição que, no que dizia respeito à ciência e à tecnologia, acabava

¹⁶ <https://www.mediaarchitecture.org/digital-facade-medialab-prado-madrid/>

¹⁷ <http://2012.gamephilosophy.org/>

¹⁸ Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ir539UBrOZQ>

por ser "idealista", introduzindo o conceito de *phenomena of perception and embodiment* (Ihde, 1979a, p. xix).

Dentro da formulação do nosso problema, o aspeto mais interessante da apresentação que Ihde fez no *Media Lab Prado*, uma organização muito dedicada à *media art*, foi o surgimento de bastantes perguntas, após a sua intervenção, sobre o processo de *embodiment* em ambientes digitais e as condições da sua ocorrência.

No seu livro *Bodies in Technology*, diz que nós somos corpos em tecnologia:

We are our bodies—but in that very basic notion one also discovers that our bodies have an amazing plasticity and polymorphism that is often brought out precisely in our relations with technologies. We are bodies in technologies. (Ihde, 2002)

Ihde, no seu discurso no Media Lab Prado, menciona ter efetuado um estudo em que perguntou a várias pessoas o que é que gostariam de fazer com o seu corpo que seria impossível de realizar no mundo físico e refere que 70% das pessoas respondia que desejava voar. Compara o posicionamento, em termos de perspetiva usada durante a simulação, do seu filho com a sua atitude quando pilotam um avião num simulador, depois fala da experiência de estar em queda livre no céu. Aponta ainda que as experiências de jogos que usam personagens controladas por jogadores não são completamente corpóreas, aludindo mesmo assim que a tecnologias cibernéticas ajudam neste processo. Numa comparação com os jogos digitais Ihde refere que a dimensão de movimento pode proporcionar uma transferência de agência, mas que não é suficientemente corporalizada.

Para Ihde (Ihde, 2012) o processo de *embodiment* na experiência do jogo ocorre através da multi-estabilidade existente entre a imagem, o movimento e o participante. Ihde incorpora a noção de Maurice Merleau-Ponty sobre o mundo percebido como a base de toda a realidade, referindo-se à multi-estabilidade na interação (Komelsen, 1991).

Merleau-Ponty, no seu livro *Fenomenologia da Percepção*, refere a palavra "*aqui*", aplicada ao *meu corpo*, que não designa uma posição determinada pela relação a outras posições ou pela relação a coordenadas exteriores, mas designa a instalação das primeiras coordenadas, a ancoragem do corpo ativo (M. Merleau-Ponty, 1945, p. 146).

Segundo Né Barros, a noção de pós-fenomenologia lançada e discutida por Ihde, enquanto teoria variacional e multi-estável, parece reportar-se ao domínio da própria noção de performance: o movimento da performance é incompleto, multifacetado, apela a uma abertura do sentido e, quando considerado na sua forma de objeto de arte, obriga-se a um estado de suspensão em relação ao real porque convoca vários planos de realidade que carecem de ser apreendidos:

A performance (no sentido mais abrangente) é fruto de uma prática de redução fenomenológica porque ao reinventar uma nova realidade carrega em si a procura de uma nova posição naquilo em que se envolveu. (Barros, 2019, p. 43)

A apresentação de Ihde, especialmente dirigida a um público de *media arts*, onde surgiram muitas questões sobre o processo de *embodiment* no digital, é mencionado que as experiências de jogo usando personagens controladas por jogadores não são totalmente corpóreas.

Referindo-se aos jogos digitais, Ihde refere que a dimensão do movimento não está suficientemente personificada, sugerindo que substituir os constrangimentos do mundo real por constrangimentos no mundo virtual não nos forneceria uma maior sensação de liberdade, provocando sim uma supressão das nossas percepções corporais (Santana, 2017). Algo a que Ihde chama falta de riqueza perceptual na RV (Ihde, 2002). Estas seriam tentativas infrutíferas de superar as limitações redutivas da mediação através da Realidade Virtual (Feenberg, 2003). Para superar estas limitações, Ihde sugere então o conceito de multi-estabilidade, que consiste em analisar as condições em que *esta* ou *aquela* estabilidade pode ser experimentada como dada, como variabilidade de ser um corpo humano - não *ter* um corpo humano, mas *ser* um corpo humano (Albrechtslund & Ihde, 2003).

Steve Dixon, no seu livro *Digital performance: a history of new media in theater, dance, performance art, and installation*, refere a edição especial da revista *Women and Performance* sobre "Sexualidade e Ciberespaço" em 1996, em que vários escritores apontam para uma falsa dicotomia na oposição entre ideias como corpos corpóreos e virtuais, e a vida real versus a vida online (Dixon, 2007, p. 239). Reforça que o estado do corpo virtual como um corpo alternativo não é nada de novo no campo de teatro e performance, que atores e bailarinos sempre incutiram isso na sua arte e ofício para representarem e experimentarem diferentes incorporações

(personagens) fisicamente, e que o teatro sempre foi uma realidade virtual onde os atores imaginativamente conspiram com audiências para conjurar uma crença (2007, p. 363).

Para Oliver Grau, no seu livro *Virtual Art: From Illusion to Immersion*, com o advento de novas técnicas para gerar, distribuir e pré-enviar imagens, o computador transformou a imagem e agora na qual sugere que é possível 'entrar' (Grau, 2003, p. 3).

No entanto, no consumo de arte, esta parte física do ambiente e controla em parte a percepção do seu alvo pelo público, levando à imersão: o espetador sente-se de alguma forma parte do ambiente criado pela obra de arte, a imersão ligada ao consumo de arte é assim uma experiência alternativa, no sentido de que não está ligada ao ambiente real em que o espetador é um agente fisicamente presente (Reboul, 2015).

Na *media art*, um campo proeminente para explorar melhor este tipo de (des)continuidade incorporada, uma vez que os artistas possuem uma propensão para arriscar, falhar e voltar a tentar, vinculando este processo no seu trabalho e investigação. Existem lacunas e descontinuidades entre os conceitos abstratos do corpo e experiências de *embodiment* e a fluidez das interações dinâmicas destas expressões aculturadas (Hayles, 2002). Mais especificamente, na dança digital, o corpo, como mediador do ambiente virtual, é o primeiro operador de sinal do sistema, e esta área apresenta vastas possibilidades de exploração dos campos de interação humano-computador e de *embodiment* na virtualidade, uma vez que, tal como a interação, a performance relaciona-se com o *fazer* (Nitsche, 2013). A integração de realidade virtual e de tecnologia interativa em performances de dança produz novas descobertas e experiências com métodos coreográficos que podem, em última análise, levar a dança numa nova direção (Cisneros et al., 2019). Para Né Barros, a dimensão mínima de uma determinada ação adquire uma função determinante na construção narrativa do objeto performativo (Moura et al. 2020a). A identidade da obra é dada por uma composição que integra o gesto criativo e a lei orgânica¹⁹ que presidiu ao processo criativo (Barros, 2014a, p. 5). Há, também, uma tangibilidade material a considerar e que se gera na construção do corpo dançante, isto é, o plano pré-dramatúrgico, o esquema de improvisação ou a micro composição

¹⁹ pura organicidade resultante de um entendimento de que na obra se plasma toda a realidade que lhe deu origem (Barros, 2014b)

que podem ou não nascer de efeitos involuntários, mas que em todo o caso se fazem "reescrita" do corpo (Barros, 2014b).

Para Ken Hillis, um ambiente virtual também fornece um espaço de performance, um multifacetado teatro *theater-in-the-round* para os muitos componentes do *eu*, uma *quasi-merger* de percepções incorporadas transmitidas externamente ao nível da sensação (Hillis, 1999). Neste modelo de telepresença do ciberespaço, o olho do sujeito permanece ligado, mas desligado do seu corpo, que pode ser imaginado como uma linha de visão flexível operando dentro de um total de seis graus de liberdade (Hillis, 1999). William Gibson cunhou o termo ciberespaço no seu livro ficcional *Neuromancer*, publicado em 1982, um espaço de “incorpórea exaltação”, “*demonstrando as possibilidades espaciais das espirais logarítmicas ... uma representação gráfica de dados abstraídos dos bancos de todos os computadores do sistema humano*” e define-o como *uma complexidade impensável de nebulosas e constelações infundáveis de dados*”, e, neste espaço, refere as ligações corpóreas “*na realidade, numa simplificação drástica do sensorium humano ... uma mera multiplicação gratuita do input carnal*” (W. Gibson, 1984). A palavra "Cibernética" foi definida pela primeira vez por Norbert Wiener, no seu livro de 1948, como o estudo do controlo e comunicação no animal e na máquina (Wiener, 1965).

Idhe chamou de *embodied techno fantasies* à forma como filmes da trilogia *Matrix* jogam sobre a fantasia em contexto tecnológico, duvidando que uma suspensão total de tal crença seja possível sem uma autoilusão totalmente bem sucedida (Idhe, 2006, p. 154). *The Matrix* é uma versão cinematográfica do mais recente motor de epistemologia: processamento cerebral interior interagindo com a entrada externa do código de dados (*ibid.* 2006, p. 160).

Segundo Barros, uma das questões mais estimulantes e desafiantes nas artes é o debate sobre a sua materialidade. Esta questão revela-se ainda mais premente para aquelas que vivem nos limites da sua existência física, nomeadamente, as artes performativas (Barros, 2019, p. 27). Recorrendo novamente a Popat, o teatro sempre foi um espaço de virtualidade, a ação no palco faz a ponte entre o real e o imaginário para criar um mundo virtual em que artistas e espetadores

são cúmplices (Popat, 2016). A performance artística contribui, deste modo, para a investigação da incorporação no espaço virtual.

Podemos, assim, observar estudos sobre performance em painéis sobre videogames, *tracks* de conferências de arte digital e *showcases* em conferências sobre tecnologias, como a CHI ou a SIGGRAPH (Nitsche, 2013). Projetos de realidade virtual aliados a performances promovem o envolvimento ativo, a participação e/ou interação, do público, respostas específicas ao espaço (virtual ou real) e permitem a investigação das possibilidades oferecidas pela interação de participantes em períodos de tempo contínuos ou descontínuos.

Em 2007, Jacquelyn Ford Morie, uma artista, cientista e educadora que trabalha nas áreas de mundos imersivos e jogos, mencionou que em ambientes imersivos nós somos incorporados – este é um dos seus principais aspetos – ainda assim, sabemos pouco sobre o corpo que experimenta o ambiente virtual. Mencionou que qualquer investigação sobre este fenómeno dualista levantará certamente a mais questões do que é possível responder (Ford et al., 2007). No seu texto, publicado no *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, referia que muitos críticos da realidade virtual descreveram como participantes entram no mundo do virtual e deixam os seus corpos 'para trás'. Para Ford, o corpo do participante é sincronizado subsumido ao *eu* virtual que entra no mundo dentro do ecrã, que é criado na mente a partir do que o corpo experimenta. Entrando num território que não é bem imaginal, e ainda não totalmente baseado em fisicalidade sólida, o *ele torna-se* subsumido, corporal, consciente e subconscientemente. Mais importante ainda, haverá sempre a necessidade de que os nossos corpos desenvolverem os nossos cérebros e, pelos *misteriosos* meios de consciência, as nossas mentes (Ford et al., 2007).

No entanto, a realidade virtual tem sido sujeita a alegações de que tem um efeito desincorporado, com a cultura popular muitas vezes seguindo o padrão dos escritos seminais de William Gibson, sugerindo que o corpo se tornará obsoleto (Popat, 2016).

Andrew Feenberg, filósofo da tecnologia americano, mencionou que o computador simplifica uma pessoa completamente expansiva num "*utilizador*" para incorporá-lo. Os utilizadores são descontextualizados no sentido de serem despojados do corpo. Ao mesmo tempo, é divulgado um mundo altamente simplificado ao utilizador (Feenberg, 2005, p. 59). Em linguagem

filosófica mais formal, o paradoxo da ação diz que os seres humanos só podem agir num sistema ao qual eles próprios pertencem, o significado prático da nossa existência como seres encarnados e sociais:

We are exposed through our body to the laws of nature. And we are born into a cultural world we largely take as given. In short, we are finite beings. (Feenberg, 2010, p. 6)

Em artigo publicado recentemente, disse que, na realidade, os termos "digital" e "pós-digital" parecem artificiais (Feenberg, 2019).

Mas, mais uma vez, lembremos Ihde e o seu conceito de *here-body*, relacionando-o com a realidade virtual:

It is the here-body in action which provides the centered norm of myself-as-body. This is the RL (real life) body in contrast to the more inactive or marginal "VR" bodies which make the Shift to the quasi-disembodied perspective possible (Ihde, 1998, p. 351).

No seu livro *Bodies in Technology*, e especificamente na relação com a virtualidade, quando aborda as sensações de incorporação em casos *out-of-body*, menciona o conceito de *image body*, identificando-o como "my body" na perspectiva de não ser o "now me", o *here-body*, e finalmente introduzindo o conceito de *me-as-other-body* (Ihde, 2002), levando artistas a considerarem que o corpo virtual é, assim, também real, mesmo em diferentes graus de imersividade (Misi et al., 2016, p. 557).

Bragança de Miranda, no seu texto *As imagens do Início*, refere-se a imagem com:

a forma em que a vida se singulariza, se torna vivível e "humana". Afirmar que a imagem é o começo do "humano" pode parecer bizarro. A estranheza provirá talvez de mal podermos reconhecer o que é uma "imagem", apesar de todo palavreado que a envolve. A imagem antes de ser uma "cópia" é uma divisão, e um efeito de divisão. A imagem é, assim, uma lesão primordial da opacidade das "coisas". (Miranda, 2001)

Barros considera, ainda, a relação de corpo e corporeidade, ou da materialidade e da imaterialidade:

O corpo simbiótico contemporâneo cria uma “nova carne sintética e protética” ou seja, uma materialidade artificial através de uma biocompatibilidade entre natureza mecânica e técnica cirúrgica. Estamos portanto, defronte a toda uma re-definição que não parte já dos limites entre corpo e espírito, mas quando muito entre corpo e corporeidade, ou da materialidade e da imaterialidade.(Barros, 2009, p. 105)

As várias perspectivas que apresentamos nesta secção vão demonstrando que a questão da corporalidade na virtualidade não é consensual, sendo que, na análise dos vários autores, livro e artigos que apresentamos existem diferentes visões tanto filosóficas, como cibernéticas e artísticas, e muitas vezes essas perspectivas são fruto das vivências e experiências de cada autor, ou dos mesmos nas comunidades.

Talvez porque qualquer discurso sobre o corpo parece ter que enfrentar uma resistência, que provém, certamente, da própria natureza da linguagem, pois cada definição permanece num ponto de vista parcial, determinado por um domínio epistemológico ou cultural particular; quanto mais sobre o corpo se fala, menos ele existe sobre si próprio (Gil, 1997, p. 13).

Não sendo nossa ambição aferir mais sobre a realidade no virtual, no nosso trabalho, que é, acima de tudo, uma contribuição artística e experimental, adicionaremos a estas considerações nossas experiências em diferentes imersividades em realidades virtuais, atravessando as camadas da linha da *continuidade* proposta por Milgram, na área específica da performance ou instalação artística, recorrendo a técnicas digitais como mediação. Recorrendo ao conceito de mediação de Antonio Somaini, que, por sua vez, recorre a Benjamin Walter no seu “*Medium of perception*”, tal teoria mediática está, portanto, intrinsecamente ligada a uma "estética" que estuda as transformações históricas de uma experiência sensorial que é sempre de alguma forma tecnicamente mediada (Somaini, 2016, p. 8). Em *The Language of New Media*, Manovich, considerando as questões da distância e da *aura*, aborda os contrapontos de Walter

Benjamim²⁰ e Paul Virilio²¹, face às *old* e *new media*. Destaca a interessante contraponto da *distância* à obra, e a disrupção causada pelo artefacto cultural nos familiares padrões da percepção humana (Manovich, 2002). Provavelmente Walter Benjamin não iria imaginar que a sua discussão em torno da reprodutibilidade da obra, e o seu conceito de *aura* (Benjamin, 1935, p. 4), fosse não imensamente discutido nas últimas décadas, e em específico nas áreas das *media arts*. Aquilo a que Daniel Charles chamou de redefinição de "proximidade" como uma *zeitspielraum*²² tecnológica, a presença envolve a tecnologia de hoje (e especialmente dispositivos ou sistemas que tanto "*distanciam como conectam o performer de e com o público*" (D. Charles, 1987, p. 189). Realçamos aqui a crítica da *mimesis* tecnológica de Bragança de Miranda: a interatividade, enquanto categoria universal, pode ser interpretada como o final, senão mesmo a culminação do modelo clássico, que se realiza integrando no seu interior o "espectador" (Miranda, 1998b, p. 186). A relação entre arte e técnica é primordial (*id.* 1998b, p. 186), e mais essencial que a *interatividade* é o que instabiliza a *mimesis* tecnológica (*ibid.* 1998b, p. 219). Numa altura de tantas inovações tecnológicas como interfaces fluidas, mediação da matéria, ambientes responsivos, a ideia de Walter Benjamin sobre a "*Medium of perception*" e toda a genealogia da *media diaphana* pode ser objeto de um interesse renovado (Somaini, 2016, p. 32). O fio técnico que atravessa os tecidos do sujeito, da imagem e das artes é aquele por onde se pode "*arrepanhar*" o interface, reconhecendo o trilho até ao real (Sá, 2010, p. 7). É precisamente na mediação, na construção da obra de *media art*, como um todo, que se encontra a sua unicidade, a sua aura, e onde constam os processos de intencionalidades.

As várias peças que vamos explorar têm algo relevante em comum para a nossa análise: a de um corpo, em ambiente de virtualidade. Destacamos também uma abordagem crescente ao corpo imaterial numa progressão na sua virtualidade (imaterialidade) nos vários trabalhos que iremos apresentar.

²⁰ Benjamin, "The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction"

²¹ Paul Virilio, "On Justifying the Hypothetical Nature of Art and the Non-Identity within the Object World". Ed. Peter Weibel, 1992

²² Do alemão: margem /intervalo de tempo

Sendo esse corpo cada vez mais imaterial, poderá a sua condição corpórea não ser colocada em causa? Ou, colocando a pergunta de outra perspetiva, poderá a sua condição corpórea, a sua *riqueza percetual*, atravessar também esta linha?

Em 2016, no início da nossa investigação, tendo nós desenvolvido várias experiências e exposições envolvendo o corpo em movimento, sentimos necessidade de responder de forma pragmática a esta questão, enquanto nos encontrávamos na idealização e criação da peça CO:LATERAL, que, posteriormente, reforçámos na peça UNA. Tornou-se inevitável criar e envolvermo-nos com a tecnologia que pudesse consolidar a problemática que definimos. Deste modo, NUVE, proposto anteriormente em 2010, CO:LATERAL, entre 2016 e 2019, e UNA, entre 2019 e 2021, situam-se na linha horizontal do *Virtuality Continuum* de Milgram. Ao chegar ao final dessa linha, procurámos testar os limites da imaterialidade, questionando as várias perspetivas com as quais fomos confrontados nas nossas leituras, experiências e investigação. De seguida abordamos a metodologia adotada nesta investigação.

1.3 Metodologia

A investigação aqui apresentada baseia-se numa metodologia de prática reflexiva experimental, uma investigação artística, que resultou na elaboração da peça escrita aqui apresentada, sendo que a prática reflexiva influenciou a escrita, que, por sua vez, substanciou a prática. Esta metodologia é descrita por Susan Kozel, quando afirma que:

What emerges is a reciprocity between models of knowledge and research practices: the practices point to different models of knowledge. (Kozel, 2010)

A prática reflexiva experimental permite-nos adquirir novos conhecimentos através da prática e dos resultados desta prática. A nossa metodologia insere-se assim no contexto da *practice based research* definida por Candy e Edmonds:

For practice-based researchers, making an artifact is pivotal, and the insights from making, reflecting and evaluating may be fed back directly into the artifact itself.
(Candy & Edmonds, 2018)

Metodologicamente, optámos por reunir referências bibliográficas sobre a incorporação, a performance virtual, analisando a sua fenomenologia ao mesmo tempo que desenvolvemos uma prática reflexiva que evoluiu para a apresentação das peças principais desta investigação. Esta abordagem metodológica foi, maioritariamente, guiada pela nossa experiência e colaboração com Né Barros, coreógrafa e performer no Balleteatro – companhia que cofundou em 1983. Foi na instituição Balleteatro que a principal componente prática desta investigação aconteceu. No nosso primeiro espetáculo, NUVE (Figura 5), criado em 2008, e que estreou no Teatro do Campo Alegre, em 2010, nas sessões das *Quintas de Leitura*, onde recorremos a tecnologia de câmaras e luz infravermelha, criámos algoritmos de computação gráfica para processar e representar o corpo em movimento, e estabelecer um diálogo orgânico em palco entre o real e o virtual.



Figura 5 - NUVE, ensaios com Né Barros na blackbox do Balleteatro (2009).

Né Barros coreografou e interpretou NUVE (J.M. Moura et al., 2011). Após esta peça, sentimos que gostaríamos de continuar a explorar este campo, o de um corpo orgânico que fosse ainda mais imerso na virtualidade, mas que mantivesse a sua expressividade corporal, mesmo em patamares mais preenchidos de imaterialidade. Deste modo, subimos progressivamente nos patamares da imersão, em que a imagem imaterial se aproxima cada vez mais do público, até à imersão total. De desafiar o próprio facto da materialidade inevitável do corpo causar deslizamentos entre materialidade e imaterialidade na realidade virtual (Popat, 2016). No nosso caminho, recorreremos a várias experiências, e necessariamente tivemos de criar e testar novas tecnologias, apresentando-as progressivamente a participantes, a performers e ao público, em ciclos contínuos que se foram repetindo, de desenvolvimentos, ensaios, apresentações, até refinarmos melhor os processos, a nossa técnica, e as peças. Para entrarmos na imersão total em performance, e com o corpo presente, sentimos necessidade de o fazer em progressão, começando com a realidade, e experimentando passo a passo novos patamares na imersividade, de modo que se possam evidenciar pontos críticos da reflexão sobre a experiência e da reflexão enquanto experiência (Barros, 2009, p. 6).

Este processo é bem explicado por Roy Ascott:

There is apparently a paradox in that, as artists, some of us become progressively process-oriented, but continue to produce art objects. For me this is necessary since I work on two levels from a common set of attitudes: on the social level, elaborating plans for a Cybernetic Art Matrix; on the intimate level making individual art works (Ascott, 1968, p. 105)

E por Francisco Laranjo, na sua reflexão sobre com o que se depara o artista enquanto criador e investigador, ao mesmo tempo em que olhamos o universo da criação e investigação, uma abordagem que se pode entender por *criação e investigação legitimadas*:

A prática teorizada, a filosofia adjacente à construção de um pensamento potenciador do discurso que sobre o objecto venha a ocorrer também ele sobre o pensamento e a experiência da prática artística, apenas é um dos lados ainda que relevante da questão

que se institui sobre a origem e a causa do objecto de arte e de investigação centrada nele, sobre ele ou a partir dele ou concorrentemente concomitante. (Laranjo, 2012)

Grande parte dos trabalhos artísticos que discutimos neste documento são performances artísticas, com as quais podemos aprender a partir da experiência, a partir do *enactment* das experiências de performance culturalmente transmissíveis a outras pessoas (Turner, 2001a, p. 19). Aquilo a que Victor Turner se refere como *rituais*, as experiências do fluxo subjetivo e intersubjetivo no ritual da performance, qualquer que seja a sua concomitante sociobiológica ou pessoal, que muitas vezes convence os artistas de que a situação ritual é, de facto, informada com poderes tanto transcendentais como imanentes (Turner, 2001b).

Importante, no entanto, referir a importância da técnica, à qual não estamos alheios, e que nos guiou em todas as experiências. Marlon Miguel é esclarecedor no seu texto sobre Walter Benjamin em relação à técnica:

Benjamin sublinha tanto a importância do aprendizado da técnica: esta não deve escapar aos seus utilizadores, ou ainda os utilizadores não devem se alienar nos aparelhos. A técnica moderna na era da reprodutibilidade técnica é dialetizada por Benjamin, possuindo assim duas faces: por um lado, pode ser liberadora e extremamente democratizante; por outro, pode servir a uma nova forma de culto ainda mais perigosa do que a arte tradicional. Essa dialética imóvel, sem resolução definitiva, sublinha a tensão do conceito de técnica, mas a transfere para a questão dos usos da técnica, para a análise (crítica) de práticas bem antes de conceitos gerais de Arte. (Miguel, 2018, p. 198)

Por fim, recorreremos à definição de interface entre arte, tecnologia e ciência, proposta por Cristina Sá, que identifica a Interface como uma entidade de mediação (Sá, 2019), à qual adicionamos o seu texto mais recente, que fala, precisamente no “*entre*”: O Interface enquanto paradigma da interseção entre Arte, Tecnologia e Experiência:

A forma como promovemos a interdisciplinaridade, as condições que se criam para que aconteça, moldam a forma como esta relação se estabelece. Voltando à arte e

tecnologia, o modo e matéria deste encontro influenciam a forma como a arte se dispõe à tecnologia e como a tecnologia se dispõe à arte e aí, a trabalhar nesse espaço/tempo/matéria de ligações não óbvias, gera-se uma realização possível de arte/tecnologia. Não se distingue a arte. Não se distingue a tecnologia. Não é uma relação protésica: é uma hibridação. Fica-se “entre”, num lugar especial de vibrações e ligações intermitentes que mudam a cada instante (Sá, 2020)

Durante a nossa investigação, tivemos a oportunidade de, ano após ano, escrever, submeter e publicar as várias etapas do nosso trabalho em várias conferências e em um jornal internacional²³, como a *ARTECH - International Conference on Digital and Interactive Arts* (em 2017 na China); a *ISEA International Symposium on Electronic Art* (em 2019 na Coreia do Sul) onde apresentámos dois trabalhos; a *EAI ArtsIT 2020 - Interactivity & Game Creation* (em 2020, na Dinamarca); a *International Conference - Stereo & Immersive Media* (em 2021, em Portugal), e no *International Journal of Creative Interfaces and Computer Graphics* (em 2021). A escrita, discussão, participação e apresentação das publicações nestes eventos científicos, que ocorreram desde o primeiro ano de uma forma periódica ao longo do tempo desta investigação, proporcionou-nos o contacto e as interações necessárias com investigadores de outras instituições, a análise de processos de revisão académica, a discussão dos processos artísticos e técnicos, e a fundamentação necessária para a reunião das conclusões nesta dissertação.

Publicámos ainda capítulos nos livros *Performances no Contemporâneo Coleção Estética, Política e Artes* (no Porto, em 2019) e no livro *Transartes, arte expandida e novas linguagens* (em Braga, em 2021). Aqui, o processo de interação com os editores e as equipas científicas foi importante na nossa reflexão, e moldaram também o progresso na nossa prática artística.

Durante esta investigação, que durou cerca de cinco anos, as tecnologias de sensorização e de visualização evoluíram bastante, especificamente no campo da realidade virtual, equipamentos de captura do movimento do corpo, e também de novas gerações de hardware de

²³ Ver secção Contributos, Publicações

processamento gráfico. Estas tecnologias, mais recentes, são dispendiosas, às vezes não se encontram facilmente em laboratórios de investigação nacionais por longos períodos e necessitam de bastante experimentação antes de serem incluídas em processos de criação e apresentação ao público. Sentimos, deste modo, a necessidade de expandir horizontes e, por isso, o proponente desta investigação concorreu a dois programas europeus relacionados com ciência, arte e tecnologia, enquadrados na iniciativa STARTS²⁴, o programa STARTS Residencies²⁵ e o programa MindSpaces²⁶, tendo sido artista selecionado em ambas as candidaturas. Estas ações proporcionaram o contato com laboratórios europeus de grande dimensão²⁷, e a aprendizagem, manipulação e exploração direta de tecnologias na área da interação e especificamente em equipamentos avançados de realidade virtual.

Porque se trata de uma investigação seguindo o modelo de *Practice-based Research*, a nossa investigação ainda contou com bastantes ensaios no Balletatro, centenas, e consolidou-se com cerca de 20 apresentações públicas de várias peças artísticas²⁸, no formato de performance ou instalação, em vários teatros, auditórios e galerias, em Portugal, na Eslováquia, na Coreia do Sul, na Bélgica e na Alemanha. Algumas destas apresentações tiveram o suporte da Direção Geral das Artes²⁹, assim como da UNESCO Braga Media Arts³⁰. Destas apresentações obtivemos reações do público que nos proporcionaram um delinear possível nossas problemáticas, assim como o melhoramento nos nossos processos técnicos e artísticos, e a consolidação escrita deste documento.

²⁴ <https://www.starts.eu/>

²⁵ <http://jmartinho.net/start-announcement-joao-martinho-moura/>

²⁶ <https://mindspaces.eu/open-call/>

²⁷ IRCAM, o INL, a Aalto University, o Brain and Emotion Laboratory na Maastricht University, a Aristotle University of Thessaloniki e o Centro Pompidou.

²⁸ Ver secção Contributos, Apresentação pública de peças artísticas

²⁹ <https://www.dgartes.gov.pt/pt/noticia/2758>

<https://www.dgartes.gov.pt/pt/evento/2966>

³⁰ <https://artsit.eai-conferences.org/2018/program-at-a-glance/>

<https://www.bragamediaarts.com/pt/agenda/instalacao-vv-por-joao-martinho-moura/>

2. Trabalho prévio

Esta secção é escrita na primeira pessoa.

2.1 Notas de percurso pessoal nas *media arts*

Comecei a programar para as *media arts* há cerca de vinte e cinco anos atrás, muito embora ainda antes dessa altura tinha gosto em criar gráficos em computadores *Amiga* recorrendo a pequenas instruções, onde aprendia e iniciei o primeiro contacto com a *demoscene* (Borzyskowski, 1996). Após a minha adolescência, no final dos anos noventa, consegui um trabalho a tempo parcial na Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa, preenchendo uma posição como designer multimédia. Na altura existia um projeto e um grupo

de pessoas na Universidade Católica, no campus da Foz, que estavam a trabalhar na área da multimédia. Lembro-me perfeitamente do Professor Luís Proença, SJ, que me recebeu e acolheu na Instituição. Com ele considero que iniciei o meu percurso profissional numa área tão vasta como a que é a que hoje normalmente chamamos de *media arts*. Comecei por trabalhar em edição não linear de vídeo. Rapidamente me apercebi do potencial que a programação de código poderia conferir na experiência de apreciação de conteúdos audiovisuais interativos. A Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa estava responsável pela criação de conteúdos multimédia para a Companhia de Jesus e de vídeos que passariam na televisão. Existiam computadores muito avançados na Instituição, da *Silicon Graphics*, lembro-me ainda hoje da sua forma arredondada e cor azul. Com o Professor Luís Proença e o Professor Chris Wilson, aprendi que era possível interagir com esses vídeos, através de instruções de código. De forma muito autónoma aprendi a programar na linguagem de programação *Lingo*, criada por John Thompson. Desenvolvi experiências multimédia no software *Director*, na altura da *Macromedia* (entretanto adquirida pela *Adobe*). Obviamente que na altura não tinha a capacidade nem fazia arte com os códigos que criava. Mas, sentia algo quando me distraía a criar algoritmos que geravam e transformavam imagens, imagens essas que poderia alterar novamente com novas instruções, estava a interagir, assim, com equipamentos informáticos, com o objetivo de criar. Aos meus olhos essa interação fazia um grande sentido. Era uma fase de transição da imagem linear para a imagem interativa. Fiz várias experiências com equipamentos de ponta, na altura, e explorava tecnologias espaciais muito inovadoras, como o QuickTime VR (S. E. Chen, 1995). Fotografávamos um espaço em vários ângulos e depois conseguíamos colar várias imagens de modo a produzir uma panorâmica a 360 graus. Na altura, era impressionante poder navegar pelo espaço virtual, através da interação. Com a programação, conseguíamos viajar no espaço através de instruções de código. Gostava tanto de arte como de arte de engenharia. Acredito nunca ter optado por determinado caminho fixo nos meus estudos, tendo embora efetuado opções bem definidas, e que me proporcionaram conhecimento e crescimento. Na altura ou escolheríamos as humanidades, ou as engenharias. Eu gostava muito de arte e também da engenharia, e preocupava-me com o facto de pouco saber programar código. Optei então por aprender programação a sério, e candidatei-me ao curso de Matemática e Ciências da Computação da Universidade do Minho,

pensando que em altura apropriada da minha vida poderia estudar artes, mais tarde. Quando entrei nesse curso, fi-lo com uma intenção específica, aprender suficientemente a área da programação de código para que pudesse consolidar a minha vontade de criar artisticamente. Por isso, verifiquei o plano curricular e fiz somente as disciplinas de programação. Ao todo, foram 6 unidades curriculares: as de *Paradigmas da Programação*. Compreendi os fundamentos, os vários paradigmas: lógico, orientado a objetos, procedural, funcional, declarativo, imperativo. Programava por gosto, especialmente em computação gráfica, e programava sempre à procura de um sentido visual, para criar imagens. Decidi não acabar o curso de matemática e ciências da computação e concluí o curso de tecnologias e sistemas de informação, também na Universidade do Minho, desta vez não tão técnico e pragmático como o anterior, e aqui já aliei conceitos mais vastos, como a compreensão dos dados, da informação e do conhecimento, aliando esta compreensão à base que tinha aprendido previamente em computação. Já em segundo ciclo de estudos, surgiu uma oferta formativa na Universidade do Minho na área das Artes Digitais, onde fui aluno na primeira edição, dirigida pelo Professor Adérito Fernandes Marcos, que foi meu orientador de mestrado, em coorientação com a Professora Né Barros. Senti-me como um peixe dentro de água. Materializei toda a energia e vontade que me estava latente desde a adolescência: a criação visual, através de código. Este código é, na minha perspetiva, como um instrumento de que uso na criação que faço, como a tinta e o pincel de um pintor.

2.2 Cruzamentos entre a código e arte

A programação informática é mais do que uma ferramenta para o artista, sendo a escrita do código o manipular um *medium*: um *medium* como nenhum outro (Edmonds, 2020). *Design By Numbers* (DBN) foi uma experiência influente no ensino da programação criativas iniciada no MIT Media Lab, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, durante a década de 1990, por John Maeda e seus estudantes. Criaram *Design By Numbers* para *pessoas "visuais"* - artistas, designers, *qualquer pessoa que goste de pegar num lápis e rabiscar* - o DBN tinha

muito poucos comandos e consistia em elementos semelhantes aos de muitas outras linguagens de programação, tais como LISP, LOGO, C/JAVA e BASIC (Maeda, 1999). Este projeto já não está ativo, mas um resultado prolífico de *Design by Numbers* é a plataforma *Processing*, dos alunos de John Maeda: Ben Fry e Casey Reas. Iniciei-me no *Processing* em 2004, e ainda hoje programo continuamente nesta plataforma. Tem a vantagem de ser muito portátil, independente do sistema operativo, a linguagem de programação utilizada é o JAVA³¹. Muitos dos mini-códigos (a que chamo *códigos de bolso* ao longo deste documento) são criados por mim numa rotina quase diária, até aos dias de hoje. Assim, vou acumulando vários códigos, algoritmos visuais, que nascem de várias ideias que vou tendo, estes códigos ficam mais complexos ao longo do tempo, e depois aplico-os às peças que crio e apresento. No ano de 2008 criei um trabalho especial que me marcou imenso, e que ainda nos dias de hoje apresento, chamado *YMYI*, adaptação de *You Move You Interact* (Figura 6, 7).



Figura 6 - Esboços da peça *YMYI*, interações do corpo com o digital (2007, João Martinho Moura).

³¹ <https://www.java.com/pt-BR/>

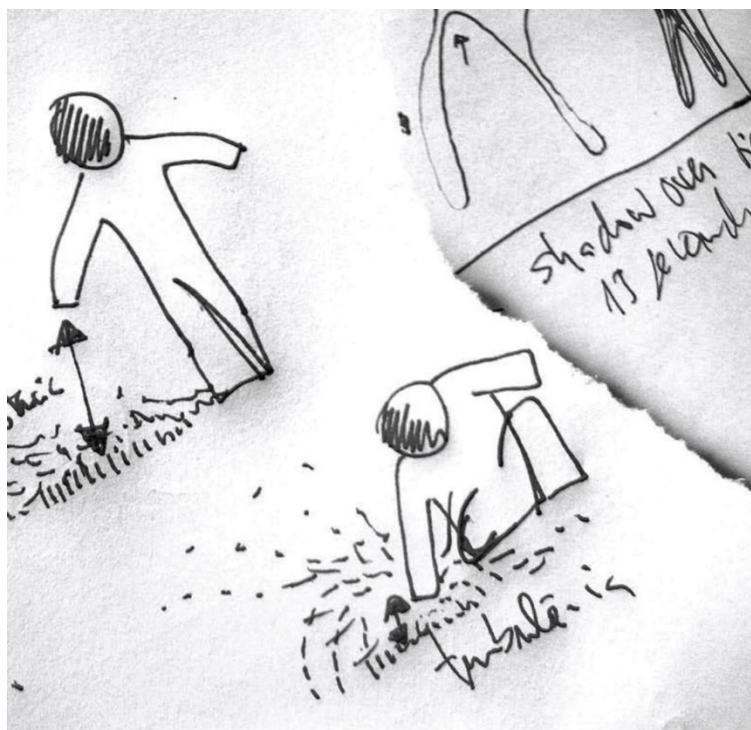


Figura 7 - Esboços da peça YMYI, interações com elementos digitais, e separação da sombra do corpo (2007, João Martinho Moura).

Criei YMYI em *Processing*. Esse trabalho teve um reconhecimento especial. Na altura, e ainda antes a *Processing Foundation*³² existir, a plataforma era gerida por Casey Reas e Ben Fry. O site apresentava uma secção de *exhibition*, onde um projeto era adicionado todos os meses. Em 2008, eu contactava com o Casey Reas de várias maneiras, principalmente no fórum do *website* do *Processing*, e houve uma altura em que lhe demonstrei o YMYI. O Casey Reas viu um vídeo da peça interativa, e pediu-me que o trabalho YMYI fizesse parte desta seleção, a *Processing Curated Collection*³³. Foi para mim um enorme reconhecimento ter a peça lá, pois para essa coleção já tinham sido selecionados artistas e investigadores da arte computacional que eu

³² A Fundação Processing (Processing Foundation) foi criada em 2012 (<https://processingfoundation.org/>), entidade sem fins lucrativos, apoiando a comunidade em torno das ferramentas e ideias iniciadas com Processing. A fundação encoraja as pessoas em todo o mundo a se reunirem anualmente em eventos locais chamados "Processing Community Day". Este evento também se realiza em Portugal em diferentes sítios, um dos mais relevantes acontece desde 2019 na Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto. <https://pcd.fba.up.pt/2019/index.html>

³³ https://processing.org/exhibition/curated_page_9.html ; <https://www.creativeapplications.net/processing/ymyi-processing/>

admirava e ainda hoje admiro muito, como Memo Akten³⁴, Daniel Shifman³⁵, Lia³⁶, Golan Levin³⁷, Amit Pitaru³⁸, Robert Hodgin³⁹, Mario Klingemann⁴⁰, Aaron Koblin⁴¹ e Marius Watz⁴². Mais tarde a curadoria desta seleção passou a estar a cargo de Filip Visnjic da *Creative Applications*⁴³. Todos estes artistas pertencem à geração mais recente da *Media Art*, a geração que eu tive o gosto de sentir e viver. Passados 13 anos a maior parte destes artistas ainda continua com prática artística nas áreas das *media arts*.

Em 2009, passei para a linguagem de programação c++, na plataforma *openframeworks*⁴⁴. Esta plataforma foi criada pelo artista Zach Lieberman⁴⁵, em 2005, e encontrava-se em uso por parte dos alunos de Lieberman na *Parsons School of Design*, em Nova Iorque. É hoje mantida por Zachary Lieberman, Theo Watson e Arturo Castro e por parte da comunidade de utilizadores da plataforma. Nunca deixei o *Processing*, que continuo a explorar até aos dias de hoje, e também a ensinar. Mas com o *openframeworks* dei um salto extraordinário. Uma plataforma de criação mais rápida, embora mais difícil de aprender e não tão portátil (com várias dependências de sistema no processo de compilação), mas que me permitia codificar e ver os resultados de processamentos a uma velocidade maior. Isso permitia-me a criação mais rápida, a ligação a sensores como câmaras de vídeo, e o processamento de imagens mais imediato, pois o código era executado binariamente e não interpretado como no *Processing*, que recorria ao modelo de compilação em tempo real do JAVA. Nasceram muitas peças que apresentei em

³⁴ <http://www.memo.tv/>

³⁵ <https://shiffman.net/>

³⁶ <http://www.strangethingshappen.org/>

³⁷ <http://www.flong.com/>

³⁸ <http://pitaru.com/>

³⁹ <http://roberthodgin.com/>

⁴⁰ <http://incubator.quasimondo.com/>

⁴¹ <http://www.aaronkoblin.com/>

⁴² <http://www.unlekker.net/>

⁴³ <https://www.creativeapplications.net/>

⁴⁴ <https://openframeworks.cc/>

⁴⁵ <http://zach.li/>

mais de 170 exposições⁴⁶, desde 2007, entre universidades, galerias, festivais, conferências, em vários sítios em cerca de 20 países.

Já viajei bastante para apresentar trabalhos e, muitas vezes, chamam-me para apresentações ou conversas em comunidades artísticas ou académicas. Muitos estudantes aspirantes a artistas *media art* perguntam-me sobre o meu processo criativo, como faço a mediação entre a técnica e o resultado, e pedem recomendações sobre o que devem estudar para criar *media art*, e, mais especificamente, na difícil área da programação em código. A resposta, ainda nos dias de hoje, não é fácil. No meu caso, escolhi quase a dedo o que iria estudar e isso demorou tempo e causou-me inquietações. Tive alguma paciência e resiliência. Demorei mais um pouco, mas, a seguir, sinto que me compensou. As ofertas formativas nos dias de hoje já são mais abrangentes, mas, mesmo assim, é difícil estudar programação criativa em cursos de arte ou multimédia, ficando os alunos frequentemente bastante perdidos nas disciplinas de código. Mas o oposto é também difícil, estudar programação ou computação gráfica com um sentido mais criativo em escolas de engenharia, correndo o risco de não ser bem entendido em instituições mais técnicas. A *media art* é muitas vezes vista como demasiado tecnológica para ser apreciada sob os cânones convencionais da estética e demasiado artística para ser apreciada de acordo com os métodos científicos de engenharia (Ascott & Shanken, 2003).

Hoje em dia, existem bastantes *softwares* que superam as dificuldades da escrita de código, e acrescentam funcionalidades mais prontas a usar (*out of the box*), ou camadas de interface, como por exemplo, ações de *drag & drop* de blocos de instruções de alto nível, são exemplos o *TouchDesigner*⁴⁷, ou o *MaxMSP*⁴⁸, o *Vuo*⁴⁹, entre outros, como o *Isadora*⁵⁰, bastante usado pelas comunidades de dança. Quando me refiro a alto e baixo nível estou a falar no nível de eficiência em beneficiarmos da arquitetura de um computador, e se este nível for mais baixo,

⁴⁶ <http://jmartinho.net/exhibitions/>

⁴⁷ <https://derivative.ca/>

⁴⁸ <https://cycling74.com/>

⁴⁹ <https://vuo.org/>

⁵⁰ <https://troikatronix.com/>

significa que teremos um processamento mais rápido, e um maior controle no processo. Eu sou daqueles que ainda acredita que uma aproximação ao código confere mais liberdade a quem cria. Não estou a dizer que estas novas plataformas não sejam boas, porque o são e algumas já permitem um controle muito grande sobre pontos e parâmetros específicos, assim como a introdução de código escrito. Existe ainda o *Unity*⁵¹ que, não sendo *opensource*, é um excelente motor para a criação em três dimensões e que suporta um desenvolvimento de baixo nível. No entanto, devo aqui remarcar que ferramentas *opensource* como o *Processing*, *Openframeworks*, *Cinder*⁵² ou *Super Collider*⁵³, que fizeram parte da minha geração (assisti ao nascer e crescimento destas plataformas), são ainda hoje as que mais exploro, no meu dia a dia, para criar. Um conjunto cada vez mais amplo de ferramentas tecnológicas está surgindo e possibilitando novos caminhos para uma criação democrática e livre (Zagalo & Branco, 2015, p. 12). Existe algo que, provavelmente, só quem programa código para as artes, o sentirá. Nestas ferramentas, exploram-se formas significativas de integrar inovações algorítmicas contemporâneas em projetos expressivos e provocadores (Kelliher, 2016). Escrever código para arte é, também, um processo bastante artesanal, e, por isso, menos refinado, e, deste modo, também mais *poético*. Não se olha tanto a requisitos, mas à forma final, e os ciclos de vida de desenvolvimento não são os mesmos que acontecem com o normal desenvolvimento de software herdado das engenharias e ciências. Este termo, “*poético*”, é legitimado na escola que foi criada por Zach Lieberman, Taeyoon Choi, Amit Pitaru, and Jen Lowe, em Nova York, em 2013, cujo nome é suficientemente esclarecedor, a *School for Poetic Computation*⁵⁴. A manipulação de código requer prática continuada, além de pensamento estruturado, exigem níveis mais severos de concentração no processo de criação. Claro está que esta dualidade entre estrutura e liberdade criativa, entre determinismo e devaneio, nem sempre consegue proporcionar um equilíbrio que possa gerar valor artístico. Aqui entram as intencionalidades, o desejo de comunicar expressivamente, também, mas acima de tudo um caminho intrínseco e

⁵¹ <https://unity.com/>

⁵² <https://libcinder.org/>

⁵³ <https://supercollider.github.io/>

⁵⁴ <https://sfpc.io/>

peçoal que vai definir a obra. Por isso, todo o processo obriga a um comprometimento enorme. O uso de ferramentas de código cria mais hipóteses para a falhar, especialmente se a arte for interativa, porque nem sempre quando estamos a desenvolver nós conseguimos prever o que irá acontecer à peça quando a colocamos em exibição, e essa surpresa é também interessante. Habitamos os códigos a um tipo de interação que geralmente prevemos, e, quando colocamos a peça em funcionamento em algum espaço público, os tipos de interações são diferentes, e causam exceções que possam não ter sido previstas, estas às vezes bem acolhidas pelos artistas, outras vezes causam o mau funcionamento do *software*, ou mesmo o colapso do programa. Isto acontece muito em peças de *media art*, principalmente em festivais ou galerias onde são colocadas as peças interativas. Geralmente, ou desejavelmente, mas nem sempre obrigatoriamente, a *media arte* acontece em tempo real, e o que vemos ou ouvimos é resultado de algum processamento algorítmico que está a ocorrer no momento. Nos primeiros anos em que comecei a apresentar trabalhos de *media art* houve alturas em que eu ficava ali, de olhos ou ouvidos atentos à peça, mesmo que distante, a analisar como se comportariam os algoritmos perante os participantes ou espetadores. À noite, pedia para estar na galeria, e melhorava certos aspetos, quer artísticos quer técnicos, que no atelier não conseguiria imaginar. Muitas das minhas peças eram inicialmente desenvolvidas no próprio espaço da galeria, nos tempos em que esta estava fechada ao público, onde tinha em conta condicionantes do espaço de interação, da luz, dos sensores e da própria sonoridade da sala. Deixava a peça a correr algoritmos durante algum tempo, ia passear no jardim e, passado algumas horas, voltava lá, para ver como estava o seu estado. O que veria poderia ser o que estava à espera, isso acontece muito com as técnicas mais procedurais, também chamadas generativas, em que as nossas instruções e condições despoletam novas sub-instruções e sub-condições de acordo com evolução de variáveis ao longo do tempo, alterando a forma do resultado visual ou sonoro. Ao assumirmos essa auto-geração, estamos também a aceitar a condição a que nos propomos quando criamos com estas tecnologias. O termo *generative art* convergiu para trabalhos que são produzidos pela ativação de um conjunto de regras e onde o artista permite que um sistema informático assumia pelo menos parte da tomada de decisão (Boden & Edmonds, 2009). Permitem também evolução artificial, que funciona como um mecanismo de processo de criação visual (Sommerer & Mignonneau, 1999)

Mas, casos em que algum sensor deixa de funcionar passado algumas horas, casos em que o processamento é muito grande e os dados em memória bloqueiam o sistema, casos em que alguém pisa num cabo sem querer, ou que algum erro no código acontece, são muito normais quando testamos novas peças de arte computacional, e exigem muito cuidado pelo artista para serem minimizados.

Existe um cenário em que o risco é sempre muito grande, quando a peça acontece no palco de um teatro, ao vivo, por exemplo, altura em que nada pode falhar.

Lembro-me perfeitamente da tensão que vivi quando apresentei projetos como *NUVE* no Teatro Campo Alegre, em 2010 (Figura 8), o *Câmara Neuronal* em Guimarães - Capital Europeia da Cultura, 2012, e no Teatro Circo, em 2013, todos com audiência esgotada. O sentimento constante de que o algo no código iria falhar era enorme.



Figura 8 - *NUVE* (apresentação no Teatro Campo Alegre, 2009).

Ou quando estive, ainda recentemente, na sede da NATO, Organização do Tratado do Atlântico Norte, em Bruxelas, na primeira apresentação de uma peça de *media art* no *NATO Arts*

*Programme*⁵⁵ e a sua Deputy Secretary-General, Rose Gottemoeller, inaugurou a peça, ao vivo, à minha frente⁵⁶. O meu coração quase explodia tal era o meu sentimento de responsabilidade na altura. A tensão é de tal ordem grande que nessas alturas ficava apenas concentrado a pensar se o código que eu desenvolvi para aquele determinado momento iria colapsar de alguma maneira, se a imagem que estava a ser gerada corresponde ao meu desejo artístico, e se alguma interação do participante iria criar alguma situação visual, ou sonora, que eu possa não ter imaginado aquando da sua criação. Esta é, de facto, uma realidade na *media art*, que, geralmente, não é tão falada, não tão descrita nas publicações e não tão abordada pelos artistas. Por isso, descrevo esta realidade aqui, não com o intuito de dizer que *media art* é uma área difícil, porque o é, mas para descrever os mecanismos pessoais que usei para lidar com esta tensão. Falo muitas vezes com estudantes de *media art*. Vejo muitos artistas que, a determinada altura, optam pelo caminho da *media art*, mas que com o passar do tempo abandonam a prática, alguns fazem-no logo quando acabam os seus cursos, após deixarem as instituições. Conheço muitos bons artistas de *media art* que, em determinada altura da sua carreira, abrandam a prática por diversos motivos, se tornam professores, ficam sem tempo para criar e acabam por abandonar a prática artística, porque esta área exige imensa dedicação e prática, acima de tudo, continuada. Esta arte é também muito definida pelas várias gerações de artistas, é experimental, e o processo criativo e de execução é influenciado por novas tecnologias que estão constantemente a aparecer (Sacks, 2018).

Hoje em dia é muito natural que uma peça que eu crie possa demorar mais de cinco anos a ser desenvolvida. Aumentei muito o ciclo de vida dos algoritmos que vou desenvolvendo. Primeiro, começo por exhibir em locais mais informais como em exposições de conferências académicas, depois passo para as galerias ou grandes festivais, e só quando os algoritmos atingem determinada qualidade artística e robustez é que, geralmente, e passado alguns anos, coloco em palco. Saliento ainda que quando uma peça é apresentada em determinado ano, significa que nos anos anteriores todo o processo foi muito pensado, e que nas minhas

⁵⁵ <https://vertigo.starts.eu/agenda/opening-of-nato-headquarters-art-exhibition-joao-martinho-moura-starts-residencies-artist/detail/>

⁵⁶ <http://jmartinho.net/video-nato-media-art-exhibition/>

memórias ficam muitas vezes os longos tempos que passo no meu estúdio a escrever linhas de código e a ver ou ouvir o resultado dos algoritmos em funcionamento. Por isso, tenho, genericamente, a noção de que um trabalho, em *media art*, me demora cerca de cinco anos até atingir a sua maturidade, e muitas das técnicas que uso podem estar em vários estádios de criação, e que os processos nos quais estou a trabalhar no momento poderão ser visualizados publicamente num futuro próximo, mas, se forem para um palco de teatro ou auditório, seguramente, num futuro bastante mais alargado.

Após o meu mestrado, em tecnologia e arte digital, que finalizei em 2012, vivi intensos momentos de criação e exposição, trabalhos como o *YMYF*⁵⁷, *Câmara Neuronal*⁵⁸, *Super Collider Shape*⁵⁹, *B/Side*⁶⁰, *Wide/Side*⁶¹ circularam por galerias, auditórios, exposições de *media art* em vários locais do mundo. Algumas exposições ocorreram à escala de cidades, como na cidade de Praga⁶², na República Checa, ou Cidade do México⁶³. Estas exposições exigiram muito de mim, quer física ou psicologicamente, exigiram também estrutura técnica, bastante planeamento e diálogo com técnicos, tornaram-me também mais resistente a possíveis falhas. *B/Side* marcou-me bastante, por ser apresentado na Cidade de Braga, onde vivo, no seu centro histórico, em 2012. Por esta peça recebi, em 2013, em Lisboa, o Prémio Nacional Multimédia, na categoria Arte e Cultura⁶⁴. Nesse ano, apresentava *Super Collider Shape*⁶⁵ na *Ars Electronica*, sendo o trabalho incluído numa seleção, na altura distribuído em *Blue-ray*, do *Ars Electronica Animation Festival* e exibido em várias locais nos anos seguintes.

A partir de 2014, comecei a colaborar com instituições científicas como a ESA, o Agência Espacial Europeia, e o INL, o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, criando

⁵⁷ <http://jmartinho.net/ymyi/>

⁵⁸ <http://jmartinho.net/camara-neuronal/>

⁵⁹ <http://jmartinho.net/super-collider-shape/>

⁶⁰ <http://jmartinho.net/bside/>

⁶¹ <http://jmartinho.net/wideside-joao-martinho-moura-2015-exhibition-at-gnration-gallery/>

⁶² <http://jmartinho.net/wideside-joao-martinho-moura-2015-exhibition-at-signal-prague/>

⁶³ <http://jmartinho.net/wideside-joao-martinho-moura-2015-exhibition-at-mexico-city/>

⁶⁴ <http://jmartinho.net/premio-nacional-multimedia/>

⁶⁵ <http://jmartinho.net/super-collider-shape/>

trabalhos que relacionam arte e ciência, aos quais faço uma abordagem sintética ao longo deste documento. Na cidade de Braga nasceu um movimento muito particular. Desde há alguns anos sou membro de uma cooperativa cultural, a *AU AU FEIO MAU*⁶⁶, onde colaboram vários artistas de diferentes disciplinas, e tivemos a oportunidade de criar e apresentar a arte que se faz na cidade, visual e sonora, em diferentes países. É na cidade de Braga que tenho o meu espaço de trabalho, um local onde nascem e experimento as peças e onde exerço a minha atividade no dia a dia. Em Braga, nasceu o Festival Semibreve, em 2011, icónico em Portugal na área da música eletrónica e *media arts*. Nasceram espaços de exposições de *media art*, como a galeria *gnration*, ou a Casa Rolão. As várias instituições culturais e vários artistas da cidade organizaram-se, em 2015, em prole de uma candidatura à UNESCO. No dia 31 de Outubro de 2017 a cidade foi eleita pela UNESCO como Cidade Criativa para as *Media Arts*, tal como as cidades de Linz, Sapporo, Košice, Karlsruhe, entre outras. Esta é uma distinção que é atribuída a toda uma comunidade e que não é limitada num curto espaço de tempo, como por exemplo a Capital Europeia da Cultura, onde cidades são escolhidas todos os anos. A cidade de Braga ainda está a absorver esta distinção, e ainda existe muito caminho por percorrer.

Mas, ainda hoje, o termo *media art* pode não estar claro universalmente e, provavelmente, nunca o estará. Sinto isso porque simplesmente recebo ou absorvo diferentes interpretações locais ou pessoais em diferentes partes do mundo. É uma arte à qual as universidades ainda se estão também a adaptar, e é muito normal que isso aconteça, pelo seu carácter muito geracional, mencionado anteriormente.

Na minha caminhada pelas *media arts*, em 2018 tive a oportunidade de concorrer ao programa STARTS⁶⁷ na Comissão Europeia, tendo sido a minha candidatura aceite⁶⁸, numa colaboração com o INL. Tratava-se de um programa que aliava Ciência, Tecnologia e Arte, e que dava a oportunidade e um valor monetário a artistas para escolherem e colaborarem com instituições de investigação. Foi, e está a ser, um programa bastante ambicioso. Neste programa apresentei

⁶⁶ <http://auaufeiomau.org/>

⁶⁷ <https://www.starts.eu/>

⁶⁸ <http://jmartinho.net/start-announcement-joao-martinho-moura/>

criações no *INL* em Braga, no *IRCAM/Centre Pompidou* e no *Centquatre* em Paris, e na galeria *Art Center Nabi*, em Seul. Em 2019 surgiu uma nova iniciativa europeia, o *MindSpaces*⁶⁹, ao qual também me candidatei, e que também ganhei, já em 2020, estando no momento a explorar novas criações na área da realidade virtual e da relação do corpo com o espaço urbano ⁷⁰.

Tive a oportunidade de apresentar vários trabalhos em conferências, e algumas marcaram-me muito, como a série de conferências da ARTECH, de cuja associação sou um dos membros fundadores, e que este ano terá a sua décima edição. E a conferência ISEA, *International Symposium on Electronic Art*, na qual fui artista convidado, em 2019, na sua 25ª edição.

A maior parte dos trabalhos que apresentei possui um elemento central, que é um corpo, seja este interator, participante, captado, interpretado, gerado, imaginado ou teletransportado. Esse corpo é um elemento muito relevante na minha prática artística, e a sua evolução iniciou em 2007. Neste percurso de relação com o corpo digital em movimento houve uma ligação que me marcou bastante. O contacto próximo com a coreógrafa e performer Né Barros, co-fundadora do Balletatro. Lembro-me de, em 2008, lhe ter enviado um email, para lhe pedir uma reunião. Passado dois dias estava na sede do Balletatro, na altura na zona de Arca d'Água, no Porto. Previamente tinha assistido a alguns espetáculos coreografados pela Né Barros. Ao assistir a esses espetáculos via leveza, via contato, via aproximação, via muita arte. A Né Barros costumava misturar imagens de vídeo projetado nas coreografias. Na nossa primeira conversa falámos na possibilidade de me co-orientar no trabalho do meu mestrado em artes digitais. Na altura gostaria de colaborar nesta área de uma forma mais profissional. A partir daí, a nossa relação ficou mais próxima, trabalhámos bastante, em vários espetáculos, e também tivemos a oportunidade de publicar em várias conferências académicas.

Em 2016, decidi iniciar um terceiro ciclo de estudos e candidatei-me ao curso de Doutoramento em Ciência e Tecnologia das Artes da Universidade Católica Portuguesa. Tomei esta decisão porque desejava investigar mais. A Escola das Artes seria o local onde deveria seguir este

⁶⁹ <https://mindspaces.eu/>

⁷⁰ <https://mindspaces.eu/consortium/mindspaces-residency-artists/joao-martinho-moura/>

caminho, pois foi precisamente na Escola das Artes da UCP que iniciei o meu percurso na área das *media arts* há já bastantes anos atrás. Conto, neste caminho, com a orientação do Professor Paulo Ferreira-Lopes, que me tem apoiado imenso e com a co-orientação da Professora Né Barros, com quem tenho o gosto de colaborar neste percurso do corpo e virtualidade nas *media arts*.

3. Obras principais nesta investigação

Neste capítulo, apresentamos quatro peças que suportam a nossa investigação. As peças são diferenciadas e demonstram o nosso percurso nos diferentes graus de virtualidade, em instalação artística e em performance. Começamos por *How Computers Imagine Humans*. Aqui entramos no campo extremo daquilo a que chamamos de *virtualidade virtual*. Este trabalho, fraturante, desafia-nos a conhecer os processos automáticos de análise de humanos por máquinas. Confrontamos processos computacionais e verificamos que mapeamentos automáticos não possuem limite, não possuem história, não possuem memória. De seguida apresentamos a performance *CO:LATERAL*, onde um corpo atravessa diferentes níveis de imaterialidade, em que estados reais e estados virtuais são apresentados em palco. A peça *VV* é uma instalação artística, que define também uma estratégia na nossa investigação, onde testamos experiências corpóreas em realidade virtual, confrontando-as com o espaço. Por fim, na peça *UNA*, uma performance interpretada por Né Barros, entramos na imersão corporal.

3.1 How Computers Imagine Humans?

2017

3.1.1 *Motivação*

No início deste doutoramento desejávamos continuar o trabalho com o corpo, digital, em movimento, mas tendo já realizado anteriormente um conjunto de apresentações alargado, recorrendo a diferentes tecnologias como luz infravermelha, câmaras *rgb* e câmaras de profundidade, tivemos a oportunidade de testar outros algoritmos que pudessem visualizar o corpo. Tendo como ponto de partida a exclusão de fatos de *motion capture*, intrusivos em palco, pesquisamos algoritmos que pudessem representar o corpo na virtualidade. Em *Super Collider Shape* (2012), *Carpax e o Homem Surdo* (2008), ou mesmo alguns códigos criados para *Câmara Neuronal* (2012), algoritmos adquiriam sinais ou formas do corpo, sendo eles visuais ou fisiológicos.

Um primeiro passo para a realização destas capturas é o uso de sensores que processam um sinal de *input*, de vídeo, fisiológicos, de luz estruturada para obtenção de profundidade, entre outros. Estes sensores geralmente já trazem algum SDK e algoritmos que interpretam os sinais. No caso de *Câmara Neuronal*, o *headset* EEG trazia um software com uma pequena rede neuronal que poderia detetar algumas emoções ou estados (com recursos a comparações de padrões e a uma fase de treino ou calibração do *headset* neuronal). A verdade é que na peça *Câmara Neuronal* optámos por não usar essas interpretações no palco, pois não funcionavam bem, variavam bastante, e o Adolfo, na altura da performance, estava já bastante alterado fisiologicamente. Usámos então, maioritariamente, e para além de algumas interpretações do SDK, o próprio sinal, em alguns casos, analisando apenas algumas frequências e mudanças de padrão. Esse sinal, nos SDKs, sofre geralmente algum processo de padronização, onde o recurso a algoritmos de inteligência artificial pode ajudar na captura de estados.

No início do desenvolvimento da peça CO:LATERAL (peça que descrevemos a seguir), recorreremos, nos nossos ensaios, a SDK específicos para ajuda na interpretação de sinal de algumas câmaras, como a *Kinect* ou *Realsense*. Tínhamos bastantes problemas com os erros, em que muitas vezes apontávamos a câmara para uma cadeira, e o SDK via ali um corpo, e devolvia coordenadas de uma possível representação do corpo não existente no espaço de captura. Existiam também muitos casos em que, havendo um corpo, não era bem captado em várias posições, e as coordenadas dos pontos eram voláteis, às vezes aparecendo pontos de, por exemplo, um pé, em outra parte do corpo. Estes erros são muito comuns em processos automáticos de interpretação de sinal e fizeram-nos refletir como é que estes modelos de capturam funcionam.

A ideia da captura, recorrendo a processos de inteligência artificial, faz-nos, também, pensar nas questões da captura, processamento, representação, identidade e imaterialidade. Mas também de memória, de unicidade. A maior parte dos trabalhos prévios que apresentámos começa, acima de tudo, na realidade física, como um corpo em movimento ou uma paisagem, seja natural ou urbana, tal com ele(a) é. E através do sinal que se obtém, constrói-se o processo criativo. Estas premissas mantiveram-se firmes em trabalho prévio, sendo comum partirmos de processos bem reais para construir as nossas representações virtuais, sejam elas vindas da macro escala, da nano escala ou da escala real. Em NUVE, foi isso que aconteceu, a bailarina é captada na sua forma real, e desenhos com subjetividade são colocados atrás, não em competição, ou sem seguimento ou repetição, mas em diálogo.

Em meados da década de 2010, apareceram formas inovadoras de detetar o corpo em movimento, recorrendo a processos de Inteligência Artificial (IA), e passámos alguns meses a fazer testes com ferramentas de IA como o *PoseNet* (Y. Chen et al., 2017), que, através de uma rede neuronal, conseguem identificar, além de pontos específicos do corpo em movimento, o corpo segmentado num *stream* de imagem (Arabi & Zaidi, 2017), e segmentações de partes do corpo (J. Charles et al., 2017). Estas ferramentas são interessantes do ponto de vista da extração de informação, apesar de requererem bastante processamento. No entanto, nos nossos testes, existia continuamente algo que não fazia sentido na visualização final, especificamente para projetos em palco. O corpo muitas vezes deixava de estar presente. Nós desejávamos que o

processo digital não influenciasse esta questão, pretendendo evoluir o nosso processo de investigação, mas continuando com o trabalho que iniciámos em YMYI, e com a Coreógrafa Né Barros em NUVE. Este processo envolveu um corpo presente e bastante detalhado no processo. Os processos mais diretos para captura de movimento são, por exemplo, os fatos *VICON*⁷¹, ou *XSENS*⁷², que, geralmente, devolvem uma visualização fidedigna do movimento. No entanto estes fatos, apesar de serem importantes em diversas áreas, como a análise precisa do movimento, são bastante dispendiosos, difíceis de usar em palco, poderão ser bastante incómodos, e condicionam o performer nos seus movimentos, ou até condicionar a sua apresentação. Hillis, subscrevendo Ihde (1991), menciona que os computadores têm corpos e que nós não reconhecemos este facto porque "corpos informáticos" assumem formas diferentes e são feitos de substâncias diferentes das nossas (Hillis, 1999, p. 169). Estes "corpos informáticos" possuem capacidades de processamento e conseguem perceber os corpos humanos com relativa facilidade. Não obstante o facto de Ihde usar este argumento para computadores, e não para computadores que o fazem por si mesmos, a sua proposta pode ser alargada para sugerir que, sob o sinal de uma racionalidade cartesiana instrumental, o ciborgue pode recuperar - ainda que de forma projetada e representativa - uma incorporação perdida para a subjetividade moderna. Tal incorporação projetada seria à custa da *união* do humano com a máquina. Isto pode parecer um preço elevado a pagar pelos sujeitos que gozam da experiência de formação de identidade individual, e o seu direito e dever de suportar o *peso* de criação de significado a partir de um exame e conceptualização da própria experiência (*id.* 1999). Nos dias de hoje esta problemática é bem entendida com o crescimento da inteligência artificial, e das implicações que esta tem na nossa vida diária.

A sociedade criou e aceitou algoritmos tão eficientes que hoje já são executados em tempo real com muita facilidade. Existem sistemas que já detetam os nossos corpos, as nossas faces, e até as nossas emoções (Garcia-Garcia et al., 2017). Em 2017, apareceram notícias⁷³ sobre o facto de a visão artificial poder aferir, por exemplo, a orientação de sexualidade de uma pessoa,

⁷¹ Site VICON

⁷² Site XENS

⁷³ <https://www.economist.com/science-and-technology/2017/09/09/advances-in-ai-are-used-to-spot-signs-of-sexuality>

analisando apenas imagens da sua face⁷⁴. As sociedades e as diferentes subculturas permitem e aceitam que as máquinas serão capazes de capturar as emoções das pessoas, sendo este tema necessariamente um controverso (Branco, 2006, p. 115). Estas deteções acontecem com base em padrões de dados que são comparados com outros padrões de dados, muitas vezes enviesados, carregados de *bias*, comportamentos tendenciosos face à maneira como se processam os dados de forma automática, demonstrando o quão críticos os dados de treino são para as previsões que o modelo vai fazer (Akten et al., 2019). Há décadas atrás estas deteções eram muito lentas e não existiam dois fatores que hoje contribuem para que isso aconteça: por um lado, hoje temos processadores com alta capacidade para calcular mais rapidamente e, por outro, temos grandes conjuntos de dados sobre os quais a ‘força bruta’ pode ser usada na sua máxima plenitude para extrair a informação necessária. A maior parte dos nossos comportamentos online são cuidadosamente guardados: os segundos que passamos a ver uma notícia, uma imagem num *post*, os tempos até fazermos um *clique*, e essa informação é usada pelas redes para mostrar, ou não, dependendo dos algoritmos, essas mesmas imagens a outras pessoas com um perfil similar ao nosso.

Di-lo William Gibson, no seu famoso romance: “*o ciberespaço é uma alucinação consensual experimentada diariamente por milhares de milhões de operadores autorizados*” (Miranda, 1997).

As redes tecnológicas, enviesadas (*bias*), fazem-nos então caminhar todos em sentidos muito paralelos e, hoje em dia, podem até decidir a escolha presidencial de um país⁷⁵. Por detrás destas circunstâncias estão: a) as ligações cada vez mais rápidas, b) o processamento computacional cada vez maior, e c) a maior capacidade de armazenamento de grandes conjuntos de dados, dados esses que os sistemas colecionam de nós mesmos. a), b) e c), quando juntos, criam novos mapeamentos, esses novos mapeamentos criam novas receitas⁷⁶, e estas

⁷⁴ <https://www.theguardian.com/technology/2017/sep/07/new-artificial-intelligence-can-tell-whether-youre-gay-or-straight-from-a-photograph>

⁷⁵ <https://medium.com/@drpolonski/artificial-intelligence-can-save-democracy-unless-it-destroys-it-first-7b1257cb4285>

⁷⁶ Aqui falamos já em *receitas*, e não só programas de computador. *A recipe is Adobe's term for a model specification and is a top-level container representing a specific machine learning, AI algorithm or ensemble of algorithms, processing logic, and configuration required to build and execute a trained model and hence help solve specific business problems.* <https://experienceleague.adobe.com/docs/experience-platform/data-science-workspace/jupyterlab/create-a-recipe.html?lang=en#jupyterlab>

receitas novamente criam novos mapeamentos, mais aprimorados, e estes mapeamentos mais aprimorados criam, por sua vez, novas receitas, até ao ponto em que os humanos poderão não entender o processo de chegada a esse resultado. Este é um resultado de processos automáticos, geralmente não supervisionados⁷⁷. Resultados de modelos do real, já sem origem na realidade, a que Baudrillard chamou de *hiper-realidade*, fazendo uma alusão ao *deserto do próprio real*.

Hoje a abstração (...) é a geração pelos modelos de um real sem origem nem realidade: hiper-real. O território já não precede o mapa, nem lhe sobrevive. E agora o mapa que precede o território — precessão dos simulacros — é ele que engendra o território cujos fragmentos apodrecem lentamente sobre a extensão do mapa. (...) O deserto do próprio real. (Baudrillard, 1981, p. 8).

Atualmente, à medida que as técnicas de deteção e reconhecimento são generalizadas e mais precisas, as preocupações com a privacidade e os direitos civis estão a surgir na sociedade e, conseqüentemente, estão a ser desenvolvidos trabalhos de investigação intensificados para evitar a deteção automática do rosto (Wilber et al., 2016), como é o caso do interessante projeto *CV Dazzle* de Adam Harvey (Harvey, 2010), que criou um estilo de moda, que inclui cortes de cabelo ou maquilhagem, para evitar que sistemas possam detetar humanos.

⁷⁷ Ethem Alpaydin, na sua tese de doutoramento *Neural models of incremental supervised and unsupervised learning*, de 1990, dizia que um programa de computador não pode ser mais inteligente que o seu programador e não deverá ser mais inteligente que o seu utilizador. No caso dos sistemas de aprendizagem adaptativa, isto torna-se num corolário: um sistema de aprendizagem não pode ser mais inteligente do que o seu conjunto de treinos e não deverá ser mais sofisticado do que o seu teste necessita (Alpaydin, 1990). Nessa altura não existia a componente que faltaria: os dados em grande escala, a big data.

3.1.2 A peça ‘How Computers Imagine Humans?’⁷⁸

A Inteligência Artificial pode trazer benefícios sem precedentes para a sociedade, mas também pode gerar riscos no seu uso indevido (UnitedNations, 2018). Não nos podemos esquecer que a inteligência artificial somos nós, desenvolvida por nós e alimentada e aprimorada por nós a cada segundo. Numa procura da definição de IA em contexto de arte, Lev Manovich escreve o seguinte:

“AI arts” would refer to humans programming computers to create with a significant degree of autonomy new artifacts or experiences that professional members of the art world recognize as belonging to “contemporary art.”

(Manovich, 2019)



Figura 9 - *How Computers Imagine Humans*. Apresentação da peça na Alemanha, no altar de uma igreja, em Duisburg, Düsseldorf. 2018.

No início da nossa investigação, sempre que utilizávamos algum algoritmo mais avançado de inteligência artificial para, de algum modo, capturar ou representar o corpo, sentíamos que

⁷⁸ <http://jmartinho.net/how-computers-imagine-humans/>

estávamos a entrar num beco sem saída. Os resultados do movimento digital eram muito padronizados. Não se conseguiria entender qual era o bailarino ou performer que estava na origem daqueles movimentos. Por outro lado, por vezes estes algoritmos viam coisas que não existiam na realidade. Numa experiência colocámos algoritmos de captura para detetar faces, com o objetivo de perceber onde estaria a cara do performer em alguma situação específica e muitas vezes estes algoritmos imaginavam caras onde elas não existiam, como por exemplo, entre os braços, ou até no canto da sala de ensaios. Esta serendipidade levou-nos a decidir experimentar utilizar estas tecnologias ao contrário, para verificar o que estava por detrás destes algoritmos, na convicção de que sistemas automatizados não confeririam o desejável carácter mais orgânico nas visualizações. Para testar esta nossa hipótese, criámos então uma peça, em que a inteligência artificial é usada contra a inteligência artificial para descobrir como os computadores imaginariam humanos, usando apenas ruído visual (que é gerado por um computador) e um sistema de deteção facial por inteligência artificial (que é usado num outro computador). Ambos os sistemas funcionam em tempo real, um face ao outro, usando apenas os seus ‘olhos’ (sistema de visão) e as suas câmaras integradas, para se comunicarem. Desta maneira, um computador está a olhar para o outro, e vice-versa, ambos a correr códigos independentes. Apenas existe a interação entre os dois computadores, o público não interage, apenas contempla, de uma forma ergódica, apreciando o sistema / processo como um todo. Artefactos procedurais requerem o desenvolvimento de um esforço não trivial do leitor para encontrar não um, mas muitos caminhos ao longo do espaço processual das possibilidades (Carvalhais & Cardoso, 2015).



Figura 10 - How Computers Imagine Humans. Apresentação da peça na Alemanha, plano geral do altar da igreja. 2018.

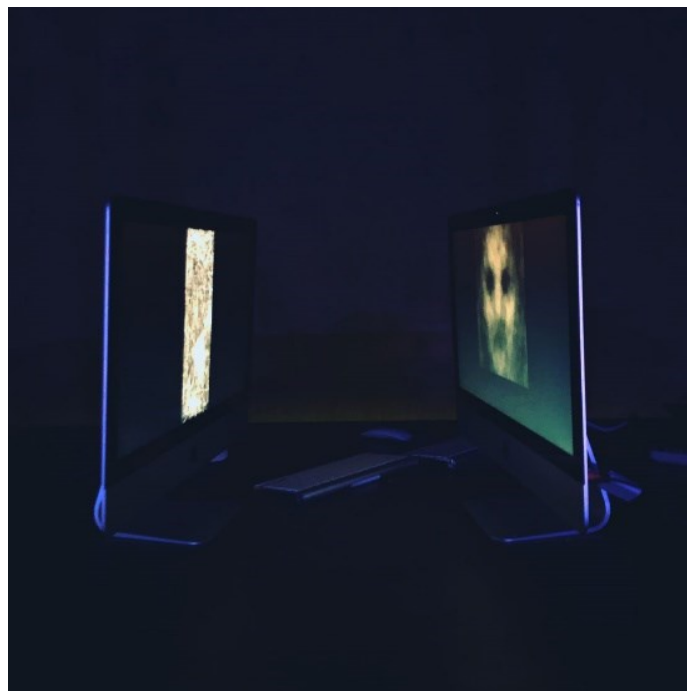


Figura 11 - How Computers Imagine Humans. Dois computadores olham um para o outro. 2018.

Nos tempos atuais, onde GANs (*Generative adversarial networks*) se estão a propagar e também a saturar os nossos ecrãs ⁷⁹, o tema da arte feita com recurso a IA tem vindo a ganhar atenção e a provocar reflexões sobre como iremos lidar com esse tipo de meio no futuro. Esta peça, *How Computers Imagine Humans?* (Figura 9,10,11), foi realizada em 2016, altura em que as GANs estavam a nascer. Então, inspirados nos fundamentos destas GANs, apresentámos uma experiência muito direta, usando um algoritmo muito conhecido de deteção de rostos (ainda por cima, um algoritmo clássico, já antigo) e procedemos a um uso incomum da sua técnica, visando fazer o contrário do que o algoritmo se propõe a alcançar. Em vez de tentar localizar e capturar rostos, no nosso trabalho geramos imagens faciais "imaginadas" por um computador, através da exploração de hipóteses, começando apenas pela aleatoriedade visual (já que a geração de sinal de ruído é um procedimento básico em computadores).

Este ruído é composto por linhas e triângulos colocados aleatoriamente no ecrã, com diferentes tons de cinza (Figura 12).

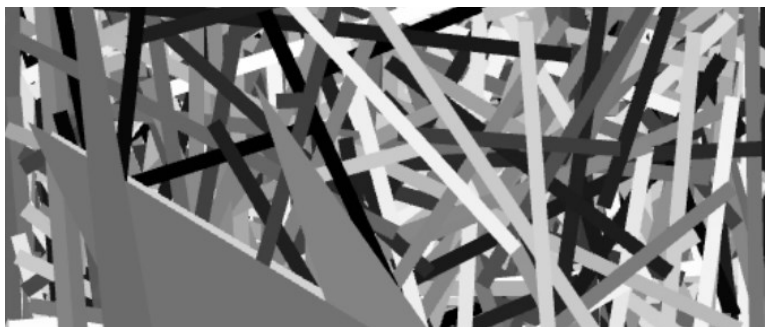


Figura 12 – Ruído, gerado automaticamente.

Como neste cenário artificial, estamos certos de que qualquer entendimento, por parte de um computador, de que está a ver uma pessoa, se trata de uma falsa deteção positiva por defeito, e para evitar um resultado muito inconsistente, adicionamos deteções iteradas com rotações muito pequenas de -5 a +5 graus até um intervalo máximo de 20 graus e estabelecemos um limiar mínimo de 5 falso positivos para cada tentativa. Este processo leva algum tempo, devido

⁷⁹ As GANs, entretanto, evoluíram bastante desde 2016. Um exemplo recente (e algo assustador) é o recente trabalho da NVidia, stylegan2, (Karras et al., 2020), que o site *This Person Doesn't Exist* (Philip Wang) apresenta sempre que refrescamos a página: <https://thispersondoesnotexist.com/>

à natureza da aleatoriedade, o que obriga a que quem esteja a assistir à peça tenha de esperar para ver o resultado final. Uma vez que se trata de uma abordagem experimental, o tempo e a velocidade de *render* não são claramente uma prioridade. À medida que, finalmente, encontramos uma deteção que se adequa aos critérios mínimos, guardamo-la num conjunto a que podemos chamar de falsidade razoável, que mostramos na Figura 13.

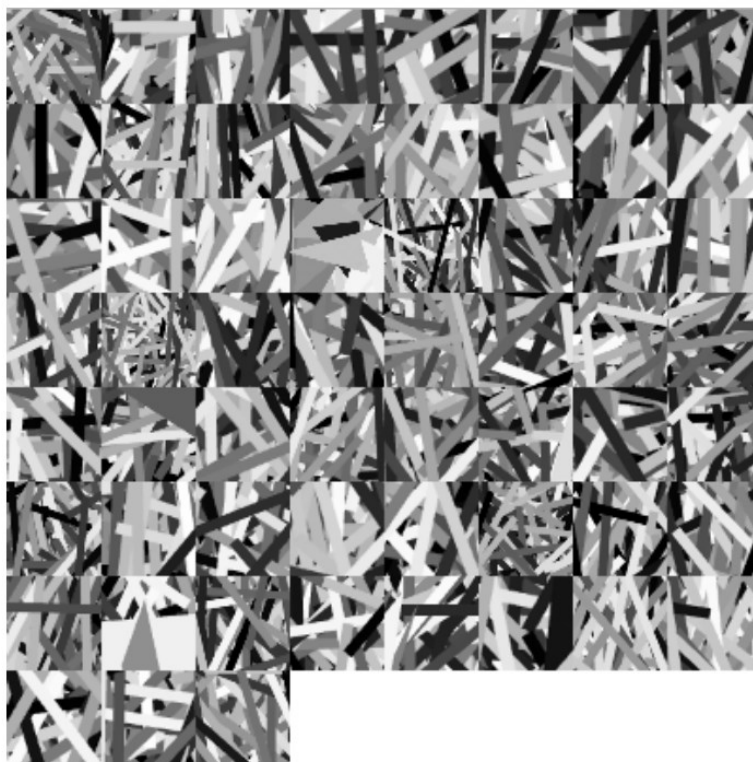


Figura 13 - Pode não parecer, mas os computadores “veem” nesta amostra 59 faces humanas. Se o leitor olhar com atenção ou fizer algum movimento com os olhos, poderá também ver faces nesta imagem.

Cada deteção é desenhada na área de um retângulo, com um pequeno valor de opacidade de 10%. Nas nossas experiências, descobrimos que um conjunto de 20 a 70 imagens sobrepostas é suficiente para que um rosto seja percebido pelo olho humano, e embora este não seja o objetivo principal, este trabalho procura descobrir o resultado visual acumulado destas experiências. Definimos uma área mínima de 70 a 150 pixels para uma área de deteção mínima, ignorando deteções menores, aumentando ligeiramente o detalhe no resultado final. Este pode

ser observado nas seguintes imagens. No processo de geração aleatória, experimentámos diferentes formas de aleatoriedade visual, como pontos ou quadrados, em cores diferentes ou eventos a preto e branco, e optámos por linhas e triângulos cinzentos, colocados aleatoriamente em diferentes posições, uma vez que o resultado acumulado final é mais análogo ao que uma mão faria ao rabiscar um papel.



Figura 14 - How Computers Imagine Humans?. Apresentação na Coreia do Sul.

Este trabalho representa, deste modo, uma sátira a estes algoritmos, que são usados atualmente transversalmente, para deteção de pessoas no espaço, em sistemas de vigilância, nas redes sociais e também em peças de *media art* (Figura 14).

Mais do que aquilo que oferece em termos de visualização do que está por trás de algoritmos de IA, este trabalho, na forma como é apresentado, com duas máquinas interagindo entre si sem conexão com fios ou sem fios, demonstra o 'conhecimento' que nós, humanos, tentamos

implementar em máquinas para nos detetarem a nós próprios - consciência sobre essas tecnologias e seus efeitos (negativos ou positivos) na nossa sociedade.



Figura 15 - How Computers Imagine Humans? Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.

O resultado é um rosto humano, um tipo de aparição (Figura 15), realizado através de matemática e probabilidades, que aparece muito lentamente conforme os algoritmos funcionam ao longo do tempo (Figura 16). É precisamente o problema da geração de conteúdo falso pela IA, seja uma imagem, vídeo, áudio ou texto, e os riscos de uso indevido da IA, que este trabalho aborda.



Figura 16 - *How Computers Imagine Humans?* Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art, Gwangju, Coreia do Sul, 2019.

As tecnologias de detecção humana têm sido amplamente utilizadas por artistas para criar arte digital. A detecção facial proporciona novas formas de interação e permite que artefactos digitais detetem a presença de seres humanos, por meio da captura de vídeo, em tempo real. Neste trabalho, explorámos então o algoritmo proposto por Paul Viola e Michael Jones, apresentado em 2001 (Viola & Jones, 2001), para gerar faces imaginadas a partir da aleatoriedade visual.

As seguintes figuras mostram um resultado matemático de uma exposição (Figura 17), na Alemanha, em 2018 (gerada num longo de *takes*, de mais ou menos 5 minutos de exposição direta ao ruído gerado). *Retratos* gerados por amostra, que, apesar de podermos aceitar que demonstram algum tipo de expressão, foram, matematicamente, calculados a partir de ruído (Figura 18) e, por causa disso:

- Não possuem essência, limite, identidade, não possuem história, não possuem memória.

De facto, depois da fotografia, do cinema e do vídeo que a nossa experiência está povoada de novos objectos, de materialidade estranha para nós, dando uma consistência fantasmal a todo o nosso mundo. (Miranda, 1998a, p. 40)

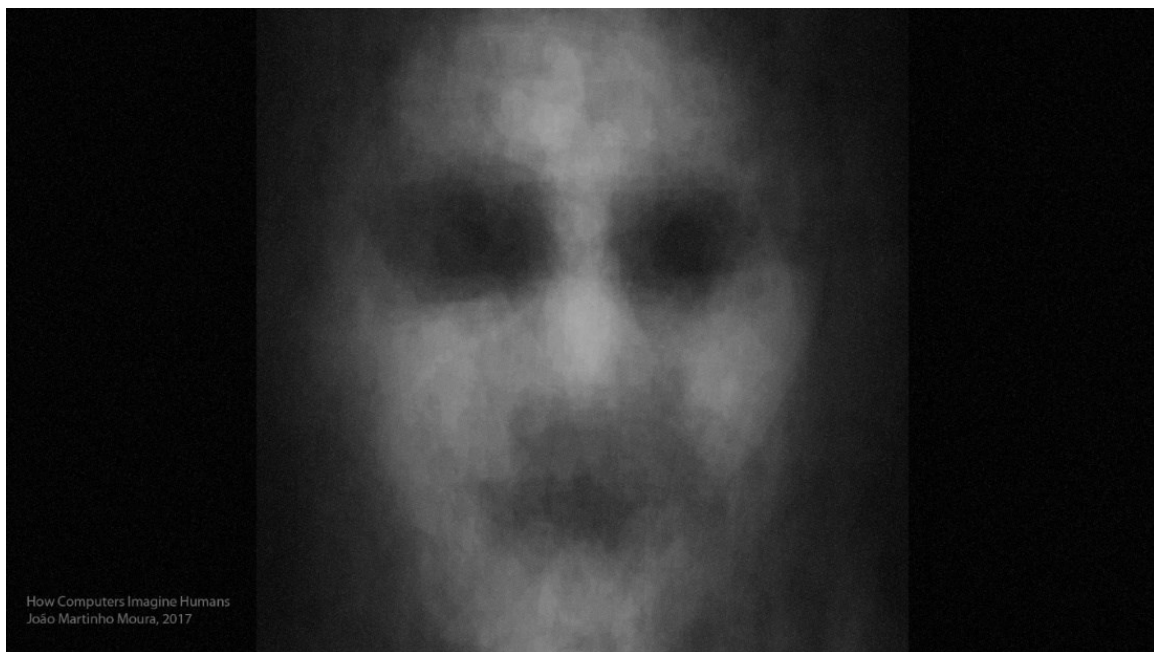


Figura 17 - How Computers Imagine Humans? Imagem extraída de uma imaginação na Alemanha. 2018.

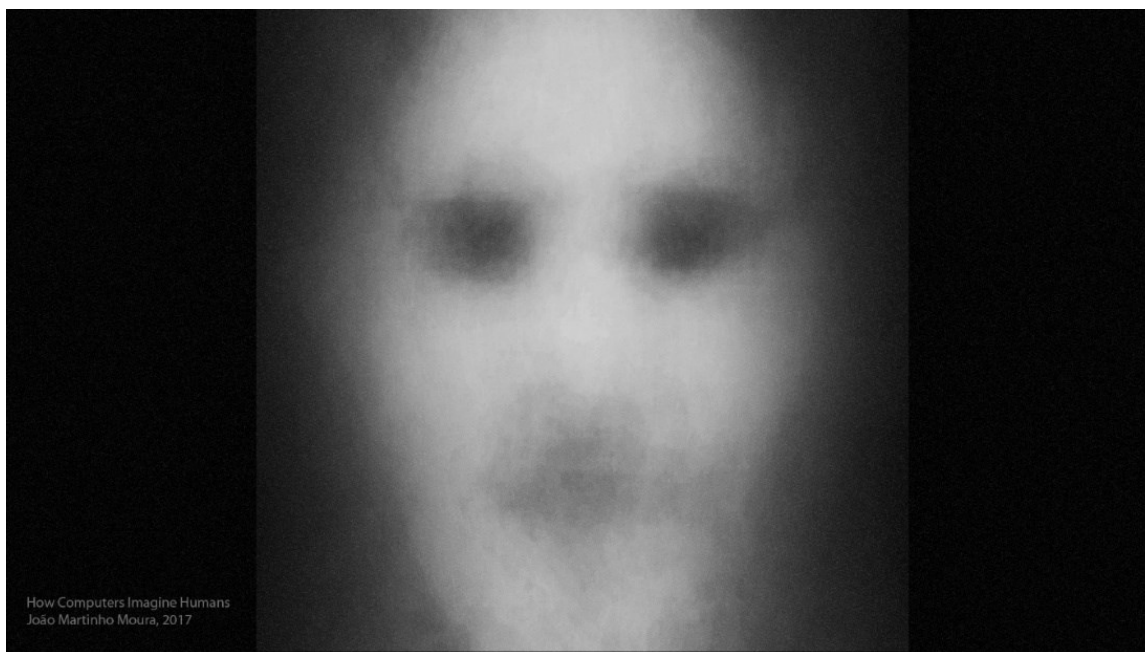


Figura 18 - *How Computers Imagine Humans?* Imagem extraída de uma 'imaginação'. Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.

A primeira etapa de qualquer sistema de processamento facial é detetar os locais nas imagens onde os rostos estão presentes (Yang et al., 2002). Estas técnicas aplicam-se hoje em dia a faces, a corpos, a mãos ou olhos. Em 2001, Paul Viola e Michael Jones introduziram uma abordagem de aprendizagem máquina para deteção de objetos visuais capaz de processar imagens de forma muito rápida e alcançar altas taxas de deteção (Viola & Jones, 2001). O algoritmo de deteção de rosto Viola-Jones foi o primeiro sistema de deteção de rosto em tempo real em visão computacional (Wang, 2014). OpenCV, uma biblioteca de código-fonte aberto amplamente usada na comunidade de visão por computador, e que permite que os computadores vejam (Gary Bradski & Kaehler, 2008), implementa uma versão da técnica *Viola-Jones*, que foi estendida por Rainer Lienhart e Jochen Maydt (Lienhart & Maydt, 2002). É usada para detetar objetos em outras imagens, por meio de processos de treino, de *machine-learning*. Esses objetos podem ser rostos, corpos, mãos, ou outros, como pedestres na rua, ou olhos de pessoas.

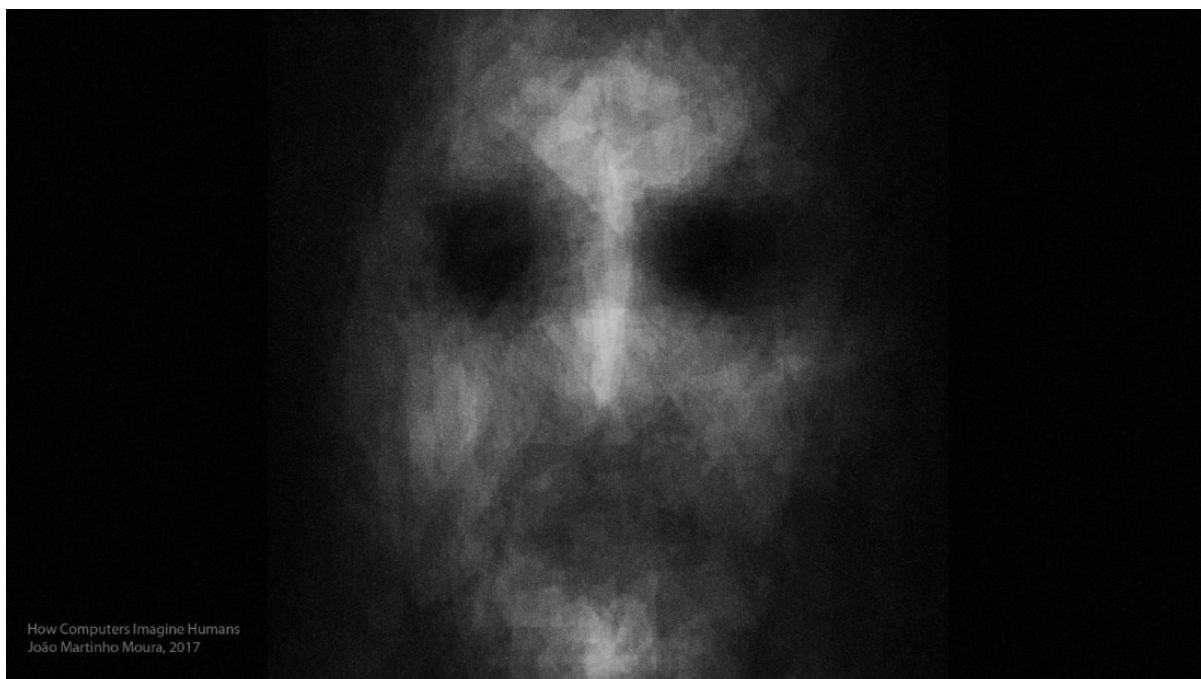


Figura 19 - How Computers Imagine Humans? Imagem extraída de uma 'imaginação'. Exibição na ISEA International Symposium on Electronic Art. Gwangju, Coreia do Sul, 2019.

Tendo nós estudado o algoritmo de deteção de rosto de *Viola-Jones*, tivemos uma pergunta muito simples: pode um sistema de computador imaginar e desenhar um rosto humano tendo o ruído como ponto de partida? (Figura 19)

Então, decidimos usar dois computadores e as suas câmaras. Os dois computadores ficam a olhar um para o outro. A peça implica que estejam numa mesa, comunicando-se por meio de sinais visuais, nada mais do que isso (Figura 20). Aqui a intenção da comunicação é também um ato performativo, os computadores, entidades que colocamos com um sentido de ação, comunicam entre si, através do ar, assim como nós, os humanos geralmente falamos ou olhamos uns para os outros. Um computador dá um sinal ao outro, pedindo para produzir ruído. Para isso emite um padrão de flashes. A partir daí o outro computador inicia uma sequência de variantes aleatórias e não controladas de ruído visual, que apresenta na sua tela, e, inevitavelmente, faces, falso-positivas, (formas simples isoladas) são encontradas e analisadas, passando por uma série de testes matemáticos, antes de serem armazenadas. Os testes incluem, por exemplo, a ligeira rotação entre -5 ou 5 graus, para haver alguma certeza de que a forma encontrada é parecida com uma face humana.

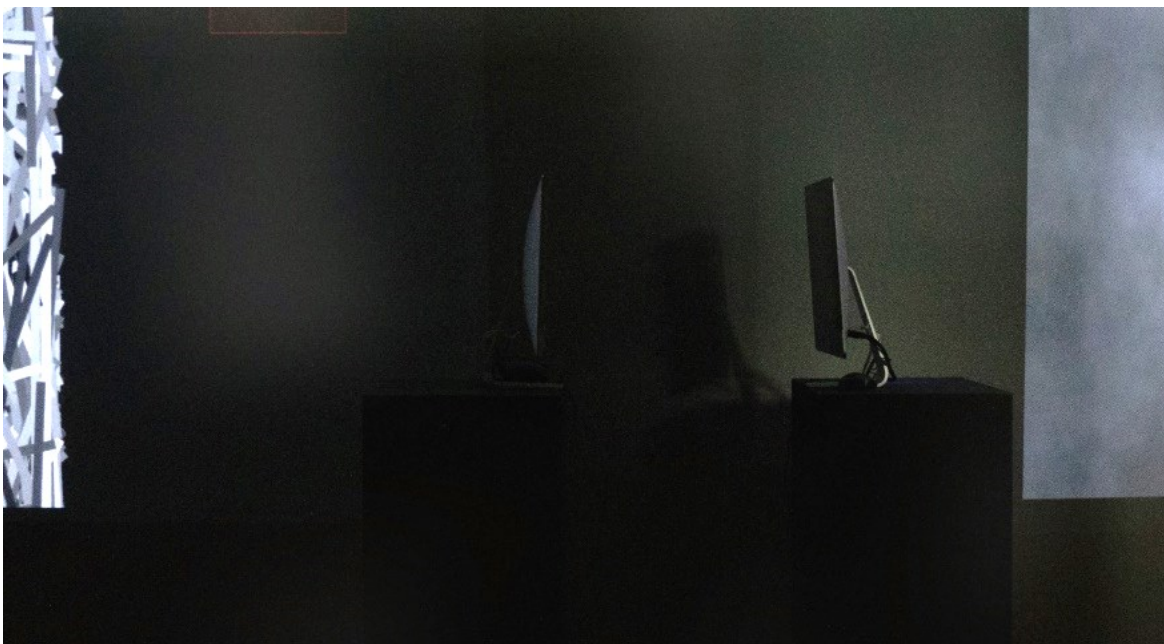


Figura 20 - *How Computers Imagine Humans?* Dois computadores, um a olhar para o outro. Coreia do Sul.

Embora o título desta peça seja subjetivamente questionável, esta foca num ponto muito específico: nós, humanos, criamos métodos e instruções para que os computadores nos possam detetar facilmente e, neste trabalho, esse conhecimento é usado para gerar resultados pictóricos daquilo que ensinámos. Estamos certamente a contribuir para o *uncanny machinery* (Lee, 2019), aqui de uma forma assumidamente manifestada. Apresentamos, assim, um uso incomum da técnica de deteção de pessoas, com a intenção de fazer o oposto do que se pretende alcançar: em vez de tentar localizar e capturar rostos, gerámos imagens faciais 'imaginadas' por um computador através da exploração de hipóteses. Ruth M. J. Byrne (2007) argumenta que o pensamento imaginativo é mais racional do que os cientistas ponderam e que os pensamentos contra-factuais dependem do pensamento sobre possibilidades, assim como os pensamentos racionais. Byrne destaca que as pessoas podem facilmente fazer algumas inferências com base nas possibilidades que guardaram na sua mente. Neste trabalho, inferência baseada em possibilidades está, de facto, a acontecer.

Nós somos capazes de treinar computadores para que eles nos possam 'imaginar' com alguma precisão. Podemos dizer que estamos a educar sistemas, (fornecendo-lhes conhecimento básico ou avançado) para que estes nos reconheçam, para que estes detetem os nossos padrões, em

grupo ou individuais, por meio de técnicas matemáticas e modelos de treinos ou algoritmos de aprendizagem. Aqui, o ruído (instruções visuais aleatórias específicas e desenvolvidas pelos autores) serve como um motivo contrafactual, para extrair inferências baseadas no conhecimento que armazenamos em computadores, via comunicação analógica entre dois equipamentos de hardware. Mais bruto, não poderia ser.

Esta peça carrega consigo, assim, atos de performatividade subjacentes. Colocamos máquinas, que carregam instruções, linhas de código, criadas para a tentativa de diálogo entre si, que causam estranheza e momentos de reflexão a quem assiste ao momento, que a problemática da expressão é a realização de uma ação - não é normalmente pensado como apenas dizer algo (Austin, 1962, p. 6). Ao colocarmos os computadores expostos daquela maneira, estamos, implicitamente, a abrir lugar a um estranhamento, mas também a colocá-los na condição daquilo que são, simples objetos, sem inteligência. Estas máquinas poderiam ficar ligadas, a olhar uma para a outra, durante vários anos, apresentando resultados ilimitados, para além da memória.

Quando as imagens têm vida para além da memória, o imaginário confunde-se com o arquivo. (Miranda, 1998a, p. 43)

O que a NVIDIA fez nos anos seguintes foi melhorar algoritmos concorrenciais, aumentar a velocidade de processamento e aumentar exponencialmente os treinos com biliões de imagens, usando cada vez maior força bruta, até chegarmos aos estados nos dias de hoje em que uma imagem falsa possa ser tão facilmente apreendida. No entanto, estas imagens têm alguma influência na dimensão fenomenológica, ou seja, a ameaça da *deepfake* tecnologicamente ativada só pode ser parcialmente endereçada por soluções tecnológicas (Kerner, 2020). O termo *inteligência artificial* é geralmente demasiado usado pelas nossas sociedades e é compreensível que mais o seja no futuro. Mas a inteligência é nossa. Desta peça fica a reflexão de como serão estes algoritmos daqui a algumas décadas. Sendo que hoje já é possível verificar o impacto no uso comum da IA para preencher as necessidades mais sentimentais do ser

humano⁸⁰, onde *avatars* são idolatrados e chegaram a criar 100.000 canções em diferentes variedades de línguas⁸¹.

O trabalho *How Computers Imagine Humans?* nunca foi apresentado em Portugal, mas teve três apresentações internacionais ao longo de três anos. A sua investigação inicial foi apresentada na conferência em 2017 na ARTECH, em Macau. Em 2018, a peça foi apresentada na Alemanha, país onde nasceu Walter Benjamin. Foi instalada no altar do edifício de uma igreja (sem culto) na cidade de Duisburg, no distrito de Düsseldorf. Em 2019, tivemos um convite da equipa curatorial da ISEA para que a peça fosse instalada na *Special Exhibition* da 25ª edição da conferência ISEA, o *International Symposium on Electronic Art*⁸². Na cidade de Gwangju a peça foi colocada numa ampla sala do *Asia Culture Center*⁸³, onde esteve patente durante quatro meses. Para essa mesma conferência, foi-nos aceite uma outra publicação académica, sobre a performance que iremos abordar a seguir. Levamos, assim, duas peças criadas no contexto deste doutoramento à IESA.

Este trabalho representa reflexões e questionamentos em inteligência artificial, explorando modelos aprendidos e treinados. Desmascara, por isso, dados, algoritmos e também conhecimento, aquilo que geralmente é chamado de *black box* na IA (Castelvecchi, 2016b).

Machine learning is becoming ubiquitous in basic research as well as in industry. But for scientists to trust it, they first need to understand what the machines are doing (Castelvecchi, 2016a)

Inevitavelmente, uma nova era de auto-gerações, às vezes chamados de *deepfakes* (Vaccari & Chadwick, 2020), sejam de múltiplas formas visuais ou de múltiplos formatos, sejam de áudio, texto, de vídeo, moedas, está a surgir, e nós, humanos, precisamos ou dever-nos-emos adaptar

⁸⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=nkcKaNqfykg>

⁸¹ <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-29/diehard-fans-turn-virtual-teen-singer-into-japanese-mega-star>

⁸² <http://jmartinho.net/how-computers-imagine-humans/exhibition-in-korea-how-computers-imagine-humans/>

⁸³ <https://isea-archives.siggraph.org/art-events/joao-martinho-moura-how-computers-imagine-humans/>

para viver com esta realidade. Para este trabalho usámos treinos de análises faciais, mas poderíamos ter usado treinos de outro motivo, como corpos, poses de pessoas, ou mensagens de texto.

Lev Manovich, afirmou que as realizações da visão computacional, como a deteção de objetos e tipos de cena, pessoas e rostos, estimação de postura, possuem os seus usos na história da arte, no cinema e nos estudos dos media, nos estudos de jogos, na arqueologia, e assim por diante. Mas, na sua opinião, não afetam de forma fundamental a forma como vemos imagens em humanidades. O que afeta isto é a forma como a Visão Computacional descreve as imagens. E que ter uma linguagem melhor para descrever dimensões analógicas da cultura visual, incluindo imagens individuais, vídeo ou performance de dança é inestimável (Manovich, 2020).

Colaborações tentadoras entre coreógrafos e grandes empresas tecnológicas muitas vezes colocam demasiada ênfase na ligação tecnológica entre as tecnologias e artes. É exemplo disso a experiência que Wayne McGregor fez com a Google, em 2019, onde tentaram recriar um *Living Archive*⁸⁴ do coreógrafo usando tecnologia de *motion capture* e inteligência artificial. A ideia seria captar uma grande quantidade de movimentos, cerca de 12 pontos de captura em cada corpo, e depois colocar algoritmos a auto gerar milhares de coreografias tendo como base de treino as várias sequências de movimentos captadas (Figura 21).

A experiência, que pode ser consultada online⁸⁵, levou Lev Manovich, autor do livro *Software takes Command*, a considerá-la como “*idiótica*”, ressaltando, claro, o trabalho importante de Wayne McGregor.

“I tried the Google experiment that uses Living Archive. In my view, the results are idiotic. Of course, this has nothing to do with Wayne McGregor who is a very important

⁸⁴ <https://experiments.withgoogle.com/living-archive-wayne-mcgregor>

⁸⁵ <https://artsexperiments.withgoogle.com/living-archive>

choreographer. Many of these Google experiments are equally bad... its a shame that visitors see them and think that this is what "AI and arts" is about" Lev Manovich ⁸⁶



Figura 21 – Arts experiments with Google⁸⁷.

Hubert Dreyfus mencionou que:

The idea of super-computers containing detailed models of human bodies and brains may seem to make sense in the wild imaginations of a Ray Kurzweil or Bill Joy, but they haven't a chance of being realized in the real world (Dreyfus, 2007).

Dreyfus foi dos primeiros a notar a sobreposição de interesses entre IA e filosofia e o resultado foram textos polémicos como *Alcieiny and Artificial Inteligence* (1965) e *What Computers Can't Do* (1972), onde Dreyfus critica as pretensões da IA (Miguens, 2006, p. 23)

Para Giselle Beiguelman:

Vivemos uma situação paradoxal. Criamos, pela democratização dos meios, talvez a mais rica e plural cultura visual da história, enquanto mergulhamos no limbo da uniformização do olhar (...) Que lugar social poderá ocupar a imagem que foge ao

⁸⁶ https://www.facebook.com/lev.manovich/posts/10160027813232316?comment_id=10160027915002316

⁸⁷ Retirada de <https://artsexperiments.withgoogle.com/living-archive/map>

padrão? Seria o deepfake o anúncio de uma nova era da eugenia das imagens?
(Beiguelman, 2020)

Para resolver situações de detecção de *deepfakes*, então são criados novos algoritmos de IA, estes são os ditos *bots*, e servem para detetar e concorrer com os anteriores (Tolosana et al., 2020). Vivemos em estado de *guerra* entre máquinas e os humanos (criadores de todas as máquinas), passivamente, e sem muitas hipóteses de reação, assistem ao mapeamento destas novas realidades, realidades que não possuem essência, não possuem limite, não possuem organicidade.

Todos os esforços para estetizar a política culminam em um ponto. Esse ponto é a guerra. A guerra, e apenas a guerra, torna possível direccionar os movimentos de massa em grande escala, enquanto preserva as relações de propriedade tradicionais.
(Benjamin, 1974, p. 506)

3.1.3 *Para uma definição de Virtualidade Virtual*

O leitor poderá pensar que a peça *How Computer Imagine Humans*, que aqui apresentamos, possa estar desenquadrada da problemática abordada nesta investigação. Pelo contrário, a realidade é que faz parte de um processo de reflexão, técnica e artística, que já vem de alguns anos atrás e que contribuiu bastante para a criação das peças seguintes. O caminho da virtualidade é um caminho às vezes demasiado mapeado. Os mapeamentos automáticos de tudo e todos estão a acontecer num mundo que fica cada vez mais submerso na virtualidade. É a vontade teológica de dominar a existência na sua totalidade, controlando todas as virtualidades e através dela realizando todas as possibilidades (Miranda, 1997). Máquinas concorrem com máquinas, em competição cada vez maior entre as gigantes corporações da superinformação, dos dados contra dados e relações que nem eles conhecem bem, e em

competição tal que gera maiores refinamentos a cada segundo, literalmente, na tentativa de padronizar o sumo da humanidade.

Os perigos desta tendência são claros: criar-se-ia uma Terra única, onde tudo está suportado numa tecnologia evanescente, anulando-se as diferenças entre o humano e o não humano. (Miranda, 1997)

Estas considerações levaram artistas como o Jaron Lanier, um dos criadores da realidade virtual, a movimentos contra as redes que captam tudo o que fazemos.

As you read this, thousand of remote computers are refining secret models of who you are. What is so interesting about you that you're worth spying on? (Lanier, 2013, p. 11)

No seu livro *You Are Not a Gadget: A Manifesto*, Lanier menciona:

The deep meaning of personhood is being reduced by illusions of bits. Since people will be inexorably connecting to one another through computers from here on out, we must find an alternative. (Lanier, 2011)

É curioso notar que, sendo um dos mais importantes pioneiros da RV, e que cunhou o termo realidade virtual nos anos 80, Lanier, em colaboração com a Microsoft, criou, já nos tempos da pandemia COVID-19, o *Together Mode*⁸⁸.

⁸⁸ http://www.jaronlanier.com/together_mode.html

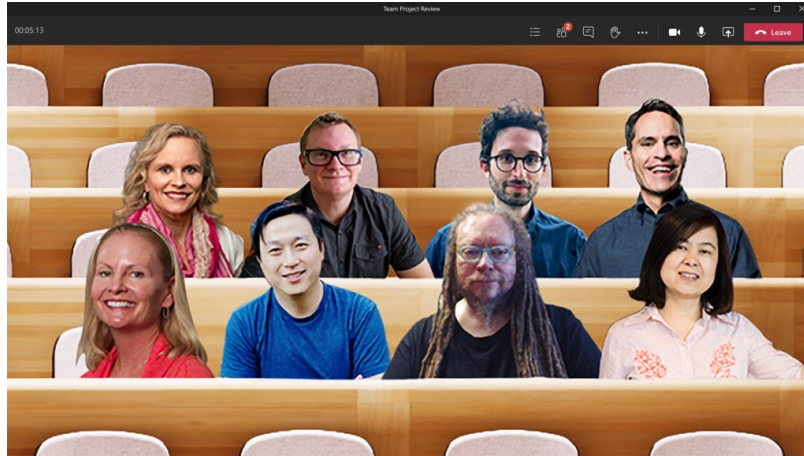


Figura 22 - *Together Mode*, criado por Jaron Lanier, um contributo mais humano nos encontros remotos digitais. Retirado de http://www.jaronlanier.com/together_mode.html

Uma nova opção no software *Teams*⁸⁹, que junta as pessoas num mesmo sítio, em reuniões privadas, colocando-as, simbolicamente, lado a lado, num auditório, em vez de as colocar separadas em caixas (janelas de sistema) individuais (Figura 22). Uma ação que só poderia vir de alguém com uma boa noção do que está a acontecer no mundo. Segundo as palavras de Lanier:

“Being side by side, instead of separated—and being able to make eye contact, as we now could—worked on the psychology; it made you a little more playful, a little more relaxed” Lanier, 2020, em entrevista à CQ, *The Conscience of Silicon Valley*⁹⁰

O potencial técnico da tecnologia de criação de imagens conduz frequentemente à dificuldade em discernir os factos da ficção, e a história da arte é preenchida com um espectro de simulação e dissimulação (Baudrillard), mas os tipos de visibilidade e invisibilidade provocadas pelas imagens de *machine-learning* elevam estas dificuldades a graus maiores do que no passado (Lee, 2020, p. 141).

⁸⁹ <https://techcommunity.microsoft.com/t5/microsoft-teams-blog/how-to-get-the-most-from-together-mode/ba-p/1509496>

⁹⁰ <https://www.gq.com/story/jaron-lanier-tech-oracle-profile>

Miranda refere que por razões graves é preciso pressupor a existência de uma tensão entre o virtual e o espaço de controlo, aqui o problema agrava-se quando o controlo se se separa do poder, este enquanto dominação usava o controlo como auxiliar, enquanto que agora o controlo usa o poder como simulacro para melhor se disseminar (Miranda, 1997).

O problema do nosso tempo é o acontecimento da técnica, cujas ondas de choque que mal pressentimos. As tecnologias continuam a enxertar-se no corpo. (Miranda, 1998a, p. 39)

Conseguir identificar extremos leva-nos a ser mais ponderados nos patamares intermédios. Face à problemática que apresentamos, e à linha de *virtual continuum* de Milgram (Figura 23), que descrevemos anteriormente, a peça *How Computers Imagine Humans?* já se situa fora do alcance da extremidade da linha, já no sem limite. Esta peça, criada no contexto da nossa investigação, recorrendo a sensores que estão em máquinas (as câmaras embutidas) e ao seu processamento interno e independente, e tendo em conta como posicionamos os dois computadores no espaço físico, colocando máquinas com máquinas, umas a olharem para as outras, ainda que, de forma intencionalmente arcaica, usando apenas algoritmos e treinos já bastante antigos, e utilizando processos de engenharia reversa (fazendo as coisas ao contrário), demonstram-nos as verdades, ou lacunas, que poderemos imaginar nos algoritmos já mais avançados nos dias de hoje.

É, portanto, o que poderemos chamar de Virtualidade Virtual.

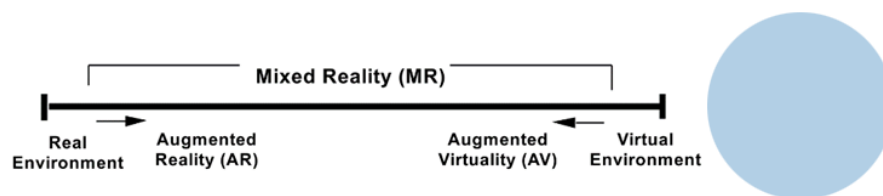


Figura 23 - Proposta de colocação do termo Virtualidade Virtual na linha de continuidade virtual de Milgram.

Um termo estranho, mas que na compreensão deste texto e no contexto da peça, poderá ter o seu sentido, a extrema condição que vivemos nos dias de hoje, em que todos vamos tendo entidades virtuais nos espaços cyber, que possuem regras algorítmicas que nos avaliam, que definem o nosso perfil, que analisam as nossas tendências, análises muitas vezes também carregadas de *bias*.

Como uma nota adicional, e extrapolando para um caso da vida quotidiana do nosso trabalho. Na altura em que escrevemos este parágrafo, dezembro de 2020, encontramos-nos a preparar um ensaio experimental na peça UNA (descrevemos a peça mais à frente). Reparámos que a placa gráfica que usamos na peça já não é suficientemente capaz para novas ideias gráficas que estamos a experimentar. Fomos à internet tentar comprar a geração de placas gráficas, as *RTX 30* da *Nvidia* (Figura 24). Gostaríamos de ter uma, mas o seu preço está impossível, muito caro. Após uma pesquisa descobrimos que estão esgotadas, daí o seu preço demasiado alto. Descobrimos também que estão esgotadas pois foram massivamente comparas pelo mercado de mineração de cripto moedas. Pessoas compraram estas placas gráficas com bons GPUs, às dezenas ou centenas em poucos dias, que depois colocam em casa, em funcionamento paralelo.



Figura 24 - Fonte [videocardz.com](https://videocardz.com/newz/this-geforce-rtx-3080-ethereum-mining-rig-now-makes-20k-per-month) <https://videocardz.com/newz/this-geforce-rtx-3080-ethereum-mining-rig-now-makes-20k-per-month>

O funcionamento paralelo aumenta a velocidade de *gas*⁹¹, para mineração das moedas virtuais, neste caso na moeda *Ether*, utilizada dentro da plataforma do *Ethereum*, atualmente muito utilizada para transacionar cripto arte nos mercados de *blockchain*. Estes altos processamentos levaram grupos de artistas,

⁹¹ *Gas* refers to the fee, or pricing value, required to successfully conduct a transaction or execute a contract on the Ethereum blockchain platform. <https://www.investopedia.com/terms/g/gas-ethereum.asp>

como Joanie Lemercier ou Memo Akten, ao protesto sobre a eletricidade consumida ao nível mundial para suportar estas transações⁹². A cripto-arte é um movimento artístico recente em que o artista produz obras de arte que distribui através de uma galeria de cripto-arte, ou do seu próprio canal digital, usando a tecnologia *blockchain*, sendo que a descentralização da criação de arte e vendas permite a hiper-portabilidade do "objeto" e a rejeição dos mercados e instituições convencionais (Franceschet et al., 2019). Estes projetos testemunham a sujeição do valor da arte aos mecanismos de fixação de preços e a pervasividade do poder do financiamento algorítmico, tanto em relação à cripto economia crescente como à arte contemporânea (mais ou menos institucionalizada) (Lotti, 2016). A ideia de descentralização é, na sua génese, bem acolhida pelos artistas, uma vez que lhes dá a hipótese de poder vender diretamente a sua arte a quem se interessa pelo seu trabalho. No entanto, indicadores recentes mostram outras perspetivas⁹³, e só o tempo dirá o que desenvolverá esta guerra algorítmica, ou se apenas estamos a dar continuidade ao que já existe, apenas de outra forma⁹⁴.

A peça *How Computers Imagina Humans?* nasceu, desta maneira, pela serendipidade do nosso processo de investigação. Foi realizada no primeiro ano deste doutoramento. E é uma metáfora, uma sátira, em que já não existe um sujeito, onde sentimos o que está para lá da virtualidade, uma virtualidade do virtual.

Para Benjamin, o artista revolucionário por excelência é o “operativo” (Benjamin, GS2, p. 696), aquele que transmite a técnica a outros e permite ativamente a expansão da produção artística, pois a transformação se inicia precisamente com a tentativa de destruição da oposição entre aquele que produz e aquele que contempla. (Miguel, 2018, p. 200)

How Computers Imagine Humans? ainda está a ser apresentada no ano em que finalizamos este documento, 2022, patente nas exposições *Espaço / Programa*, na Bienal de Cerveira, em Vila Nova de Cerveira, e no Convento de Santo António, em Loulé, ambas com a curadoria de

⁹² <https://www.wired.com/story/nfts-hot-effect-earth-climate/>

⁹³ <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-04-06/sotheby-s-vs-christie-s-billionaire-art-auction-houses-just-love-nfts>

⁹⁴ <https://artreview.com/why-the-artworld-loves-to-hate-nft-art-beeple-christies-grimes/>

Miguel Carvalhais e Luís Pinto Nunes ⁹⁵. O seu resultado imagético foi ainda selecionado para a capa do livro “*Cibercultura, circum-navegações em redes transculturais de conhecimento*” ⁹⁶.

Voltemos novamente ao artista Maurice Benayoun, que, em reação ao uso excessivo de siglas como *B2B (Business to Business)* e *B2C (Business to Consumer)* que reduzem as interações humanas a meras transações comerciais, propõe considerar interações mediadas como *H2H: Human to Human*, generalizando o uso da sigla para todas as mediações humanas. Benayoun contribuiu para a definição do Laboratório de excelência da Universidade de Paris 8, nomeando-o de "ARTS H2H". Na sua keynote na ARTECH 2017, em Macau, comparou os termos *Reification* e *Sublimation* em torno das questões da matéria e pensamento, considerando a ideia de “*thinkable*” material e *computable material*:

“One of the oldest dreams of the human kind is probably to control matter with the mind. To see our dreams eventually realized. Information technologies have made our potential coming closer to this objective. We can give shape to matter and get the physical outcome without touching it. The process should be called Reification. It’s opposite is another antique dream: to convert matter, let’s say the world, into a “thinkable” material, computable material. Converting the world into data that can be understood by natural or artificial brains is the counterpart of Reification. I call it Sublimation. (Maurice, 2017)

Com esta noção de mediação mais humana, passamos agora para a descrição do nosso segundo contributo, a peça CO:LATERAL.

⁹⁵ <https://espacoprograma.bienaldecerveira.pt/>

⁹⁶ <http://www.cecs.uminho.pt/en/cibercultura-em-discussao-no-espaco-gnration/>

3.2 CO:LATERAL

2016-2019

De volta ao corpo real, a um corpo presente.

O desafio a que nos propusemos, tendo como objetivo o atravessar diferentes patamares da virtualidade em performance levou-nos a iniciar a peça CO:LATERAL, em 2016, um projeto de performance e *media art*, onde procurámos entrar no espaço da virtualidade de um modo progressivo. É uma peça em que, conjuntamente com a peça seguinte, UNA, que descrevemos mais à frente, atravessamos a linha do *virtual continuum* até à imersão total, em performance. (Figura 25)

Na peça CO:LATERAL, coreografada por Né Barros, o corpo foi projetado e estendido numa relação de intimidade com a virtualidade. O discurso performativo resultante desta ligação é um momento poético feito de uma mistura de realidades, feita de corpo, e de imagens. A peça evoca momentos da morte do cisne imerso num espaço imaterial de luz e projeção: um fantasma do arquivo da dança volta agora a testar-se numa realidade de prisão ilusória. O diálogo entre a *media art* e a performance permitiu-nos gerar um espaço comunicativo que desafia os limites da coreografia, recapturando o corpo desenhado e movimentos no tempo, e criando um espaço de experimentação com novas possibilidades performativas (Moura et al., 2019).

Nesta experiência, em performance, posicionamo-nos em diferentes estados do *virtuality-continuum*, ao longo de cerca de 30 minutos.

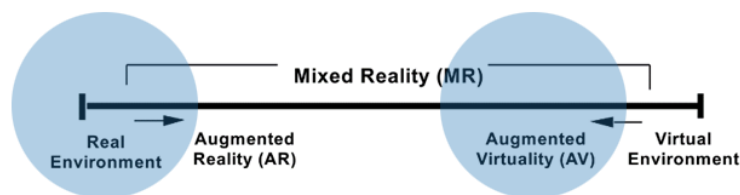


Figura 25 - CO:LATERAL, a peça encontra-se entre a realidade e a virtualidade aumentada.

A captura do corpo é realizada através de câmaras de profundidade e foram realizados testes com diferentes modelos: Kinect (Z. Zhang, 2012); Orbbec (Orbbec, 2018) e Intel (INTEL, 2015) entre 2015 e 2019. Foi desenvolvido um software específico para as diferentes cenas, utilizando a plataforma, baseada na linguagem de programação c++, *openframeworks* (Lieberman et al., 2004), o Processing (Fry & Reas, 2001) e a biblioteca OpenCV (G. Bradski, 2000), aplicando diferentes técnicas de visão computacional, por exemplo, subtração de fundo (OpenCV Community, n.d.) e o fluxo ótico, para capturar as diferentes direções onde partes do corpo se movem. Utilizando o algoritmo *Lucas-Kanade* (Bruhn et al., 2005) as acelerações são percebidas e diferentes movimentos causam forças apropriadas no ambiente. Esta abstração visual provoca uma notável convergência de desenhos geradores, às vezes como se os desenhassemos à mão, o que faz com que a ideia da figura humana, mais orgânica, seja vista durante a performance.

Nos primeiros momentos, apenas são projetadas representações bidimensionais do corpo em movimento. No tempo da peça, este vai sendo cada vez mais revelado. A peça implica uma colaboração, uma cooperação, entre imagem digital e o movimento da performer. Em 2010, quando apresentámos NUVE, este diálogo também acontecia, mas era bastante limitado pela tecnologia existente na altura. A intérprete Né Barros tinha a imagem atrás de si e à sua frente existia um monitor no qual via a imagem virtual. Em CO:LATERAL a imagem digital aparece, em grande escala, entre a performer e a audiência.



Figura 26 – CO:LATERAL. Representações bidimensionais do corpo em movimento. Porto. 2016.

A peça CO:LATERAL, inicialmente interpretada por Sara Marú⁹⁷ em 2016, foi sendo mais solicitada pelos teatros e passou a ser interpretada por uma bailarina que está em regime de permanência no Balletteatro, Sónia Cunha⁹⁸ (Figura 26).

CO:LATERAL evocou a memória distorcida do movimento. O software criado para a peça apresentava um corpo com linhas mínimas ligadas e confrontava a bailarina com ela mesma, momentos antes. A imagem foi projetada no meio do palco, entre o público e o performer, num ecrã transparente, um *tule*. Esta transparência cria uma ilusão translúcida na audiência de que a imagem está mais próxima. Ao mesmo tempo, a bailarina está atrás, iluminada por um pequeno foco de luz posicionado no palco, lateralmente. Quando não projetamos e a luz lateral está ligada, o público vê apenas a bailarina. Quando os algoritmos começam a projetar imagens, que aparecem na sua frente e entre o público, fisicamente separadas por dois ou três

⁹⁷ Sara Maru, bailarina, concluiu o curso de dança contemporânea no Balletteatro Escola Profissional

⁹⁸ Sónia Cunha, no Porto, que leciona, desde 1996, Ballet Clássico no Balletteatro. Iniciou os seus estudos de Dança Clássica na Escola de Bailado Fátima Valle da Veiga, seguindo o método da Royal Academy of Dancing. Concluiu o Curso Profissional de Dança no Balletteatro Escola Profissional em 1994. É intérprete do Balletteatro Companhia desde 1992 onde interpretou diversas peças de Isabel Barros e de Né Barros. Frequentou workshops orientados por Jordi Cortés Molina, João Fiadeiro, Clara Andermatt, Peter Michael Dietz, Paulo Ribeiro, entre outros. É professora de Ballet na Escola profissional do Balletteatro.

metros, um momento visual poético acontece, que potencia o diálogo entre o movimento e o imaginário que este representa. Este cenário de apresentação permitiu várias possibilidades que não poderiam existir no trabalho anterior.

Mais tarde, em certos momentos, ligamos a coordenada de profundidade (Z), que nos permite obter mais informações do volume do corpo em movimento.

Na seguinte figura, vemos um momento em que a intérprete desenha, no ar, um gesto que materializa a letra *N* (da palavra "não"), projetada entre a artista e o público (Figura 27).



Figura 27 – CO:LATERAL. A performer Sónia Cunha desenhando letras no ecrã. Apresentação no Teatro Virgínia, Torres Novas, em 2018.

Ao longo da performance, o movimento é continuamente capturado e cenários específicos consideram a narrativa interativa da peça. Optámos por processar o sinal original da câmara e não processámos pontos corporais para a visualização existentes nos softwares que vê com as câmaras, como é bastante tradicional nas técnicas de rastreio corporal para a recreação dos avatares. Acreditámos que o sinal da câmara de profundidade é inteiramente relevante para representar o corpo da artista, tal como ele é. Na história da computação, habituámos os computadores a reconhecer imediatamente os seres humanos, seja através da deteção corporal

(Albert et al., 2020) ou da análise facial (Moura & Ferreira-Lopes, 2017). Estes mapeamentos, às vezes, não são suficientes para descrever a riqueza do detalhe no movimento subtil e artístico. Há uma informação rica entre ombros e braços, braços e mãos, cabeça, pescoço e peito, que os sistemas de marcação de pontos não conseguem apanhar. A Figura 28 mostra um momento relevante, em que a artista 'toca' suavemente muitas barras verticais brancas, inicialmente bem marcadas, rígidas, simbolizando uma prisão. Após a interação, as linhas reagem suavemente ao toque virtual, imaterial, na verdade, mas real no imaginário da peça. Com movimentos cronometrados e mais vigorosos, as barras acabam por formar uma imagem volumétrica do corpo em movimento.

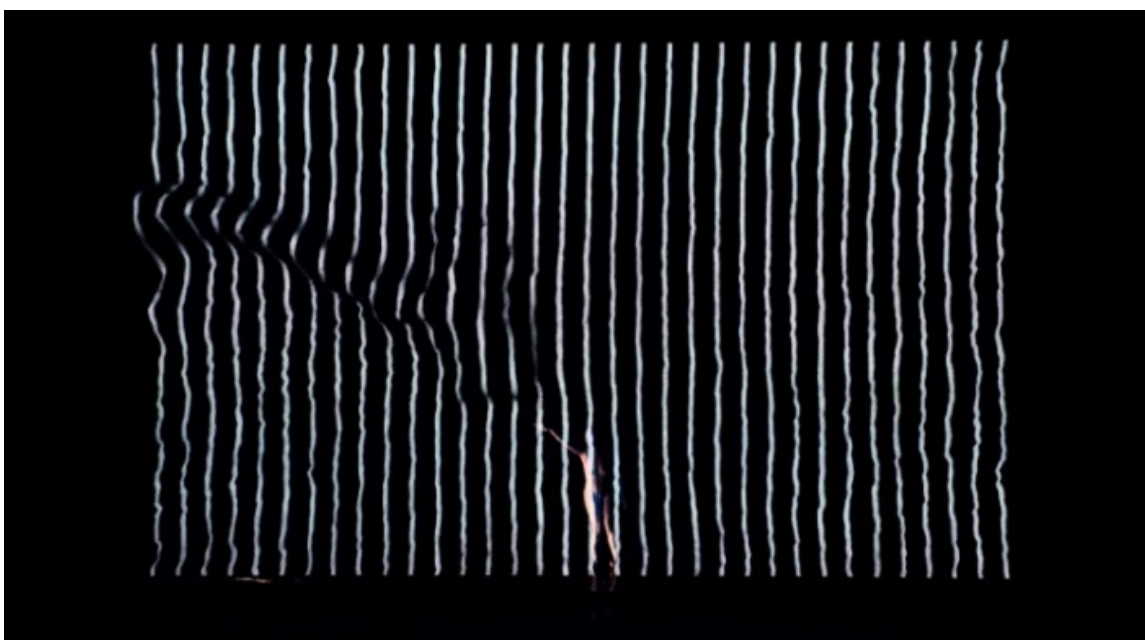


Figura 28 – CO:LATERAL. As barras brancas acabam, formando uma imagem volumétrica do corpo em movimento. Apresentação na Art and Tech Days, em Kosice, Eslováquia, em 2019.

Com a calibração espacial necessária, o corpo foi recriado e apresentado evolutivamente (Figura 29). Diferentes agregações de pontos demonstram o frágil corpo feminino em movimento, mesmo em resolução de baixo detalhe, como podemos ver nas seguintes imagens (Figura 30).



Figura 29 - Corpo frágil em CO:LATERAL. 2016. Apresentação no Arquipélago, nos Açores, e no festival Temp d'Images, em Lisboa.

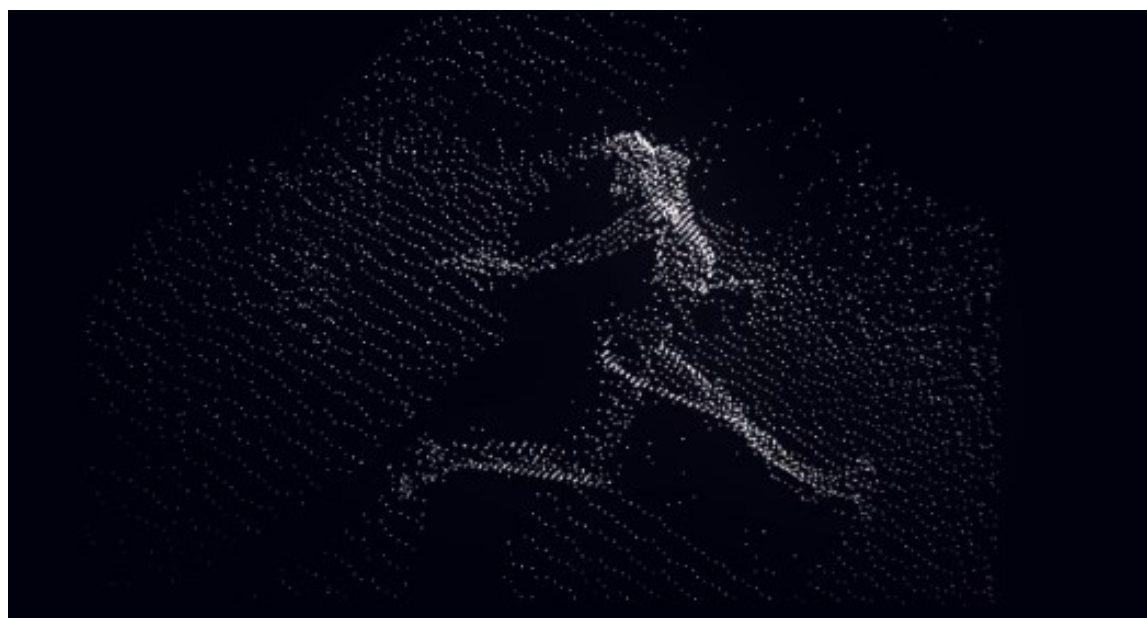


Figura 30 - Corpo frágil em CO:LATERAL. 2016. Apresentação no Arquipélago, nos Açores, e no festival Temp d'Images, em Lisboa.

Esta peça esteve ativa durante quatro anos e sofreu desenvolvimentos no curso das suas apresentações. Foi apresentada em vários teatros e palcos. Nas várias comunicações que

fizemos com o público, verificámos que esta abordagem causa corporalidade. O corpo volumétrico foi obtendo melhorias nas apresentações entre 2017 e 2019.

Durante os 37 anos de existência do Balletatro, a CO:LATERAL foi uma das peças mais apresentadas, tendo sido selecionada para o *EAI ArtsIT 2018*, em Braga, no Teatro Circo, celebrando a iniciativa UNESCO Braga Media Arts; para o ISEA 2019, em Gwangju, na Coreia do Sul, como projeto de investigação; para o Festival *Temp d'Images* em Lisboa, Portugal; e para o *Art and Tech Days*, em Košice, Eslováquia, e bastantes teatros nacionais. Ao todo aconteceram 14 apresentações no espaço de quatro anos.

3.2.1 A criação da peça CO:LATERAL

No início deste doutoramento tínhamos como objetivo abordar as problemáticas que definimos e atingir patamares de corporalidade imaterial nas linhas mais limite da virtualidade. Partimos, então, do real. Verificámos a necessidade de constituir uma equipa coesa neste compromisso. Os desafios eram bastantes e eram necessários vários ensaios, aquisição e testes de equipamentos, mas, acima de tudo, a referida equipa coesa e comprometida ao longo de alguns anos para esta travessia.

3.2.2 *Captura do corpo em movimento*

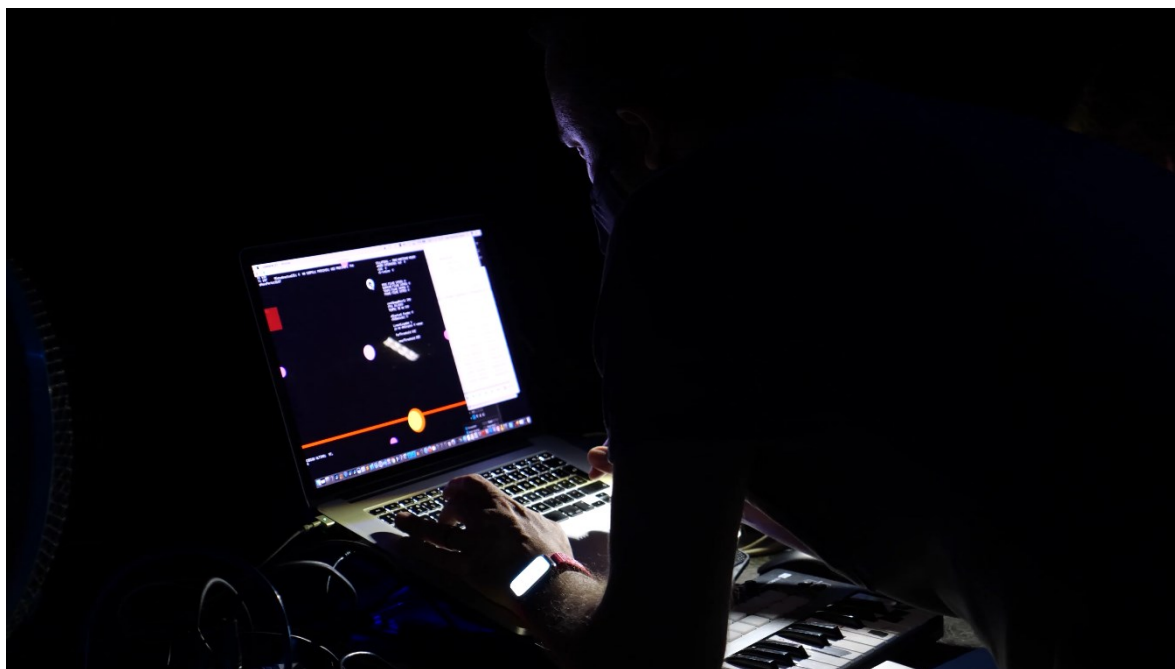


Figura 31 - CO:LATERAL, João Martinho Moura a preparar o espetáculo.

Existem várias considerações no que respeita à captura do corpo em ambientes interativos, havendo um incremento substancial do risco de falha quando essa captura é efetuada em palco. Em palco, tudo pode falhar quando estamos a usar tecnologia. Em peças anteriores tivemos oportunidade de proceder a capturas do corpo em movimento em ambientes de exibição em espaços de visitação, como galerias ou mesmo o espaço público. Nestas circunstâncias a peça é montada, geralmente em dias anteriores e colocada em exibição por um período de dias ou meses (Figura 31). Por muita dedicação, tempo a prever e resolver erros no processamento ou calibrações do(s) sensor(es), acontecem sempre problemas técnicos, não detetados em ambiente de ensaio. Em ambientes de exposição, essas falhas às vezes são corrigidas em momentos de montagem ou intervalos durante própria exibição. Fatores como a variação de luz no espaço, o comportamento dos participantes, as diferentes distâncias de captura, a duração da execução dos códigos, os procedimentos técnicos da montagem, despoletam erros ou falhas de equipamento.

No entanto, em palco, num teatro ou auditório, nenhum destes erros pode acontecer. Ao contrário dos espaços mais perenes, a performance digital em palco acontece num curto espaço de tempo, alguns minutos. E, geralmente, o tempo de montagem técnica é apenas de um dia. O espetáculo é programado com um teatro, é incluído numa agenda, o público adquire bilhetes, entra na sala, as luzes são desligadas, e o espetáculo começa. A pressão é grande, e apesar desta peça ter sido apresentada várias vezes durante os últimos anos, a sensação de que algo pode falhar em palco é sempre muito real, e este receio só pode ser ultrapassado se se fizerem um conjunto considerável de testes nos ensaios, e no dia anterior, já no espaço do palco, várias vezes, e com as mesmas condições do espetáculo real.

O processo de captura em CO:LATERAL sofreu bastantes evoluções, entre 2016 e 2019. Três anos é um tempo considerável, tendo em conta a evolução tecnológica. No que respeita a equipamento, iniciou-se com uma câmara de profundidade, modelo Microsoft Kinect, no primeiro ano. No segundo ano passaram a ser usados dois sensores ligados a um computador, e em alguns casos foram usados três. Os modelos de sensores também foram sendo alterados, usámos a *Kinect*, da Microsoft, e em determinadas alturas usámos sensores *Realsense*, da Intel, e, no último espetáculo chegámos a usar modelos de última geração da Microsoft, o *Azure Kinect*, que só existem à venda nos Estados Unidos e no Japão, e que por isso tiveram de ser importados. Foram utilizadas extensões *usb* ativas, com um máximo 15 metros, meticulosamente escolhidas para suportarem a carga do sinal. O computador foi colocado geralmente na ala esquerda do palco, juntamente com os vários equipamentos de luz e áudio que a performance exigia.

A calibração é efetuada com dois sensores direcionados para o centro do palco. A principal é colocada na posição central, na zona da boca de cena e direcionada para o centro do palco, e outra na posição traseira, também no centro. Em situações onde utilizámos 3 sensores, o terceiro era colocado lateralmente na posição esquerda. Durante o processo de calibração, a bailarina coloca-se no ponto central da performance. Existem várias técnicas de calibração de vários *depth sensors*, por comparação de nuvens de pontos estas exigem partes comuns para

se fazer o encontro entre coordenadas e funcionam melhor com imagens fixas e não em movimento. Existem também marcadores que podem ser colocados em posições específicas no centro do palco.

Na prática real, a que fomos escolhendo foi diferente, e resultou de várias ponderações entre a prática possível no curto tempo de ensaios para cada espetáculo. A performer colocava-se na posição central do palco e fazia gestos em que elevava lentamente os braços. Para cada sensor os pontos do corpo são capturados. Particularmente a captura das extremidades das mãos é mais exata. Desta maneira, sabendo a posição de cada mão e em cada sensor, conseguimos aferir qual a posição relacional de cada sensor face ao sensor principal. Através deste método conseguimos uma calibração de forma rápida e bastante próxima do real. Posteriormente é possível refinar as posições relativas manualmente, se for necessário.

3.2.3 *Processamento da captura*

Foram criadas duas aplicações que recebem o sinal dos sensores. O sinal de cada *deph cam* é composto por duas camadas diferentes: uma imagem de cor RGB e uma imagem de profundidade. Na peça CO:LATERAL o sinal RGB não é utilizado. O sinal de profundidade das duas câmaras é utilizado para a reconstrução do corpo da performer, e, no sensor principal, o frontal, são ainda obtidos os pontos corporais da performer.

Em todo o processo de desenho e criação para a peça CO:LATERAL, existiu sempre uma necessidade fundamental e crucial para o alcance do objetivo principal: a sensação de incorporação na peça. É difícil pensarmos em processos de incorporação em performance corporal se não existir resposta técnica suficientemente robusta. Existe, assim, uma necessidade imperiosa da rapidez, traduzida em reduzir ao mínimo a latência entre o que está a acontecer e a imagem virtual.

Tivemos a oportunidade de assistir a várias demonstrações de peças interativas que envolvem captura de movimento, nos últimos 20 anos, e em diferentes partes do mundo. Foram bastantes as ocasiões em que experimentámos, em diversos momentos, peças interativas que respondiam aos movimentos do corpo. Usavam tecnologias diferentes, desde a captura via câmara, sensores ou fatos de *motion capture*. Participamos em vários encontros na área da *media art*, envolvendo diferentes comunidades *opensource*, na Coreia do Sul, onde discutimos estas questões, na Bélgica, onde testámos a captura em ambientes mais informais, e outros países como o México, onde tivemos a oportunidade de dar um workshop de *openframeworks* com dois dos seus fundadores, Zachary Lieberman e Arturo Castro. É natural que vários artistas recorram a opções mais *readymade*, soluções como o software *Isadora*⁹⁹, por exemplo, que já possuem componentes de captura integradas. Plataformas como o *Max MSP* ou o *Touch Designer* são interessantes do ponto de vista da adoção por parte dos artistas. Mas aprendemos também que, na área da interação que envolva alguma computação gráfica para obtenção de resposta em tempo real, o fator da latência é de extrema relevância. É condição quase certa para a exclusão as opções tecnológicas que não sejam suficientemente rápidas, uma vez que a captura corporal é sensível. A opção de desenvolver em *openframeworks* pareceu-nos a mais indicada, pois deu-nos liberdade para desenvolvermos as nossas ideias, a partir de uma folha de código em branco, sem estarmos muito constrangidos com opções, às vezes rígidas, em plataformas de softwares que já possuem componentes de captura, processamento, e demais componentes dos quais não necessitamos. Às vezes, o preço que pagamos ao usar plataformas mais robustas está diretamente ligado ao custo da latência, ou às limitações das suas opções ou interfaces. Existem ainda as questões de licenciamento e de dependência temporal no uso de plataformas de software proprietário. No Balleteatro habituámo-nos também à real noção da obsolescência da tecnologia, e ao facto de que quando criamos uma peça, provavelmente esta estará ativa por muitos anos. CO:LATERAL nasceu já baseado em bastantes ideias de algoritmos criados em NUVE. Pelo facto de criarmos o próprio software que acompanha a peça desde o seu nascimento, a um nível de abstração mais baixo, permite-nos que esta possa durar mais tempo,

⁹⁹ <https://troikatronix.com/>

sem muitas dependências de *updates*, e que possa ser compilada para diferentes sistemas operativos, ou que possa beneficiar de novas evoluções da tecnologia no futuro.

Dando como exemplo a peça YMYI, que foi criada em 2007, ainda recentemente foi apresentada, na cidade de Praga, em 2019. O código, a ideia algorítmica está lá, e apesar de, passados mais de dez anos, os sensores já não serem os mesmos, não houve muita necessidade de alterar o seu código para que funcione, e, desta vez muito mais rapidamente que nos anos 2000, com os computadores de hoje. É raro que uma peça de *media art* possa sobreviver mais de dez anos.

No entanto, estando esta secção a ser escrita em 2020, continuamos a lidar com o problema da latência em novas peças, recorrendo a realidade virtual imersiva. A cada ano que passa, novas tecnologias computacionais surgem, mais rápidas, mas ao mesmo tempo novas ideias e possibilidades de criação surgem também. Existe, portanto, a linha do nosso tempo, e a linha de tempo dos ciclos de criação e desenvolvimento em *media art*, que às vezes são concorrentes. Os processos da nossa criação estão também muito associados aos meios que possuímos no momento em que estamos a criar. O fundador da galeria de *media art* Bitforms, em Nova Iorque, expressa muito esta ligação entre o momento e as circunstâncias temporais em que a peça é criada, mencionando o carácter geracional da *media art* (Sacks, 2018).

O processamento captura, em CO:LATERAL, teve em conta dois importantes fatores: As formas bidimensional e tridimensional do corpo, que iremos explicitar ao longo das seguintes secções.

3.2.4 *Momentos de Visualização em CO:LATERAL*

A peça CO:LATERAL teve várias apresentações ao longo dos últimos anos e sofreu evoluções desde a sua primeira apresentação. De cada uma das apresentações fomos obtendo continuadas reações da intérprete, da coreógrafa, e também do público.

Depois de especificar detalhadamente os processos de captura, calibração e processamento de sinal, iremos agora abordar os vários momentos de visualização do corpo em movimento na peça CO:LATERAL. Nas seguintes subsecções descrevemos cada momento e, de seguida, especificamos as metodologias técnicas desenvolvidas. Devemos salientar que estes momentos representam, de forma geral, as sequências na peça CO:LATERAL em ordem de apresentação ascendente. Como a peça foi apresentada oficialmente em vários teatros, a ordenação foi sendo ligeiramente alterada de acordo com opções artísticas, técnicas, e de adequação a cada teatro ou espaço de apresentação. Nem todos estes momentos foram apresentados na sua estreia. A peça CO:LATERAL constituiu-se, deste modo, alicerçada num processo de prática de investigação continuada. A maioria das imagens que apresentamos a seguir foram obtidas de espetáculos ao vivo realizados nos últimos anos, e são captadas do ponto de vista da audiência, utilizando uma câmara apontada para o palco. Apresentamos também imagens de espetáculos que usam, ou não, a tela transparente entre a intérprete e a audiência. Esta tela, o *tulle*, foi quase permanentemente utilizado logo após a primeira apresentação, que ocorreu no Arquipélago – Centro de Artes Contemporâneas, nos Açores, em 2016. O espaço horizontal de palco recomendável para a peça é desejavelmente superior a 10 metros quadrados, mas em alguns espaços a dimensão física do espaço foi menor. Neste documento encontram-se muitas imagens que não demonstram, no possível desejável, o que é visto da audiência. A performance CO:LATERAL é melhor apreciada especialmente em palcos de grande dimensão, devido a alguns fatores que tivemos em conta no desenho da peça, como a largura e altura da imagem (idealmente de 12 x 7, respetivamente), a distância da imagem ao público (idealmente de 10 metros), e a distância da imagem à intérprete (idealmente de 4 a 6 metros, dependendo do momento), dimensões estas que proporcionam a escala desejável face à altura da intérprete. A imagem fica entre a intérprete e a audiência. Quando estes parâmetros se conjugam, existe uma

sensação de profundidade e perspectiva interessante, pois ao olharmos para a intérprete, e se movermos ligeiramente a nossa cabeça, conseguimos perceber que a imagem que está no meio, com a qual a intérprete está em permanente diálogo, é também muito real.

1 - Momento inicial

A peça começa em escuridão total, com todas as luzes desligadas no palco. A performer encontra-se no centro do palco, de pé. Começa por aparecer apenas um ponto na imagem projetada. Esse ponto move-se devagar. De seguida aparecem outros pontos projetados no espaço, que se vão aglomerando, crescendo em quantidade. Os pontos de luz atravessam o *tulle* e são projetados também no corpo da performer, que está posicionada no centro do palco, geralmente pintada de azul, e despida (Figura 32). Estes pontos agregam-se e dispersam-se, numa fluidez desejada natural de atração e repulsão, provocando clarões de luz em alguns momentos. A fluidez de pontos é uma técnica que fomos aprimorando desde a peça YMYI em 2007, e que nos tem acompanhado desde essa altura. Sistemas digitais são fundamentalmente determinísticos, mas através de variações induzidas no tempo conseguimos formas mais orgânicas que induzem fluidez na imagem em movimento. Recorremos muitas vezes ao *perlin noise*, introduzido por Ken Perlin nos anos 80 (Perlin, 1985), para além de instruções aleatórias que dispersam posicionamentos pelo espaço. Estes pontos serão úteis em momento seguinte, sendo que neste primeiro momento introduzem a forma visual de todo o espetáculo. A imagem projetada não tem cor. A única cor existente em palco é a cor da intérprete, que Né Barros geralmente pinta de azul.

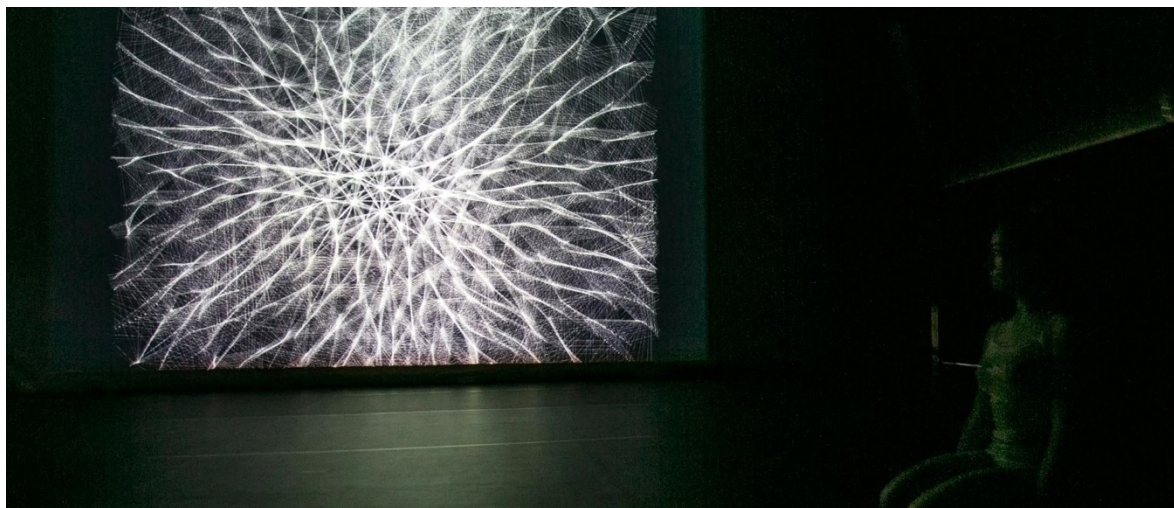


Figura 32 - CO:LATERAL. Momento inicial visual proposto no início da preparação da peça. Apresentação no Arquipélago – Centro de Artes Contemporâneas, Açores, Portugal. 18 de Novembro de 2016.

O público mais atento poderá aperceber-se da presença da performer nos poucos segundos de maior claridade que são projetados no corpo da performer. No entanto, todo este momento é introdutório e bastante escuro (Figura 33).

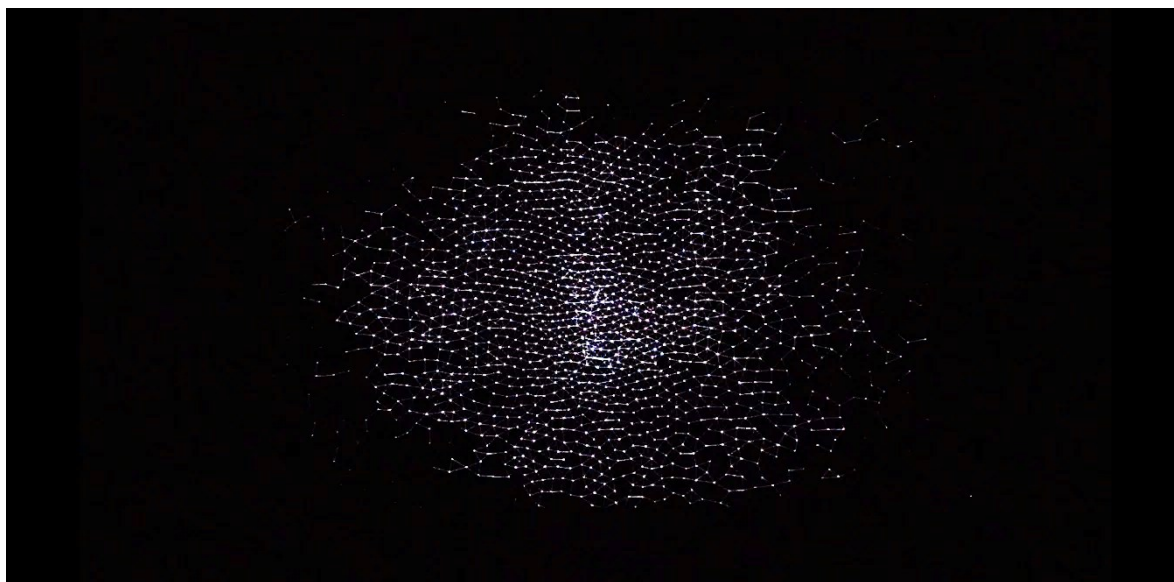


Figura 33 - CO:LATERAL. Momento inicial, com tela transparente entre o intérprete e a audiência. Teatro Virgínia, 24 de Fevereiro de 2018. Torres Novas, Portugal.

Esta escuridão mantém-se durante dois minutos e, durante este tempo, o software está a armazenar, em ciclos continuados, pontos da figura da performer. Esta gravação causará um

desfasamento de memória visual, um feedback contínuo que será usado no segundo momento. A escuridão é também fundamental para que a visão do espectador se adapte progressivamente para as visualizações seguintes (Figura 34).

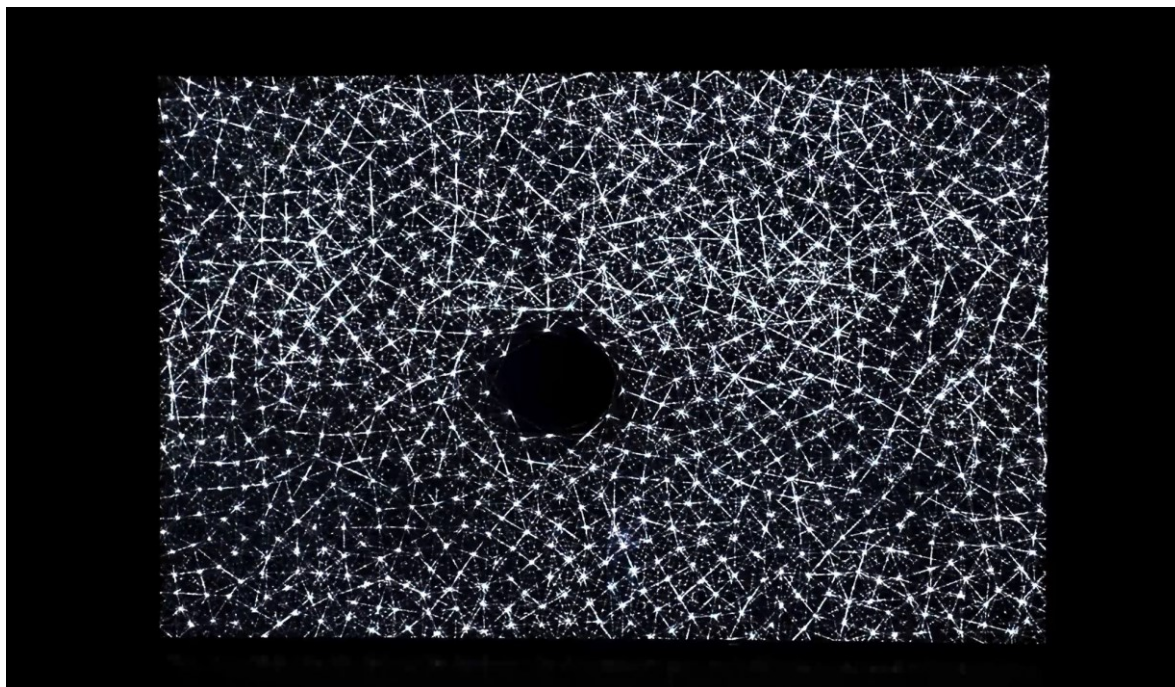


Figura 34 - CO:LATERAL. Início do espetáculo. Não se vendo muito bem na imagem, a intérprete, Sónia Cunha, está posicionada atrás da imagem de pontos e linhas, com o corpo pintado de azul.

Procedimento técnico

É uma técnica visual de bolso que nos acompanha há já bastantes anos. De códigos criados em YMYI, em 2007, aproximamos pontos em movimento com linhas, tendo em conta relações de vizinhança. Em 2011, esta técnica foi estreada na peça interativa B/Side, apresentada em Braga. Cerca de 2000 pontos são inicialmente espalhados aleatoriamente na imagem, e os mesmos contêm informação da sua vizinhança. Em espaços de tempo intervalados, são eleitas aleatoriamente duas posições x e y na imagem, que exercem uma atração seguida de uma repulsão relativa aos pontos em seu redor, na sua vizinhança, portanto. Esta técnica advém de procedimentos que foram evoluindo com os artistas em CO:LATERAL. Revelam um cuidado com as propriedades evolutivas e emergentes imprevisíveis da natureza em software. O autor

Daniel Shifman, que hoje pertence à Fundação Processing¹⁰⁰, editou um livro relevante onde explica detalhadamente estas técnicas de software (Shiffman, 2012). Em CO:LATERAL existem evoluções que adaptamos para palco, como o ajuste de movimentos de pontos com frequências de sinal de áudio, ou mesmo ajuste de reações de atração e repulsão através de comandos com controladores MIDI (*knobs*) durante a performance. Estes pontos irão interagir com o corpo em movimento em momentos posteriores, descritos a seguir.

2 - Momento de memória desenhada

O segundo momento é constituído por linhas que demarcam a existência de um corpo presente na performance e que por sua vez interage consigo mesmo. O corpo é capturado através de técnicas de visão por computador e a figura da performer é extraída da imagem capturada. Seguidamente é desenhada na projeção. O procedimento criativo para o desenho da forma do corpo foi aprimorado no sentido de desenhar o corpo em movimento com o menor número de linhas possíveis (Figura 35).

Imaginemos que estamos a desenhar num papel uma forma humana, e que para esse desenho usamos um número reduzido de riscos a lápis. Agora, imaginemos que num mesmo esboço desenhamos continuamente a figura humana ao longo do tempo, mas sem descolar o lápis do papel, e que os traços mais antigos vão desaparecendo intervaladamente. Com isto iremos ter várias figuras desenhadas. É o que acontece neste momento, acrescentando um pequeno intervalo temporal, que foi sendo ajustado nas várias apresentações, em estreita relação com a dinâmica da performance. O resultado é simples e ao mesmo tempo paradoxal: a performer

¹⁰⁰ <https://processingfoundation.org/>

dança com o seu *Eu* que existiu há momentos atrás, com uma memória visual distorcida de si mesma.

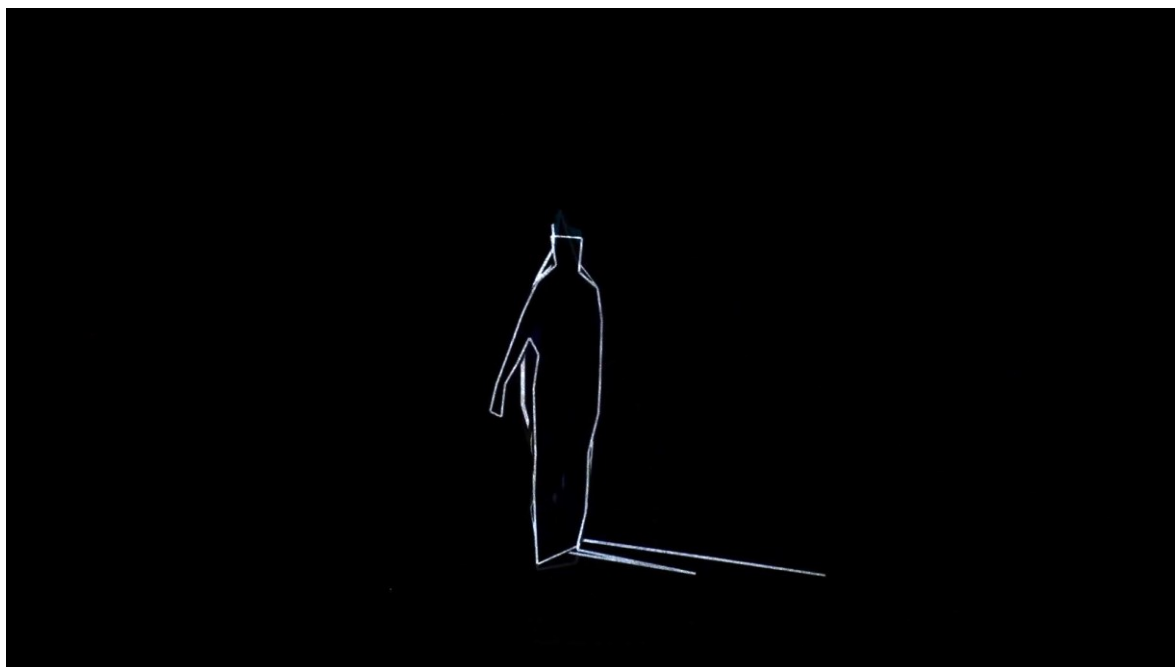


Figura 35 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada, início.

No primeiro minuto o público apenas vê o desenho de uma forma humana, mas passados alguns segundos assiste a duas entidades espaçadas no tempo. Como a imagem está entre a audiência e a performer, ambos assistem e assimilam a imagem. A performer incute ação e gesto, sincroniza-se consigo própria (Figura 36). O movimento que faz é em si uma resposta a um movimento anterior, sendo que o tempo é o elo de ligação. Neste sentido performer é incorporada na imagem, e esta dualidade causa uma sensação de estreita ligação no espaço-tempo performativo. A performer interage com a imagem que assimila, e os gestos que executa são uma resposta-ação aos gestos que executou. Aqui, a incorporação pode ser entendida como um desfasamento temporal, criando uma dualidade de ação em palco, onde a performer interage consigo mesma.

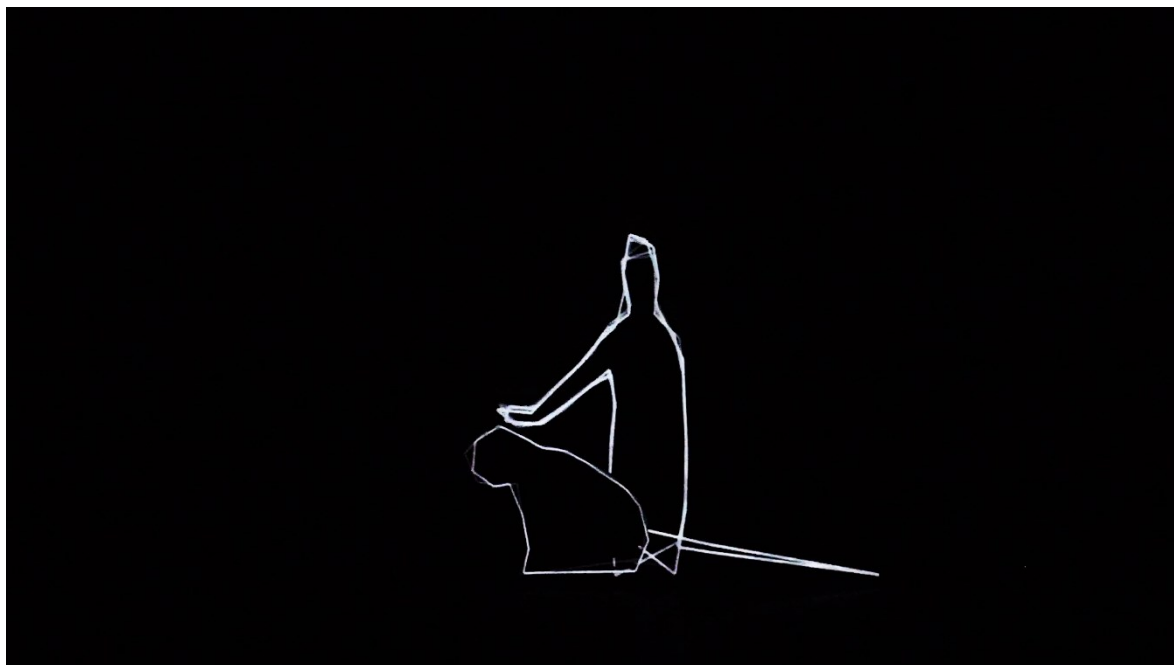


Figura 36 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. A performer toca em si mesma em tempos deslocados.

Por sua vez, as linhas projetadas, vindas dos feixes de luz da projeção, ultrapassam a tela transparente, e colidem com o seu corpo físico. Neste momento o público poderá aperceber-se que existe alguém para além da imagem transparente, ao vivo, e que se vai notando à medida em que as linhas de luz se aglomeram na imagem (Figura 37).

Se só tivéssemos o passado sob forma de recordações expressas, a cada instante seríamos tentados a evocá-lo para verificar sua existência (...) O problema começa a se esclarecer se nós nos lembramos de que nosso diagrama representa um corte instantâneo no tempo. (M. Merleau-Ponty, 1945)

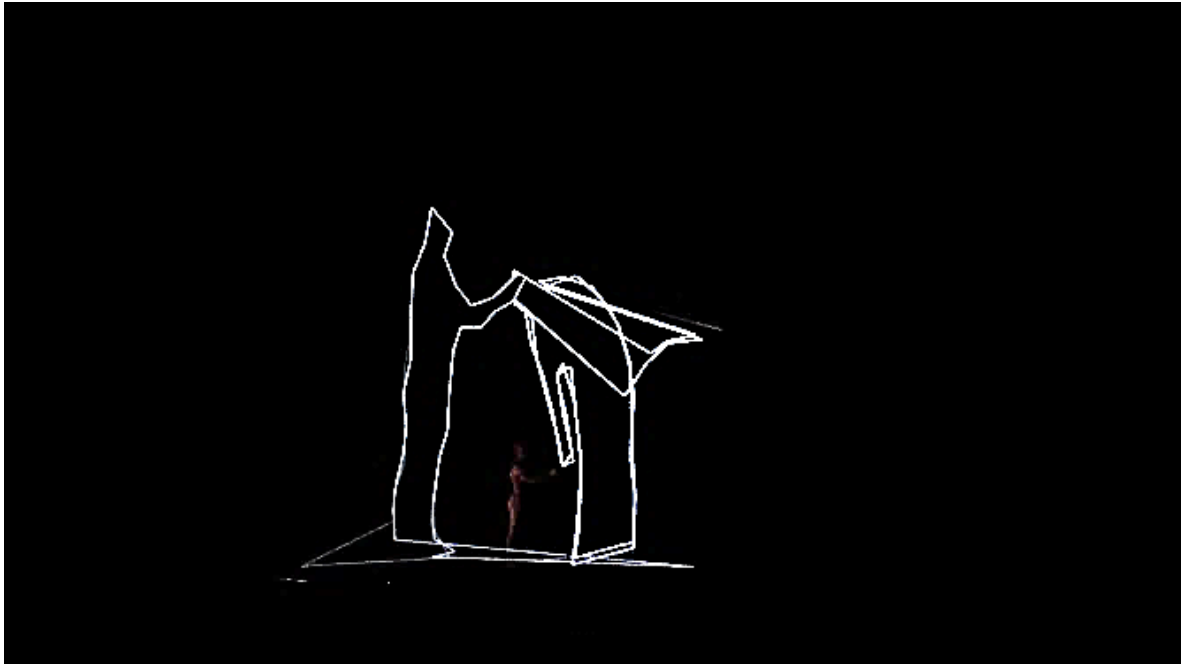


Figura 37 -CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Linhas mínimas desenham a ação de forma abstrata, e apresentam dualidade de corpos.

Será aqui interessante recordar novamente a autopoiesis de Maturana e Varela, as mudanças que um organismo sofre, mantendo a sua autopoiese constituindo a sua conduta. A conduta de um organismo é revelada a um observador pelas mudanças que causa no ambiente (incluindo o observador) em que existe.

It appears, therefore, as if the operation of the organism as a state-determined system in which time is not a component were determined by temporal phenomena, and we speak of learning, memory and recall as embodiments of the past. We consider that this contradiction arises from not distinguishing what pertains to the phenomenology of the autopoiesis from what pertains to the domain of interactions of the organism as a unity, and, thus, from an inadequate evaluation of the coupling of the structure of the nervous system to the ontogeny of the organism. (H. R. Maturana & Varela, 1972, p. 124)

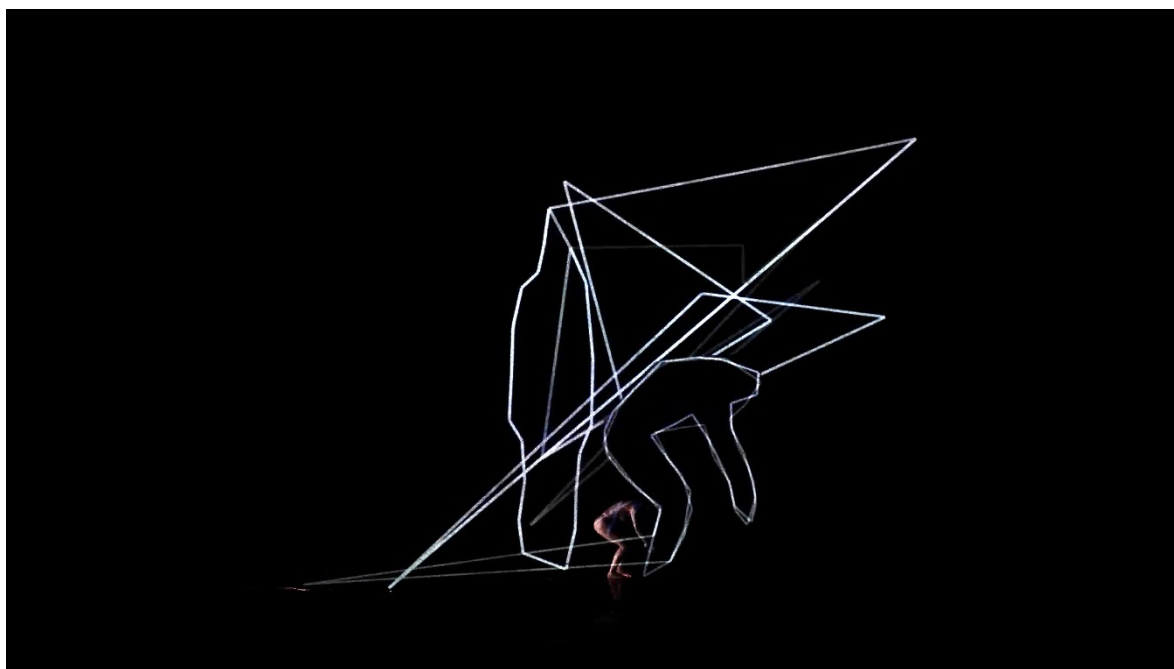


Figura 38 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Corpos em diferentes tempos são desenhados com um mínimo de traços, e linhas adjacentes reagem ao movimento.

Este corpo físico é, às vezes, ligeiramente iluminado pela luz lateral em palco (Figura 38). Desta maneira, a audiência consegue melhor compreender a interação existente entre o real e o digital. Nas primeiras apresentações de CO:LATERAL, e após conversas informais com o público, verificámos que a audiência não compreendia esta dualidade, digital e física, no tempo e no espaço da performance e, por isso, para este momento, optámos por, de vez em quando, iluminar ligeiramente a intérprete com ponto de luz lateral.

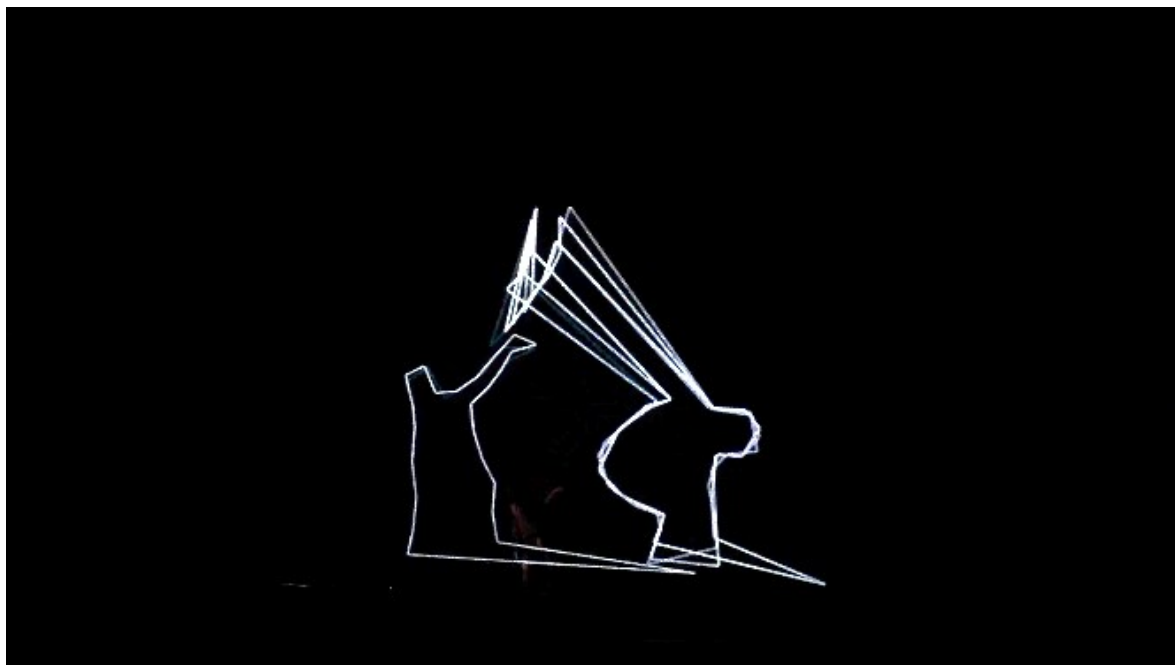


Figura 39 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Detalhe abstrato em que partes do corpo (um braço) aparece na parte superior, e se conecta com os corpos.

Existem ainda formas mais abstratas que vão aparecendo em cena, resultantes de fórmulas adicionais que aplicamos em cena: são rasgos de pedaços de movimento, memórias aleatoriamente escolhidos pelo software, desde que encaixem em algumas regras, e que ocorreram há alguns segundos atrás (Figura 39). Embora com propriedades aleatórias, esta seleção implica que os rastros de traços contínuos deverão ser sequências poligonais que se estendam no espaço, perfazendo assim memórias distorcidas do movimento (Figura 40). Estas formas poligonais são escolhidas de memórias corporais, como braços em movimento, ou partes do ombro e cabeça, que adicionam uma terceira forma corpórea em cena. Estas novas formas corpóreas estão, no entanto, ligadas com os dois corpos em movimento, através de linhas que perfazem todo um desenho em forma de ciclo no tempo (Figura 41).

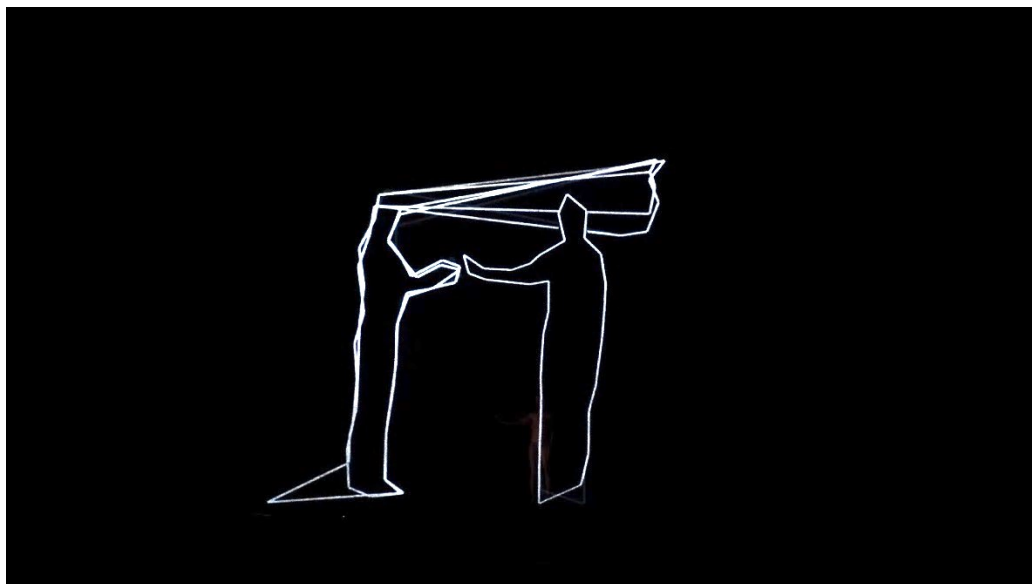


Figura 40 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Dois corpos, um deles representa o tempo atual, existindo ainda uma ligação a um ciclo de tempo anterior.

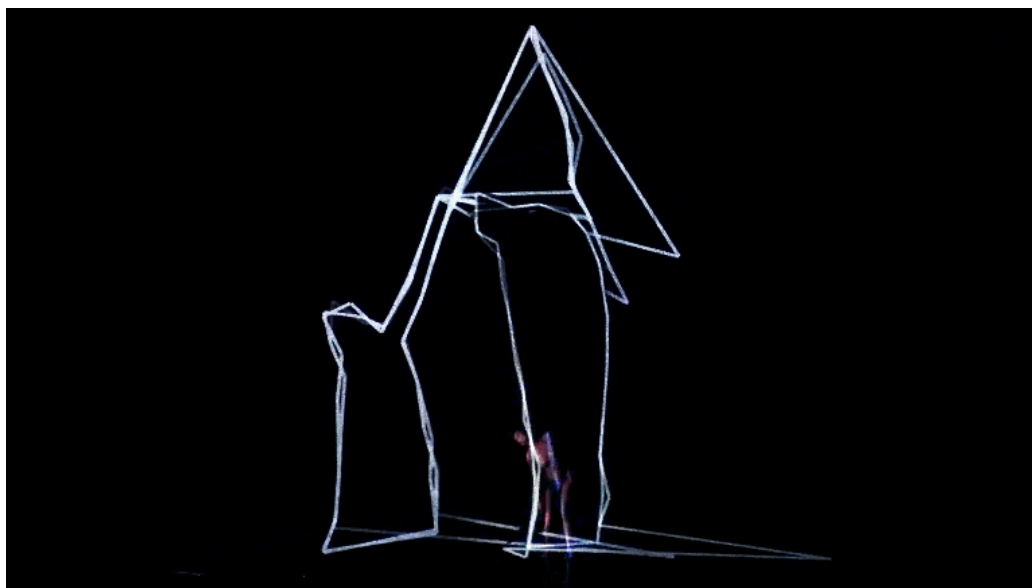


Figura 41 - CO:LATERAL. Momento de memória desenhada. Detalhe onde se vê a performer, os dois corpos, e as abstrações visuais de deslocamento.

Procedimento técnico

Na plataforma *openframeworks* são inicializadas múltiplas estruturas *arrays* de vetores 2d. O corpo é capturado através de técnicas de visão por computador e processamento

de imagem, com suavização¹⁰¹ de pixéis e binarização¹⁰² para preto e branco. A figura da performer é extraída da imagem binária. O processo computacional adjacente a este efeito é simples, mas muito eficaz. A imagem da câmara, após a binarização, e deteção de forma, irá gerar vários vértices, que constituem uma forma poligonal. A deteção de forma é feita através de processos que em computação gráfica são chamados de *blob detection*¹⁰³ e geração de contorno¹⁰⁴. Se percorrermos cada um dos vértices do contorno e guardarmos pontos de 20 em 20 posições (sensivelmente), conseguiremos um traço bastante simples, ainda assim demarcador da figura humana em movimento. Como o processo acontece pelo menos 60 vezes por segundo, e se guardarmos em memória os últimos minutos, teremos ativa uma sequência de 3600 posições no tempo anterior. As ações de armazenamento de coordenadas e reprodução das mesmas acontecem segundo o conceito de pilha, especificamente o *FILO* (*first in last out*) amplamente utilizado nas ciências da computação. Este momento acontece em sensivelmente 3 minutos. Todos os dados são armazenados temporariamente em memória, e são despachados de acordo com as configurações iniciais que configuram a extensão do efeito de *loop* no tempo. O procedimento de armazenamento só acontece quando existe um corpo detetado em palco. A deteção do corpo acontece quando a performer está a menos de 5 metros e a mais de 1 metro de distância do sensor. Isto significa que se a performer se dirigir para trás, para longe do sensor, os tempos de reprodução variam ao longo da performance. Para que este momento possa acontecer, o momento anterior (inicial) é fundamental, pois cria o efeito de desfasamento (*décalage*) temporal inicial, que posteriormente é controlado pela própria performer. Este procedimento foi massivamente testado em ensaios com as duas performers da peça CO:LATERAL, sob orientação da coreógrafa, e tendo em consideração as capacidades de processamento existentes nos vários computadores usados em palco

¹⁰¹ Exemplo em <https://docs.opencv.org/2.4/modules/imgproc/doc/filtering.html?highlight=blur#blur>

¹⁰² Exemplo em <https://learnopencv.com/tag/binarization/>

¹⁰³ Exemplo em <https://learnopencv.com/blob-detection-using-opencv-python-c/>

¹⁰⁴ Exemplo em https://docs.opencv.org/3.4/d4/d73/tutorial_py_contours_begin.html

entre 2016 e 2020. O tempo de movimento guardado em memória foi variando ao longo das apresentações. Nos primeiros ensaios, existia a preocupação com limites de processamento, pois armazenávamos imagem (em tons de cinza ou mesmo binarizada, para que o processo fosse mais rápido) em vez de pontos. A partir do momento em que optámos por armazenar apenas pontos, a resposta visual foi bastante mais rápida, o *framerate* aumentou consideravelmente, para 60 por segundo, tornando a imagem mais fluida e responsiva à ação da intérprete. Esta rapidez foi fundamental para a melhor compreensão da peça, e importante também para o *feedback* visual que a performer tinha em palco.

3 - Momento do pulsar

No momento três realçamos a noção de ocupação de espaço por um corpo, recorrendo a dois blocos visuais de grandes dimensões. Estes dois blocos, totalmente brancos, situados à esquerda e direita da figura da intérprete, deslocam-se de acordo com a figura da performer, abrindo e fechando com a dimensão horizontal do seu corpo (Figura 42).



Figura 42 - CO:LATERAL. Apresentação no Arquipélago, Centro de Artes Contemporâneas. Açores, Portugal, em 18 de Novembro de 2016 . Foto: Rui Soares (2016).

Dentro destes dois blocos existe uma linha, vertical, que consiste num pêndulo que colide horizontalmente com cada bloco, e que gera um ritmo, sendo este sonoro e também visual. Quando a linha colide com os blocos, esquerdo ou direito, é despoletado esse sinal sonoro, de alguns milissegundos, no canal *stereo* esquerdo do direito, respetivamente. Quando o corpo está mais aberto, a zona entre os blocos alarga, e o pêndulo demora mais tempo no seu percurso de movimentos entre os blocos, tornando o ritmo mais lento. Como exemplo, quando a intérprete abre os braços ou pernas, a reação visual e sonora é, assim, mais lenta, mais demorada (Figura 43). O mesmo acontece quando a intérprete se aproxima ou afasta do sensor. Esse ritmo é uma causalidade intencional que a intérprete incute na imagem e no som. Este momento acontece com o efeito de memória descrito anteriormente, aparecendo formas desenhadas de movimentos passados, mas estes não sofrem a colisão dos blocos visuais.

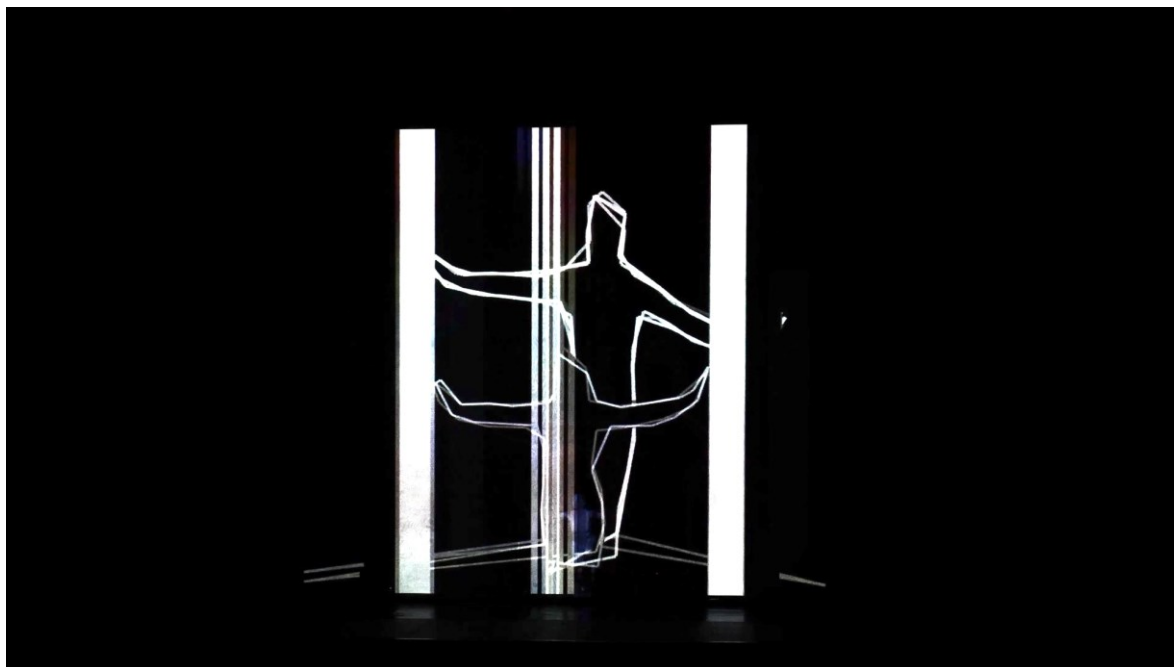


Figura 43 - CO:LATERAL, *Momento do pulsar.*

A linha pendular, que oscila entre os blocos, ilumina também a intérprete, fazendo com se seja vista quando passa à sua frente (Figura 44). Existindo duas formas corporais desenhadas, muitas vezes não sabemos qual delas é a que está a causar a oscilação da linha. Só quando nos apercebemos da posição da intérprete (se for avistada pela luz da linha que oscila) é que entendemos a causa do movimento das barras e qual a forma visual que as condiciona. Quando o pequeno sinal sonoro é tocado, fruto de uma colisão com alguma das barras, estas ficam escuras, apenas por um instante de tempo, um *frame*. Num teatro com boas condições sonoras, o público apercebe-se desta relação espacial de som e frequência do com, e que provém da intencionalidade da intérprete. No início deste momento, e para conter as memórias visuais que advêm do momento anterior, a intérprete geralmente fica parada, com os braços colados ao corpo, e por isso o ritmo sonoro é constante, quase lembrando o som de um relógio, ou de um pulsar contínuo. Após esta constância, a performer desloca-se muito lentamente para trás, ficando assim mais distante do sensor ao longo do tempo, centímetro a centímetro, o que faz com que a sua forma visual fique mais pequena, e, gradualmente, o pulsar sonoro fica cada vez mais rápido. Este gradual atinge um limite que acontece quando a performer já não é

captada pelo sensor, isto é, quando a sua forma já não é mais visível, e desaparece de cena. Quando este momento acontece, o pulsar fica tão rápido que os pequenos sons que anteriormente tinham um período temporal se tornam num sinal sonoro já contínuo. O sistema, em si, entra em stress, e colapsa, pois, os algoritmos estão à procura de um corpo que já não existe. Este sinal sonoro, contínuo, permanece em cena por alguns segundos se a intérprete não aparecer de novo. Quando a intérprete dá um passo em frente, o pulsar é novamente reativado, ainda que agitado, pois a intérprete ainda está muito longe do sensor. Quando a intérprete se aproxima do público (no sentido do sensor) o som começa a ficar menos agitado, mais calmo.



Figura 44 - CO:LATERAL, Momento do pulsar. O volume da performer corresponde à sua distância ao sensor, e esta distância influencia o pulsar.

Este pulsar sonoro é revelador da condição essencial desta peça, a de um corpo presente e com o qual está em constante diálogo. O pulsar sonoro aqui representa também esta condição, a de que esse corpo está lá, lembrando o som de máquinas em hospitais, cujo sinal sonoro passa a uma linha de áudio contínua quando o corpo já não responde (Figura 45).



Figura 45 - CO:LATERAL, Momento do pulsar.

Procedimento técnico

Da forma de desenho descrita do momento anterior são calculadas as posições extremas da esquerda e direita. Tecnicamente este processo acontece muito rapidamente. O polígono atual, que contém vários vértices que corresponde a coordenadas x e y , é percorrido, e são encontrados os vértices cujas posição x é menor (no caso da esquerda, x_1) ou maior (no caso da direita, x_2). Partindo dessas posições, das duas coordenadas extraímos x_1 e x_2 , são desenhados dois retângulos verticais em cada lado, que seguem sempre a posição horizontal dos pontos extremos. Este processo acontece em média 60 vezes por segundo. A linha central que oscila entre os blocos possui um movimento horizontal e tem uma velocidade constante, e cujo sentido é invertido quando colide com cada um dos blocos (Figura 46). Se esta colisão acontecer, é então despoletado um sinal sonoro e direcionado para o canal de áudio esquerdo ou direito.

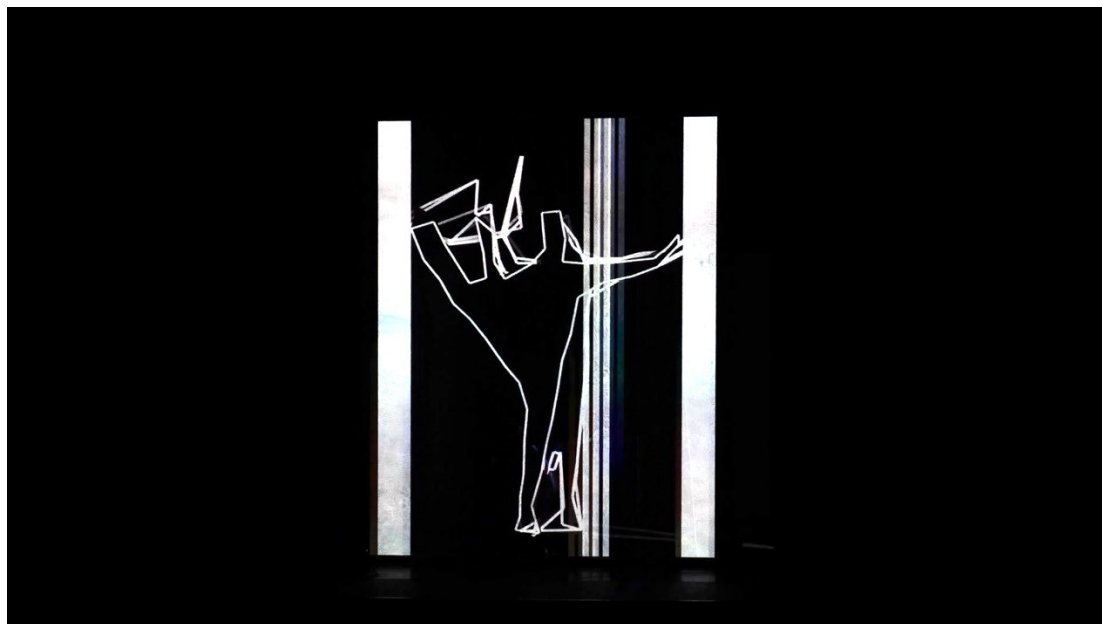


Figura 46 - *CO:LATERAL*, *Momento do pulsar*. A performer ocupa o espaço entre os dois blocos visuais. Teatro Municipal da Guarda, 2018.

Na ausência de corpo, isto é, quando o sensor não *sente* a intérprete à sua frente, situação limite, x_1 e x_2 ficam iguais, com o valor da posição horizontal central do palco. Não existindo diferença matemática entre estes dois valores, o sinal sonoro, que anteriormente correspondia a um pulsar, é agora tocado em cada *frame*, isto é, sempre, tornando-se assim numa linha de áudio contínua.

4 - Momento de aprisionamento

Neste momento da performance, o corpo volumétrico começa a ser desvendado. Este momento é indicado à performer através de um sinal visual, altura em que a anterior imagem começa a desaparecer. A performer desloca-se para trás, numa posição onde já não é capturada pelo sensor. Várias linhas finas verticais aparecem em cena. O foco de luz apontado para a performer aumenta progressivamente a intensidade, e aqui é vista na íntegra pela audiência, atrás das barras (Figura 47).

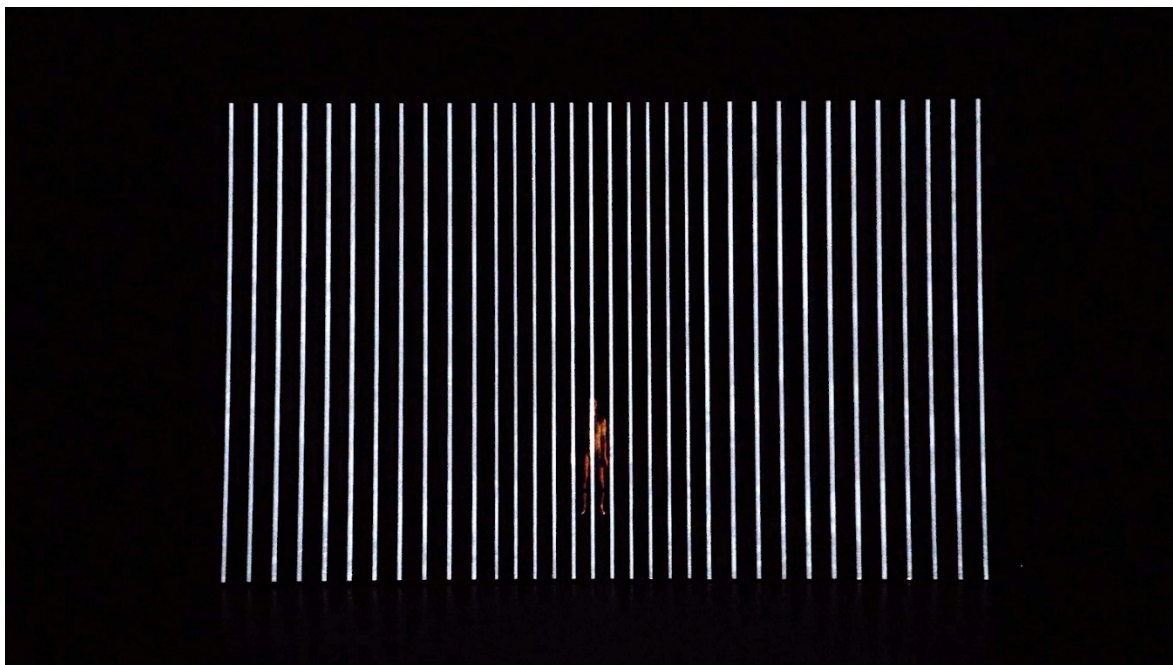


Figura 47 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Barras brancas, verticais e rígidas, aparecem entre a performer e a audiência. Teatro Virgínia (2018).

Se, anteriormente, a intérprete era vista somente atrás das luzes de pixéis em movimento, ou se existiam dúvidas se as imagens anteriores seriam despoletadas em modo automático, essas dúvidas ficariam esclarecidas neste momento. As imagens anteriores advinham de um movimento de um corpo presente (Figura 48).

As linhas verticais simbolizam uma fronteira entre a performer e a audiência, numa alusão a uma grade, de uma prisão. Estão, portanto, estáticas, bem firmes. Com o aumento demorado da luz sobre a performer existe uma pausa presente, depois de movimentos mais agressivos do momento anterior (Figura 49).

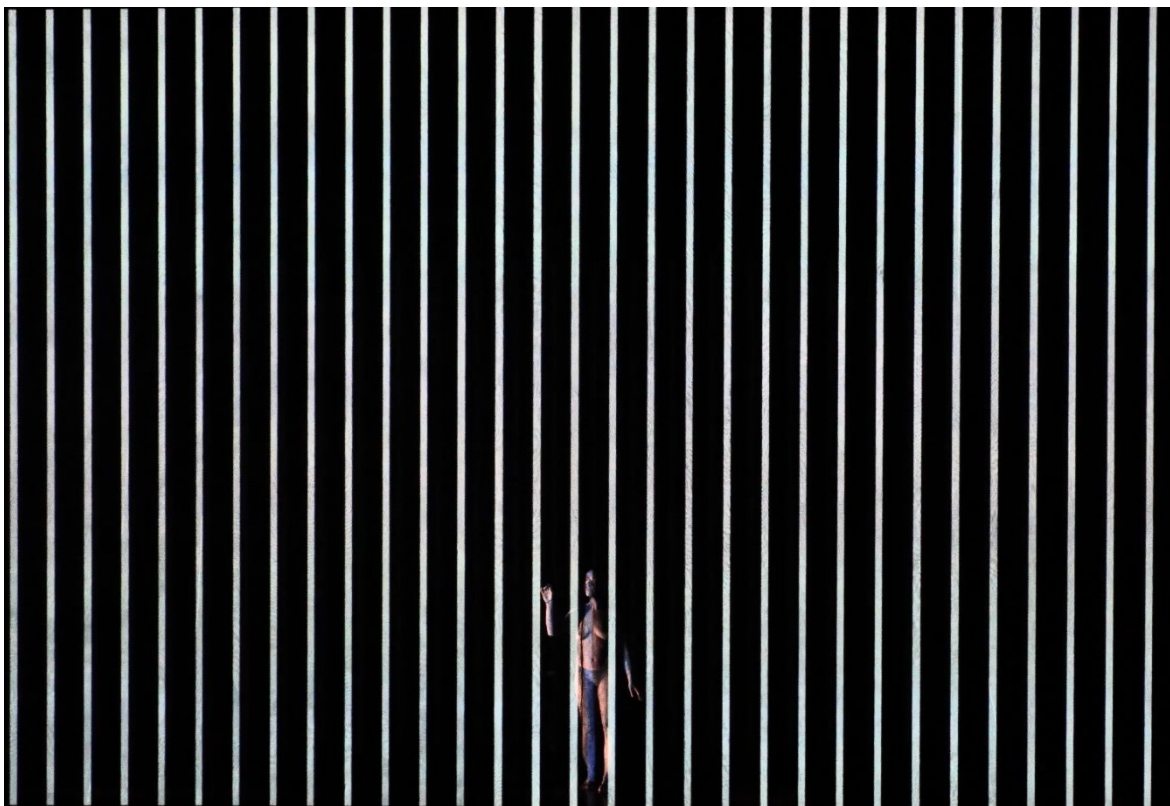


Figura 48 – CO:LATERAL Momento de aprisionamento. A performer efetua uma ligeira aproximação. Teatro Aveirense, Aveiro, 2020.

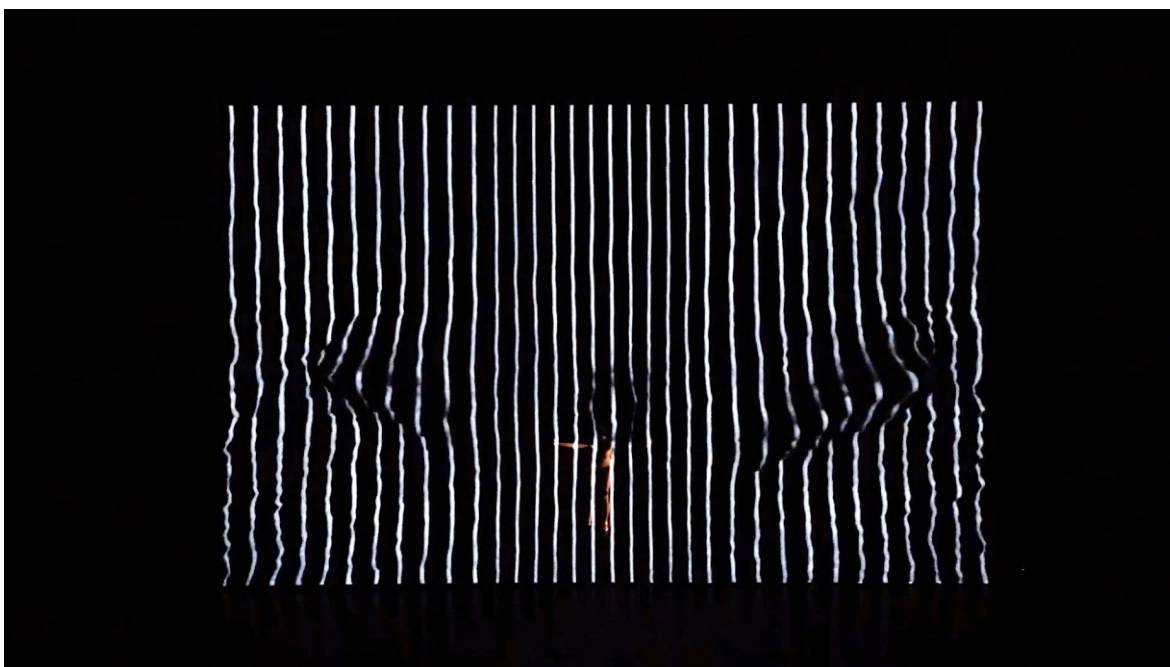


Figura 49 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. As barras rígidas começam a diluir com a aproximação da performer. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.

A performer desloca-se, muito devagar, no sentido da audiência, aproximando-se da imagem. Todo este processo é bastante calibrado, e acontece muito devagar, sendo que é a performer que, a partir da sua posição, consegue sentir e colocar a mão no limite do sensor. As mãos estendem-se, e a sua forma volumétrica estende-se também pelas linhas verticais, anteriormente rígidas, e que se deformam com a intensidade do seu movimento (Figura 50). O toque nas linhas é, de facto, imaterial, não existindo fisicamente, mas a sensação visual é de uma fisicalidade que só esta configuração de palco, sistema de projeção e sistema de captura, permitem.

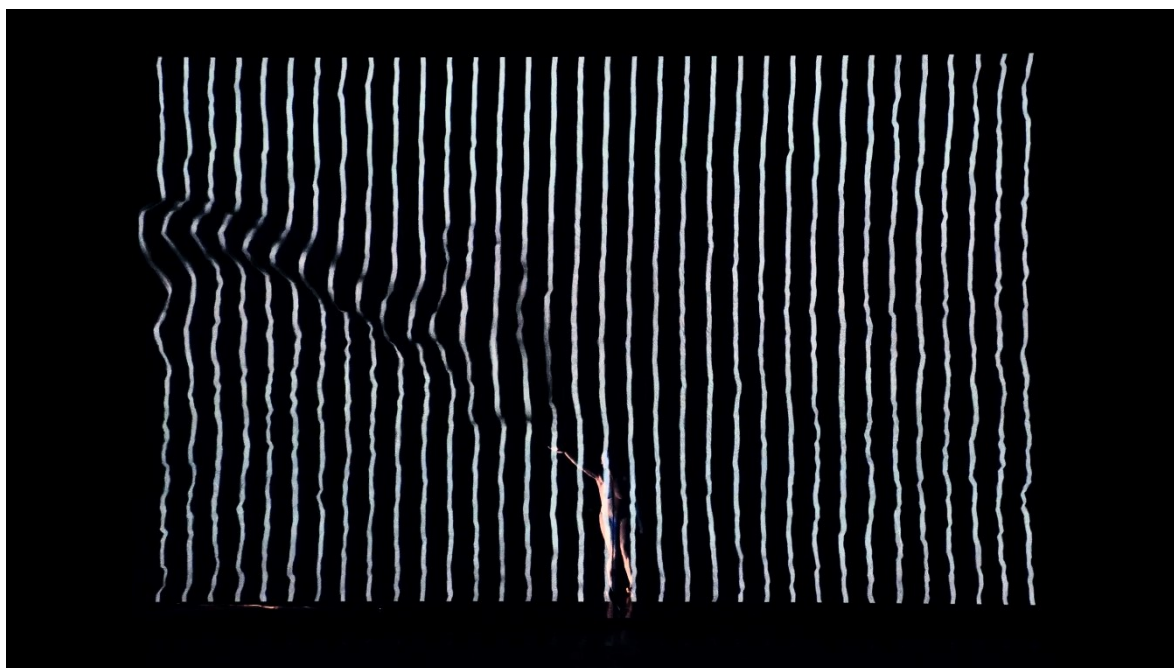


Figura 50 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Detalhe de movimento e reação visual. Teatro Aveirense, 2020.

O público presencia um momento de fisicalidade imaterial. A performer movimenta as mãos para os lados, e o rasto do seu movimento é diluído progressivamente nas linhas verticais, tornando-se frágeis e fluídas. O primeiro longo minuto de espera, em forma rígida, torna-se agora em tempo de fruição e fluidez. A performer dá um passo em frente e o seu corpo começa a deformar as linhas anteriormente fixas e resistentes. Dada a projeção frontal, o público

apercebe-se de uma sensação de que as barras começam a fluir em sua direção, agora com elasticidade cuja deformação é desenhada pela incorporação da performer no espaço sensorial. Neste momento, é vislumbrado todo o dispositivo pensado para esta performance. A tela transparente entre a audiência e o público permite que se vejam ambas as imagens virtuais e físicas. Sendo a tela transparente, e recorrendo a imagens de alto contraste, os olhos do público não conseguem sentir que existe uma tela física de tecido à sua frente. Este efeito é causado pelo forte brilho dos feixes de luz que não permitem à audiência perceber o *tulle*. Esta tela contém um tecido especial com uma gramagem que consegue reter a luz, e que deixa ver o que está atrás. Todas as paredes do palco (traseira e lateral) são escuras, o que faz com que a imagem que passa pela tela transparente não seja refletida quando bate nas extremidades do palco. A forte luz das barras, e a sua grande altura, causam uma quase vertigem na audiência, quando tenta focar o virtual e o físico ao mesmo tempo (Figura 51).

Sendo a sincronia quase imediata, o sinal é processado tão rapidamente quanto possível, para que movimentos mais rápidos possam naturalmente ser refletidos na imagem.

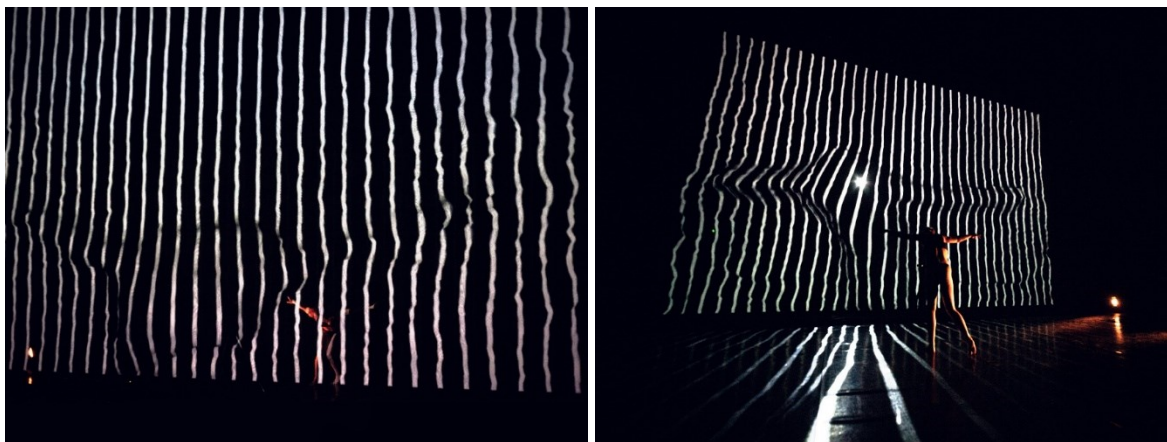


Figura 51 - CO:LATERAL. Momento de aprisionamento. Vistas da audiência, e da parte traseira do palco. Teatro Sá da Bandeira, Santarém (2019).

O que no início parecia ser uma prisão, barras que separavam a performer da audiência, transforma-se agora em experiência de corpo diluído, suave, e que quase toca na audiência.

Procedimento técnico

Nesse momento exploramos a tridimensionalidade do corpo em movimento. Para isso recorremos à coordenada Z do sensor (para além das coordenadas X e Y). O sensor devolve uma matriz de pontos com as posições horizontal e vertical e ainda a posição de profundidade da captura. Os deslocamentos de cada posição Z em cada ponto X,Y são analisados ao longo do tempo, e a sua intensidade, medida pela comparação temporal de valores, causa um efeito de propagação de movimento nas linhas. As linhas fixas iniciais são constituídas por pontos individuais. O efeito de propagação é ondulatório. À medida que o corpo se aproxima do sensor, maiores são as mudanças nos pontos. Se a performer se deslocar para trás, os pontos voltam lentamente à sua posição inicial. Como existe uma propagação ondulatória, este processo demora alguns segundos.

5 - Momento de extensão vertical

Instâncias visuais dos desenhos da performer elevam-se no ar. Este momento liga-se também a uma queda que acontecerá posteriormente. Funciona como uma antecipação por contra-ponto à fatalidade da queda. Acontece uma elevação do corpo, também uma impossibilidade de voo, sendo que metaforicamente é o desejo (Figura 52).

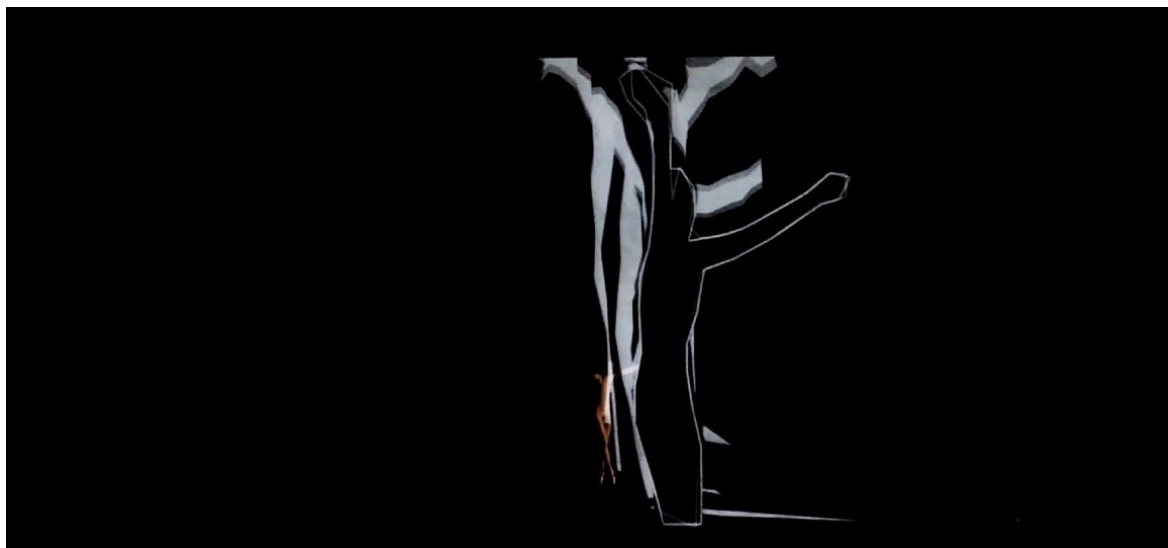


Figura 52 - CO:LATERAL. Momento de extensão vertical. Teatro Circo, Braga, 2019.

Em pontos periódicos do tempo o corpo é captado, e a sua posição é fixada na imagem, o desenho resultante começa a elevar-se verticalmente, e cria instâncias seguidas que se sobrepõem entre o branco e o negro. A performer muda a sua posição, baixa-se e encolhe, contraindo-se consigo própria, o desenho relaxado continua a percorrer o seu corpo, e a leve elevação em contínuo desenlace demonstra leveza, como se uma aura estivesse a sair do corpo que às vezes fica em pausa.

Procedimento técnico

Aos pontos que são capturados do corpo em movimento, guardam-se as posições, e através de progressão vertical crescente os pontos começam a subir. Entre cada captura aplicam-se preenchimentos de preto seguidos de branco, criando o contraste necessário para que possamos ver o progresso da elevação, e o corpo físico da performer. Quando os pontos se movimentam para cima, são aplicadas algumas deformações no movimento, muito ligeiras, que fazem o desenho desaparecer quando está lá no topo. Estas deformações são mais fortes à medida que os traços se elevam.

6 - Momento de constelações

É neste momento que os pontos descritos no momento um entram novamente em cena, já com a performer em movimento.

Estes pontos, espalhados pela imagem, possuem movimentos de atração e repulsão pelos pontos dos vértices da figura da performer, abrindo a imagem ou fechando dependendo da atração ou repulsão (Figura 53).

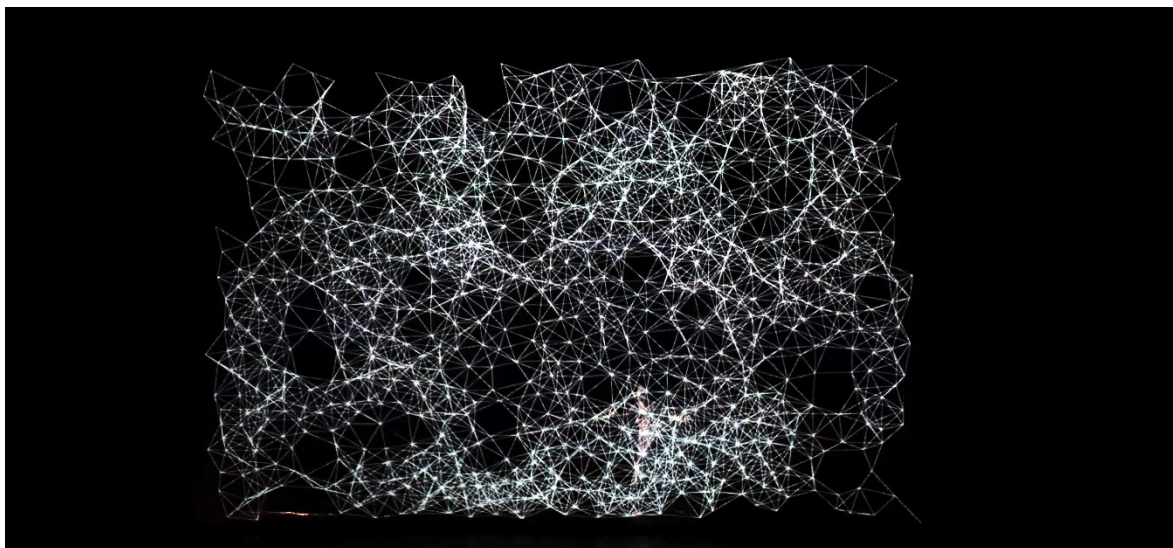


Figura 53 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Início. Art and Tech Days, Košice, Eslováquia, 2019.

A velocidade dos movimentos da performer induz modificações proporcionais ao cenário da imagem. Quando existe a atração, a forma da performer é recriada em movimentos mais abstratos e delineadores (Figura 54). Neste caso estes movimentos digitais sobrepõem-se à imagem da performer. Os espaçamentos temporais entre atrações e repulsões criam uma dinâmica de complementaridade entre o gesto físico produzido, a sua velocidade, mas também a sua compenetração e encolhimento (Figura 55).

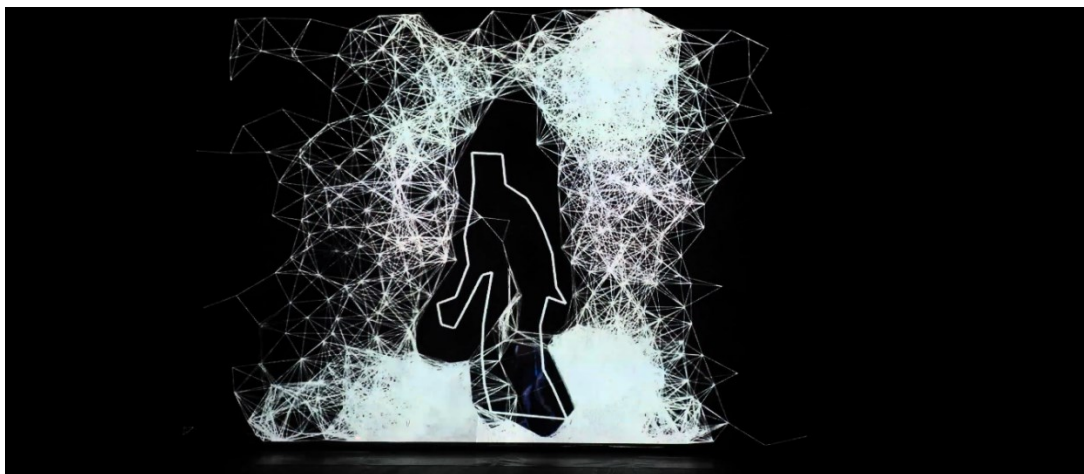


Figura 54 - CO:LATERAL. Momento das Constelações. Temp d'Images, Lisboa, 2019.

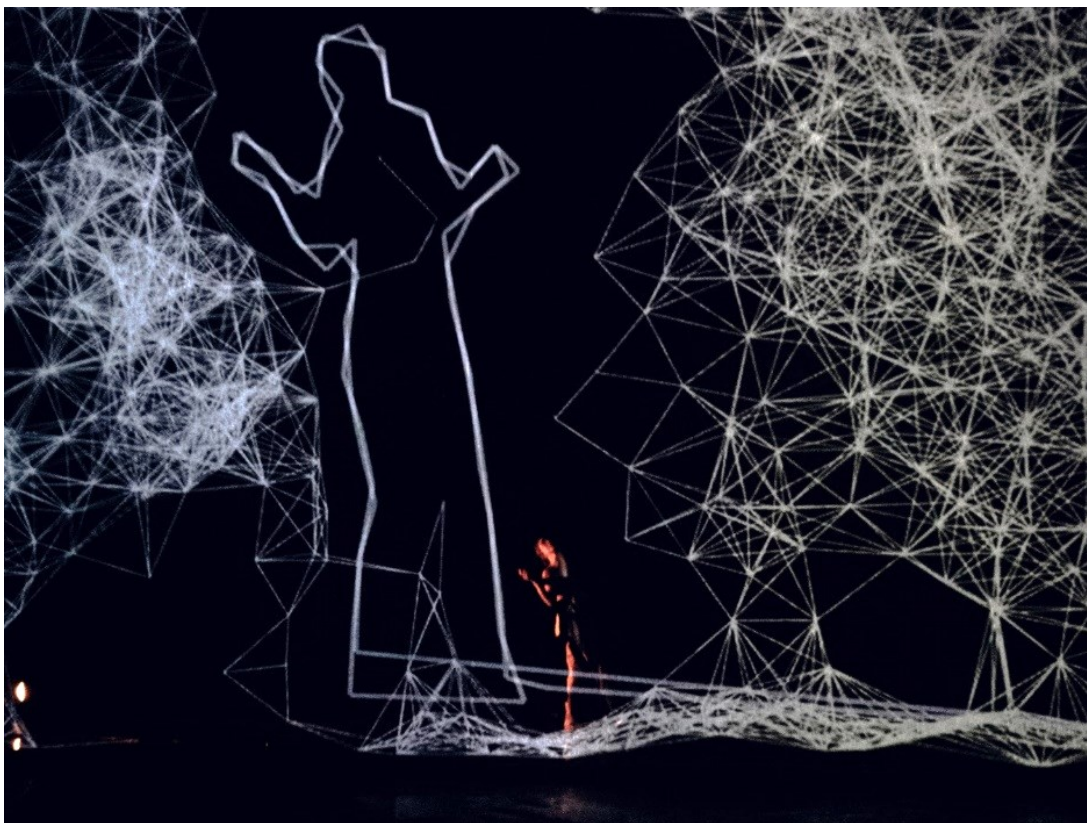


Figura 55 - CO:LATERAL. Momento das Constelações. Detalhe de movimento. Teatro Aveirense, Aveiro, 2020.

Poderemos entender este momento como um diálogo sincrónico entre o movimento brusco e o movimento subtil. Muitas vezes a performer encolhe-se, lentamente, e todos os pontos perfazem o seu corpo, e, se essa calma se estender no tempo, tudo fica mais lento e também concentrado (Figura 56).



Figura 56 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Detalhe de movimento. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.

Esta subtileza contrasta com os movimentos mais bruscos, de espasmo, que libertam o digital do corpo da intérprete.

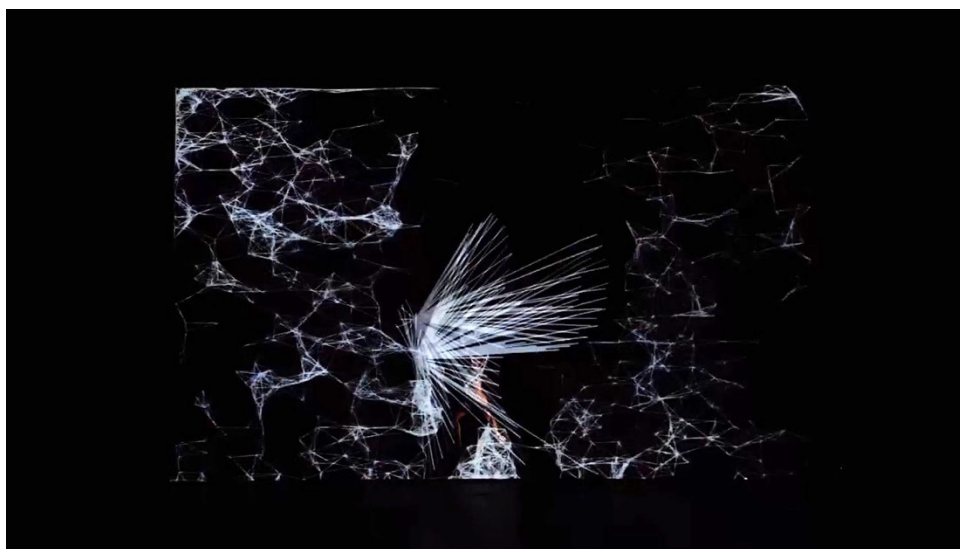


Figura 57 - CO:LATERAL. Momento de constelações. Detalhe com linhas retas que perfazem o movimento. Košice, Eslováquia, 2019.

Procedimento técnico

Pontos, posicionados aleatoriamente na imagem, são periodicamente atraídos e repelidos pelo desenho da performer. Cada ponto está atento ao desenho da performer e também aos outros pontos. Quando encontra pontos próximos, ou a silhueta, aparecem linhas que perfazem a imagem (Figura 57). Esta técnica é uma evolução de trabalhos anteriores: NUVE (2010) e YMYI (2007) (Moura, 2012).

7 - *Momento sem o digital*

Neste momento, que dura cerca de 4 minutos, projetores de luz laterais apontados para a bailarina começam a emitir progressivamente mais luz. A imagem digital desaparece, e apenas contemplamos o corpo da bailarina (Figura 59). A forte luz que é projetada lateralmente no seu corpo, e a ausência de qualquer imagem, faz com que o *tulle* transparente não se veja. Aqui voltamos à realidade na escala de Milgram (Figura 58), a um corpo que esteve presente desde o início da peça. Fica a percepção de que, até este momento, existiu uma sincronia, uma incorporação em sintonia. Este é um momento de pausa, também de reflexão. Memórias de alguns gestos, que anteriormente eram vistos através do digital, passam a ser vistos ao vivo. Existe aqui também uma sensação de liberdade, por parte da performer, e por parte do público, e de maior contacto visual entre os dois. A música diminui, o que faz com que se ouçam os sons da performer, a sua respiração ou os barulhos que faz quando se movimenta no palco (Figura 60).



Figura 58 - No momento 7 voltamos à realidade.



Figura 59 – CO:LATERAL, *Momento sem o digital*. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.

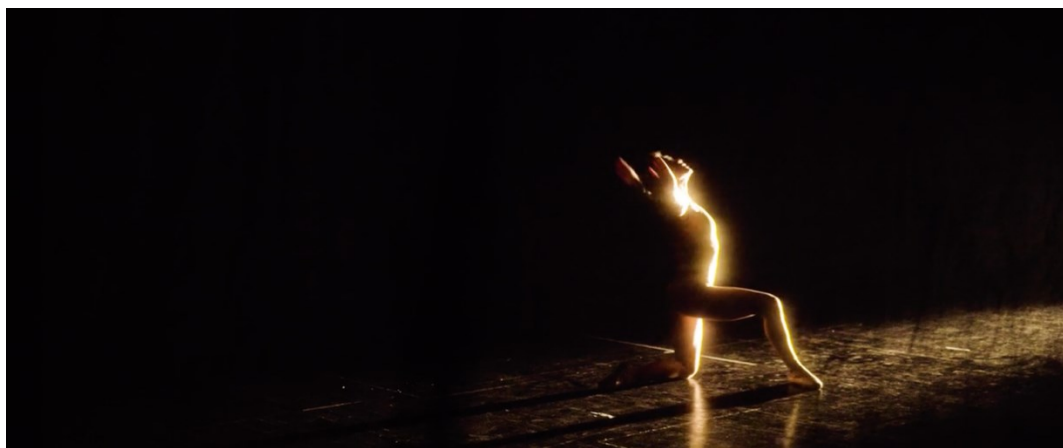


Figura 60 – CO:LATERAL, *Momento sem o digital*. Uma forte luz ilumina a performer lateralmente, esta luz faz com que o tulle fique invisível à audiência. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.

Procedimento técnico

Acontece um fade out progressivo na imagem, e projetores de luz laterais aumentam a sua intensidade ao longo de um minuto. Após este momento, a luz diminui muito lentamente, a bailarina começa a desaparecer, e os seus contornos (linhas simples) começam a aparecer novamente.

8 - *Momento da separação*

Este momento é importante na peça. Causa uma sensação de perda de ligação. O corpo da bailarina volta a ser capturado, mas desta vez saem formas que se desfazem para os lados laterais (esquerdo e direito). A bailarina tenta conseguir a ligação que mantivera anteriormente com a imagem, mas só o consegue durante alguns segundos (Figura 61). Então, perante a dualidade de formas que *fogem* do corpo, existe a tentativa de as *apanhar*, de tentar novamente

a ligação ao corpo outrora ligado (Figura 62). Quando mais a bailarina se tenta mover, mais as formas fogem, e a sua geometria começa a ficar desfeita.



Figura 61 - CO:LATERAL, momento da separação. Košice, Eslováquia, 2019.

O esforço que a bailarina faz para se tentar incorporar novamente na imagem é transportado para a audiência, que também espera, com alguma ansiedade, que a situação estabilize, que a incorporação aconteça novamente.

Por vezes a bailarina consegue mover-se, alcançar, e tocar subtilmente na sua imagem, que desvanece mais com o próprio toque.

Após várias tentativas, e percebendo que o movimento acelerado ao encontro do seu corpo apenas causa uma desincorporação, a bailarina opta por fazer movimentos mais suaves, e a peça em si adapta-se a esta calma e reencontro (Figura 63).

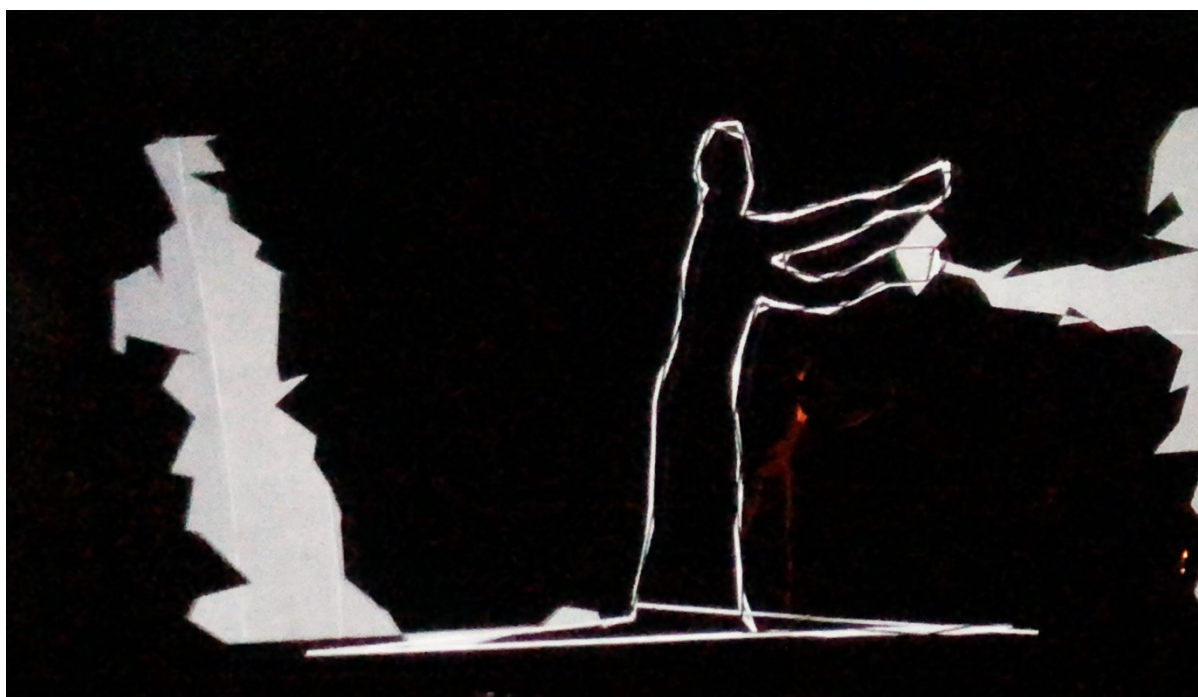


Figura 62 - CO:LATERAL, momento da separação, Temp D'Images, Lisboa, Portugal, 2019.

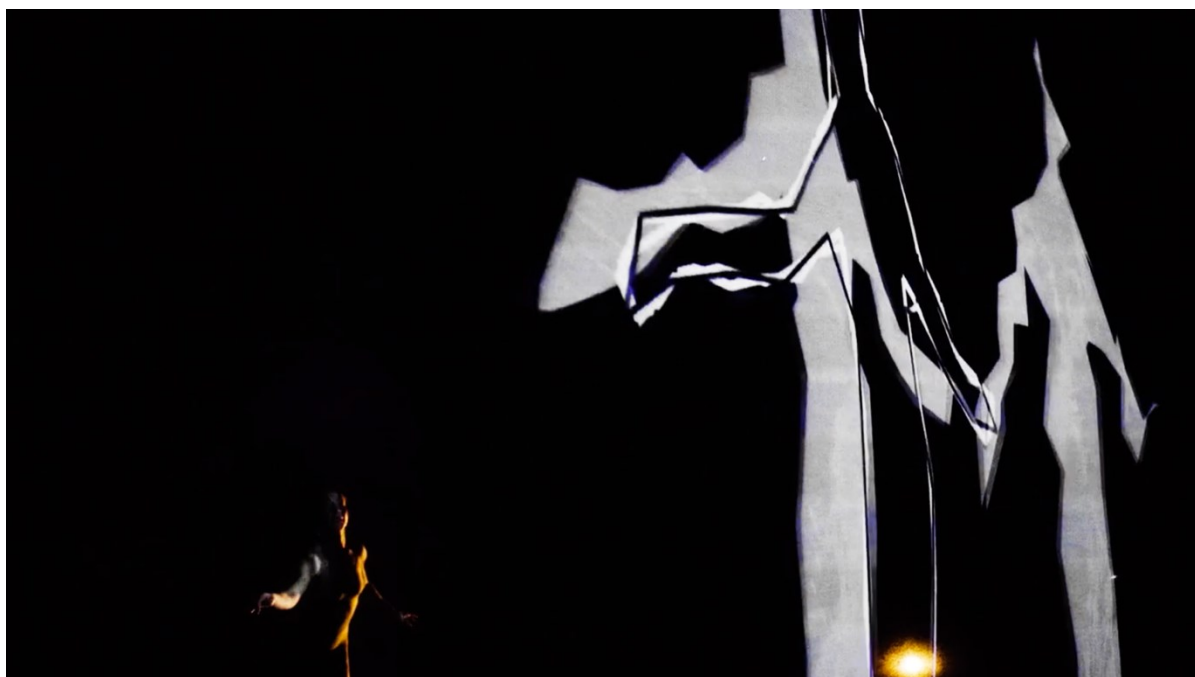


Figura 63 - CO:LATERAL, após o momento da separação, os corpos reencontram-se, Teatro Virgínia, Torres Novas, Portugal, 2017.

Quando a sincronização é novamente reestabelecida, a performer encontra-se consigo novamente no espaço onde a peça começou, e aqui o fino gesto é outra vez mutuamente entendido.

Procedimento técnico

Instâncias da silhueta capturada são projetadas em movimento acelerado para o lado direito e esquerdo do palco. A velocidade deste movimento está associada com a agitação da performer. Essa agitação também causa uma deformação das formas que se afastam. A deformação acontece com a movimentação dos pontos que perfazem o polígono em acelerações de ruído algorítmico. Em cada instância que nasce ouve-se um som marcado. Tudo desacelera quando a performer fica mais calma, e a imagem volta a sincronizar como anteriormente.

9 - Momento de gesto desenhado

Este é um momento de maior controlo e precisão do gesto. Aqui, algoritmos detetam as partes do corpo mais próximas, e são explorados contactos gestuais com a virtualidade. A imagem

preenche-se com vários pontos, e é desenhado um campo vetorial que interage com o fino gesto da mão da bailarina. Após o anterior movimento em que não existia controlo, e após o esforço da bailarina no voltar à incorporação, o campo de vetores procura as suas mãos, locais em que estes vetores convergem, na sua rotação, e a performer começa a desenhar traços marcados na imagem com o movimento dos seus braços (Figura 64).

Neste momento existe marcadamente luz lateral na performer, que é vista claramente pela audiência. A performer olha diretamente para a imagem que está entre si e o público. A bailarina posiciona-se de modo que a concentração de vetores se note apenas nas extremidades frontais do seu corpo, necessitando de alguns segundos até conseguir calibrar a sua posição em palco e o movimento da sua mão na imagem. O espaço de palco torna-se, assim, sensível à proximidade da performer ao *tulle*. A sua imagem bidimensional é captada, e é também analisada a imagem tridimensional, nomeadamente as distâncias das extremidades do seu corpo ao sensor.

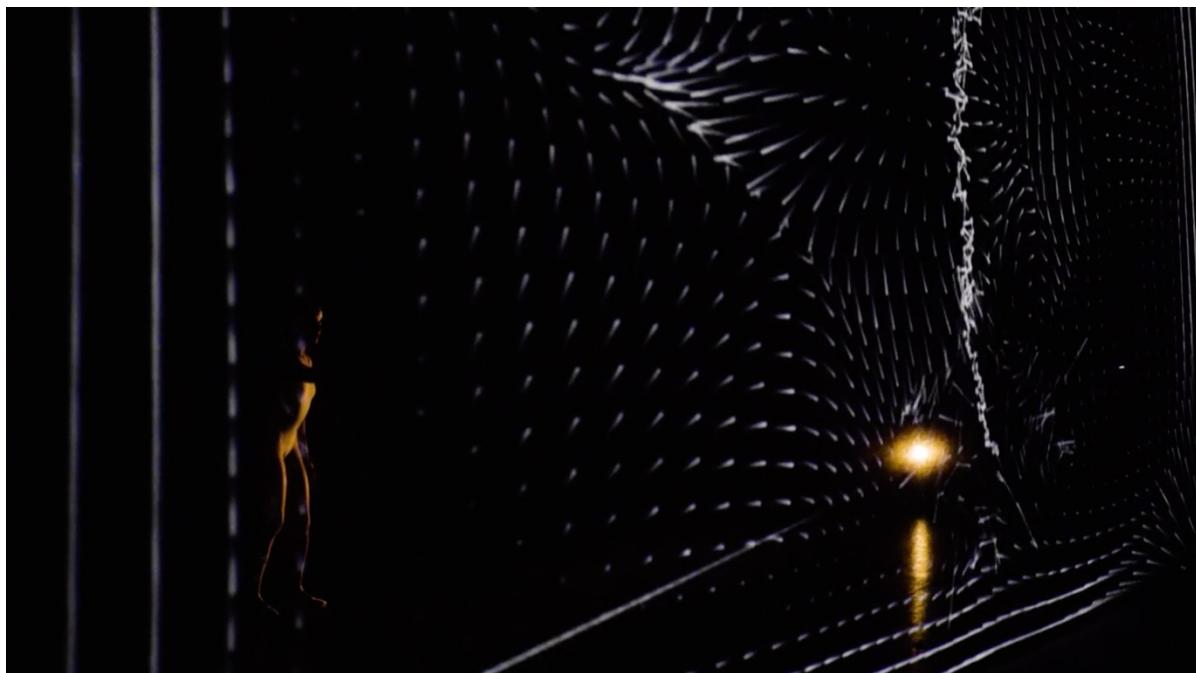


Figura 64 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado. Teatro Virgínia, Torres Novas, 2018.

À medida que a performer ganha mais confiança no seu gesto, começa então a desenhar letras com as suas mãos, uma de cada vez. Começa pela letra ‘N’, seguida da letra ‘O’ (Figura 65).

O desenho de cada letra permanece alguns segundos, e o traço que o originou entra num *loop* que se descontinua até que a letra desapareça (Figura 66). A performer repete esta sequência algumas vezes, um significado de necessidade de libertação.

Procedimento técnico

Neste momento os dados de luz estruturada são analisados e os pontos mais próximos da câmara de profundidade são guardados. Esses pontos (que possuem uma baixa resolução, e que geralmente representam as mãos) são guardados e apresentados em *loop* continuado. O controlo do desenho é assegurado pela performer em palco. O espaço de vetores corresponde a uma matriz bidimensional de pontos. Cada ponto calcula a sua aproximação ao ponto mais próximo do desenho do corpo da performer. É calculada a rotação, e aplicam-se técnicas de interpolação, *Inbetweening* (Kort, 2002), com aceleração e desaceleração, que causam fluidez na matriz de pontos.

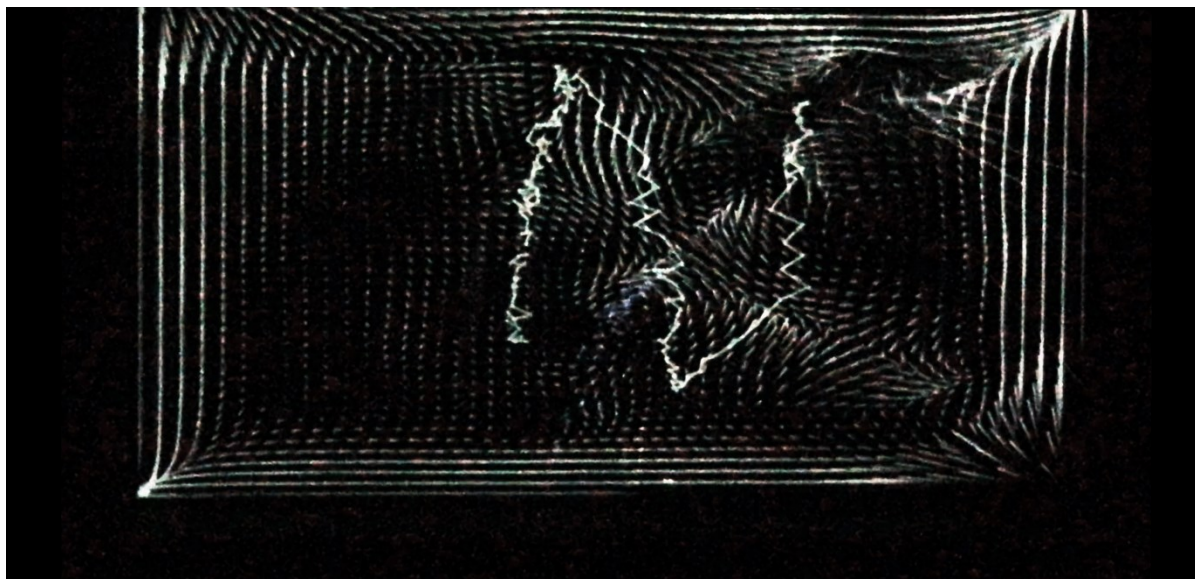


Figura 65 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado, a performer desenha a letra 'N' no campo de vetores. Teatro Circo, Braga, 2018.

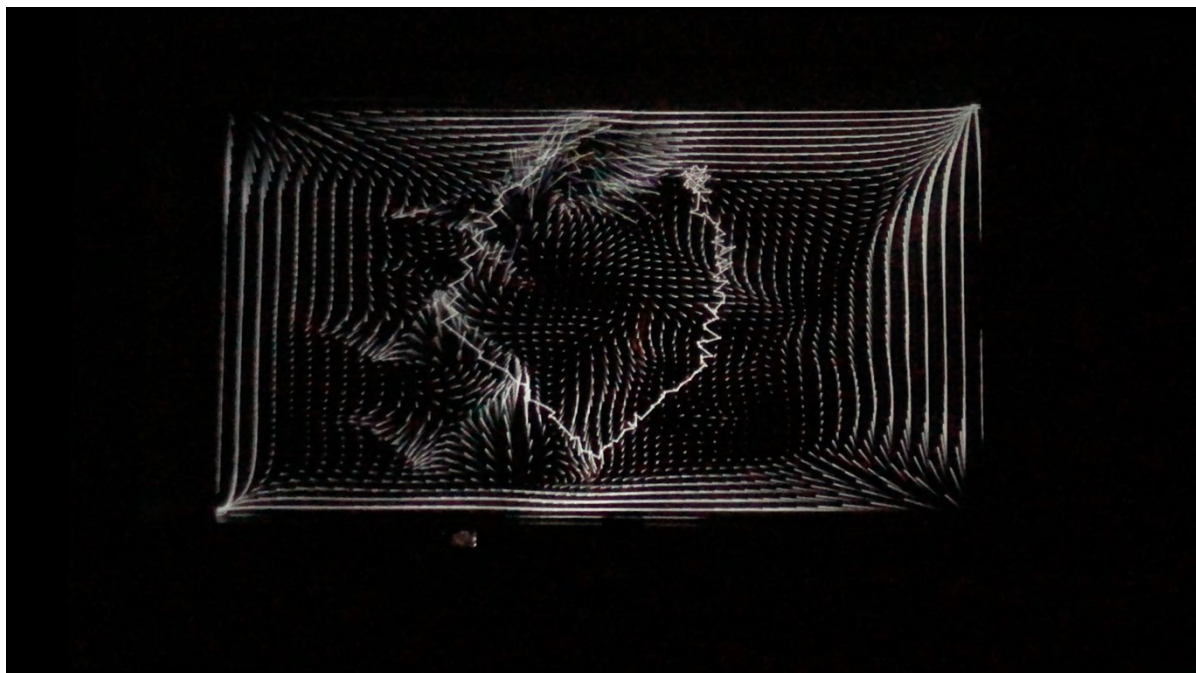


Figura 66 - CO:LATERAL, momento do gesto desenhado, a performer desenha a letra 'O' no campo de vetores. Teatro Municipal da Guarda, 2018.

10 - Momento da queda

CO:LATERAL é uma peça que demonstra continuidade e descontinuidade, e ao longo dos momentos anteriores assistimos a diferentes tempos, tempos de contacto, de controlo, de perda, ou de desconexão. No momento da queda a performer inicialmente respira fundo, estabiliza a imagem (Figura 67), e de seguida executa gestos bruscos, quase de espasmo, e inicia uma lenta queda no chão. Aqui voltamos aos algoritmos de memória, que desenhavam esses espasmos ao longo de alguns minutos, enquanto a performer cai, lentamente (Figura 68). Neste processo de queda, a performer estende seus braços, e áreas laterais são ativadas visual e sonoramente. De seguida, estende ainda mais e eleva seus braços, deslocando a sua cabeça para trás, criando ondulações com o seu corpo. Estas ondulações geram desenhos que se repetem com os *loops* de memória descritos no momento 2 (Figura 70). Este momento começa a delinear uma despedida, não forçada. Por vezes a performer tenta elevar-se, mas rapidamente o seu corpo cede, caindo no chão (Figura 69).

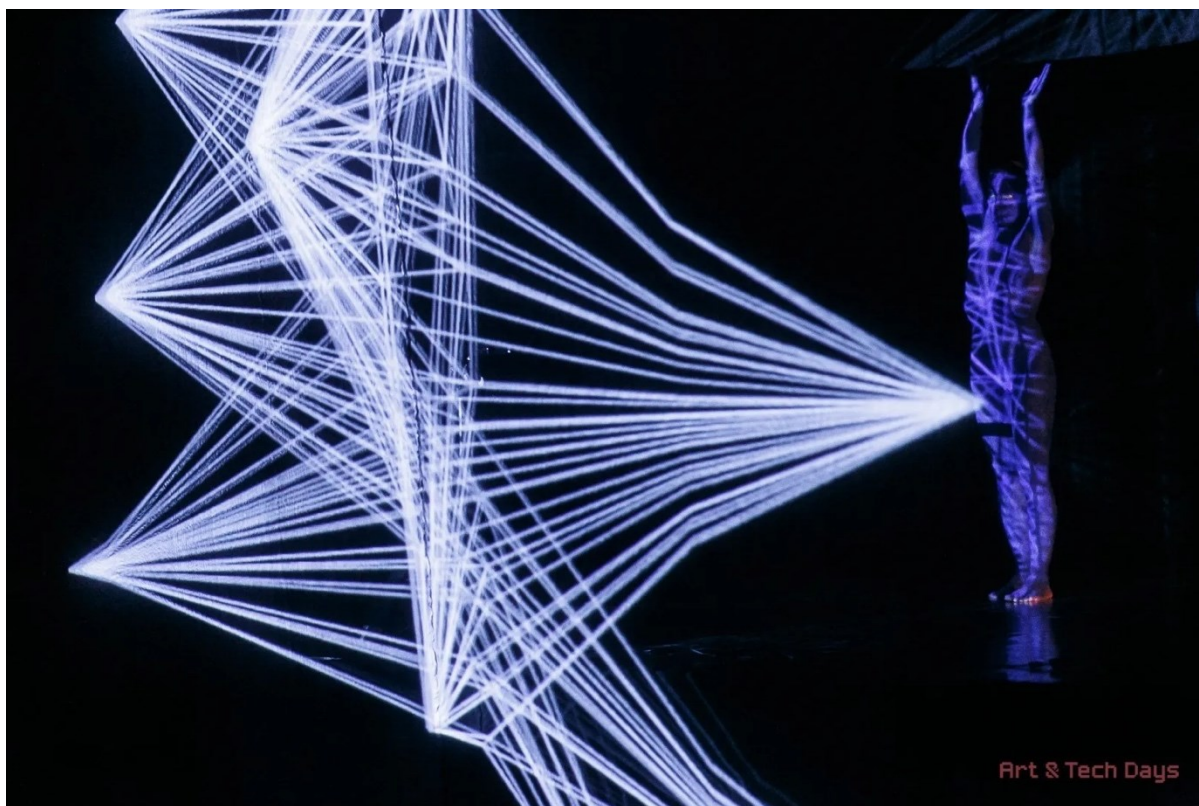


Figura 67 - CO:LATERAL, início do momento da queda. Košice, Eslováquia, 2019.

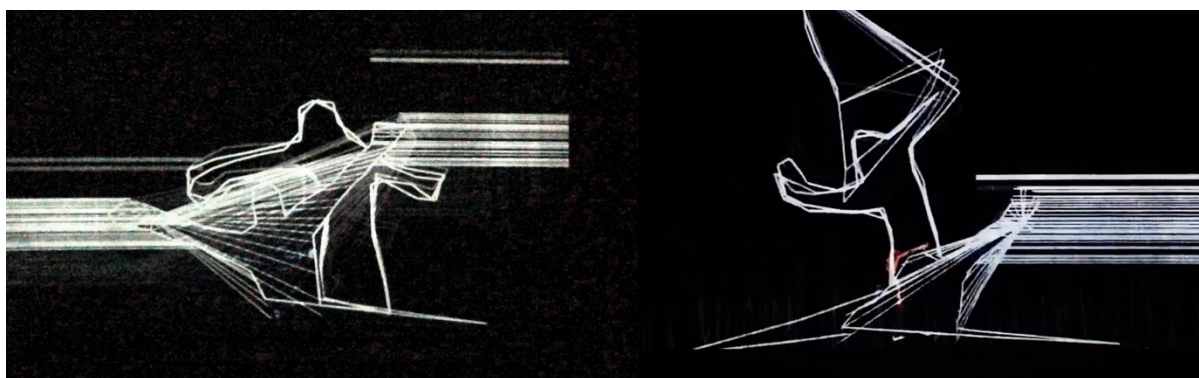


Figura 68 - CO:LATERAL, momento da queda. Cineteatro Municipal João Mota, Sesimbra, 2019.

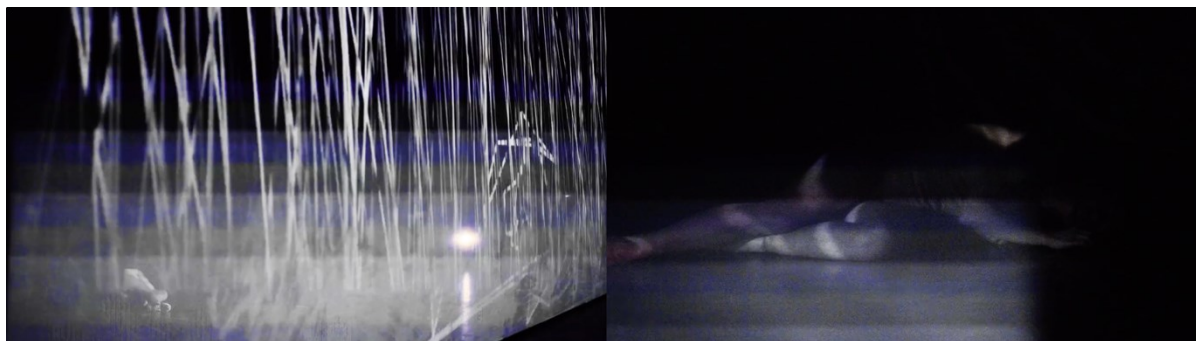


Figura 69 - CO:LATERAL, momento da queda. Detalhe da performer já no chão.



Figura 70 - CO:LATERAL, Momento da queda. Memórias da performer em queda permanecem na imagem, em loop de desenho com abstrações. A performer encontra-se já deitada no chão.

Este momento desenvolve-se em torno do fator queda, a performance da queda é aqui trabalhada de forma a expandir o gesto de uma queda infinita. Quando a performer se encontra estendida no chão, mas suas memórias de resistência à queda ainda continuam. No fundo, a narrativa que subjaz a CO:LATERAL, liga-se a um ciclo de vida e morte e de memória como forma de fazer perdurar a fatalidade da queda. A repetição e o infinito, são tentativas de uma sobrevivência.

Procedimento técnico

Repete-se o procedimento descrito no momento 2, e acrescentam-se áreas laterais reagem à extensão do corpo, especificamente quando a performer estende os braços. O desenho da queda é guardado em memória, e, desta vez, a memória desvanece lentamente. É removido um ponto poligonal a cada 10 segundos, sendo que a forma de desenho do corpo fica cada vez mais abstrata. Neste processo, quando a performer já se encontra deitada no chão, a sua memória, os gestos que fez nos últimos minutos, ainda continuam a ser desenhados até desaparecerem lentamente.

11 - Momento de elevação

Este momento corresponde a uma fase bastante importante nesta investigação, e que nos será muito relevante nas peças seguintes. Passamos de uma representação bidimensional para a tridimensionalidade. Embora ensaiado deste 2016, este momento só foi colocado em apresentações públicas oficiais da peça no segundo ano, e exigiu bastantes testes, desenvolvimentos e ensaios, quer em estúdio, construído para o efeito, quer no espaço de ensaio do Balleatro. Foi somente interpretado pela performer Sónia Cunha, a partir de 2017. O corpo, até agora representado por linhas poligonais que conectavam pontos, e que interagira com outros elementos em cena, eleva-se agora com características visualmente mais volumétricas.

Os processos de captura do corpo em movimento evoluíram bastante nos últimos anos. As câmaras de profundidade, para além de captarem imagem bidimensional RGB, captam profundidade em cada pixel, isto é, a distância de cada pixel ao sensor. A utilização de apenas uma câmara de profundidade somente capta a profundidade que está à sua frente, fazendo com que se desejarmos ver esse volume lateralmente, apenas consigamos ver parte dos pixéis captados à frente do sensor. Para superar esta dificuldade recorreremos a um maior número de câmaras, de modo a captar de vários ângulos o entre espaço que os sensores individuais não conseguem captar. Ao usarmos várias câmaras, foi necessário garantir que estão bem calibradas e sincronizadas, de modo que cada *frame* possa chegar ao mesmo tempo.

No momento anterior, a performer cai no chão. No final desse momento existe um *black out*, em cena, e a intérprete encolhe-se, colocando-se numa posição fetal. Esta relaciona-se dramaturgicamente com ciclo vida e morte, como o conceito da peça sugere. Começa por aparecer um ruído visual de sinal, vindo das câmaras, que mostra pixéis do sensor. Esses pixéis correspondem à luz estruturada que bate na superfície do chão e no corpo da performer. Uma forma volumétrica começa a notar-se na imagem. A intérprete Sónia Cunha permanece em posição encolhida, lateral ao chão. Mantém esta posição durante alguns segundos. A forma que aparece projetada na imagem poderá não ser imediatamente entendida como um corpo. A intérprete move ligeiramente o pé, e este movimento causa uma perceção de um corpo,

novamente presente, desta vez mais virtual. Neste cenário tridimensional existe a possibilidade de podermos ver a intérprete em perspectivas virtuais, recorrendo a várias posições, no espaço de captura. Começamos por uma vista de cima. Existe um movimento de aproximação ao corpo, que acontece bastante devagar, de cima para baixo, um ligeiro *zoom* que se estende por vários segundos (Figura 71).

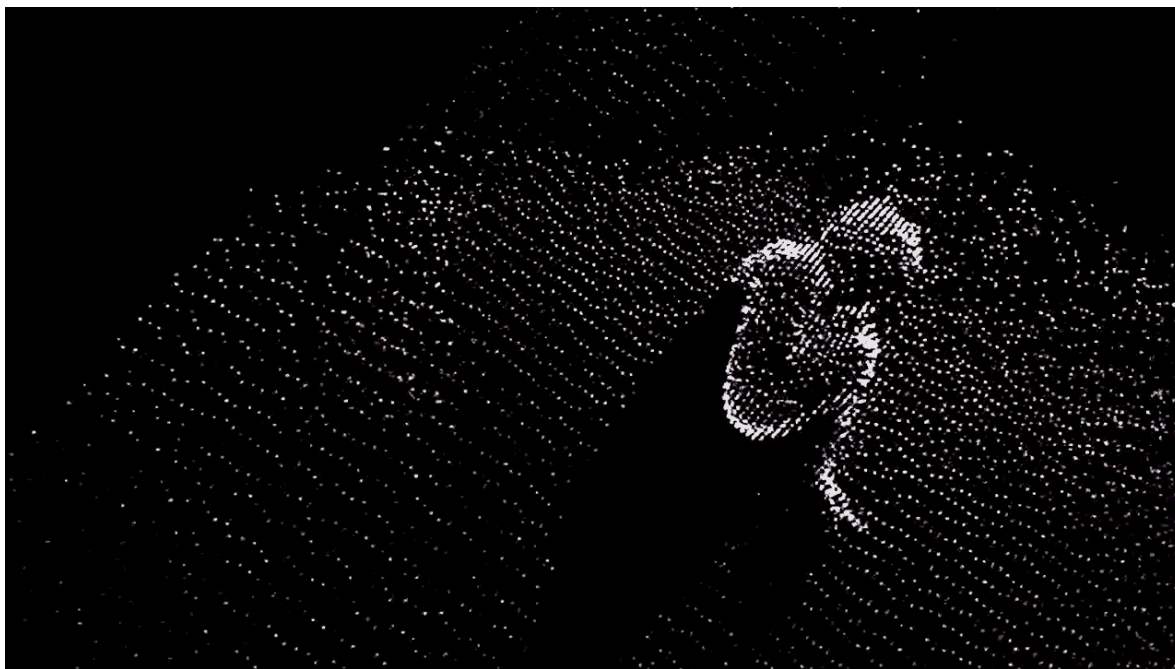


Figura 71 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Depois da queda, a performer coloca-se na posição fetal. Apresentação no Teatro Virgínia em Torres Novas, 2019.

A intérprete mantém esta posição durante alguns segundos. A forma que aparece projetada na imagem poderá não ser imediatamente entendida como um corpo, pois o público estabeleceu até ao momento uma ligação frontal com a intérprete. Ancorada neste contato visual, essa ligação foi sendo cada vez mais física ao longo da peça, e o corpo foi sendo cada vez mais visto, e também ouvido, na forma como pisava ou estendia no chão, em momentos anteriores. Neste momento toda a luz de palco é desligada, a intérprete não é mais vista fisicamente. A partir daqui, entramos numa imaterialidade visual. A peça será sustentada visualmente através da projeção. O ponto de vista sobre a intérprete altera-se, e começamos a ver a performer de novos ângulos (Figura 72).

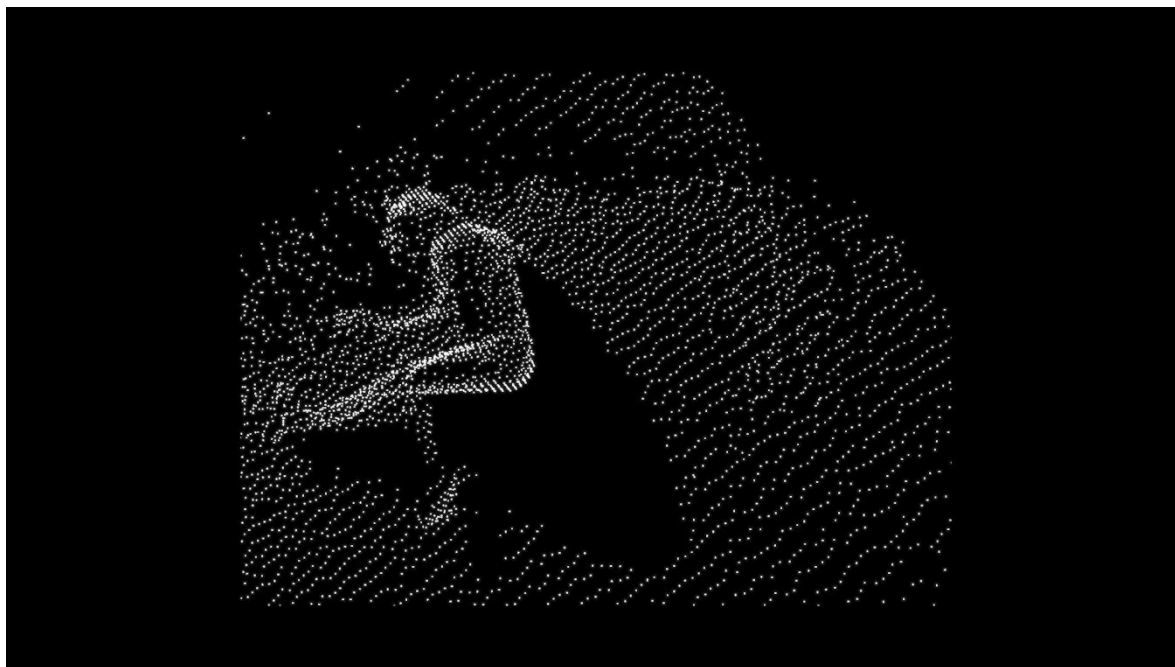


Figura 72 – CO:LATERAL. *Momento de elevação. Apresentação no Teatro Virgínia em Torres Novas, 2018.*

A Figura 73 mostra um plano de corte do chão, e a forma do corpo começa a expandir, muito devagar.

Os vários pontos que vão aparecendo pela imagem correspondem ao ruído de sinal das câmaras. Este ruído sofre processos de filtragem, mas é interessante que o mesmo possa aparecer, em cena, ainda de forma diminuída. Existem vários mecanismos, que explicamos no procedimento técnico deste momento, que possibilitam esta perceção de volume em palco. A macha negra que acompanha o corpo quando o vemos de cima, realça a sua profundidade. Este momento é também relevante de um caminho para a imaterialidade nesta investigação, onde exploraremos esta forma corpórea em imersão total. Aqui, o corpo é já mais efémero, a entrar na virtualidade, mas a sua fisicalidade nunca está em causa. As concentrações de pigmentos, em zonas onde a demonstração de volume é necessária, conferem a corporalidade necessária à imagem em movimento. O ruído, em cada *frame*, recebido pelos sensores, revela também um aspeto sensível e que resulta de um processo de física entre a personagem, em ação, e a captura, sensível, da sua forma, capturando a atmosfera no ar, inclusive as várias reflexões que possam acontecer no processo físico do sensor, como pó que está presente no ar.



Figura 73 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Posição de corte. Mira Artes Performativas, Porto, 2018.

A própria velocidade em que assistimos à imagem que nos é devolvida, capturada por máquinas, e ao mesmo tempo processada por códigos computacionais, revela a sua delicadeza. Neste momento da peça em específico, a velocidade de processamento não é essencial. Mesmo que desejássemos que a taxa de refrescamento entre *frames* fosse mais eficaz, isto é, mais rápida, algo que em anteriores momentos foi crucial, aqui seria um pormenor sem relevância significativa.

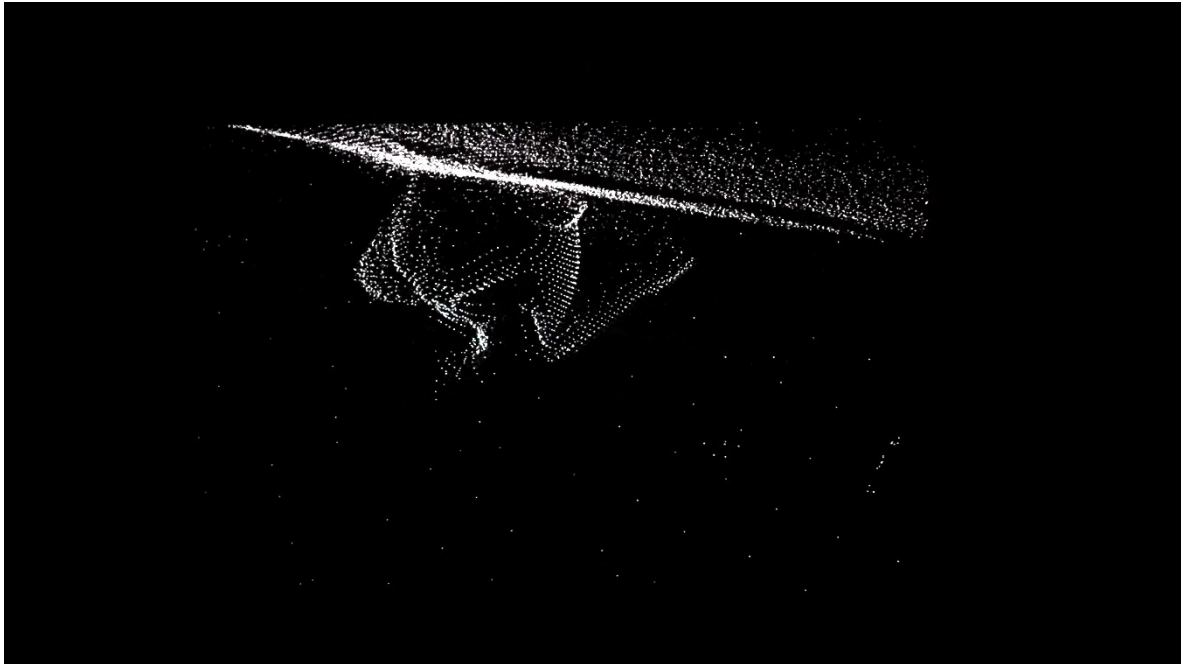


Figura 74 – CO:LATERAL. Momento de elevação. Vista vertical, invertida. O corpo levanta-se do chão. Auditório Miragaia, Porto, 2019.

O tempo de exposição, ou a velocidade do obturador, em fotografia, está diretamente relacionado com a quantidade de tempo que o obturador de uma máquina fotográfica leva para abrir e fechar. A analogia com os sensores que usamos neste momento é também muito física, existindo projeção de luzes infravermelhas invisíveis ao olhar humano, projetadas estruturadamente no corpo e no ambiente, para que as distâncias possam ser medidas. Quando aglomerados e em movimento, estes pontos denotam individuais formas de autonomia, temporalmente orquestradas, que no seu conjunto conferem uma forma de vida ao corpo representado no tempo/espaço (Figura 74). Existe ainda o tempo técnico de recepção e processamento dessas distâncias, e o tempo de união de dados entre diferentes sensores. Esta conjuntura faz com que a imagem que é projetada pareça quase arcaica, verificamos uma velocidade de refrescamento lenta, também, e às vezes disparidades entre o sinal dos diferentes sensores. Todo este processo confere à peça uma organicidade que é bem vinda. Entendamos organicidade segundo a visão de Christina Toren (2012) quando cita Evan Thompson na sua publicação “*Antropologia e Psicologia*”, abordando uma distinção entre matéria e informação:

A falha mais profunda da metáfora do DNA como programa de armazenamento de informações é o fato de implicar uma estrutura dualista de matéria e informação, homóloga ao dualismo computacional e funcionalista da mente como um software informacional e do cérebro como hardware. Em ambos os casos, processos que são intrinsecamente dinâmicos (temporalmente orquestrados), corporificados (somáticos e com organicidade) e entranhados (necessariamente situados em um ambiente ou meio) – seja de ontogenia, evolução ou cognição – são projetados em abstrações reificadas de um programa genético no núcleo da célula ou de um programa de computador no cérebro (Thompson, 2007)

É ainda relevante denotar que todo este processo foi nascendo com primeiros ensaios mais amadores, em 2016, das várias tentativas de exploração do funcionamento dos sensores, e de vários testes em movimentos ou posições e intencionalidades de coreografia (Figura 75). À medida que verificávamos as imagens geradas em quase tempo-real, imaginávamos uma ligação forte entre corpo presente e corpo também conectado. Aqui, continuava a haver forma e expressão, desta vez reforçada pela tridimensionalidade. Estávamos, de facto, a atravessar a fronteira técnica e artística entre a bidimensionalidade geométrica intencionada, quase aproximada aos formatos de desenho à mão, existente nos momentos anteriores, com a profundidade e volumetria necessária para a exploração de novos campos na virtualidade.

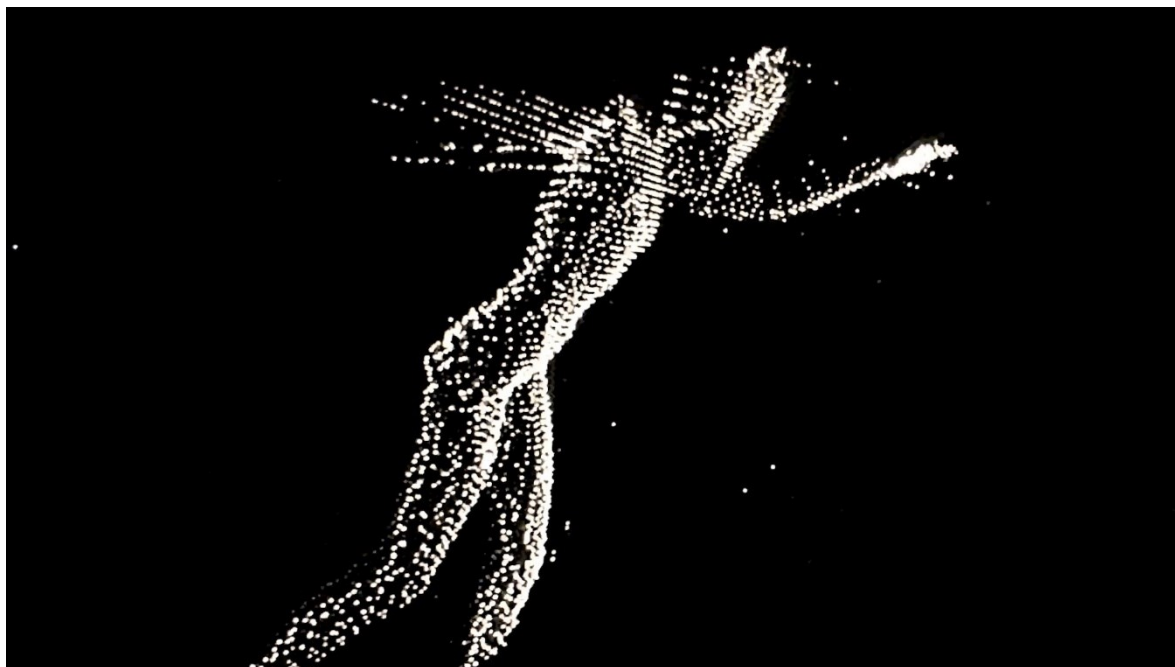


Figura 75 – CO:LATERAL. Ensaios iniciais com volumetria, na Casa Rolão, em Braga, 2017.

Mencionamos quase tempo real pois na altura em que testámos este momento, finais de 2016, o tempo de processamento com múltiplos sensores ainda era longo, algo que foi melhorado nos anos seguintes através de técnicas de otimização de código, e também novos equipamentos. Na altura, e para solucionar o problema da responsividade do sistema, chegámos a ter dois computadores e quatro sensores. Um computador corria algoritmos de imagem bidimensional, e outro computador corria algoritmos de imagem tridimensional.

A câmara virtual desloca-se novamente, e entra em rotação, chegamos a ver o corpo verticalmente invertido, já de pé (Figura 76).

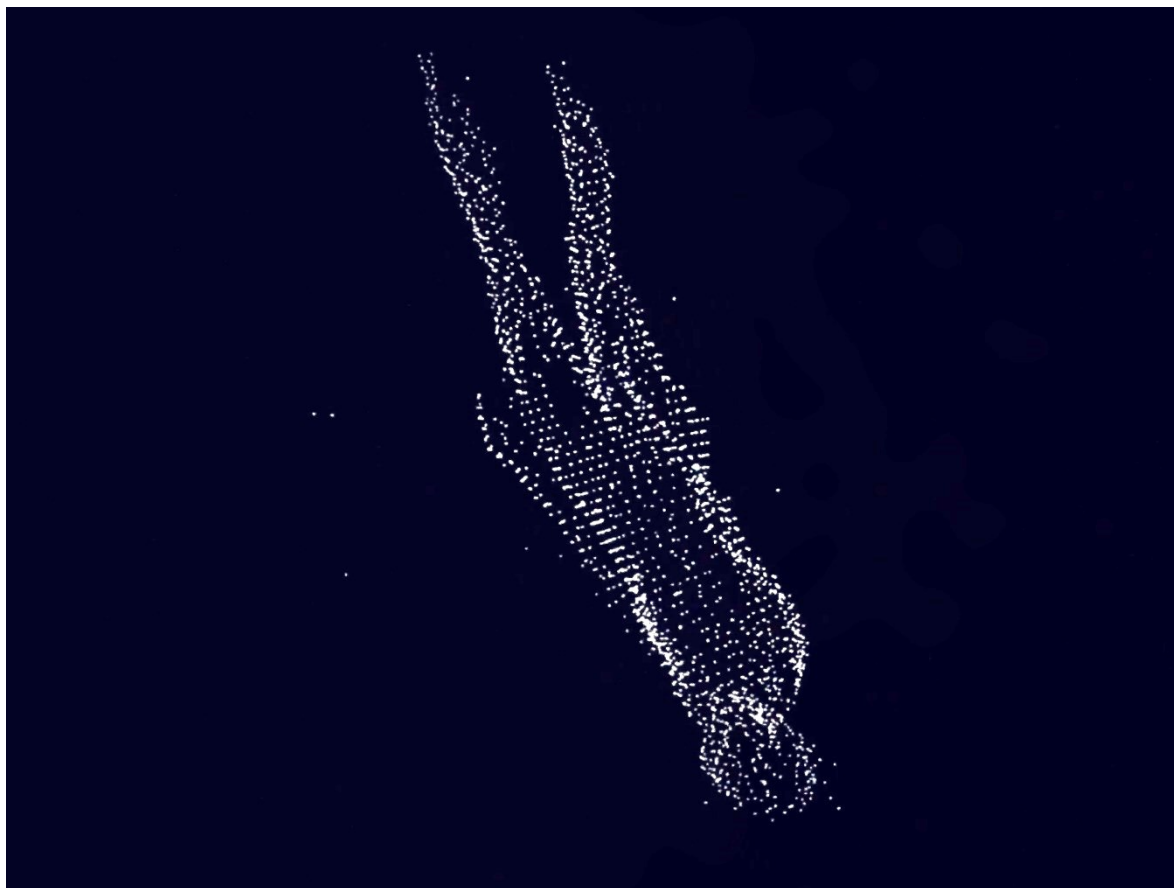


Figura 76 - CO:LATERAL. Momento de elevação. Corpo volumétrico, apresentado verticalmente invertido. Teatro Sá da Bandeira, Santarém, 2019.

Procedimento técnico

Duas câmaras de profundidade são calibradas no espaço, são obtidos os pontos tridimensionais, e são ajustadas as posições relativas a cada câmara de modo a perfazer o corpo volumétrico. A comunicação de imagem entre computadores foi feita via protocolo *TCP Syphon*, e foi criado um formato específico para a transmissão dos dados de cada câmara: matrizes de pontos com intensidade de branco que corresponde à sua distância. Nos ensaios foi necessário treinar várias vezes esta técnica, e também gravar várias sequências, em arquivo de texto, para posteriormente serem codificadas. Este momento nem sempre aconteceu em todas as performances, quando o espaço de palco ou questões de luz impossibilitavam a boa captura tridimensional do corpo em movimento.

12 - Momento de recolhimento

Estamos já na fase final da peça. Este momento demarca o final de CO:LATERAL. As características visuais e técnicas do momento anterior mantêm-se, a intérprete cai novamente no chão (Figura 77), e começa a estender seus braços e pernas. Como aqui captamos o corpo volumétrico, exploramos diferentes pontos de visão, como a vista de cima (Figura 78), ou vista de corte (Figura 79).



Figura 77 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento.



Figura 78 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento. Vista de topo.

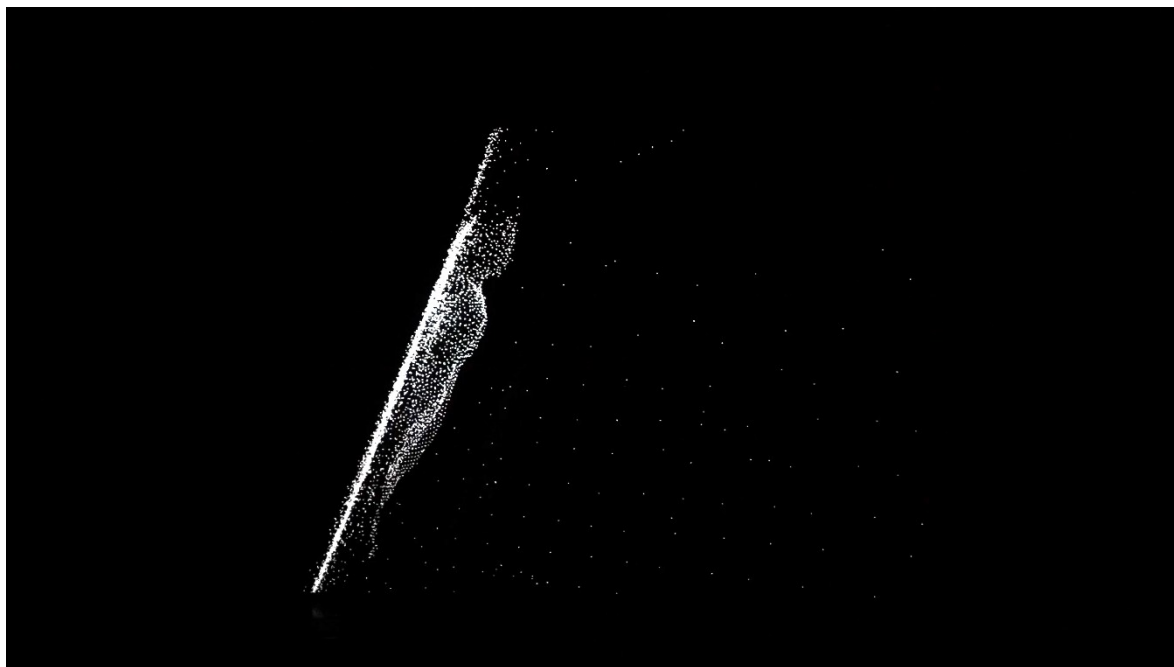


Figura 79 - CO:LATERAL. Momento de recolhimento. Vista transversal.

É, neste momento, que a peça termina. Com a performer deitada no chão.

13 - Momento de contacto com a audiência

Em alguns teatros, e se as condições assim o permitiam, chegámos a explorar um contacto próximo com a audiência, com as pessoas sentadas nas primeiras filas da plateia. Nesta situação a música permanece durante cerca de dois minutos, e foi colocada uma câmara de profundidade apontada para a audiência, na ponta do palco. Esta câmara apenas captava pontos volumétricos, a uma distância de cerca de 6 metros, não captando qualquer imagem RGB, uma vez que a audiência está sem qualquer luz. Foi uma forma de explorarmos o contacto do público com a peça. A audiência inicialmente não entendia a imagem, pois o ruído visual, como seria de esperar usando uma *depth cam*, era grande. Colocámos os pontos tridimensionais em rotação ligeira, e, deste modo, quem via a imagem poderia perceber melhor o que estava a ser captado. Esta rotação mostrava pessoas, sentadas nas suas cadeiras. Na expectativa de que alguém na

plateia reparasse, optámos por desenhar linhas verticais a partir de determinada posição vertical, que era previamente calculada, antes do início da peça. Essa posição vertical correspondia ao levantar dos braços de qualquer pessoa. As pessoas que entendiam a imagem percebiam que estavam a ser projetadas no *tulle*, e, quase involuntariamente, numa tentativa de confirmação, levantavam os braços, que causavam linhas verticais na imagem (Figura 80). A partir do momento em que uma pessoa levantasse o seu braço, mais pessoas o faziam.



Figura 80 - CO:LATERAL. Momento de contacto com a audiência. Na imagem vê-se público a elevar as mãos, e seus desenhos são transformados em linhas na imagem. Espaço MIRA, Porto, 2019.

A última apresentação de CO:LATERAL ocorreu na sua décima quarta exibição pública. Foi um momento que nos emocionou, por vários motivos: esta apresentação ocorreu já em período da pandemia COVID-19, com lotação mais limitada, tendo nós a noção que provavelmente a peça já não seria novamente apresentada até à entrega deste documento. Desde o início da pandemia em Portugal, março de 2020, somente tivemos a possibilidade de apresentar a peça apenas uma vez, em Aveiro (Figura 81).

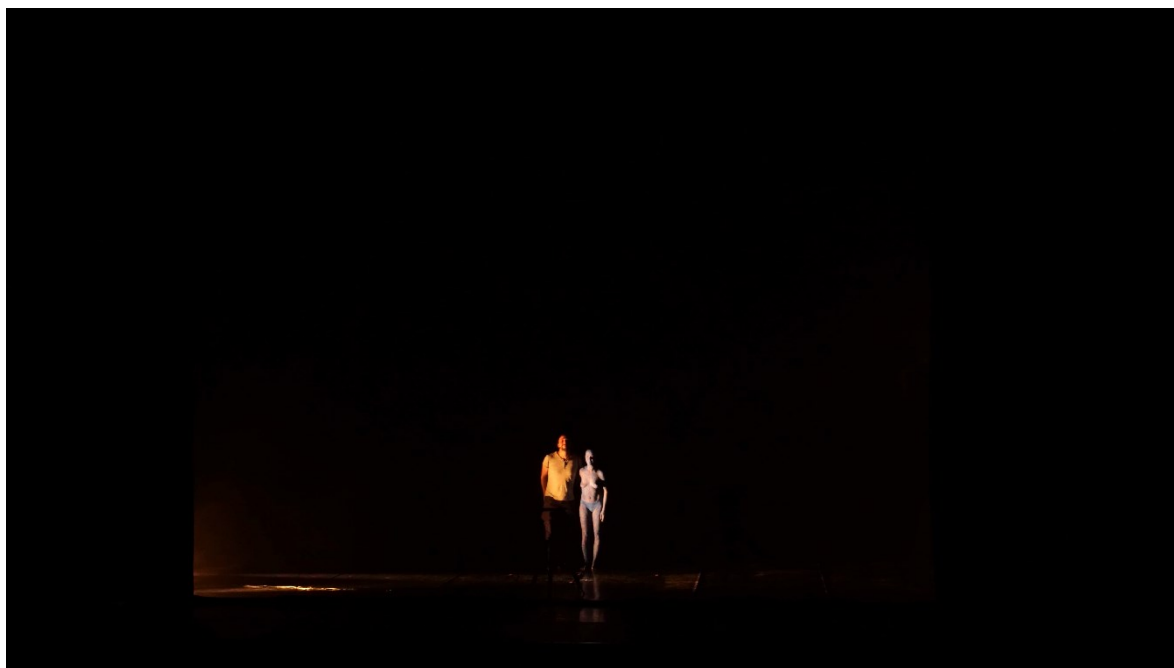


Figura 81 - Fotografia do momento final, na última apresentação da peça CO:LATERAL, no Teatro Aveirense, no dia 11 de Julho de 2020.

Ficha técnica de CO:LATERAL (Né Barros e João Martinho Moura, 2016-2019)

Direção e coreografia: Né Barros

Media art: João Martinho Moura

Performer: Sara Marú (2016); Sónia Cunha (2017-2019)

Música: João Martinho Moura

Figurinos: Né Barros

Produção: Teresa Camarinha (2016); Lucinda Gomes (2017-2019)

Iluminação e Fotografia: João Martinho Moura

Gravação por Raul Sousa

Software: João Martinho Moura (desenvolvido em *openframeworks*, especial agradecimento à comunidade OF)

Supervisores de investigação: Paulo Ferreira-Lopes (CITAR, Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa) e Né Barros (Balletatro)

A performance tem um momento a solo com notações musicais de *le cygne, the carnival of the animals*, por Camille Saint-Saëns (1886)

3.2.5 *Do corpo desenhado em CO:LATERAL*

CO:LATERAL foi um marco importante nesta investigação. Proporcionou um contacto profundo com a realidade dos teatros, espaços expositivos, e conferências científicas. Envolveu trabalho continuado com a equipa central da peça, mas também com técnicos dos espaços onde a peça foi apresentada. Das interações com os vários teatros foram surgindo melhorias constantes no desenho do dispositivo. Estas melhorias passavam por processos cada vez mais rápidos de montagem da peça em palco, posicionamento de sensores, posicionamentos de luz, posicionamento dos sensores, calibração do espaço, sistemas de comunicação entre dispositivos durante a performance, e tempos de ação e posicionamento da performer em palco. Por cada apresentação existiam vários ensaios e um ensaio geral, sensivelmente, duas horas antes da apresentação oficial. Mas antes do ensaio existem ainda montagens técnicas e verificação de sistemas. Lembramos que na primeira apresentação de CO:LATERAL, em

2016, no Arquipélago – Centro de Artes Contemporâneas dos Açores, a preparação da apresentação no espaço *blackout* do centro demorou quatro dias. Com a experiência acumulada, a última apresentação de CO:LATERAL demorou apenas um dia, no Teatro Aveirense, em 2020. A última parte da peça, onde o corpo aparece tridimensional, nem sempre foi bem conseguida, ou apresentada, em alguns espaços, por motivos físicos que impossibilitaram a captura tridimensional. Se o espaço de palco for muito pequeno, ou não existirem as condições ideais de luz, ou se existirem demasiados reflexos que causam muito ruído de sinal nos sensores, a representação tridimensional não funcionava bem ao vivo. O desenho da peça representou o início necessário para esta investigação. CO:LATERAL assenta num corpo físico e a partir do qual inicialmente renascem desenhos digitais representativos. Estas imagens, que por vezes representam o corpo em movimento, também interagem com ele. Em CO:LATERAL, o corpo bidimensional passou a tridimensional, e, embora cada vez mais imaterial, permaneceu sempre presente (Figura 82).

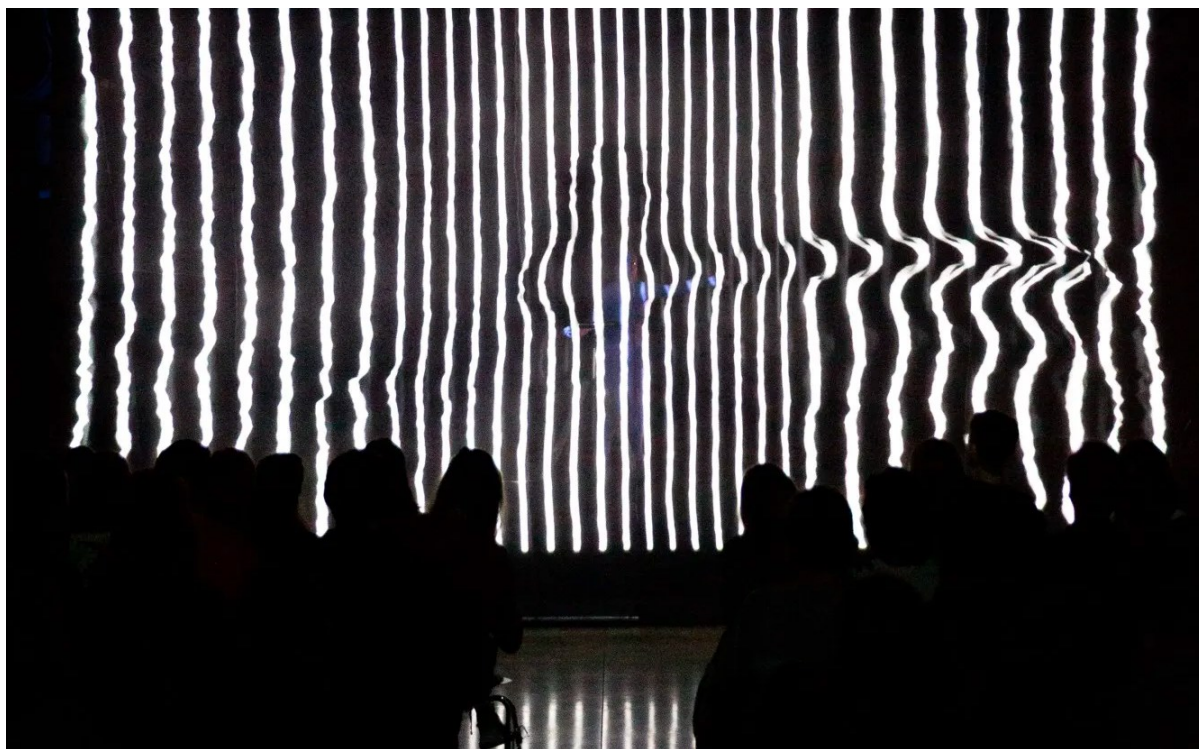


Figura 82 - Uma das últimas apresentações de CO:LATERAL, na cidade de Košice, Eslováquia, 2019.

A investigação da peça foi apresentada na Coreia do Sul, na cidade de Gwangju, na vigésima quinta edição do ISEA - *International Symposium on Electronic Art*, em 2019. Neste evento tivemos a oportunidade de apresentar uma publicação académica sobre o trabalho em curso, e também tivemos o privilégio de ser convidados no evento artístico e académico, tendo apresentado lá, durante quatro meses, a peça “*How Computers Imagine Humans*”, descrita anteriormente. Porque o planeamento e agendas de montagem da peça envolveram vários dias, e duas viagens à Coreia do Sul, entre 2018 e 2019, João Martinho Moura permaneceu em Gwangju, por duas vezes, durante várias semanas, e, desta maneira, teve o grande privilégio de conhecer e contactar vários artistas, investigadores e cientistas, de todo o mundo, ao longo dos eventos de preparação da conferência. Alguns revisores comentaram sobre a nossa publicação de CO:LATERAL:

“This paper brings technology and the visceral, affective experience of the viewer together”

“The paper introduces the whole process of conceptualization, development and implementation about a digital performance where the dancing in the real-world has it doubles in the virtual world. The long paper describes each step in a solid way with supporting references, figures and technical details”

“For me the video really fleshed out the writing and I'd suggest a strong use of them in the presentation”

Notas de revisão da publicação apresentada na ISEA “*From real to virtual embodied performance – a case study between dance and technology*”, Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. 2019

3.2.6 *Reflexões e evoluções para a virtualidade total*

Das indicações do comité artístico aquando da revisão da nossa publicação na ISEA, seguimos a sugestão de apresentar um vídeo pré-gravado de CO:LATERAL no ACC - *Asia Culture*

*Center*¹⁰⁵, na cidade de Gwangju (Figura 83). Dessa apresentação tivemos excelentes reações, pois, para além de gravações anteriores do espetáculo, em vários teatros, apresentamos também modelos de visualização do corpo volumétrico em realidade virtual, recorrendo a capacetes HMD, algo que já estávamos a investigar na preparação de CO:LATERAL. Participamos num painel sobre *Artistic Algorithms*, num evento mais geral, anterior e de preparação para a *ISEA*, onde João Martinho Moura falou, para além de outras peças, de todo o processo de construção de CO:LATERAL, do corpo digital em movimento que apresentamos nas anteriores secções, da sua expressividade digital, e da progressão que fizemos até à sua imaterialidade dentro da virtualidade. Estes momentos na Coreia do Sul foram cruciais para a nossa evolução, estávamos no epicentro mundial da *media art*. A *ISEA* é uma conferência com muita tradição na arte eletrónica, tendo a sua primeira edição em 1994, em Helsínquia, mas a primeira origem do *symposia* teve lugar em 1988, em Utrecht, Holanda.

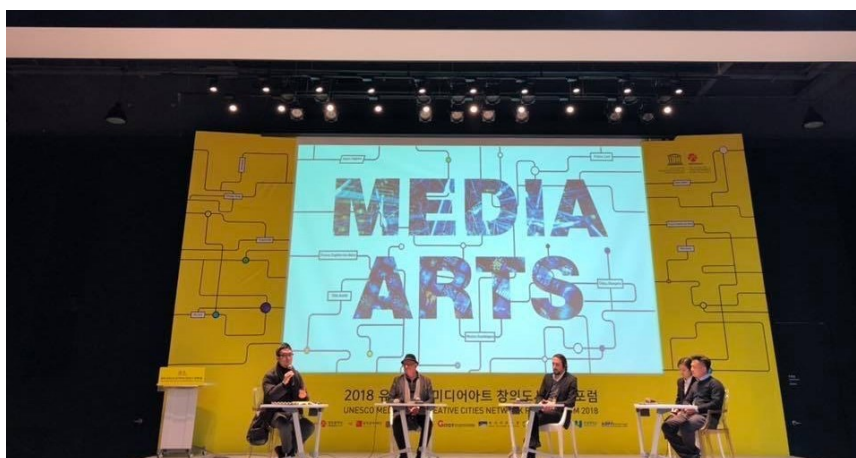


Figura 83 – Painel “Artistic Algorithms”. Yoo Won Jon, Maurice Benayoun, João Martinho Moura, Youfeng Cai. ACC - Asia Culture Center. Gwangju, Coreia do Sul (2018). Foto: Asia Culture Center.

Existiu a grande oportunidade de conhecer pessoalmente e conversar com o artista e investigador Maurice Benayoun¹⁰⁶, co-criador da peça, em realidade virtual, *World Skin*, a *Photo Safari in the Land of War*, premiada com um Golden Nica, na Ars Electronica, em 1998

¹⁰⁵ https://www.acc.go.kr/en_info/index.do

¹⁰⁶ <https://benayoun.com/moben/>

(Figura 84). Já tínhamos estado com ele em anos anteriores, tendo sido a primeira vez na conferência ARTECH 2017 em Macau, onde apresentámos *How Computers Imagine Humans*. Mas, em 2018, a oportunidade de estar com Maurice Benayoun num painel sobre *Media Arts* no ACC, em Gwangju, permitiu conhecê-lo melhor, e discutir alguns conceitos relacionados com virtualidade e *media art*, durante vários dias, entre momentos de visita organizada pelo evento à cidade de Gwangju. Foi também interessante a conversa com alguém que foi pioneiro nestas áreas, e que ainda exerce prática continuada na área da virtualidade. Benayoun é atualmente docente na School of Creative Media, na City University of Hong Kong.



Figura 84 - João Martinho Moura com Maurice Benayoun, numa visita organizada pela Cidade de Gwangju aos seus monumentos históricos. Local: May 18th National Cemetery. Gwangju. Coreia do Sul. 2018.

Do contacto com Maurice Benayoun, aprendemos a perspetiva muito pessoal que alguém que trabalha na área da *media art* há mais de 30 anos, e por isso foi muito relevante para nós. Curiosamente o Maurice falou sobre o conceito de virtualidade de uma forma muito única:

O que é a virtualidade? *“It’s the required condition of reality”, “the big difference after virtual reality being real-time, is that it became a component of technics of representation” “it’s very simple, imagine a painting, there is, of course, a form of virtuality, is how you perceive it, how you receive the painting, this is of course something that the painter cannot imagine at the moment he paints it, and the painting doesn’t care about if you are here or not, the painting doesn’t know that you exist, the shape of the painting, its material, will not change. Virtuality in a movie? The same*

thing, it will be in the front of your eyes the same thing and it doesn't care if you are or not in front of it", "so the big change during the last decades is the fact that suddenly we exist for the artwork"

Maurrice fala bastantes vezes sobre estes conceitos nas suas palestras.

Nas duas idas à Coreia do Sul, assistimos na uma seleção notável de exposições de *media art*, peças oriundas de várias partes do mundo. O *International Symposium on Electronic Art*, sendo um evento académico anual, é acima de tudo muito artístico, onde se discutem processos de criação e prática artística na arte eletrónica.



Figura 85 – João Martinho Moura com Sue Gollifer, Director of ISEA Headquarters.

Na segunda viagem que fizemos à Coreia do Sul, altura em que apresentámos a investigação em CO:LATERAL, na ISEA, levamos um capacete de realidade virtual, tendo havido a oportunidade para mostrar o trabalho a alguns participantes (Figura 85). Obtivemos reações sobre processos de captura, processamento e visualização do corpo em movimento em sistemas de realidade virtual, recorrendo a câmaras de profundidade em conjunto com um capacete RV. O corpo, tridimensional, em CO:LATERAL, visto em imersão total, sentia-se, tinha volume, poderíamos quase entrar dentro dele. Este mesmo corpo, agora volumétrico, seria então uma base forte para a criação de novos trabalhos que descrevemos a seguir, especificamente o trabalho UNA, apresentado em 2020, criado no Balleteatro, a evolução natural de NUVE e de CO:LATERAL, neste nosso caminho para a imaterialidade virtual de um corpo, presente.

As peças que a seguir apresentamos revelam esta progressão. Começamos por uma peça, iniciada em 2017 e apresentada em 2018 na galeria gnration, na cidade de Braga, chamada VV.

Por fim, abordaremos a peça UNA, também criada no Balleteatro, crucial no processo de investigação que apresentamos nesta dissertação. Devemos salientar que estas peças foram sendo desenvolvidas em processos muito paralelos.

Como já dissemos anteriormente neste documento, procuramos primeiro sempre assegurar tecnicamente os processos tecnológicos para que, quando apresentamos obras em palco, o risco de alguma falha técnica seja o mínimo.

3.3 VV

2018

4.1 Motivação

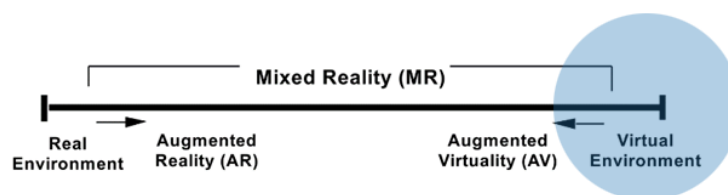


Figura 86 - Na escala de Milgram a peça VV acontece em ambiente virtual.

Após termos experienciado corpo volumétrico em CO:LATERAL, que decorreu de vários ensaios e testes com uma intérprete profissional, a ideia de explorar esta volume na primeira pessoa, em total imersão (Figura 86), começou a nascer. Seria a base para a uma seguinte performance, em que colocaríamos o participante, também imerso.

Testar esta possibilidade em palco não seria tarefa fácil, e, por isso, optámos por fazer um teste em grande escala no formato de instalação. Participantes entrariam numa sala, e ficariam sujeitos a esta visualização do seu corpo em imersão total. A nossa maior preocupação seria a de aferir se, em imersão total, essa representação corpórea poderia causar uma maior noção de

incorporação. Sentíamos isso, de facto, nos ensaios de CO:LATERAL, e mesmo quando programávamos o software em estúdio.

Mas o teste com pessoas exteriores ao nosso grupo seria importante para validar a nossa hipótese.

Em 2018, iniciámos uma experiência de teletransporte corporal para o espaço urbano na Cidade de Braga. Decorreu como uma exposição na galeria *gnration*, enquadrada no programa UNESCO Braga Media Arts, na cidade de Braga (Figura 87). A peça, chamada VV, usava tecnologia realidade virtual que colocava participantes a navegar pela cidade, tomando como ponto de partida uma sala dentro da galeria de arte.



Figura 87 - VV na galeria gnratio, em Braga.

A sala, de 6 x 10 m, estava bem posicionada à entrada da galeria, tendo sido escolhida porque era um espaço fechado com pouca luz natural. Era permitida somente a entrada de uma pessoa de cada vez para que a experiência fosse o mais privada possível.

Existia apenas um capacete *HTC Vive* na sala, o qual possuía unicamente um cabo de ligação no teto (Figura 88). Não usámos controladores de mão (*hand vr controllers*) que vêm com o capacete, pois neste contexto causariam entropia, estes possuem muitos botões, são pesados, além de que o participante poderia deixar cair durante a experiência. Mas a razão principal para o não uso dos *controllers* está relacionada com o próprio conceito da peça. Desejamos incorporação, e qualquer interface adicional para além do capacete (que estimula a visão) e de auriculares de som (que estimulam a audição), estaria a mais, e causaria aquilo que nós não estávamos a desejar, os tais mapeamentos das posições das mãos na imagem imersa.



Figura 88 - Equipamento de Realidade Virtual usado em VV, da HTC.

Na altura, já tínhamos tido bastantes desenvolvimentos da área da incorporação digital, que descrevemos nos capítulos anteriores, mas este aconteceria em imersão total. Sendo a nossa

investigação em *embodiment* na virtualidade, e com incidência no campo específico da performance corporal, propusemo-nos ao desenvolvimento de uma experiência em que pudéssemos estudar, e acima de tudo analisar, esta questão de forma mais profunda e com o público geral.

Durante um ano preparámos a apresentação da peça. Esta, que fazia alusão a experiências extra corporais em confronto com o espaço urbano, embora simples, envolvia sensores de profundidade que estavam posicionados em locais específicos da sala da galeria.

Quando o participante coloca o capacete, o seu corpo é representado no mundo virtual numa perspetiva e escala aproximada do real. Essa representação não é conseguida através das técnicas normais de mapeamento de pontos do corpo, mas do próprio sinal dos sensores, e a ilusão de que estabelecemos uma ligação mental com o nosso *eu* digital é significativamente maior do que acontece quando utilizamos controladores de realidade virtual nas mãos. Esta ligação, visual, e conseqüente apropriação sensorial, acontece e acentua-se durante quatro minutos, o tempo suficiente para que o estado mental do participante passe a fronteira da fisicalidade para a imaterialidade do espaço virtual. A contagem final deste tempo envolveu testes e ensaios preliminares com o público em geral nas primeiras semanas de exibição da peça, que ficou patente durante três meses.

As câmaras de profundidade foram posicionadas no teto para captar melhor o corpo a partir de cima, e nas primeiras semanas da exposição, o corpo foi parcialmente coberto, uma vez que usamos apenas uma câmara. Três semanas depois, adicionámos uma segunda câmara para cobrir todo o corpo. Ao utilizar duas câmaras, a sua posição foi calibrada no espaço 3D. Tanto o sistema RV como as câmaras de profundidade estavam ligados ao mesmo computador, e desta forma obtivemos baixa latência. O software foi criado para traçar o corpo de profundidade em VV, o que não foi conseguido através das técnicas padrão de rastreamento de partes do corpo, mas a partir do próprio sinal de sensor de nuvem de ponto. Deste modo, a ilusão de que estabelecemos uma ligação mental com o nosso eu digital é significativamente maior.

Esta ligação, visual, e consequente apropriação sensorial, acontece e é acentuada durante quatro minutos, tempo suficiente para o estado mental do participante atravessar a fronteira da fisicalidade para a imaterialidade do espaço virtual. A contagem final deste tempo envolveu testes preliminares com 10 participantes (estudantes relacionados com RV e jogos de computador) e o público em geral (os primeiros 50 participantes da exposição) durante a primeira semana da exposição da peça, que esteve em exposição durante bastante tempo, em períodos bastante ativos em Braga, como o evento *Noite Branca*. Uma assistente esteve sempre presente em todas as experiências individuais. Em alguns dias colocávamos uma questão aos participantes após a experiência: "sentiu o seu corpo presente na *experiência*? ". Na nossa opinião, a sensação de incorporação (*embodiment*) do participante no artefacto seria um aspeto crítico para que uma possível desincorporação (*disembodiment*) pudesse ser sentida após o quarto minuto. Experiências conduzidas por Mel Slater (2014) demonstraram que o cérebro é aparentemente capaz de guiar atitudes e comportamentos dos indivíduos de acordo com o seu nível de propriedade corporal em relação ao tipo de corpo virtual em que são incorporados. Na pesquisa de Slater, foram usados modelos de avatar 3D.



Figura 89 - um participante com VV. a) um assistente ajuda o participante a colocar os auscultadores; b) o corpo do participante é capturado e apresentado em VR. Créditos de imagem: Adriano Ferreira Borges /gnration.

Em VV, usamos as propriedades físicas do participante para representar o seu corpo, utilizando as nuvens de pontos e linhas (Figura 90). Todo o equipamento de hardware encontrava-se escondido no teto da sala. O sensor de profundidade foi posicionado para capturar a área fixa de uma sala, representada num círculo desenhado no chão. Nesta área, combinámos toda a captura no real com a imagem virtual apresentada no HMD (Figura 89). O ajuste da altura foi necessário, de modo que as pessoas mais altas ou mais baixas pudessem ver o seu corpo corretamente ajustado (Figura 91).

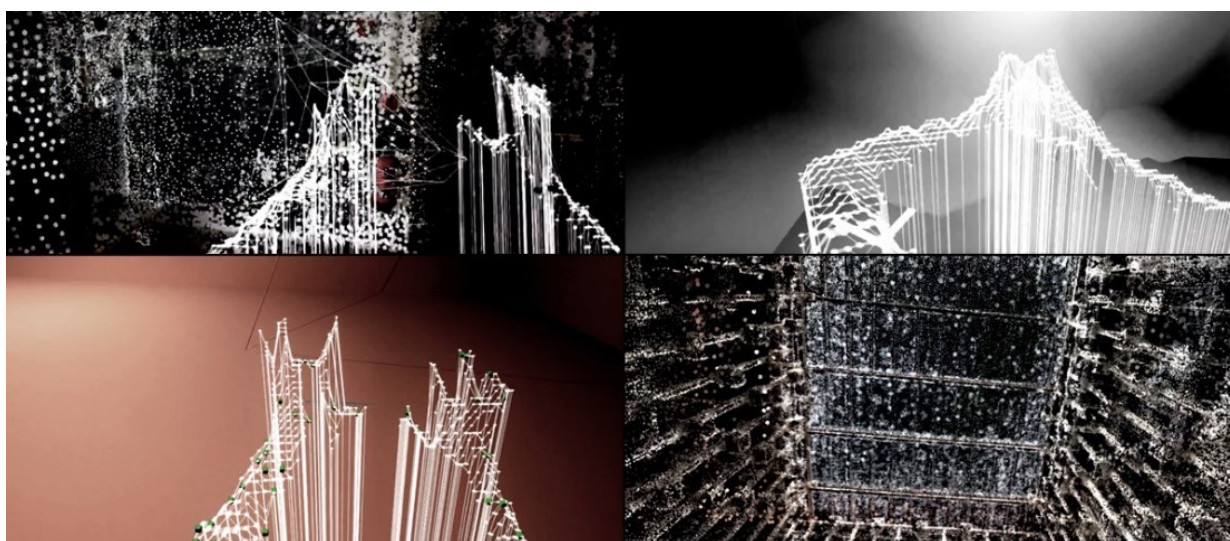


Figura 90 - Perspetiva do participante na Realidade Virtual. Foto: João Martinho Moura.

No primeiro minuto é fornecido, já em ambiente virtual, um conjunto de textos ao participante “*fique calmo, respire fundo*” e “*ajuste o capacete nos olhos de modo a que se sinta confortável*”, e também textos a avisar “*se sentir algum desconforto, náusea, retire o capacete, ou peça ajuda ao assistente*”. Por razões de segurança, os participantes são convidados a não deixar o círculo onde se encontram. Se isso acontecer, o software deteta, e convida o participante voltar ao centro do círculo. Algumas pessoas podem sentir enjoo, náusea ou desorientação, visão turva, ou outros desconfortos ao experimentar RV, por isso, colocamos

um aviso de que se alguém sentir algum destes sintomas, deve remover o capacete ou pedir ajuda ao assistente.

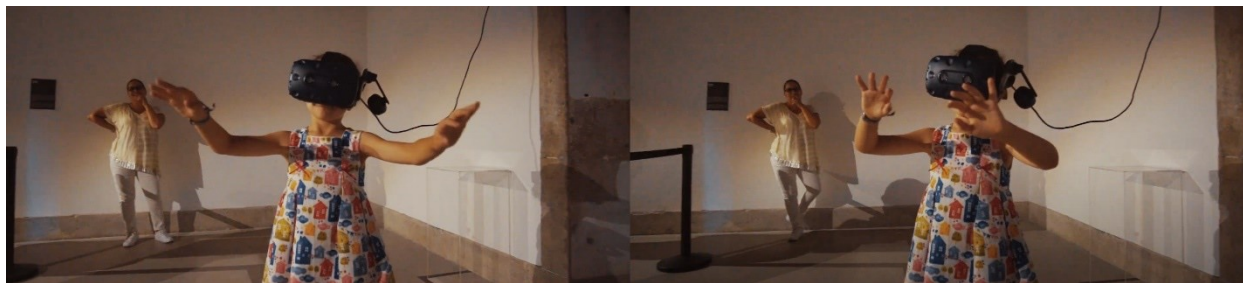


Figura 91 - Uma jovem participante experimental VV. Foto: gnration.

Durante os primeiros minutos, os participantes habituem-se à experiência de ver o seu próprio corpo e de seguida, alguns objetos abstratos, com áudio espacial, aparecem à sua frente, os quais podem tocar e também ouvir. O áudio associado à cidade também é apresentado através do som espacial. A rua fica do lado esquerdo da sala da galeria, para que os participantes ouçam pessoas, carros e autocarros a circular. Uma música suave começa a crescer. Esta fase é a de habituação, de ligação corporal com a imagem digital.

4.2 Ausência repentina do corpo

Após o quarto minuto, a imagem que representa o corpo do participante inicia um processo de 'congelamento', e este fenómeno cria a sensação desejada por nós, causando o desprendimento do corpo físico do utilizador. Uma câmara virtual, que projeta imagens binoculares em cada retina do participante, começa a mover-se suavemente pela sala de galeria, ultrapassa as barreiras físicas das paredes, eleva o participante a uma realidade e a um estado mental de leveza e fluidez, uma experiência extrassensorial que transcende as barreiras humanas (Eagar, 2004) Neste momento, olhando para trás, o participante visualiza o corpo que deixara para trás (seu corpo), em estado suspenso, na sala da galeria, e a sua mente começa a mover-se lentamente (Figura 92).

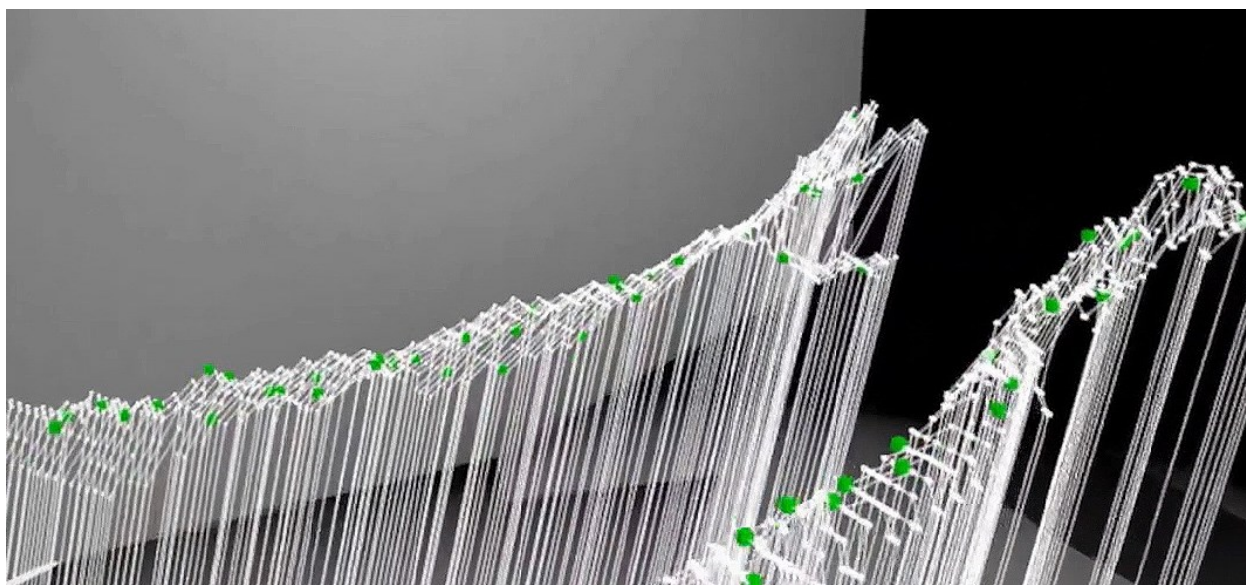


Figura 92 - Desprendimento corporal em VV após o quarto minuto.

Podemos conceber este desprendimento como um deslocamento, um sonho acordado, que se proporciona devido à ligação mental inicialmente estabelecida. Neste momento, o participante vive momentos de confronto com a cidade e o seu património em movimentos lentos. O seu corpo foi deixado para trás. As paredes da galeria tornam-se translúcidas, e há um movimento que incentiva a exploração do espaço, o mesmo espaço físico que o participante usou para entrar na galeria. Nesta dimensão, o teletransporte acontece com uma clarividência visual de que o corpo fica para trás. Ao corpo a que o participante tinha alguma *affordance* (J. J. Gibson, 1979), considerando-o como seu durante alguns minutos, surge a surpresa de uma deslocação, que causa uma vertigem, física. Este desligamento proporciona, desta maneira, a uma sensação muito real de que o *embodiment* anterior existiu. A partir daqui, deixa de haver corpo. Neste sentido, o participante tem agora uma sensação de teletransporte, aqui na peça como uma nova dimensão na percepção da experiência espacial.

Para que este fenómeno ocorresse, fizemos várias experiências de representação do espaço físico em três dimensões, captando imagens interiores de todo o espaço do *gnration*, assim como do seu exterior, e inclusive imagens aéreas, combinando diferentes perspectivas, usando

processos de fotogrametria (Moura & Kolen'ko, 2019). A técnica surgiu de experiências anteriores nas áreas do espaço macro distante, em colaborações artísticas que João Martinho Moura manteve com a ESA, a Agência Espacial Europeia, entre 2013 e 2016, na exploração espacial do Cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, na época localizada a mais de 500 milhões de quilómetros da Terra (Moura, 2016) e micro e nano espaço (Figura 93), em colaborações artísticas com o INL - Laboratório Internacional Ibérico de Nanotecnologia, na área da apresentação do nano espaço em realidade virtual (Moura & Kolen'ko, 2019), ou em processos criativos em visualização (Moura et al. 2019).

As nuvens de pontos são uma forma eficiente de representar o espaço físico, quer na escala nano, a escala regular ou a macro escala, especialmente em realidade virtual, devido às suas distribuições espaciais particulares, melhorando a percepção tridimensional do espaço quando nos movemos.

Em secções seguintes, quando estivermos na peça UNA, abordaremos melhor os conceitos de espaço na virtualidade.

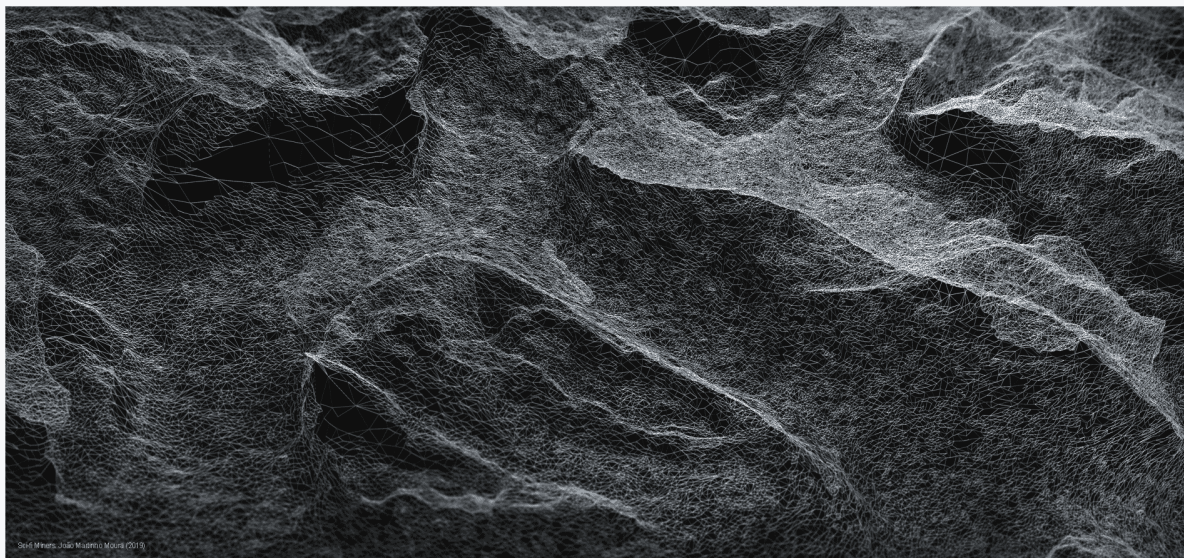


Figura 93 - Representação espacial. Reconstrução gerada calculada por observações de microscopia SEM na sala de limpeza INL, representando espuma de nano partícula para produzir energia limpa de hidrogénio. Escala aproximada: 10 μ m. Fonte: João Martinho Moura.

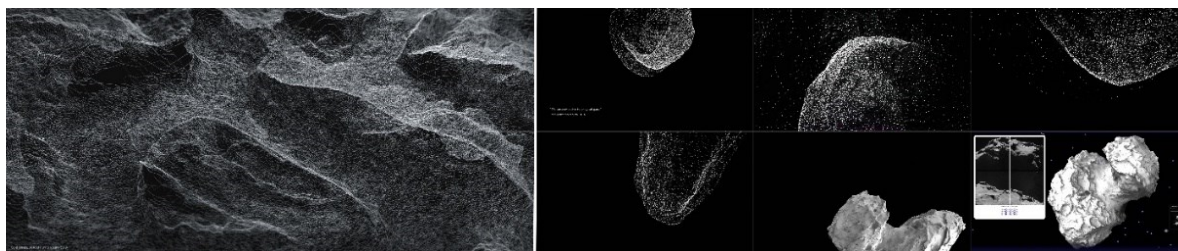


Figura 94 – ‘67p: an unexpected topological space’, João Martinho Moura, 2016. ‘View Rosetta’s Comet’ João Martinho Moura et al. Dados do cometa: ESA/Roseta/MPS para OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA.

Estas técnicas mapeiam o espaço e criam representações virtuais do real em pontos posicionados (Figura 94), aglomerando pigmentos que conferem a volumetria desejada, sendo bem percecionados pelo participante.



Figura 95 - Testes na criação de ferramenta de captura de profundidade num jardim (em cima); numa fonte no Largo do Paço em Braga (em baixo. Foto: João Martinho Moura, 2015).

O resultado é uma cidade abstrata que aparece transcendente, em camadas translúcidas, às vezes nem sempre visíveis ou conscientes na primeira impressão visual. Nas cidades, os edifícios acumulam-se ao longo dos séculos, e a sobreposição real do edifício, seja cultural ou urbano, impede estas visões impossíveis da paisagem urbana (Pires et al., 2021). Este isolamento visual limita uma perceção singular da existente a partir de perspetivas que seriam impossíveis de experienciar fisicamente (Figura 95). Desta forma, a galeria em si torna-se um dispositivo, um edifício como *aparatus* (Leach, 2019). É também interessante a maneira como posicionamos esta peça no espaço. Os visitantes deslocam-se a uma galeria, colocam o capacete, estabelecem uma ligação com o seu corpo, que deixam na galeria, e são teletransportados para a cidade. No final voltam para o seu corpo que ficou na galeria, e retiram o capacete.

As imagens que se seguem representam a visão na perspetiva do participante ao explorar a peça, imerso em RV (Figura 96, 97, 98). Ao combinar o *eu* com o espaço circundante conhecido, adicionamos efetivamente uma nova camada de Realidade ao corpo digital, manipulando, desta maneira, a memória espacial a nosso favor.

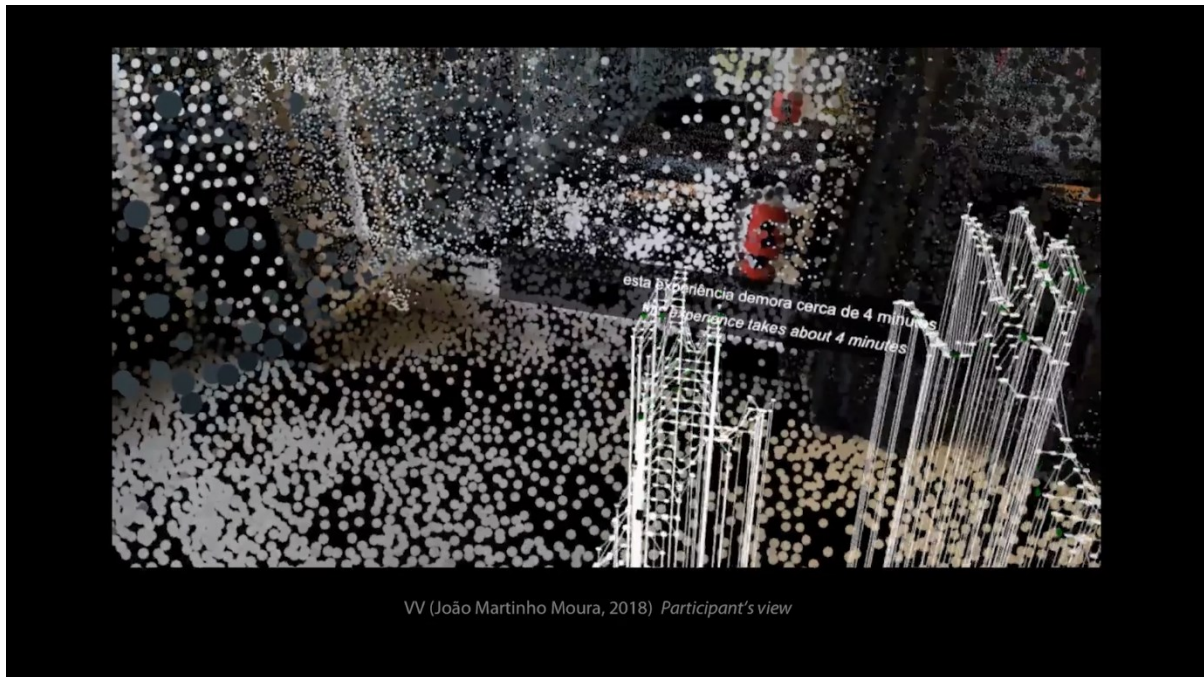


Figura 96 - VV, o participante vê as suas mãos.

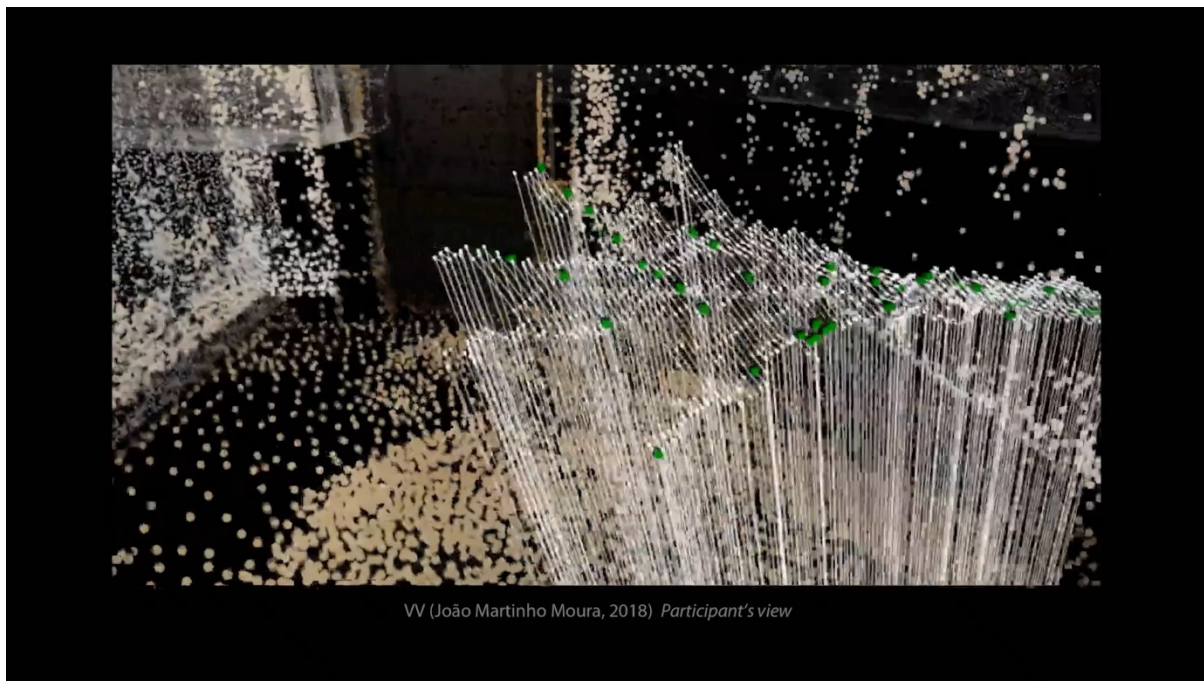


Figura 97 - VV, o participante olha para o seu corpo em posição lateral.



Figura 98 - VV, vista de participante em realidade virtual.

Aqui, consubstanciamos a ideia de espaço, geográfico, e relação eu com o espaço circundante, a que se refere Ken Hillis quando menciona uma voz no filme *Synthetic Pleasures*:

In the absence of geography since we've explored the world, now there's the construction of new geographies through the computer, or through simulation, or through digitalization, or through replacement of the body.
Narrative voice-over from the film Synthetic Pleasures (1996) (Hillis, 1999)

O facto de desenharmos o participante e o espaço circundante da mesma forma gráfica confere coerência ao próprio processo de teletransporte e experiência fora do corpo. Ao nível da sua consciência, o participante deixa o seu corpo para trás, experimentando o espaço da cidade através dos seus recetores visuais e auditivos, em movimentos impossíveis na realidade corpórea (Figura 99, 100, 101). Esta viagem termina onde começou. A câmara virtual retorna, lentamente, ao corpo que o participante inicialmente abandonou (Figura 102, 103, 104).

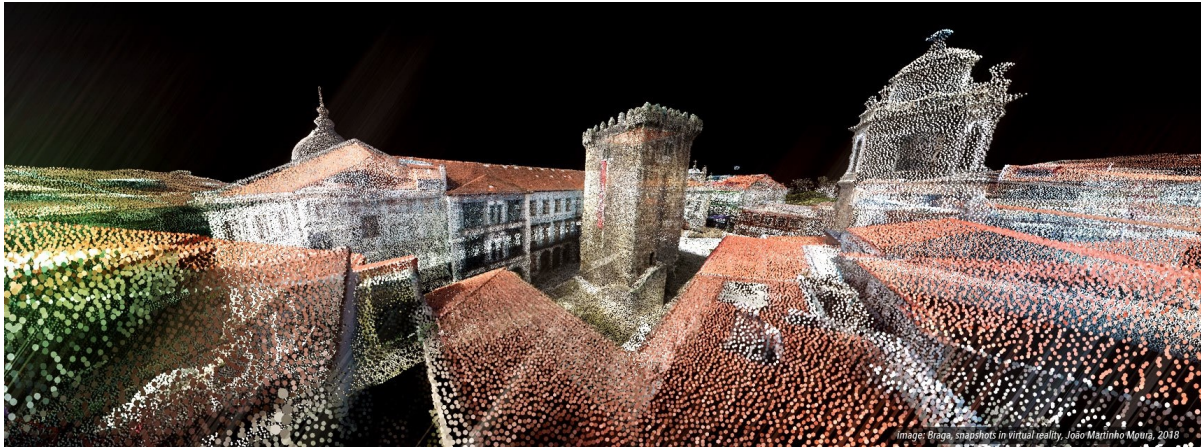


Figura 99 - a) Perspetiva do participante da galeria em VV (2018); b) Sobrevoando a cidade de Braga ("Braga, instantâneos na realidade virtual", imagem apresentada no Artech 2019). João Martinho Moura.

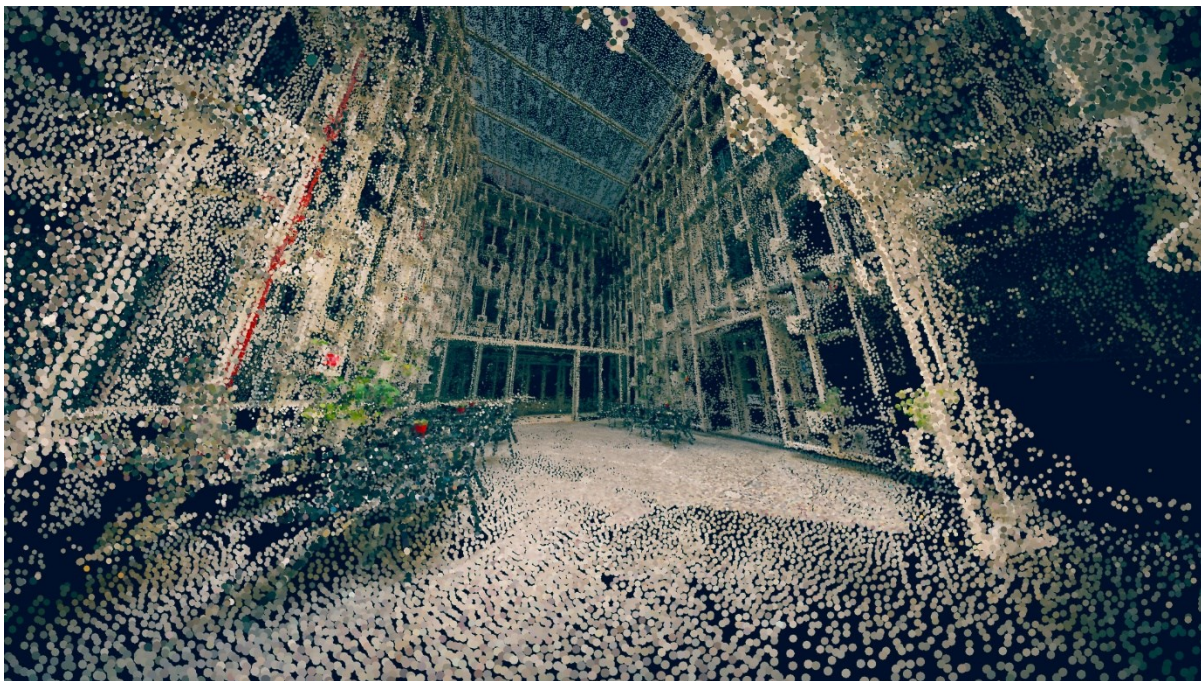


Figura 100 - Espaço interior do gnracion. Braga.



Figura 101 - Espaço interior do Teatro Circo. Braga.

Dos 50 participantes questionados, quando colocadas questões diretas sobre o sentimento de presença, cerca de 90 por cento sentiu-se genuinamente a incorporação da experiência, tendo descrito o sentimento de uma profunda ligação ao aparato audiovisual da peça. Alguns participantes sofreram náuseas ou desorientação e desistiram nos primeiros minutos. Estes sintomas são típicos e comuns, quando comparados com os sistemas de visualização em ambiente de trabalho ou de vídeo projeção (Sharples et al., 2008).

É curioso concluir que esta deslocação, juntamente com o confronto com o nosso corpo digital e o desprendimento que acontece a seguir, despertam sensações de uma incorporação digital mais realista e um sentido de presença muito além das técnicas que encontramos atualmente em equipamentos de realidade virtual mais recentes. O facto de fornecermos mecanismos de autoapropriação durante os quatro minutos iniciais leva o participante a estabelecer uma ligação íntima com o ambiente virtual. Quando desativamos este mecanismo, a sensação é a perda de fisicalidade, não sendo total porque há outros fatores que sustentamos, como o cenário da cidade, e que estabilizam o participante, mantendo-o a sua mente ligada ao dispositivo.



Figura 102 - O participante no VV, tendo o seu corpo digital de volta (2018). Foto: João Martinho Moura.

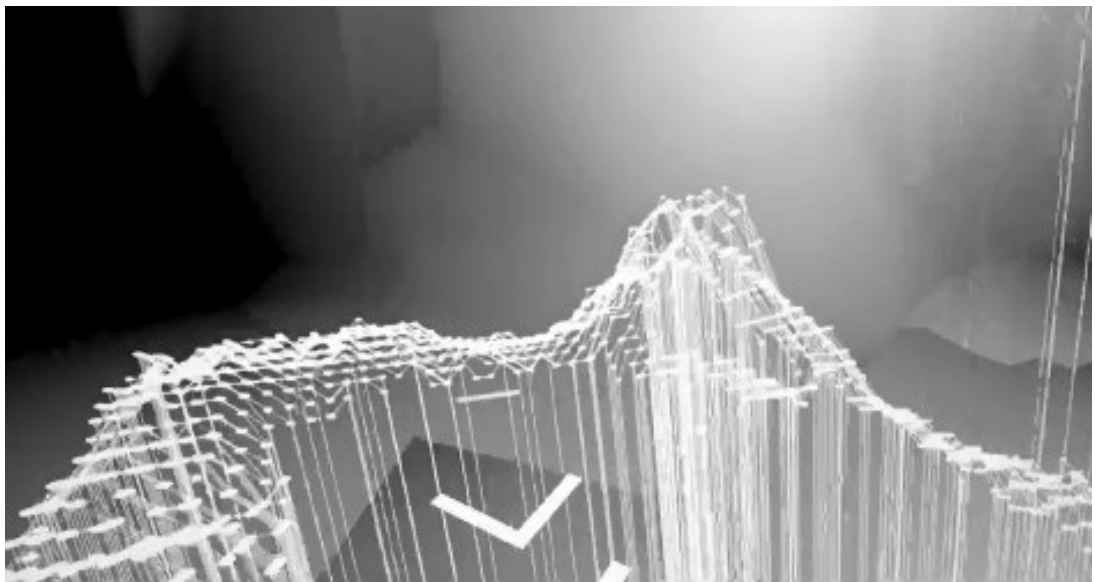


Figura 103 – O corpo visualizado em VV.

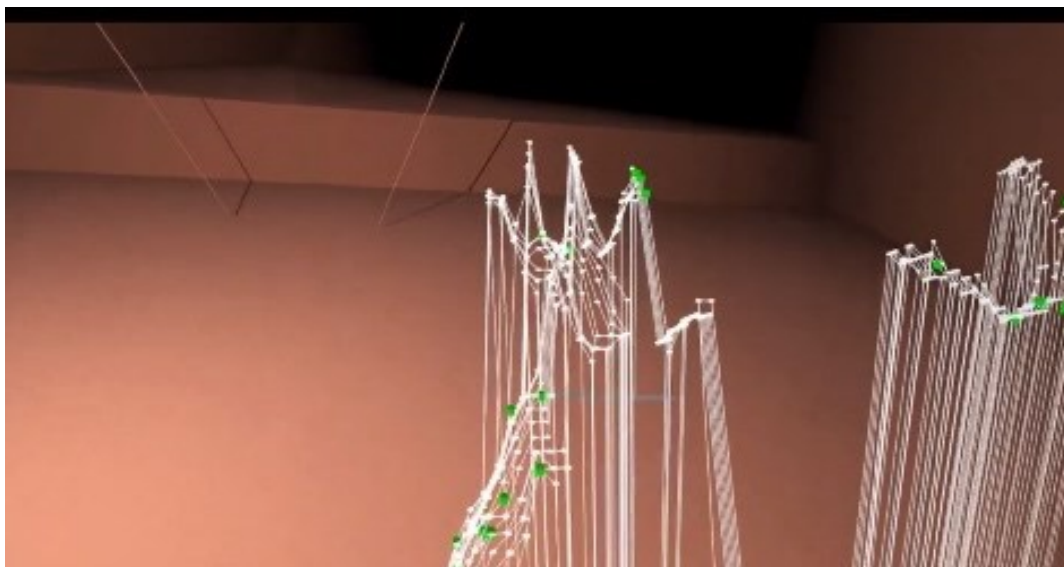


Figura 104 – O corpo visualizado em VV.

4.3 Consolidação

O desenvolvimento de VV, iniciado em 2017, um protótipo com *openframeworks* e a biblioteca *ofxOpenVR*. Infelizmente, o suporte de RV para *openframeworks* não estava avançado na altura, principalmente quando desejamos adicionar *shaders* visuais e efeitos de pós-produção em tempo real. Optámos por, a partir do protótipo, continuar o desenvolvimento em *Unity*, e o sensor de profundidade utilizado foi a *Kinect*, recorrendo também aos seus dados de profundidade. Verificámos uma pequena latência (alguns milissegundos) quando mostrávamos todos os pontos e, por isso, otimizámos o processo recorrendo a redução de pontos, de modo a apresentar uma imagem do corpo com o número de pontos mínimo, mas suficiente para termos uma boa noção das nossas mãos, braços, peito, quando olhamos para este em imersão total. Com este processo, conseguimos reduzir significativamente o tempo de latência para valores minimamente aceitáveis.

Em VV, a corporalidade aconteceu, de facto. E a prova disso é a de que quando o corpo congelou ao quarto minuto, todos os participantes entravam em algum bloqueio, foi essa a sensação a que chegámos durante os quatro meses de exibição da experiência. O impacto que desta peça e sua experiência na comunidade Braga Media Arts foi grande, pois foi uma peça bastante inovadora no seu tempo. Foi também importante ter o feedback de alunos de jogos digitais que já estavam habituados a usar equipamento de realidade virtual com alguma frequência.

A partir deste momento, tínhamos a certeza de que estaríamos no bom caminho da nossa investigação. Isto é, tínhamos desenvolvido uma base tecnológica, ainda que preliminar, necessária para prosseguir para patamares mais difíceis, agora em palco, envolvendo performance, e ainda mais corpóreos.

VV faz a ponte entre as lacunas e liga a continuidade (des)incorporada, quebrada nos equipamentos realidade virtual disponíveis dos dias de hoje.

A seguir, voltamos ao palco, e falaremos do nosso último contributo: a peça UNA.

3.4 UNA

2020

3.4.1 *Motivação*

A meio das apresentações de CO:LATERAL, iniciamos um último projeto que pretendíamos que herdasse a sua continuidade, especificamente onde terminou, na sua forma volumétrica, e que acontecesse em total imersão. O desafio, na altura, era grande. Em CO:LATERAL habituámo-nos a ter público, ao som das pessoas a entrar no teatro, ao *black-out*, às várias deixas que o espetáculo implicava, às fases de montagem, aos ensaios gerais e ao contacto com a audiência após cada espetáculo. A imagem era vista de uma forma coletiva, estava no centro, entre a intérprete e o público, e próxima de ambos.

Para entrarmos em imersão total, criámos uma sala específica de ensaios onde pudéssemos fazer experiências, com tempo, tendo sido colocadas muitas questões relacionadas com a forma como a peça seria apresentada ao público geral. Em alguns espetáculos de CO:LATERAL a plateia ficou esgotada, como no caso da cidade de Košice, na Eslováquia, ou no festival *Temp D'Images*, em Lisboa. Esta condição não poderia acontecer com recurso a capacetes de realidade virtual, pois os custos destes equipamentos são elevados, e por cada equipamento seria necessário ter um bom computador com capacidade de processamento para suportar RV e as várias condicionantes que implicam o tempo real. Era nossa motivação que o novo espetáculo acontecesse em tempo real, tal como os anteriores.

Em 2018, foi lançado o equipamento *HTC Vive Pro*, uma versão atualizada do *HTC Vive* que nós já tínhamos adquirido e que suportava uma maior resolução visual que as gerações anteriores. Adquirimos imediatamente o equipamento, e começámos a explorar o corpo visualizado de CO:LATERAL em imersão total. A sensação entre a equipa era generalizada, o corpo via-se de uma forma tridimensional com uma simplicidade absoluta (Figura 105), relaxante e ao mesmo tempo contemplativa, algo que não poderíamos ter visto anteriormente

em forma não totalmente imersa, e que nos impactou bastante, pois existia maior aproximação, um contacto que, no limite, colocava o espetador ao lado, ou até por entre a performer.

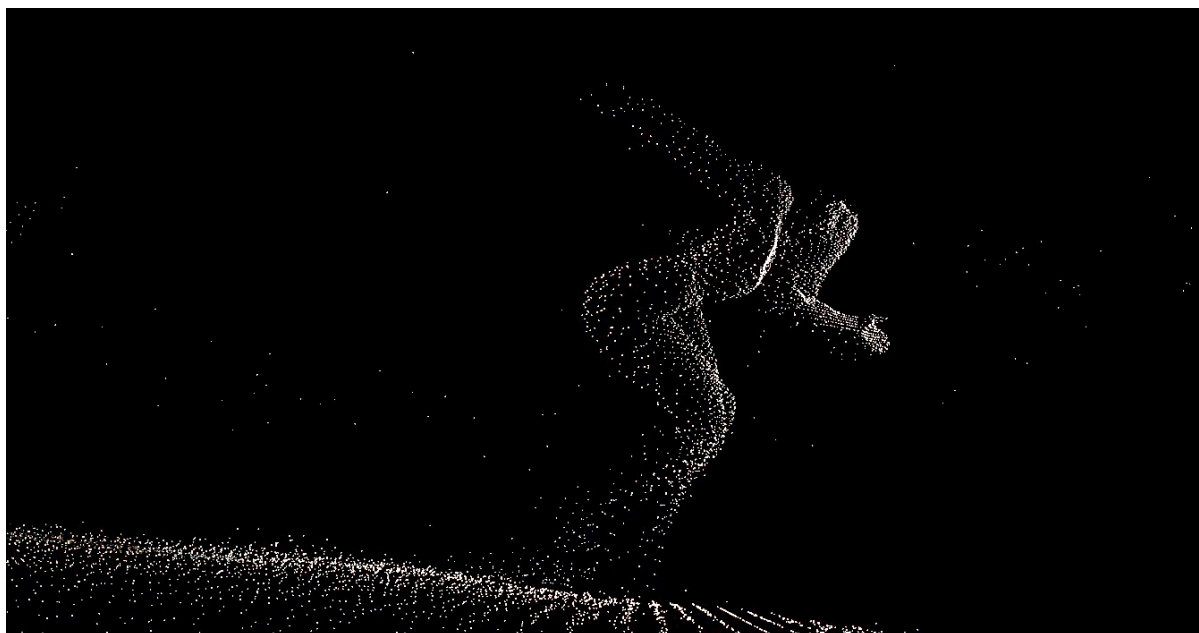


Figura 105 - O corpo volumétrico em realidade virtual.

Podemos dizer que para acontecer CO:LATERAL teve de primeiro acontecer NUVE, em anos anteriores. E a peça seguinte, denominada UNA, seria a evolução de CO:LATERAL, no nosso caminho para a imaterialidade do corpo corpóreo.

Nos ensaios de CO:LATERAL, perguntámo-nos que se poderíamos ver aquele corpo volumétrico em imersão total, em realidade virtual. Esta questão foi um *leitmotiv* para a criação de UNA, planeado no Balleatro em 2018, como uma peça em imersão total, e apresentada em 2020.

Por isso, em termos de progressão neste encontro digital, e também humano, UNA inicia onde CO:LATERAL terminou, mas, desta vez, em imersão total. Esta nova peça marca também uma etapa final da nossa investigação, e considerámos que teria de ser a própria Né Barros (Figura

106), coreógrafa das três peças, a interpretá-la. Né Barros ¹⁰⁷ estreou NUVE, em 2010, e faria todo o sentido completar, dez anos depois, com a sua interpretação, este ciclo de experiências.



Figura 106 - Né Barros.

O espetáculo foi pensado para um espetador de cada vez, dadas as condicionantes da experiência individual na realidade virtual. Né Barros interpretaria a peça várias vezes, seguidas, uma por participante. Foram marcadas várias sessões, entre experiências mais privadas, no âmbito dos colaboradores do Balleteatro, até sessões públicas agendadas para longas horas de apresentação ¹⁰⁸. As sessões teriam, assim, de ser curtas, não só pelo facto de o espetáculo acontecer uma vez por espetador, mas também pelo facto de que Né Barros teria de interpretar vezes seguidas, e ter o necessário tempo de pausa, curta, entre as várias sessões. Este espetáculo é, também, um exercício de ligação com o espetador, que não foi anunciado, propositadamente, e que leva ao limite esta nossa experiência.

¹⁰⁷ Né Barros: coreógrafa e bailarina, investigadora no Instituto de Filosofia da Universidade do Porto no grupo de Estética, Política e Conhecimento. Tem desenvolvido o seu trabalho artístico em conexão com seus estudos académicos e pesquisas. Iniciou sua formação em dança clássica e, posteriormente, trabalhou em dança contemporânea e composição coreográfica nos Estados Unidos (Smith College). Doutorada em Dança (Universidade de Lisboa) e Master in Dance Studies (Laban Centre, Londres). Concluiu um Pós-Doutoramento no Instituto de Filosofia sobre a estética das performances. Estudou Teatro (Esap). Como coreógrafa, tem colaborado com artistas visuais, fotógrafos, realizadores de cinema e teatro e músicos. Criou a maior parte dos seus trabalhos no Balleteatro, mas também trabalhou com a Companhia Nacional de Bailado (premiada como Melhor Coreografia), com Ballet Gulbenkian e Aura Dance Company (Lituânia). É autora dos livros *Da Materialidade na Dança*, *Dança: corpo e casa*, 2001 e editor de *Deslocações da Intimidade*, 2015. *Artes Performativas: Novos Discursos* (2013), *Das Imagens Familiares* (2013), *Story Case print* (2009) e *Metamorfoses do Sentir* (1998). Publicou vários artigos sobre temas como estética, filosofia da dança e performance, composição de dança, artes cénicas. É co-editora das coleções *Estética, Política e Arte e Máquinas de Guerra*. É professora na ESAP e convidada em diversas instituições. Co-fundadora do Balleteatro e diretora artística do Family Film Project - Festival Internacional de Cinema de Arquivo, Memória, Etnografia.

¹⁰⁸ <https://www.dgartes.gov.pt/pt/evento/2966>

Um dos aspetos fundamentais da nossa investigação será então o recurso ao corpo, novamente, continuando em espaço cru, mesmo que já na virtualidade. Criámos, assim, esse espaço, a que chamamos de *edni*¹⁰⁹.

Mas, primeiro, iremos falar de algumas considerações técnicas, e situar a peça UNA na linha de Milgram, que, partindo do ambiente real, acontece no ambiente virtual (Figura 107). Iremos apresentar duas fases da peça: a primeira que acontece entre a intérprete e o espetador, que começa na realidade virtual e acaba na realidade, e a segunda, que acontece somente com a intérprete em imersão total.

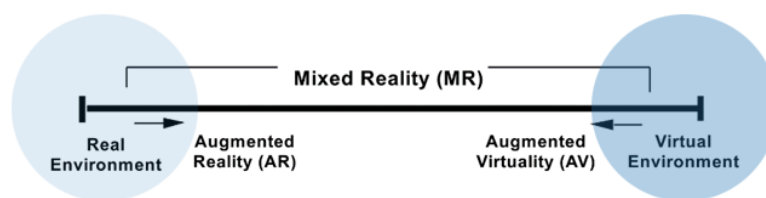


Figura 107 - Posicionamento de UNA na escala de Milgram.

3.4.2 Procedimentos técnicos

Em UNA, propusemo-nos a uma experiência sensorial próxima entre a intérprete e o público, a uma distância que, no seu limite, chega a não existir. O espetador entraria num espaço e assistiria a uma performance, cuja sessão seria de 5 a 8 minutos. Tal como em CO:LATERAL, tecnicamente, a baixa latência no software seria fundamental, pois tudo acontece em tempo real, mas, em UNA, tivemos bastantes restrições técnicas pois a apresentação de gráficos tridimensionais em RV envolve bastante processamento gráfico. Recorremos a duas câmaras *Azure Kinect* e a uma câmara *Realsense* para capturar um espaço de cerca de 6 m2 onde ocorre

¹⁰⁹ espaço denso não ilimitado

a ação física. A taxa de transporte de dados da nova geração de câmaras de profundidade *Kinect*, e particularmente na nova geração *Azure*, é grande, e é também dinâmica, a cada *frame*. Em anos anteriores, utilizámos a *Kinect* para captura densa do espaço, e o primeiro modelo não era muito preciso, contendo bastante ruído. O modelo *Azure* é já mais preciso, no entanto ainda sofre daquilo a que os engenheiros chamam de fenómeno *flying pixels*, (Tölgyessy et al., 2021), quando, nas extremidades dos objetos, os pixels podem conter sinal misto de primeiro plano e fundo. Nesse mesmo espaço coberto por sensores de profundidade, colocámos também equipamento de realidade virtual, e *base stations* para o *tracking* preciso da localização do capacete. Verificámos que os feixes de luz das câmaras de profundidade perturbam os feixes de luz emitidos pelas *base stations* RV. Esta situação levou-nos a posicionar todos os equipamentos em posições muito precisas, de modo a evitarmos demasiadas perturbações do sinal. Em algumas situações limite, recorremos a *HMDs* que não necessitam de *base stations*, como a nova geração do *Oculus Quest*. Este equipamento não possui grande processamento, pelo que todo o processamento computacional gráfico ocorre numa máquina *desktop* com uma placa gráfica da gama *RTX*. Aqui, recorremos a transmissão de imagem ao vivo diretamente para o capacete, através de um poderoso router *wi-fi* dedicado, utilizando somente a banda de 5ghz, transmitindo o sinal com um software *opensource*, o *ALVR*¹¹⁰. Esta situação até beneficiou a peça, pois, desta maneira, o capacete de realidade virtual não necessitaria de cabo, e o participante teria mais liberdade de movimento dentro do espaço. O *Quest* possui internamente várias câmaras, que percebem o espaço exterior com alguma precisão, proporcionando liberdade *6DOF* sem *base stations*. Existe um problema associado ao recorrermos às câmaras internas do *Quest*: necessitamos de luz, e que o espaço envolvente possua características físicas para que o *tracking* possa acontecer. Se estivermos em ambiente muito escuro, ou se estivermos numa sala cujas paredes possuam uma só cor, o *tracking inside-out* não funciona bem. Verificamos também, nos nossos ensaios, que o uso de *base stations* ainda proporciona uma maior precisão do capacete no espaço virtual.

¹¹⁰ <https://github.com/alvr-org/ALVR>

O volume do corpo é resultado de evoluções dos vários momentos de CO:LATERAL, particularmente a união do momento da *elevação* com o momento das *constelações*. Por cada ponto de densidade do espaço desenhamos um ponto branco, e verificamos a proximidades com pontos vizinhos (Figura 108). Segue também evoluções da representação do corpo que iniciámos em VV.

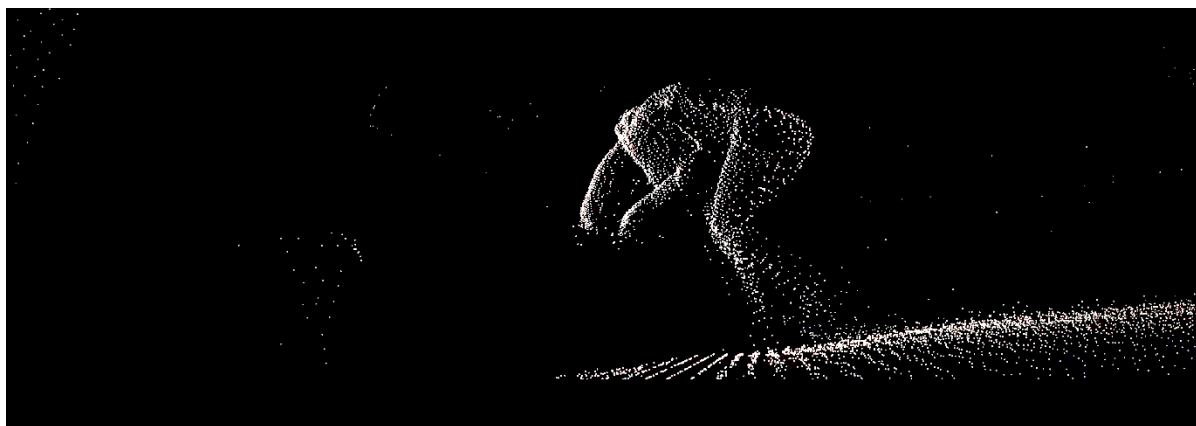


Figura 108 - Corpo volumétrico. Captura com dois sensores calibrados. Na imagem notam-se diferentes dois tipos de pontos que perfazem o seu volume.

UNA inicialmente foi desenvolvido na plataforma *openframeworks*, como protótipo, e resultou das experiências finais de CO:LATERAL e VV, mas, verificámos que, apesar de existirem bibliotecas de código para *openframeworks* que conseguiam aceder às câmaras de profundidade quando utilizávamos mais do que uma câmara, no processo de extração de cor em tempo real, e junção de vários *streams* de imagem, o sistema ficava bastante lento, complexo, e instável para ser apresentado em palco. Testámos então a plataforma *Unity*, e na altura não havia software intermédio que comunicasse com as API das câmaras de profundidade. Em VV nós implementámos software em *Unity* que acedia a *streams* de *depthcams*, extraía cor, e representava bem o corpo no espaço virtual. No entanto, gostaríamos de evoluir em UNA e criar algo mais consistente, robusto, para não haver falhas na performance. Contactámos então a *Unity Technologies*, através de um engenheiro e artista de software da empresa, na sua filial no Japão, no sentido de perguntar se seria possível um *addon* (*asset* em *Unity*) que pudesse aceder à API de diferentes modelos de câmaras de profundidade, extraíndo pontos no espaço 3D assim como cores. Alguns meses depois Keiji

Takahashi, da *Unity Technologies Japan* libertava um código aberto no *github* que conseguiria fazer esta tarefa ¹¹¹. Na nossa pesquisa, faltaria ainda implementar a obtenção de vários *streams* de várias câmaras, a serem calibrados em tempo real. Passado algum tempo descobrimos um *addon (package)*, na *Unity Store*, que continha vários exemplos de como aceder corretamente a câmaras de profundidade em *Unity*, e que permitia aceder a vários *streams* ao mesmo tempo, e que incluía bastantes funcionalidades, e estava muito bem documentado ¹¹². Com a nossa experiência prévia na criação do software em CO:LATERAL, e em VV, integrámos no nosso software estes dois *addons*, e criámos o sistema ideal de captura de corpo volumétrico, com vários *streams* de diferentes câmaras de profundidade, e criámos também a ligação ao capacete de realidade virtual, para a peça UNA.

Descritas as questões técnicas, consideremos então o espaço de UNA, chamado *edni*.

Mas, antes de descrevermos melhor o *edni*, faremos então um esforço de compreensão primeiramente do espaço, num seu sentido mais universal¹¹³, enquanto tal, e da relação que estabelecemos com este no virtual, relembrando aqui algumas peças anteriores que abordavam precisamente o espaço, na sua dimensão estritamente espacial.

Convidamos o leitor, aqui, a uma pequena pausa, a que as considerações espaciais nos chamam, e, antes de continuarmos com a peça UNA e o espaço *edni*, que acontece no nosso espaço relativo, iremos primeiramente alargar os nossos horizontes para o macro-espaço, e, de seguida, aprofundar os nossos horizontes para o nano-espaço. Por fim, voltaremos ao espaço *edni*. Este esforço é, aqui, pertinente, para entendermos a significância desta dissertação, posicionada nas realidades, sejam estas reais, sejam virtuais, sejam incorporadas.

¹¹¹ <https://github.com/keijiro/Akvfx>

¹¹² <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/azure-kinect-examples-for-unity-149700>

¹¹³ Aqui recorreremos ao sentido estrito de Universo

3.4.3 *O(s) espaço(s)*

Nas próximas três secções, a escrita será na primeira pessoa. Apesar de abordar importantes momentos de criação que certamente mereciam descrições mais aprofundadas e detalhadas, procurarei revelar ao leitor perspectivas pessoais do que vivi na exploração artística do espaço em diferentes escalas, em diferentes instituições científicas europeias. Deste modo, tentarei ser resumido, para que, de seguida, possamos voltar à peça UNA.

O macro espaço

No ano de 2014, iniciei uma colaboração, que durou quatro anos, com equipas de cientistas da Agência Espacial Europeia (ESA), em algumas missões espaciais¹¹⁴, e houve uma missão que marcou profundamente: a missão *Rosetta* na qual trabalhei na maior parte do tempo em que colaborei com a ESA. Uma sonda espacial que foi lançada do planeta Terra, em 2004, e que demorou 10 anos a chegar ao seu alvo, o cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko¹¹⁵, que abreviadamente é normalmente chamado de 67P/C-G. Este cometa é muito especial, foi o primeiro onde nós pousamos um instrumento. Tem uma órbita de 6,45 anos à volta do nosso Sol, tem um raio de cerca de 2 quilómetros. No mês de abril de 2021, está situado a cerca de 435 milhões de quilómetros da Terra. A sua órbita ao Sol cruza as órbitas de Júpiter, Marte e Terra. O grande objetivo desta missão seria a de tocar no cometa, aterrando na sua superfície (através de um módulo integrado na sonda *Rosetta*, o *Philae*). *Philae* ocupa o espaço de uma máquina de lavar a roupa, sensivelmente. A *Rosetta*, aberta com os seus painéis solares, possui um comprimento de 32 metros. Isto é, quando a *Rosetta* (nave mãe) chegasse ao 67P/G-C, esta faria um conjunto de observações do cometa, voando ao seu redor, e enviando fotografias e

¹¹⁴ Rosetta, BepiColombo, Asteroid Impact Mission.

¹¹⁵ O nome do cometa advém dos seus descobridores, Klim Churyumov e Svetlana Gerasimenko, de Kiev, que o observaram por telescópio em 1969.

dados às equipas da Terra, para que fosse escolhido o sítio ideal para lançar o módulo *Philae*. Uma missão extraordinária, uma máquina, criada pelo Homem, carregada de vários sensores, para pousar num cometa, estabelecendo, portanto, um contacto físico e suave com a sua superfície.

Nós já levámos o Homem à Lua, várias vezes, e já levámos máquinas criadas por nós a vários planetas, como Marte, Júpiter, Neptuno, entre outros. Alguns destes planetas serão visitados por nós fisicamente no futuro próximo. Planetas são corpos gigantes, e por isso são mais estáveis. Conseguimos ver a luz que refletem do Sol quase a olho nu. Antes de lá chegarmos, chegam primeiro as nossas máquinas, nossas extensões. Também criámos máquinas que podem observar, a grandes distâncias e com alguma definição, estes planetas. Já em relação aos cometas, isso não acontece, pois estes são corpos muito mais pequenos, e geralmente movem-se a uma velocidade maior.

A minha colaboração na missão *Rosetta* tinha como principal objetivo a criação de visualizações para disseminar todas as observações desta missão ao mundo. Quando aceitei o desafio, a sonda já tinha navegado cerca de 6.172.755.256 km no espaço, tendo efetuado várias órbitas ao Sol, aproveitando aproximações a vários planetas, várias vezes, para obter força gravitacional e conseguir velocidade suficiente para chegar ao seu destino. No início de 2014 a *Rosetta*, finalmente, aproximava-se do seu destino, e a ansiedade nas equipas de cientistas da ESA era enorme, após tanta distância percorrida e nove anos de espera. Um novo mundo estava por descobrir, o objetivo seria o contacto próximo, e, portanto, mais sensível, com um cometa, através de uma máquina criada por nós.

Se imaginarmos que aquele cometa poderá ser, na sua formação, mais antigo do que a nossa Terra¹¹⁶ (espaço onde todos nós e qualquer ser vivo que conhecemos nasce, vive, e morre, ou, melhor, se transforma), conseguiremos, facilmente, entender o quão importante para a Humanidade é estudá-lo.

¹¹⁶ A formação do planeta Terra originou-se com o impacto de corpos com o tamanho do Ceres ou até da Lua, corpos espalhados pelo nosso sistema solar que são atraídos, onde também existe gás e poeira (Wetherill, 1990, p. 250).

Para podermos melhor comparar o tamanho do 67P/C-G, imaginemos a Baixa do Porto. Agora, imaginemos uma rocha sólida com o seu tamanho. É o tamanho daquele cometa, algo imensamente pequeno na proporção do nosso Universo. Para que possamos entender melhor, em março de 2011, a 163 milhões de quilómetros de distância ao cometa, a *Rosetta* via-o como na seguinte imagem, necessitando de exposições fotográficas de 13 horas¹¹⁷, (representado na primeira imagem por um círculo vermelho, e na segunda por um ponto branco). Estas imagens foram obtidas através de processos intensivos de análise de imagem (*fonte* ¹¹⁸).

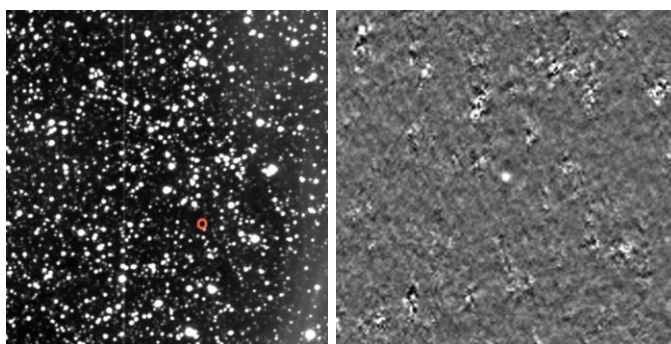


Figura 109 – o cometa 67p, representado na primeira imagem por um círculo vermelho, e na segunda por um ponto branco. Exposição fotográfica de cerca de 13 horas. 2011. Distância de sensivelmente 163 milhões de quilómetros. Fonte: ESA.

No início de 2014, a sonda estava a caminho, e já enviava fotografias onde o cometa se poderia ver com melhor definição. Eram imagens que (Figura 109) eu recebera pela primeira vez, quando já interagia com as equipas da ESA, e preparava códigos de visualização para quando a sonda estivesse mais próxima. Sentia-me completamente estupefacto com a dimensão desta missão, e com o privilégio de poder assistir, e também colaborar, de perto, neste acontecimento tão importante para a Humanidade. No meu computador preparava códigos de movimento, rotação, e visualização, simulações gráficas, com a preocupação de que a experiência de aparição fosse o mais acessível a todas as pessoas que estavam a acompanhar a missão *Rosetta*. Era preocupação da ESA disseminar bem a descoberta, fornecendo dados bastante precisos de

¹¹⁷ https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Rosetta_sets_sights_on_destination_comet

¹¹⁸ https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2011/06/Remarkable_images_Rosetta_s_first_view_of_Comet_67-P_March_2011

toda a missão. Entrava, assim, em modo de contacto próximo com a ciência do marco-espço, e em tempo real, apesar das várias horas entre a transmissão das imagens, de 1024x1024 pixels, àquela distância, tentando também perceber, num esforço pessoal, os vários sensores que a sonda continha. As visualizações recorriam maioritariamente aos instrumentos OSIRIS¹¹⁹ e NAVCAM¹²⁰. Criava também sonoridades¹²¹ para a visualização que iria ser lançada ao mundo nos próximos meses, inspiradas num pulsar, que pode ser ouvido online¹²², um imaginado sinal que a sonda envia periodicamente à equipa de cientistas a dizer que está viva.

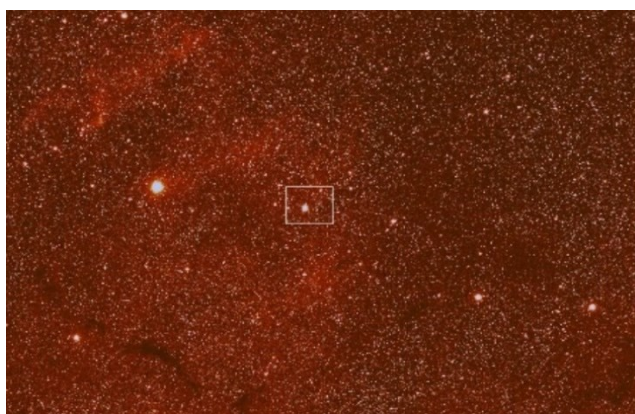


Figura 110 - O avistamento do 67P/C-G, o alvo de Roseta, em 2014. Distância de sensivelmente 50.000 quilómetros. Exposição de 60 a 300 segundos.

A sonda *Rosetta*, em 2014, chegaria à proximidade do cometa 67P/G-G, e as imagens que enviava eram deslumbrantes, mostrando as suas crateras, as suas planícies¹²³ (Figura 110). Antes de lá chegar, todos pensariam que um cometa seria mais redondo, tal como os planetas o são. Não era o caso. Quando as imagens eram recebidas à distância, apesar de consistirem em poucos pixels, do cometa salientavam-se dois corpos distintos (Figura 111).

¹¹⁹ <https://rosetta-osiris.eu/>

¹²⁰ <https://sci.esa.int/web/rosetta/-/54523-cometwatch-navcam-images>

¹²¹ <https://soundcloud.com/jmartinho/esa-rosetta-soundtrack-joao-martinho-moura-2014>

¹²² <https://www.youtube.com/watch?v=x1maIwDcZRo>

¹²³ <https://sci.esa.int/web/rosetta/-/54469-rosetta-arrives-at-comet-destination>

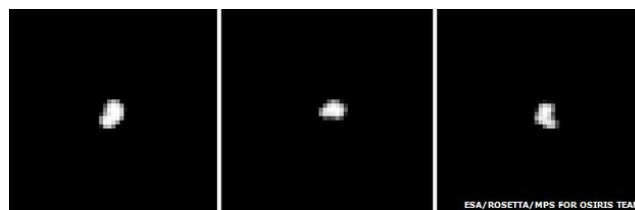


Figura 111 – O Cometa 67p. fonte: <https://www.bbc.com/news/science-environment-27110882>.

A forma do cometa denotava que surgira da colisão de dois corpos, ficando com a forma de um pato (*rubber duck shape*)¹²⁴. Imagens mais próximas apresentavam uma peça escultórica, nascida do universo (Figura 112).

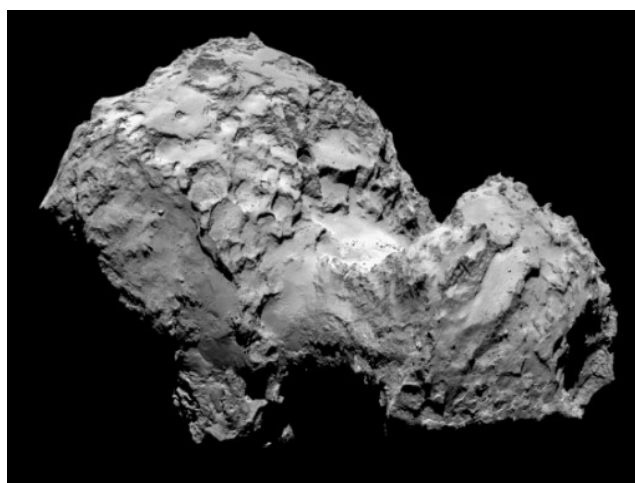


Figura 112 - fonte: <https://sci.esa.int/web/rosetta/-/54469-rosetta-arrives-at-comet-destination>.

Em 2015, a sonda voltaria a um seu ponto mais longínquo na órbita do 67P/G-G, a 1.500 quilómetros do seu núcleo, para estudar o seu ambiente de *coma* e plasma numa escala mais ampla. As fotografias que envia revelam a sua maior atividade quando fica mais próximo do Sol (Figura 113).

¹²⁴ <https://blogs.esa.int/rosetta/2015/09/28/how-rosettas-comet-got-its-shape/>



Figura 113 – Imagem capta atividade no cometa 67p, obtida a 1500 kms de distância ao cometa, que estava a 200 milhões de kms do Sol. Fonte: ESA ¹²⁵ .

Em 2016, aproxima-se mais do cometa, quase que toca nele, obtendo imagens para as quais não existem palavras. Vêm-se colinas, rochas, vê-se também poeira, que contracenava com as estrelas nas observações (Figura 114):



Figura 114 - Poeira e raios cósmicos na superfície do cometa em 2016, com estrelas se movendo ao fundo. Captado pelo instrumento OSIRIS da Rosetta. Fonte: ESA.

¹²⁵ <https://blogs.esa.int/rosetta/2015/10/02/cometwatch-30-september-far-far-away/>

No meu percurso com a ESA colaborei na criação de duas experiências de visualização com as várias equipas de cientistas da ESA, a *where is rosetta?*¹²⁶, em 2014, que demonstrava a viagem percorrida durante dez anos desde o seu lançamento em 2004, e a *View Rosetta's Comet*¹²⁷, em 2015, que mostrava o percurso da sonda e os milhares de pontos que correspondem a momentos no tempo de observações que obtinha nas suas várias voltas ao cometa (Figura 115). Em 2016, criei uma experiência em realidade virtual na qual poderíamos ver a forma particular do cometa em pontos no espaço (uma visualização menos científica), chamada *67p: an unexpected topological space*¹²⁸, a partir de um modelo tridimensional criado pela *ESA Flight Dynamics team*, que resultou das várias observações, registadas em *View Rosetta's Comet*, com o instrumento *NAVCAM*. Esta peça foi incluída no *Rosetta Mission's Legacy*, no ano de 2016.

¹²⁶ <http://jmartinho.net/where-is-rosetta-esa/>

¹²⁷ <http://jmartinho.net/view-rosettas-comet-2015/>

¹²⁸ <http://jmartinho.net/67p-an-unexpected-topological-space/>



Figura 115 - 67p: an unexpected topological space. João Martinho Moura, 2016. ¹²⁹

A história marcante da nave *Rosetta* teve várias peripécias que dariam vários livros com final feliz. O módulo *Philae*, ao tentar aterrizar, fez *bouncing*¹³⁰, duas vezes, dada a fraca gravidade e superfície *esponjosa* do cometa, que posteriormente se verificou ser pouco densa, mais suave que algodão doce (Crane, 2020). *Philae* acabou por ficar numa colina com pouca luz solar, mas ainda teve energia para enviar imagens do seu solo. A nave mãe, *Rosetta*, ainda ficou a voar por mais tempo, a tentar encontrá-lo nas múltiplas observações que fazia, e finalmente, passados quase dois anos, encontrou a nave-filha, foi uma cientista viu *Philae*¹³¹. *Rosetta* viu o seu tempo de missão alargado por mais algum tempo, voou imenso, o que pôde, acumulou muita poeira nos seus vários instrumentos, ficou desgastada. Ao seu último comando, foi literalmente atirada, mas muito lentamente, ao cometa, enviando sempre imagens, até aos

¹²⁹ <https://jmartinho.net/67p-an-unexpected-topological-space/>

¹³⁰ <https://www.space.com/27788-philae-comet-landing-bounce-photos.html>

¹³¹ https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Philae_found

últimos segundos, imediatamente antes da sua destruição quando se despenhou na sua superfície.

A vivência de toda esta experiência¹³², no dia a dia, à medida que mais imagens surgiam, durante tantos anos, fez-me aperceber da nossa grande capacidade de tentarmos conhecer e entender a nossa própria existência, e as origens do Universo. O facto do Universo estar em expansão demonstra a existência do seu limite, segundo a lei Hubble-Lemaître¹³³ (Hubble, 1929).

Estas nossas ações de descoberta acontecem com instrumentos que imaginamos, que criamos, e que são extensões do ser humano. Don Ihde menciona no seu livro *Technics and Praxis* que a ciência contemporânea está incorporada (*embodied*) na instrumentação (Ihde, 1979a, p. xxvi).

¹³² <https://blogs.esa.int/rosetta/2015/08/13/new-interactive-viewer-for-comet-67pc-g/>

¹³³ Edwin Powell Hubble forneceu evidências de que a velocidade recessional de uma galáxia aumenta com sua distância da Terra, uma propriedade agora conhecida como "lei de Hubble", apesar do fato de ter sido proposta e demonstrada observacionalmente dois anos antes por Georges Lemaître. Lemaître. Membros da International Astronomical Union recomendaram, em 2018, que a lei de Hubble passasse a ser chamada de lei de Hubble-Lemaître. <https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1812/?lang>

O nano espaço

Continuando no espaço, vamos agora fazer outra viagem, desta vez na escala oposta, voando em outras planícies, agora no micro espaço, viagens que nos vão levar até à escala atômica.

Em 2017, iniciei colaborações artísticas com o INL - Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia. Depois de anos a receber e a observar imagens de milhares de observações a centenas de milhões de quilómetros da sonda *Rosetta*, a sensação de que poderia entrar no nano-espaço (o mais pequeno possível) e senti-lo de forma também relevante, era grande. E foi exatamente isso que acabou por acontecer. Entre 2017 e 2020, vesti muitas vezes um fato espacial, completo, que também contempla botas, carapuço, às vezes óculos de proteção, e sempre luvas. Antes de entrar na sala limpa no INL, é necessário entrar numa antecâmara, já vestidos com o fato (Figura 116), onde somos soprados com jatos de ar durante uns segundos, de modo a libertarmos qualquer poeira ou partícula desnecessária que possamos carregar connosco. Quando estamos a vestir o fato, algum nosso cabelo ou pelo, partícula, ou matéria do nosso corpo, ou da nossa roupa, acaba por colidir e se fixar no fato. Estes jatos de ar expõem essas partículas. Entramos assim numa sala, que se chama *clean room* (sala limpa), onde se encontram os melhores microscópios, avançados instrumentos e onde cientistas oriundos de todo o mundo trabalham, a investigar ou a fabricar materiais à micro e nano escala, quer em processos físicos como químicos. Ao entrar na *clean room* não devemos falar alto, ou correr. Se estivermos numa sala onde exista um instrumento de observação, quando falamos, o som que emitimos com a nossa voz vibra no ar, e essa vibração pode alterar a observação. Notava isso ao menor sopro de ar quando operava um joystick para observar um material específico na sala onde estava o *SEM*, o *scanning electron microscope*, especialmente quando observava numa escala abaixo do micrómetro (*micron*), mil vezes menor que o milímetro.



Figura 116 – na cleanroom, vestido com um fato, no INL.

Na sala onde está o TEM, *transmission electron microscope*, existe uma separação física entre o chão que estamos a pisar e o instrumento, para que quando o nosso pé toca no chão não exista qualquer vibração na imagem que obtemos. Aqui, não é de todo conveniente falar, ou até respirar fundo. Os espaços são antissísmicos, claro, e foram construídos para a possível observação à escala do nanómetro. Os instrumentos detetam qualquer mínima vibração, até no espaço do ar.

Para imaginarmos um nanómetro, imaginemos uma régua, onde conseguimos ver com os nossos olhos a escala de um milímetro. Agora, vamos dividir este milímetro por ... um milhão. Chegamos então ao nanómetro. Cheguei a olhar para esse espaço com os meus olhos, através de instrumentação, para esse espaço físico (espaço ocupado por diferente matéria ou matéria em diferentes estados, a tal noção de interface que falei anteriormente), vi-o realmente, num dos maiores TEM do mundo, que está no INL.

Foram vários os trabalhos que criei inspirados no micro e nano-espaço, um dos quais aconteceu no âmbito de um programa de arte e ciência da Comissão Europeia.

Quando observamos à micro ou nano escala, um feixe de eletrões é lançado sobre a matéria que estamos a observar, esses eletrões colidem na superfície da matéria e a sua tridimensionalidade é, então, revelada. Quanto mais resolução nós desejarmos, mais tempo temos de esperar para receber uma imagem, pois o que está a acontecer fisicamente é um *scanning*, uma linha de eletrões que são enviados sequencialmente no espaço. Torna-se então

muito difícil movimentarmo-nos nesse espaço. Em processos físicos é possível ver fragmentos de tempo, mas em processos químicos, e à escala de, por exemplo, 10 a 5 nanómetros, já não é possível ver, pois o próprio processo de visualização já altera o que desejamos observar.

Em *Nano Abstractions* (2017)¹³⁴, num convite do INL efetuado a artistas da cidade de Braga, observei a pequenas pontas de material que é usado nos lápis de carvão (Figura 117). Algo tão pequeno revelava montanhas, vales, planícies que nunca mais acabam. Cheguei a levar um dia para tentar observar partes de um micron, programando o SEM para obter imagens individuais em diferentes ângulos, e depois criei algoritmos que revelavam essas observações do todo num espaço virtual (Figura 118).

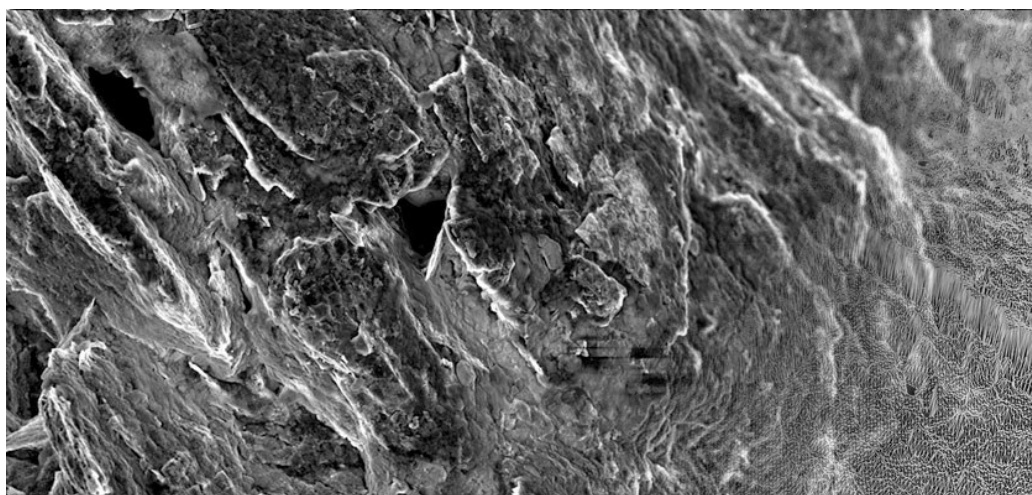


Figura 117 - *Nano Abstractions* (2017).

Observei também materiais fabricados pelo INL, onde se notavam claramente os processos de nano fabricação de materiais, muitas vezes marcados por camadas de matéria sobreposta.

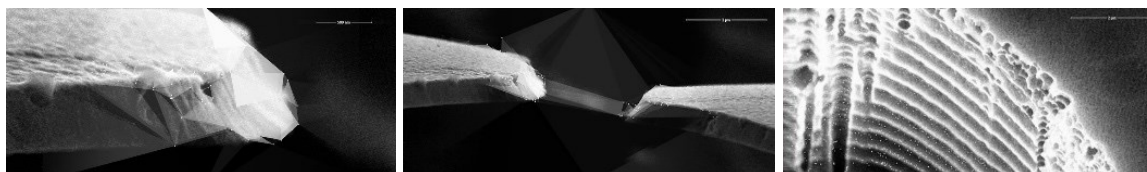


Figura 118 - *Observações no SEM no INL* (2017).

¹³⁴ <http://jmartinho.net/nano-abstractions/>

Em *Nano Geometries* (2018) ¹³⁵ exploro a grande exatidão dos processos que estes cientistas incutem no desafio de criarem estruturas que refletem cor, com a agregação de pequenos pilares espalhados no espaço, que parecem soldados em formação, preparados para receberem a luz natural que vai colidir com eles, e deste modo refletirem diferentes cores consoante as colisões físicas dos fotões sobre os mesmos (Figura 119).

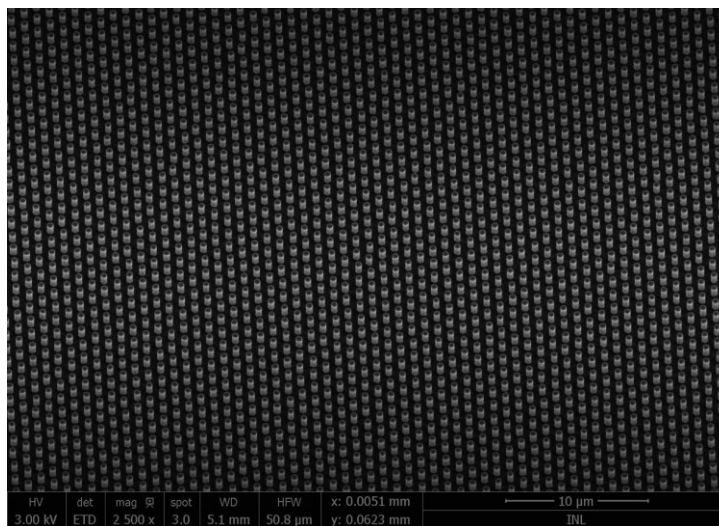


Figura 119 - Nanopyllars em formação. Descrição do projeto em (Moura et al., 2019).

Em *10e-10* (2018) ¹³⁶ criei uma peça mais imersiva, desenhada para um auditório, que apresentava observações com instrumentos microscópios, e às quais acrescentava fórmulas matemáticas de nano fabricação, visualização e navegação no nano espaço.

Em *rev* (2019) ¹³⁷ explorei, com o artista Pedro Tudela, formações de tubos de carbono (Figura 120), estruturas que, no seu limite, poderão teoricamente criar um elevador físico da Terra até à altura (espacial) onde se encontra a ISS ¹³⁸ (Estação Espacial Internacional).

¹³⁵ <http://jmartinho.net/nano-geometries/>

¹³⁶ <http://jmartinho.net/10e-10/>

¹³⁷ <http://jmartinho.net/rev/>

¹³⁸ International Space Station

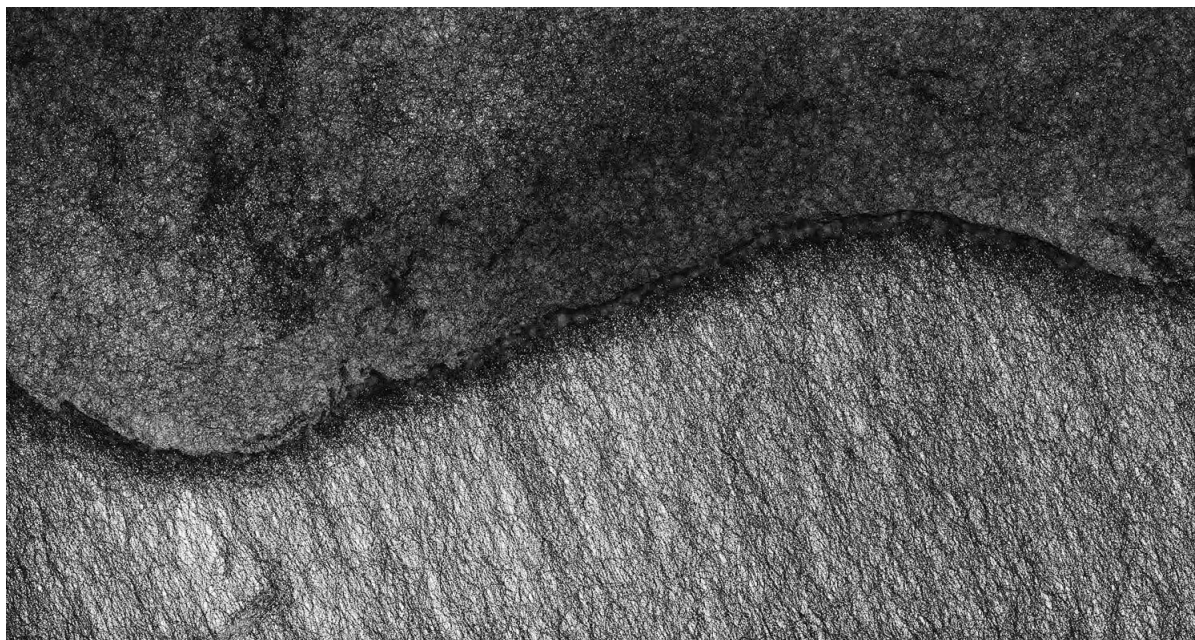


Figura 120 -) rev (, com Pedro Tudela, no INL.

Mas foi em 2018 que iniciei ¹³⁹ um projeto âncora no INL e o programa STARTS da Comissão Europeia, também em colaboração com o *SIN group*¹⁴⁰ na Universidade de Aalto, na Finlândia, levanto a possibilidade de tele-transportação para o nano-espaço (Moura & Kolen'ko, 2019). O trajeto da peça *Sci-fi Miners* ¹⁴¹, que foi inicialmente demonstrada no IRCAM/Centro Pompidou ¹⁴², em Paris, apresentada no formato de instalação no *Art Center Nabi* ¹⁴³, em Seoul, finalizou numa performance que apresentei, já em 2020, imerso em realidade virtual, no palco do *Centquatre*, também em Paris, no momento de abertura do evento *STARTS Residencies Days* (Figura 121). Resumidamente, apresento inicialmente à audiência o micro-espaço, e faço uma viagem do *mícron* ao *nano*, demonstrando processos físicos, que são observáveis com instrumentação, e imaginei o que não podia ver fisicamente baseando-me nas fórmulas que os

¹³⁹ <http://jmartinho.net/starts-announcement-joao-martinho-moura/>

¹⁴⁰ Surfaces and Interfaces at the Nanoscale:

<https://www.aalto.fi/en/department-of-applied-physics/surfaces-and-interfaces-at-the-nanoscale-sin>

¹⁴¹ <http://jmartinho.net/sci-fi-miners/>

¹⁴² <http://jmartinho.net/sci-fi-miners/sci-fi-miners-video-5-documentary/>

¹⁴³ <http://jmartinho.net/sci-fi-miners/sci-fi-miners-art-center-nabi-confluence-point-exhibition-seoul-south-korea/>

cientistas me transmitiam. Soube que só me poderiam descrever por palavras, pois estavam a trabalhar em algoritmos *DTF* (Density Functional Theory) que podem demorar anos a serem executados, para tentarem entender o movimento dos átomos à volta de *nanoclusters*, em processos de catálise. A performance foi, deste modo, mista, e durou cerca de 15 minutos ¹⁴⁴. Começa comigo numa mesa, a operar as visualizações. A meio da performance levanto-me, vou para o centro do palco, visto um capacete de realidade virtual, entro no espaço tridimensional que observara inicialmente. Através de múltiplas câmaras virtuais a audiência pode-me acompanhar-me, assistindo à minha teleportação, aqui entendida como uma nave espacial, feita de energia futura, que eu opero, e com a qual tenho um encontro frontal com estruturas de *nanoclusters*, compostas por átomos em colisão.

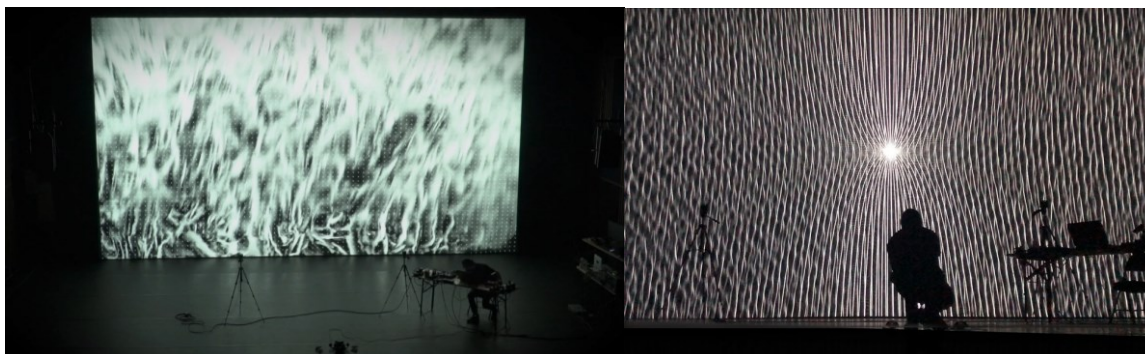


Figura 121 - *A Virtual Journey to the nanocluster scale. Centquatre, Paris (Apresentação em 2020).*

Nas imagens da macro e nano escala encontram-se similaridades com os últimos momentos da peça *CO:LATERAL*, que contêm observação, que contêm matéria, pontos de colisão, e que contêm transmissão, através de instrumentos.

Recorremos a instrumentos de luz para encontrar os limites do espaço. Esses limites são contornados por feixes de luz que colidem com corpos. Mas, se olharmos para um átomo, conseguiremos imaginar o seu núcleo e a força dos eletrões carregados de carga energética em ações de atração à sua volta. Quando átomos se juntam, é toda uma colisão que acontece que

¹⁴⁴ Disponível em <http://jmartinho.net/104paris/>

cruza atrações e repulsões a altíssima velocidade. E se alargarmos os horizontes para a macro escala das galáxias as mesmas forças também estão lá.

O espaço é todo ele uma forma de colisão nos seus limites.

Continuemos no espaço.

O espaço, a percepção, e o instrumento como extensão da humanidade

Os diferentes espaços que apresento nas duas secções anteriores são díspares na sua escala. Talvez falte aqui referenciar uma escala ainda maior, que acontece na formação das galáxias, ou na passagem por buracos negros, e que idealizei com António Rafael em *NaN:Collider*¹⁴⁵.

O nano espaço e o macro espaço não são alheios ao Homem, este revê-se na sua exploração, criando instrumentos que funcionam como a sua extensão para compreender, em último grau, a sua própria origem e existência.

Estes instrumentos integram processamento, integram transmissão de dados, e é interessante encontrar similaridades nas escalas macro e nano. Imagens que demoram tempo a chegar, imagens que nos conseguem posicionar no espaço, imagens carregadas com sistemas de coordenadas, instruções de comando que são enviadas às máquinas, com alguma intencionalidade. Estes espaços podem ser apresentados no virtual, sendo que a sua densidade não é posta em causa, não são ilimitados. São também espaços bem reais, orgânicos, dotados de matéria, matéria que não nasce, matéria que não morre, mas que se transforma no tempo, e no espaço da colisão universal. Para ver esse espaço é necessária luz, e é necessário esperar que a luz lá chegue, e é também necessário compreender que esse tempo de espera, que envolve a observação, transmissão, e a reprodução, é fundamental. Está também sempre presente algum processamento, que se quer demonstrativo da matéria que estamos a explorar.

Aqui não existe reprodutibilidade, muito menos *era* da reprodutibilidade. Esta apenas é-o como um todo. E da poeira ao corpo, seja celeste, seja humano, volta-se outra vez à poeira, numa constante transformação que é finita. Sabemos que a nossa Terra é finita, será descorporificada com a aproximação da luz, o seu corpo será transformado em pó, e nós estamos lá, nesse pó,

¹⁴⁵ <http://jmartinho.net/nan-collider/>

tal como os nossos pais, os nossos filhos. Esse pó reproduzirá novos corpos, num ciclo de vida, esse sim, reprodutivo, mas também uníssono.

Não nos adianta perder tanto tempo com as questões da *reproduzibilidade*. O espiritual Arvo Pärt, no passado ano, disse que o simples vírus demonstra que somos um único organismo ¹⁴⁶.

Depois destas viagens nas várias macro e nano escalas, demonstradas aqui como intensamente vividas, e com esta noção alargada do espaço, de matéria, e de colisão, podemos então descrever o espaço criado para a peça UNA, aquele ao qual chamamos *edni*.

¹⁴⁶ https://www.abc.es/cultura/musica/abci-arvo-part-este-minusculo-virus-demuestra-humanos-solo-somos-organismo-mas-202004040038_noticia.html

3.4.4 *O espaço edni em UNA*

É um Espaço Denso e Não Ilimitado. Esta densidade é uma das suas características fundamentais.

É, também, um espaço que se pretende não ilimitado. Entendemos com este limite a fronteira importante, a tal *membrana* descrita por Varela e Maturana, o tal contorno descrito por Ponty, na introdução deste documento. Aqui, tentamo-nos afastar do espaço *sem limite* intensivamente virtualizado, que apresentamos na descrição da primeira peça principal desta dissertação.

Para termos este espaço, recorreremos a instrumentação, máquinas que nos ajudam e que nos dão referência desse limite e também que nos ajudam na significância de atribuições sobre o que se encontra no seu interior.

O espaço *edni* é maioritariamente composto por ar, e em todo o seu ar sinais de luz que atravessam a matéria que o pode ocupar. O cruzamento entre a luz e a matéria, que é capturado no tempo, nos seus múltiplos cruzamentos, gera significância do que está lá dentro.

A sua densidade pode ser elevada, ou leve, depende da dimensão dos feixes de luz que o atravessam.

O espaço *edni* pode ser visualizado também recorrendo instrumentação, que se deseja imersiva.

O espaço *edni* acontece fisicamente, ou pelo menos a partir do físico corpóreo. Foi pensado para que corpos possam estar no seu limite.

O espaço *edni* é também um espaço sensorial, onde micro feixes poderão existir no ar, e que causam sensações corpóreas nos limites da nossa fronteira, ou na interface do nosso corpo físico. A densidade destes micro feixes de ar causará sensação de volume corpóreo, e deverá ser suave, mas deseja-se precisa.

O espaço *edni* não é ficção, ele existe na realidade. O primeiro protótipo do espaço *edni* foi criado numa sala antiga da Casa Rolão, em Braga, no início de 2017, na altura em que um momento da peça CO:LATERAL foi ensaiado. Em 2018, foi melhorado, a sua densidade aumentou ligeiramente. Em 2019, foi testado no Balletatro, recorrendo a múltiplos sensores,

que na altura, mesmo sendo os mais avançados, eram ainda bastantes arcaicos. Recorreu também a motores de vento (vulgo *ventoinhas*), que simulavam sensações corpóreas de deslocação. Em 2020, foi apresentado a um público alargado e constituiu-se, assim, o primeiro espaço inteiramente criado para que a peça UNA pudesse acontecer. O protótipo recorria a capacetes de realidade virtual que eram bastantes volumosos, datados de 2020, pesados, demoravam bastante tempo a calibrar, e, nesses tempos antigos, tornavam-se desconfortáveis no seu uso normal, passado alguns minutos.

O espaço *edni* é inspirado no macro e no nano espaço, descrito e vivido nas secções anteriores (na sua particular característica de extensão humana recorrendo a instrumentação), e é fundamentado a partir das reflexões do primeiro capítulo desta dissertação. Deste modo, é necessário reforçar a sua característica muito orgânica. O espaço *edni* não foi criado para representações *avatar*, sendo também avesso à inteligência artificial. É, acima de tudo, corpóreo, e parte da realidade. Neste contexto, o espaço *edni* não é um espaço de fantasia, ou de virtualidade virtual. Para quem desejar fantasia, pode recorrer ao ciberespaço ilimitado.

O espaço *edni* é também um espaço de transição, em que a nossa corporalidade é, também, transportada conosco, sentida, e pode ser transformada. Não será necessário vestir um fato *mocap* para entrar no espaço *edni*. Funciona, mesmo que entremos sem qualquer roupa.

O espaço *edni* é pensado para a arte, e pode, no futuro, constar em vários teatros, espaços de exibição, museus, espaços de arte.

Mas o espaço *edni* pode, também, estar em vários lugares ao mesmo tempo. As habitações, num futuro próximo, no que diz respeito ao seu espaço, não serão muito diferentes das habitações que temos hoje. Apenas terão, adicionalmente (para além de salas, quartos, cozinhas, casas de banho, varandas ou terraços), espaços *edni*. Estes não terão sofás, cadeiras, mesas ou camas (mas poderão ter desde que sejam objetos carregados de performatividade). Terão inicialmente apenas luz (feixes de alta ou pouca densidade), e feixes de ar (feixes de alta ou pouca densidade), a instrumentação mínima necessária para poderem existir.

Os primeiros exploradores de outros planetas terão de viajar durante muito tempo. Para uma ida a Marte, por exemplo, terão de lá ficar pelo menos dois anos até voltarem. Estes exploradores do nosso espaço universal partilharão espaços *edni* com a nossa Terra, e, no futuro, com outros planetas, outros sistemas solares, outras galáxias, garantindo a nossa continuidade.

E é então a partir do conceito de *edni* que apresentamos, de seguida, a primeira apresentação pública de UNA.

3.4.5 *A apresentação de UNA no Coliseu do Porto*

Em NUVE, interpretado por Né Barros, em 2010, a relação entre o corpo coreográfico e o seu duplo artificial foi explorada, no espaço-tempo, projetada e estendida numa relação íntima com o virtual. Em CO:LATERAL (2016), o espaço imaterial expandiu, a imagem tornou-se mais próxima do público, e entre o corpo em movimento e o público, foram apresentadas realidades transparentes, mistas e incorporadas. UNA é uma possível continuação desta imaterialidade, desta vez, em total imersão, onde o público (um espetador de cada vez) testemunha o corpo em movimento, novamente, a expandir-se. Dez anos depois de NUVE, voltamos aos testes, ao laboratório, transformando e questionando o espaço performativo e incorporado, onde o espetador é um só, não está na plateia, mas no centro, num espaço que não existe, e onde se refletem diferentes entendimentos do corpo performativo (Moura et al. 2020b).

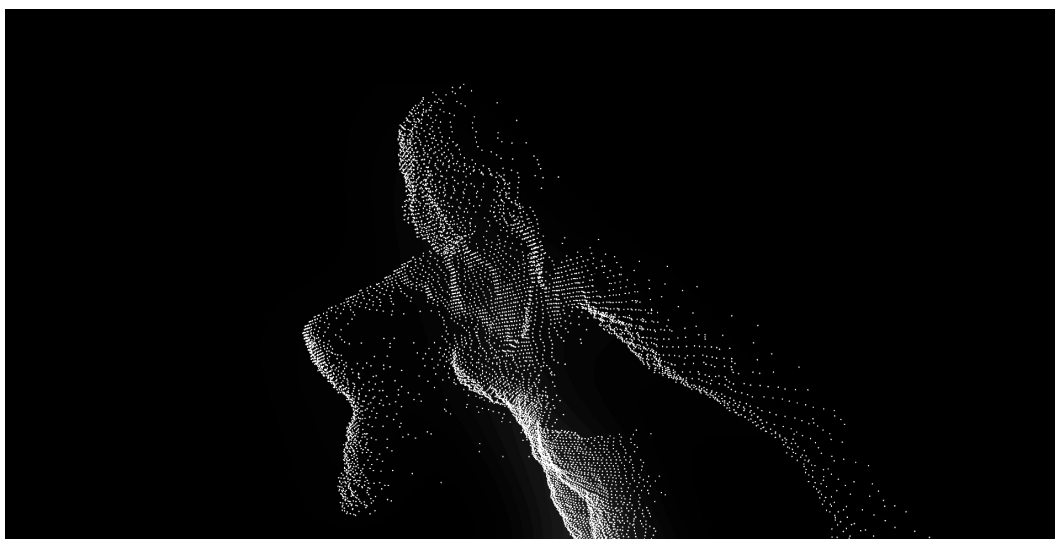


Figura 122 - UNA. Né Barros apresentando-se em realidade virtual. Balleteatro, Porto. 2019.

Ao explorarmos a realidade virtual, percebemos que muitos participantes precisavam de algum tempo inicial para se habituarem à tecnologia, e à visualização da imagem virtual. A apresentação foi anunciada como um ensaio experimental. O público foi explicitamente informado que a experiência demoraria cerca de 5 a 8 minutos. Apesar de esta informação ter

sido dada a conhecer ao público, apenas no local sentiram que seriam teletransportadas para outro espaço, um a um. Desta forma, o espetador entra no Coliseu do Porto, fica numa sala, uma antecâmara, à espera da sua vez. Quando chamado, o participante desloca-se para o meio de uma sala selecionada, sendo recebido por um assistente, que explica que a performance terá lugar em total imersão e que presta assistência na colocação do equipamento de realidade virtual na sua cabeça. Nesta sala, Né Barros está posicionada lateralmente, serena e calma. O participante não a vê, não sabendo onde estará fisicamente a intérprete. O silêncio é total. Não há grande público, só um espetador, a artista, que ainda não apareceu, e um assistente de sala. Auscultadores com cancelamento de ruído são corretamente colocados na cabeça do participante. Estes auscultadores têm dois microfones que captam todo o som exterior, invertem o sinal e fazem com que o espetador não ouça nada a não ser os sons da performance. Quando o espetador abre os olhos, aparece uma representação abstrata da sala onde está, dentro do Coliseu (Figura 122).

Tivemos o cuidado de orientar a imagem virtual com a orientação real do espaço, ficando o Norte, a norte, o Sul, a sul.

Esta representação é mínima e serve apenas para colocar o espetador no espaço. O participante ainda fica na sala virtual por uns minutos, e normalmente olha à sua volta, na expectativa do que poderá acontecer. Nas primeiras experiências em ensaios, a colocação do capacete causa imediatamente uma sensação de grande mudança visual, e considerámos que muitos espetadores não se iriam adaptar muito bem a esta condição. Foi também essa a realidade que sentimos e resolvemos em VV. Assim, em ensaios seguintes, decidimos digitalizar com mais densidade toda a sala de apresentação (*Sala Dois*) do Coliseu do Porto, assim como a área externa do Coliseu, o seu edifício, a Rua Passos Manuel, e as ruas contíguas ao Coliseu (Figura 123).



Figura 123 - Sala Dois. Coliseu do Porto. Espaço onde UNA foi apresentado publicamente pela primeira vez.

Assim, quando o capacete é colocado no participante, o espaço que vê é uma imagem abstrata da zona onde está, bastante próxima da realidade, embora abstrata. Fica, então, mais confortável, pois a transição entre a sua vivência na entrada do Coliseu e o que vê no capacete é mais contínua. Olhando à sua volta, percebe a forma exterior do Coliseu, entende que está no Porto, e que deixou certamente o carro ou o autocarro ali perto (Figura 124). Esta transição mais suave entre o real e o digital dá ao participante o tempo necessário para se adaptar às imagens, e também ao ambiente sonoro.

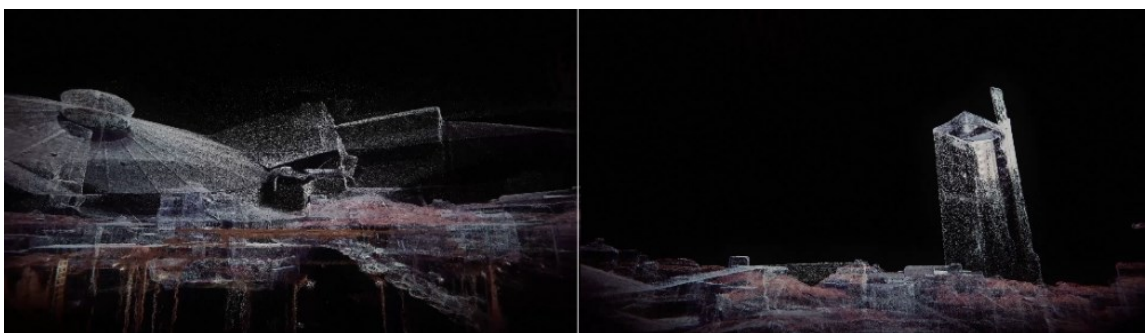


Figura 124 - UNA (2020). Cidade do Porto e Coliseu do Porto. Balleateatro, Porto. Em 2020.

Nem todas as pessoas se sentem à vontade quando experimentam a realidade virtual, pois este equipamento às vezes causa desorientação ou náuseas. Então, o assistente está sempre presente. Após um minuto, o participante é gentilmente elevado a uma altura virtual de cerca de 1km, saindo assim da cidade do Porto e, ao olhar na direção da elevação, para cima, começa a ver um cenário diferente, aquele em que a performance irá começar (Figura 125).

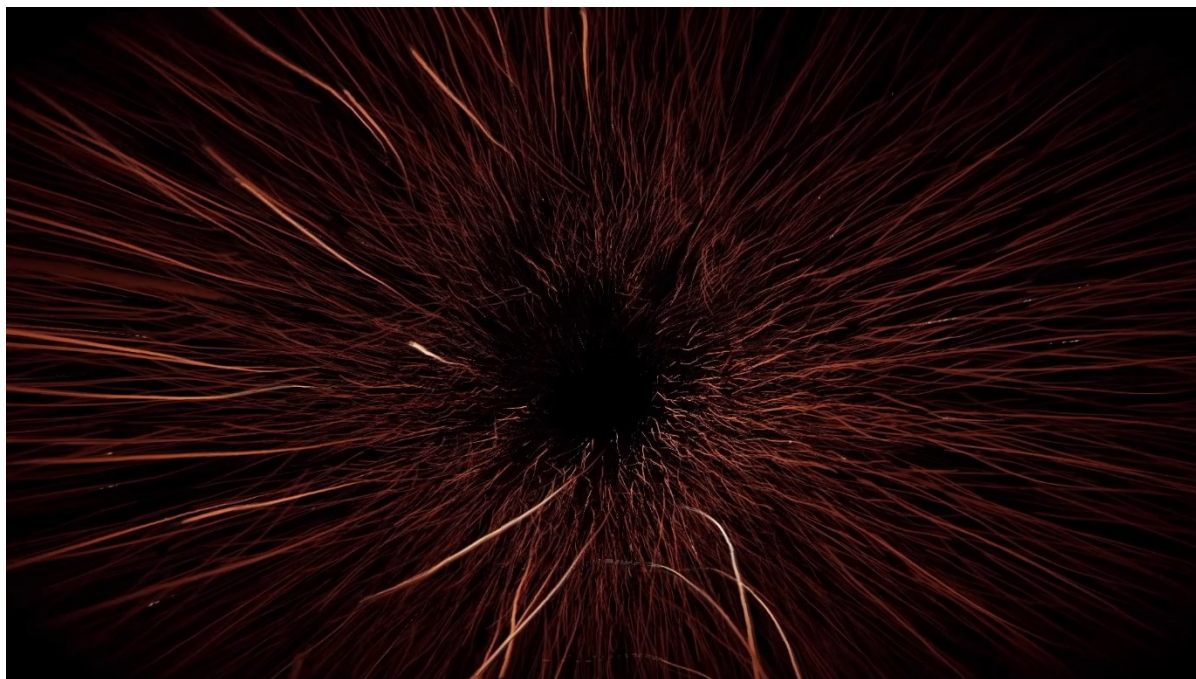


Figura 125 - UNA: O espetador olha para cima no momento da elevação.

Esta elevação é acompanhada por um vento que se sente, é uma brisa real. Colocámos uma ventoinha na sala, apontada para o participante e intérprete, que é ligada em alguns momentos da performance, especialmente neste momento de elevação do espaço real. Esta sensação física causou calafrios na pele dos participantes quando se sentem a ser elevados do espaço onde se encontram para o espaço imaterial. É então agora que Né Barros se aproxima, assim, da área de captura (área densa *edni*) e se coloca na posição fetal (Figura 127). A sua forma do corpo começa a aparecer no *edni*, lentamente (Figura 126). Todos os movimentos acontecem de forma lenta. Uma vez que o participante tem a liberdade de olhar para todos os lados e poderá não estar na posição frontal da intérprete, pequenas indicações em som espacial ajudam o participante a orientar-se melhor.

Né Barros aproxima-se suavemente do participante e começa a fazer gestos. O participante percebe que existe um corpo nas proximidades. Neste cenário, não existe uma barreira física tradicional entre o palco e o público, como em peças anteriores. A noção de espaço performativo mais tradicional é aqui colocada em causa.

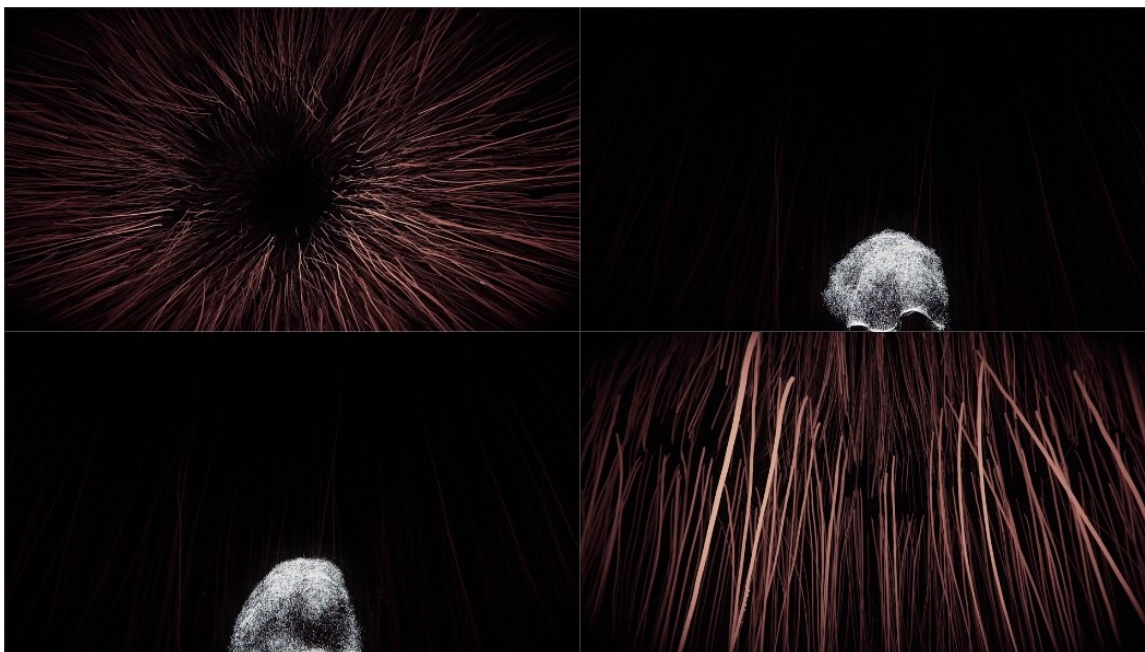


Figura 126 - UNA (2020). O espaço de entrada após a saída do Coliseu. Né Barros apresenta-se na realidade virtual. Balleteatro, Porto.

O participante também pode movimentar-se numa área de, sensivelmente, 3 metros quadrados. Além disso, pode aproximar-se de alguns centímetros da artista ou até mesmo incorporá-la, dependendo da sua posição no espaço *edni*. Isto seria, na prática, imaginado nos nossos ensaios. Mas a verdade é que os participantes ficavam mais parados, sempre na expectativa do que iria acontecer. A artista faz, então, uma aproximação ao participante. Estendendo os seus braços na sua direção (Figura 128). Aqui, novas sensações de brisa acontecem, despoletadas pelo emissor de vento. Curiosamente, muitos dos participantes não chegaram a sentir o vento, e às vezes a ventoinha fica na máxima potência. Acreditamos que estavam já numa sensação de vertigem, os seus sentidos estavam profundamente direcionados para o que se estaria a passar.

Vamos agora posicionar melhor o leitor. Né Barros e participante estão fisicamente na mesma sala, a poucos metros de distância. Mas o participante não está a par disso.

Porque o espectador somente vê o que o capacete de realidade virtual lhe mostra, e porque veste uns *headphones* com cancelamento de ruído, e porque está, mesmo que às vezes não tenha essa noção, a sentir brisas de ar no seu corpo, os seus recetores sensitivos estão totalmente preenchidos neste momento.

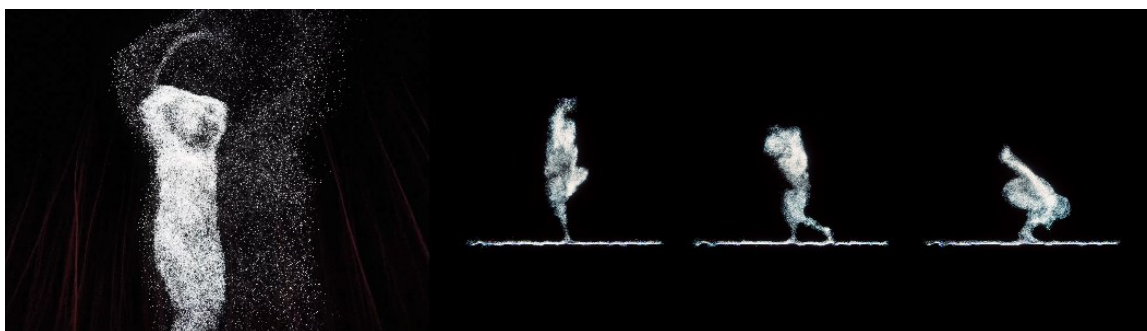


Figura 127 - UNA (2020). Né Barros apresentando-se na realidade virtual do espaço edni. Balleteatro, Porto.

A aproximação de Né Barros acentua-se, chegando quase a abraçar o participante, tocando-o, virtualmente, posicionando-se em frente ao sensor (Figura 129).



Figura 128 - UNA (2019). Balleteatro. Coliseu do Porto.

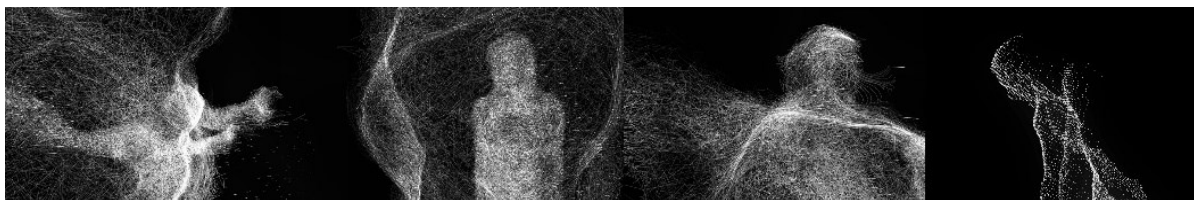


Figura 129 - UNA (2020). Vista de perspectivas dos participantes em diferentes posições. Balleteatro, Coliseu do Porto.

Né Barros posiciona-se frontalmente ao participante e, estende e afasta a sua a sua mão, intervaladamente (Figura 130). A música acentua-se.



Figura 130 - Né Barros posiciona-se frontalmente ao participante.

A câmara virtual que projeta imagens no capacete do participante move-se suavemente para uma posição lateral de modo a capturar tanto o corpo do espetador como o de Né Barros. Aproxima-se cada vez mais, muito lentamente (Figura 131). E, então, algo inesperado acontece.



Figura 131 - Né Barros aproxima-se do espetador.

A mão de Né Barros toca, suavemente, na mão do participante (Figura 132).



Figura 132 - UNA. Né Barros toca na mão do espetador.

Este percebe, em determinado momento, que o seu corpo aparece também na imagem. Percebe que a mão que lhe tocou corresponde ao corpo que estava a ver. O sentimento de pertença física acontece.

Foi um momento marcante para o Balleteatro, uma longa viagem nesta sequência de obras relacionadas com o corpo virtual. Nesta condição não há espectador-ator, não há cena, e fora de cena, tudo se passa ao nível da dimensão virtual, mas, curiosamente, também da dimensão física, bem material, e é a partir deste dispositivo que a interatividade entre duas presenças é gerada (Barros 2019:157).

As mãos ficam ligadas, Né Barros segura bem o participante, pois irá acontecer uma descida mais forte para voltarem à sala do Coliseu. O cenário de UNA começa a ficar lá em cima, e, ao olhar para baixo, o participante vê a cidade do Porto, avista a torre do Coliseu, e a Rua Passos Manuel, vê a Né Barros, e também se vê a si, e ambos acabam por pousar na sala onde tudo começou (Figura 133). Na descida, a brisa acentua-se, mas, no contacto com o chão da sala do Coliseu, o movimento começa a ser mais suave.



Figura 133 - UNA (2020). Né Barros segura no espectador na descida para a Sala-Dois.

Quando, finalmente, chegam à *Sala Dois* do Coliseu, a sonoridade da peça diminui, a assistente aproxima-se do participante, e são retirados os *headphones* e o capacete de realidade virtual.

O participante ainda está confuso, e pode aqui aperceber-se de que Né Barros sempre esteve ao seu lado. Acaba por fechar e abrir os olhos, várias vezes, com alguma cara de espanto, quase que a perguntar *o que é que estes senhores fizeram comigo?*, alguns respiravam fundo, talvez pela intensidade da experiência, ou da vertigem. Depois de se acalmarem, saem por outra saída da sala.

O capacete é desinfetado e é colocada uma nova proteção adesiva. Preparam-se as condições para o participante seguinte. Os próximos espetadores estão a aguardar na sala de espera. Né Barros relaxa um pouco. Os parâmetros do software são repostos e são verificados os sensores, e a ventoinha. Quando estiver tudo em condições a assistente chama o participante seguinte, e a experiência começa outra vez.

Por texto é difícil revelar toda a experiência nesta peça. Se o leitor desejar, poderá ver um vídeo apresentado numa conferência na Dinamarca, de 2020, que descreve melhor tanto a peça UNA, como peças performativas anteriores, no seguinte link:

<http://jmartinho.net/research/embodiment-in-virtual-reality-performance/>

Conversas informais com cerca de 20 participantes, imediatamente após apresentação da performance, demonstram que estes se sentiram profundamente corporalmente envolvidos com o aparato da peça. Apresentamos respostas a um inquérito que realizamos com os participantes na secção seguinte.

Este trabalho foi apresentado publicamente duas vezes em 2020, a última a acontecer dias antes do primeiro confinamento da pandemia COVID em Portugal (Figura 134). Depois de março, todas as seguintes exposições foram adiadas, uma vez que a realidade virtual incorporada entre

os participantes é muito íntima. Não poderíamos estar a colocar capacetes entre várias pessoas seguidas. Depois das restrições pandémicas, planeamos voltar a novas apresentações.



Figura 134 - UNA (2020). Experiências com os participantes em realidade virtual. Testes com toque entre artista e participante. À direita: João Martinho Moura e Né Barros no Coliseu do Porto. Balleatro. Em 2020.

Durante a pandemia e impostas várias restrições à população, continuamos o desenvolvimento do projeto, e depois da experiência com o público, optámos por fazer testes somente com a performer, e, desta vez, recorrendo ao seu próprio corpo, movimentado e visualizado, enquanto se movia (Figura 135, 136). Foram utilizadas até três câmaras de profundidade *Azure*, sincronizadas através de cabos de ligação (Figura 137).



Figura 135 - UNA. Né Barros imersa no seu corpo virtual.



Figura 136 - UNA. Né Barros imersa no seu corpo virtual.

Verificámos que haveria necessidade de processamento e também de energia e, por motivos de rapidez, conduzimos os testes com duas câmaras *Azure* e uma câmara *Realsense*. Os *streams* das duas câmaras de profundidade foram calibrados posicionalmente para cobrir o máximo possível do corpo da artista. Com a câmara *Realsense* aferíamos outros cálculos, como distâncias, e a partir da qual acrescentávamos algumas camadas adicionais de pontos densos. Juntámos os vários *meshes* num único corpo. Todo o processamento gráfico é feito em *desktop* e enviado via banda *wi-fi*, na gama dos 5ghz, para um *headset* de RV sem cabo, para conferir maior liberdade de movimento (Figura 139).



Figura 137 - UNA. Vista da área de equipamento de captura e processamento. Casa Rolão, Braga.

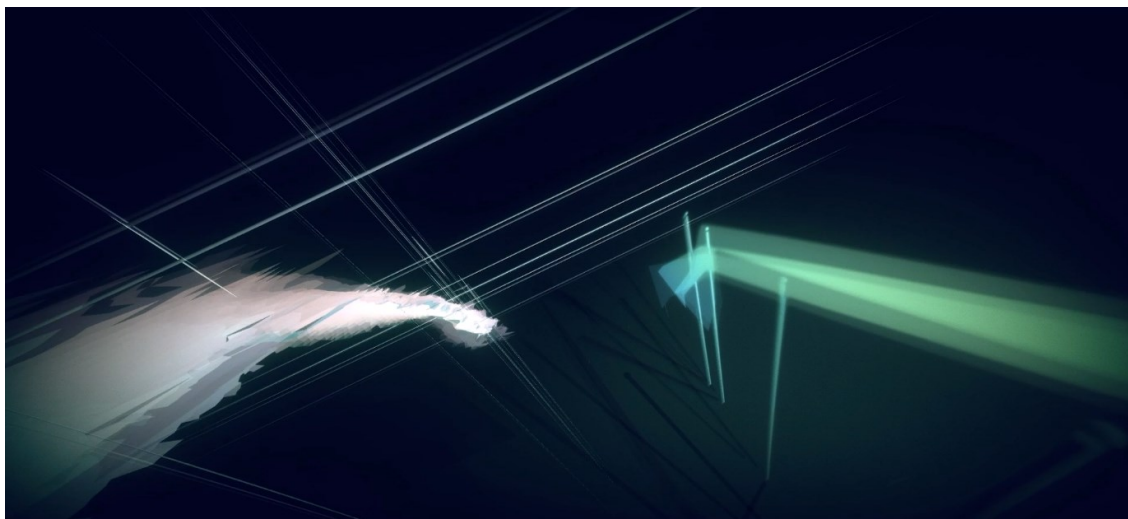


Figura 138 - UNA. Vista na perspectiva do performer, em Realidade Virtual.

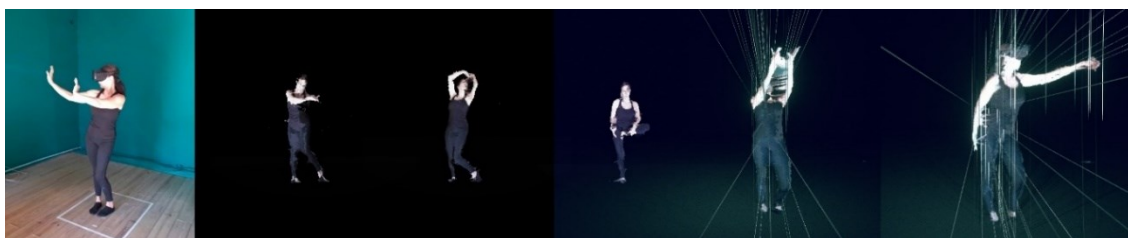


Figura 139 - UNA (2021) Realidade Virtual Incorporada. Testes em tempo real. 2021.



Figura 140 - UNA (2021). O corpo visionado em RV recorrendo a vários sensores de profundidade.

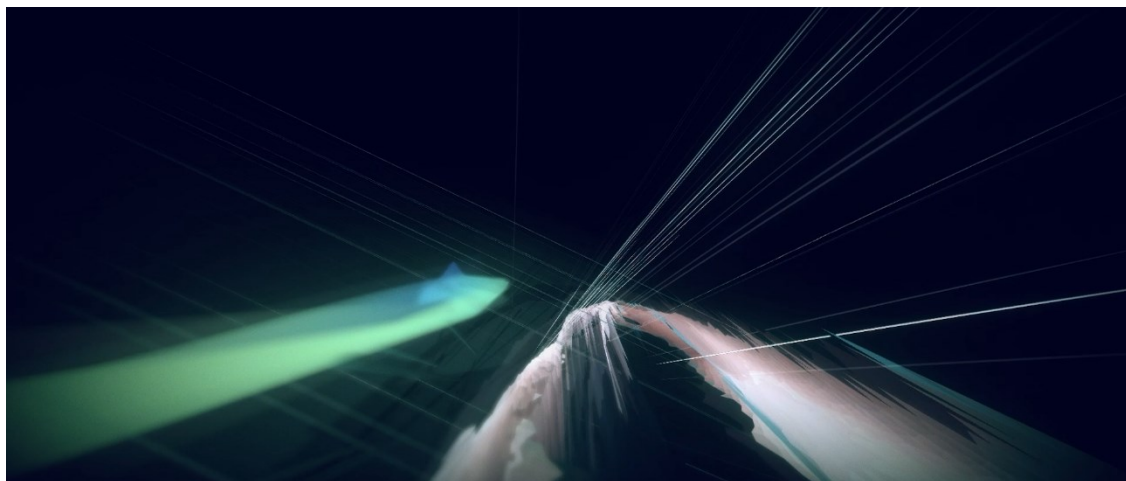


Figura 141 - UNA. Vista na perspectiva do performer, em Realidade Virtual.

Os processos de extração e análise volumétrica requerem uma largura de banda de dados significativa. Por esta razão, ligámos as câmaras diretamente ao mesmo computador e uma vez que o sinal está sincronizado, obtivemos uma imagem estável. Foi necessário utilizar um computador bastante potente, com uma recente placa gráfica dedicada, a funcionar na sua potência máxima. Obtivemos um *framerate* superior a 40fps, no limite mínimo do ideal, sendo este o preço a pagar para ter uma experiência em tempo real (Figura 138, 140, 141, 142).



Figura 142 - UNA (2020). Abstrações incorporadas. Vista exterior ao performer.

Otimizámos a calibração da posição dos sensores de profundidade de modo a que fosse mais rápido criar um espaço *edni* nos vários ensaios, uma vez que aleirávamos várias vezes as posições das câmaras. Para isso, recorremos à deteção automática de algumas partes do corpo nos vários *streams* de cada câmara (o ponto central da cabeça, o ponto central da anca, os pontos dos dois ombros). Desta maneira, e com acesso a estes pontos centrais, adaptamos a rotação das várias *meshes* numa única forma, de forma a obter o correto volume corporal.

Como temos a posição e rotação do capacete no espaço *edni*, poderemos visualizá-lo com uma câmara virtual posicionada nessa posição e rotação (Figura 143).

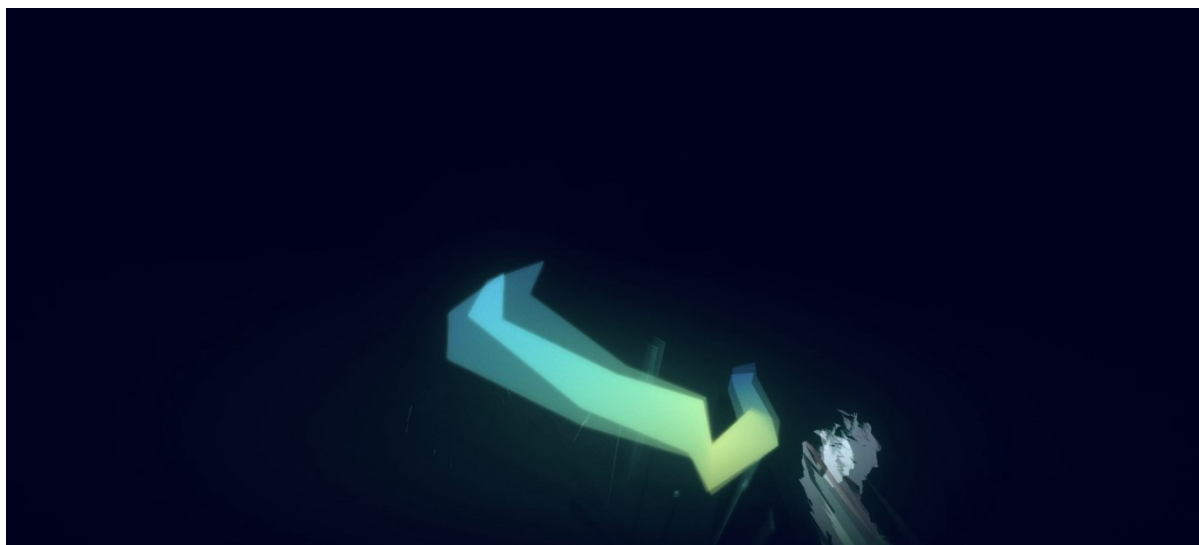


Figura 143 - UNA. Vista incorporadas em imersão total.



Figura 144 - UNA. O corpo representado volumetricamente no espaço virtual. 2021.

Este volume corpóreo (Figura 144) é fundamental em UNA, e, com base no espaço que o corpo ocupa, criámos abstrações visuais que *dançam* com ele, de dentro do corpo para o espaço envolvente.

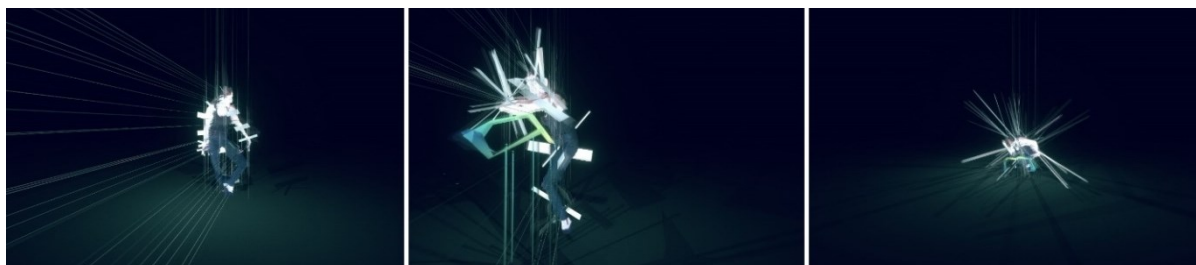


Figura 145 - UNA (2020). *Abstrações incorporadas*. 2021.

Das aglomerações de pontos volumétricos, extrapolámos vetores normalizados, que expandem o corpo com elementos abstratos, a partir do seu centro, como linhas brancas que saem do corpo, movendo-se de acordo com a intensidade do gesto, ou linhas abstratas que estendem, ao longo do tempo, o corpo (Figura 145).

Nesta experiência, verificamos múltiplas perspetivas em RV. Considerámos este ponto bastante importante. A possibilidade de vermos o nosso corpo no *edni*, mas também a possibilidade de sairmos dele e de o vermos em posição deslocada. Aqui, existem tantas possibilidades, a de um participante externo que contempla a performance de diferentes pontos de vista, mas também na perspetiva da própria artista. Nesta perspetiva de performance em RV, em que vemos o nosso corpo, todas as suas áreas aparecem com a exceção da área da cabeça, que possui um HMD, para evitar pixels mais próximos na frente dos olhos. Nesta configuração, aproximamo-nos de um *embodiment* de nós mesmos na virtualidade. A intérprete vê o seu corpo na sua forma digital, interagindo interiormente com o fluxo dos elementos abstratos da narrativa virtual, encontrando-se, ao mesmo tempo, dentro e fora do

seu corpo, através de deslocações no espaço (Figura 146). Com o fim da pandemia, iremos explorar estas novas experiências em palco.

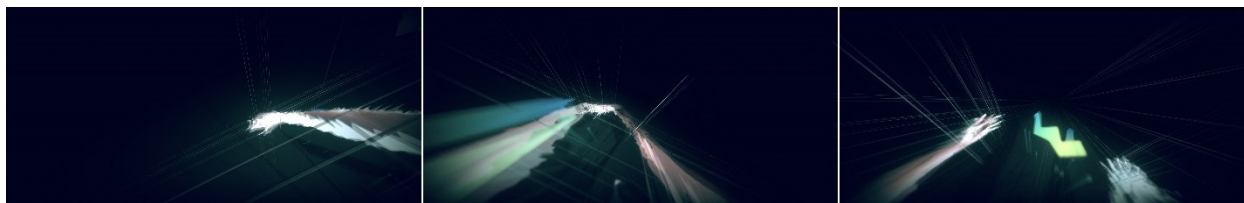


Figura 146 - UNA (2020). Auto perspectivas em UNA. 2021.

De seguida, apresentaremos o resultado de um inquérito que elaboramos a alguns participantes que experienciaram UNA na *Sala Dois* do Coliseu do Porto.

3.5 Questionário aos participantes de UNA

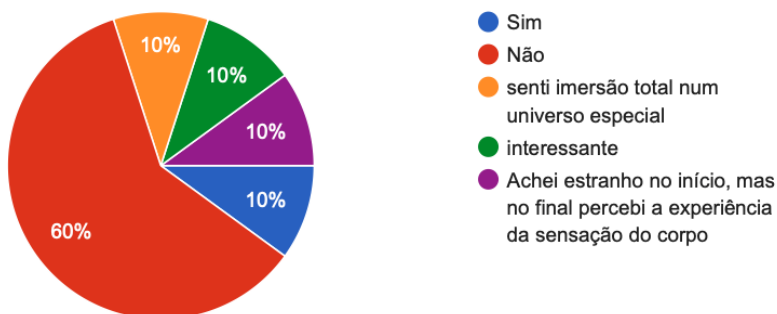
Colocamos, de seguida 17 questões colocadas aos espetadores que participaram na peça UNA, no Coliseu do Porto. Para cada questão apresentamos as nossas considerações. Informamos que nenhuma questão exigia resposta obrigatória e que as respostas são anónimas. Nas questões de opção múltipla deixamos sempre a oportunidade de resposta adicional com texto livre introduzido pelo participante.

Questão 1

Este questionário é relativo à sua participação na performance UNA, como espetador, num dos eventos realizados entre fevereiro e março de 2020, que ocorreu no Balle teatro, no Coliseu do Porto. O objetivo deste questionário é entender o modo como a performance foi percebida pelo público. Este questionário é anónimo. Prevemos que a resposta a este questionário dure 10 a 15 minutos.

A performance UNA ocorreu em Realidade Virtual (RV), através de um capacete RV, em total imersão. O dispositivo performativo é, desta maneira, diferente do dispositivo convencional de teatro. Por ser uma apresentação individual a performance aconteceu várias vezes ao longo de alguns dias, e uma vez por participante. Perguntamos se achou esta apresentação estranha por ser em Realidade Virtual, em total imersão?

10 respostas



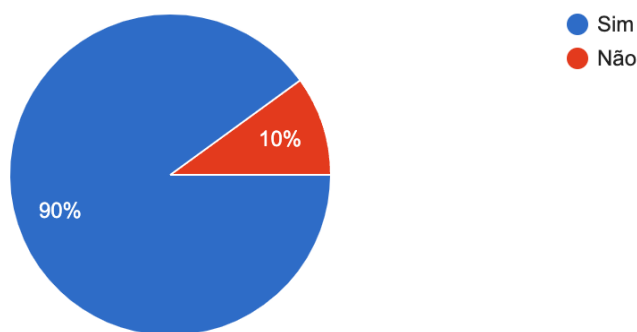
Nossas considerações sobre as respostas à questão 1:

As respostas estão de acordo com as nossas expectativas. A maior parte das pessoas já experimentou realidade virtual nos dias de hoje, e no caso dos nossos espetadores, acreditamos que tenha tido experienciado experiências de performance. Foi isso que sentimos quando falamos com alguns espetadores.

Questão 2

Já tinha experimentado realidade virtual em imersão total anteriormente?

10 respostas

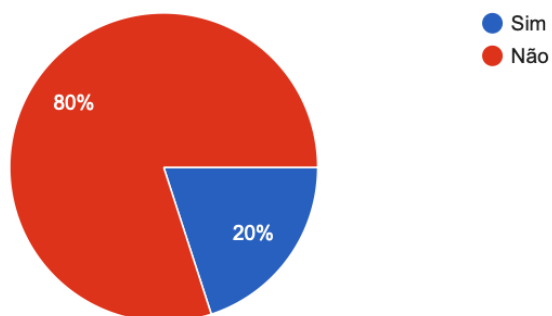
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 2:**

Só apenas uma pequena fração dos espetadores nunca tinha experienciado realidade virtual. Para estes, esta experiência pode ter-lhes causado algum estranhamento.

Questão 3:

Se já experimentou Realidade Virtual anteriormente, nessa experiência existia um corpo em movimento?

10 respostas



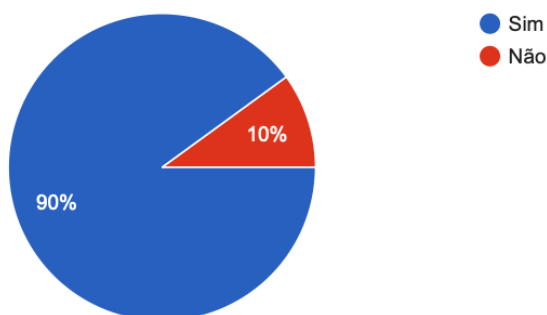
Nossas considerações sobre as respostas à questão 3:

Nestas respostas, apesar de haver uma grande percentagem de espetadores que afirmou não ter visto corpos em movimento em VR, talvez possam ir ao encontro da definição da nossa problemática descrita no capítulo 1. O que aqui achamos preocupante é a ausência de noção de corpos no espaço RV nas suas experiências anteriores. Provavelmente haveria, e provavelmente seriam *avatars*, não tendo os nossos espetadores, possivelmente, lhe atribuído a definição instantânea de corpo.

Questão 4:

A performance começa no espaço do Coliseu do Porto, numa sala. Esta sala é representada inicialmente em imersão total. De seguida, ocorreu uma elevação para uma altura imaginária de cerca de um quilómetro, já perto das nuvens. Sentiu a sua deslocação e saída do espaço físico do Coliseu?

10 respostas



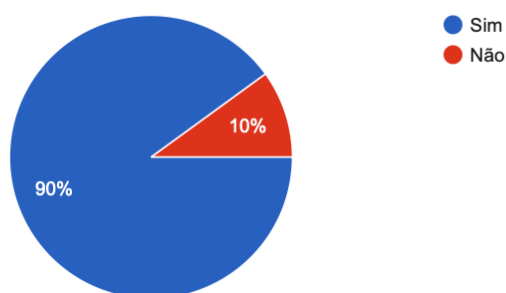
Nossas considerações sobre as respostas à questão 4:

Estas respostas vão de encontro ao que nós refletimos nos nossos ensaios internos. A nossa preocupação em estabelecer uma relação de maior continuidade entre o espaço real e o espaço virtual resultou positivamente.

Questão 5:

Já no espaço virtual imaginário, aparece um corpo, encolhido, sentiu este corpo presente?

10 respostas

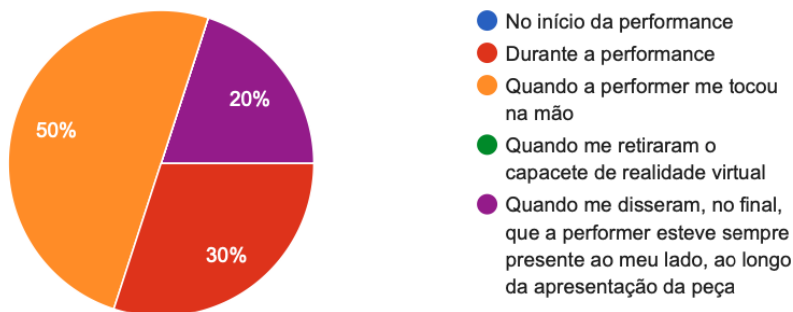
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 5:**

Em contraste total com tendência da resposta 3, estas respostas dão-nos a indicação de que o nosso esforço em conseguirmos atribuir uma relação de significância grande do corpo resultou na sensação de um corpo mais presente.

Questão 6:

Quando percebeu que o corpo em movimento que via em realidade virtual estava também fisicamente na sala?

10 respostas



Nossas considerações sobre as respostas à questão 6:

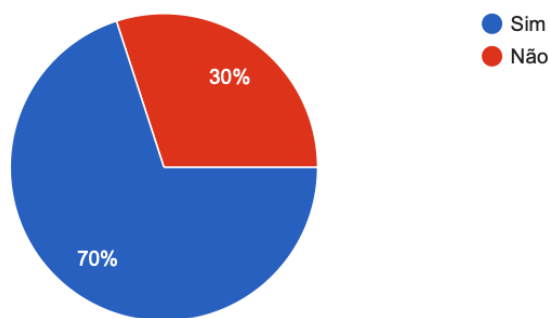
Aqui as opiniões dividem-se. É, talvez, o facto de que a performance ter sido anunciada publicamente com alguma antecedência, onde era apresentada uma ficha técnica. Haveria a expectativa, generalizada na audiência, de que tudo aconteceria em tempo real, e fisicamente presente. Grande parte do público assistira já à peça CO:LATERAL previamente, e uma pequena parte à peça NUVE.

É, no entanto, interessante perceber que cerca de metade da audiência só se apercebeu que a intérprete também estava na sala apenas quando esta lhe tocou na mão. Existia o corte de visão com o mundo físico causado pelo equipamento de realidade virtual. Nós também notámos esse espanto, talvez pela reação corporal visível dos espetadores. No início estavam mais bloqueados, mas assim que ocorreu o toque na mão, os seus corpos ficaram mais relaxados, muito embora esta opinião seja um mero possível entendimento pessoal.

Questão 7:

Teve alguma vertigem durante a experiência?

10 respostas

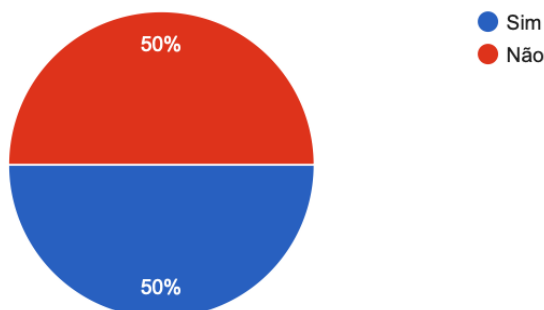
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 7:**

A noção de vertigem em arte é ambígua. No nosso entender, e tendo em conta a sequência das questões, acreditamos que os espetadores se afirmaram como tendo uma sensação de deslocação corporal. Esta certamente foi causada com os momentos de transição, já imersos, entre o espaço da sala e o espaço a um quilómetro de altura. Acreditamos que a brisa possa ter beneficiado a ausência de vertigem, uma vez que esta atuou em momentos específicos de transição e aproximação, mas não conseguimos aferir. Por outro lado, a sensação de existir um corpo que lentamente se direciona (com aproximações e afastamentos suaves) na nossa direção causa uma sensação também de vertigem, na expectativa daquilo que poderá acontecer na possível colisão dos corpos. Poderemos considerar, pelas reações mais expressivas no final de cada experiência, que esta sensação de vertigem tenha sido uma boa sensação. Realçamos o facto de que na experiência em RV anterior, em VV, a nossa preocupação em estabelecer correspondências mais visuais com o espaço físico favoreceu os nossos procedimentos em UNA.

Questão 8:

Teve algum outro sintoma físico?

10 respostas



Nossas considerações sobre as respostas à questão 8:

Esta nossa questão 8 advém da questão anterior. Aqui interessa-nos tentar entender possíveis efeitos descritos físicos que os espetadores possam ter tido. Metade das pessoas menciona ter tido outro sintoma para além de vertigem.

Questão 9:

Se sim, pode descrever o que sentiu?

5 respostas

Tive a sensação de estar no ar, a sobrevoar no espaço.

Senti o meu corpo a balançar.

Senti-me nervosa quando o corpo se estava a mexer e a aproximar de mim, não sabia se era em tempo real ou se estava gravado e eu estava a assistir à peça.

Sensação de voar no espaço.

Senti-me desorientada quando me vi na imagem, arrepios quando me tocaram, uma sensação muito forte.

Nossas considerações sobre as respostas à questão 9:

Da metade que respondeu positivamente à questão anterior, nestas respostas são descritos os vários sintomas. A maior parte dos mesmos estão relacionados com a espacialidade.

Questão 10:

A certo momento, a performer toca na sua mão. O que sentiu quando a performer lhe tocou na mão?

10 respostas

Senti-me estranho, não é normal isso acontecer no teatro. Mas gostei da experiência do toque e da relação com a imagem virtual, isso valorizou a experiência.

Estranheza por um corpo "virtual" se sentir.

Foi confuso. Percebi o efeito pretendido, mas senti que o estímulo visual não estava sincronizado com o estímulo háptico.

Sensação de surpresa. O virtual a ligar-se ao real.

Estranheza.

Senti que tinha passado para outra dimensão ainda mais real.

Uma sensação de imersão ainda maior, para além de uma sensação de intimidade.

Não me lembro.

Fiquei surpreendida, porque não estava à espera dessa sensação física.

Não estava de todo à espera, senti que estava dentro do espaço virtual, mas era bem real.

Nossas considerações sobre as respostas à questão 10:

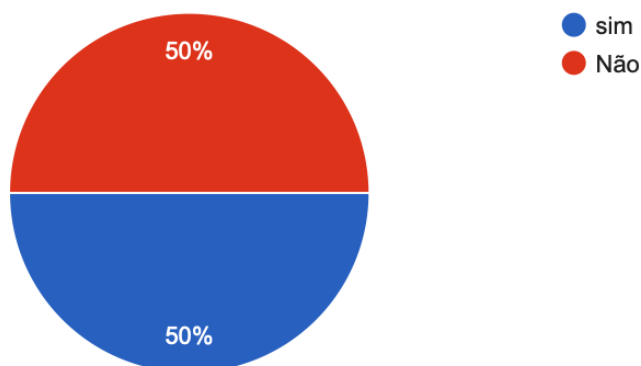
Entendemos aqui que, estando as pessoas em Realidade Virtual, possam, de facto, achar estranho com a sensação de toque, pois, muito provavelmente, nunca sentiram esta sensação em qualquer experiência de RV anterior,

Mas é curioso verificar que a maior parte da audiência apreciou esta sensação de toque, atribuindo significações de continuidade entre os dois mundos. Alguns mencionam termos como “*ainda mais real*” ; “*mas era bem real*” ; “*o corpo virtual se sentir*” ; “*o virtual a ligar-se ao real*” ou “*uma dimensão ainda maior*”. Destas respostas poderemos aqui afirmar que, no geral, verificou-se atribuição de significância firme ao que estavam a ver no virtual, continuidade sentida do real.

Questão 11:

Após a performer ter tocado na sua mão, ambos (a performer e participante) aparecem na imagem virtual, ainda que de forma abstrata. Percebeu que aparece na imagem ao lado da performer?

10 respostas

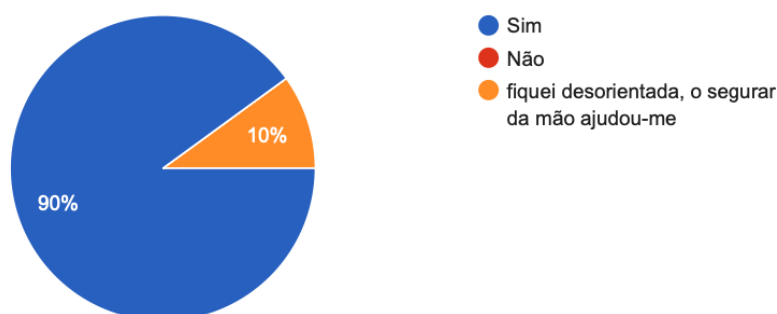
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 11:**

Aqui teremos de ser precisos em relação, por exemplo, à peça anterior, VV, em que posicionávamos o participante nele próprio, virtualmente, e em permanência. Em UNA o espetador aparece na imagem, depois do toque das mãos, e existe um movimento de câmara físico para que possam ser ambos, o participante e performer, captados com a mesma fonte. O participante vê, assim, dois vultos na imagem, a darem a mão. Nas condicionantes reais da performance o controlo de posições do espetador não é muito possível como em VV. Em UNA o espetador move-se, imprevisivelmente. Uma criança, por exemplo, deitou-se ao chão, e corria para dentro da imagem a performer, para a tentar agarrar, para estar dentro dela. Mesmo assim, metade da audiência conseguiu perceber que, a dado momento, fazia parte da imagem virtual. Mas com o movimento de descida, que é bastante forte, acumulado com o toque, são intensos, poderão nem ter dado tempo aos espetadores que eles próprios sentirem que estariam também no espaço virtual.

Questão 12:

No final, ambos descem do espaço imaginário e voltam ao Coliseu, onde, novamente, a sala é apresentada em realidade virtual. Sentiu essa descida?

10 respostas

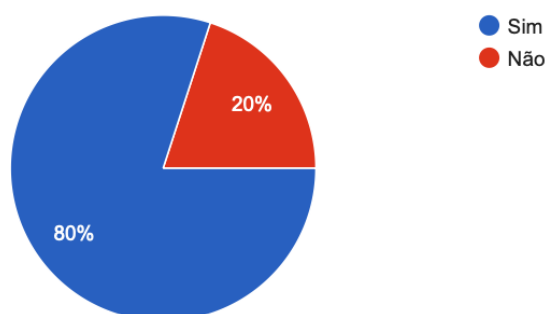
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 12:**

Consideramos o voltar ao início um elemento-chave nesta peça. Tal como tentamos estabelecer uma relação de continuidade física inicial, no final teríamos de voltar ao ponto de partida, e fechar o ciclo da experiência. Devemos salientar que, por exemplo, nos pontos de partida e chegada, que correspondem à *Sala Sois* do Coliseu, a orientação do espaço real é coordenada com o espaço real. Ao retirar o capacete, se o participante estiver orientado para a porta de saída, por exemplo, percebe que está no mesmo sítio quando vê a realidade. Aqui ressalvamos o que defendemos como possível transição da (des)continuidade do virtual, que melhor formulamos em secção seguinte.

Questão 13:

Em determinados momentos, quando é teletransportado do espaço do Coliseu para o espaço imaginário, houve uma brisa (vento) que acionámos na peça (através de uma ventoinha posicionada lateralmente). Sentiu esse vento?

10 respostas

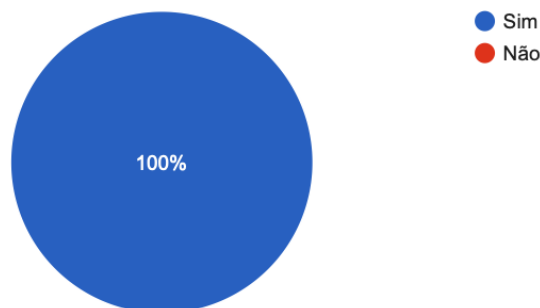
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 13:**

Sim, naturalmente, mas compreendemos quem não tenha sentido o vento. Pelo simples facto de que a ansiedade, assim como a normal tensão relacionada com a expectativa do que vão ver, pode ter sido sobreposta ao facto de terem sentido o vento. Esse vento pode ter sido sentido, mas não de forma explícita. Até nos ensaios nós sentimos isso. Mas na seguinte questão tentamos ser mais diretos na questão e no que este ponto proporcionou uma maior imersão.

Questão 14:

Se sentiu a brisa, acha que a brisa aumentou a sensação de imersão?

8 respostas

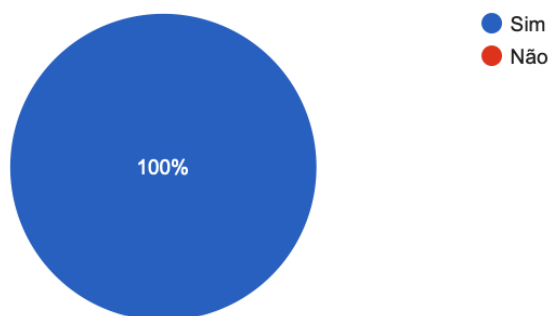
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 14:**

Aqui não são necessárias muitas considerações, uma vez que os participantes concordam que a brisa causou uma maior imersão. É um sentido que não é tão explorado na realidade virtual normal e que, usado na proporção e momentos exatos, pode fazer toda a diferença. Poderemos, no limite, comparar a sensação de toque com sensação de brisa, ambos atuam nos nossos recetores tácteis. É também um sentido que deverá ser substancialmente explorado, de uma riqueza que, para já, está a ser ignorada. No caso de pessoas invisuais que desejem usufruir de experiências de realidade virtual será bastante pertinente.

Questão 15:

No final da experiência, e após lhe ter sido retirado o capacete, sentiu que esteve noutra espaço, ainda que imaterial?

10 respostas

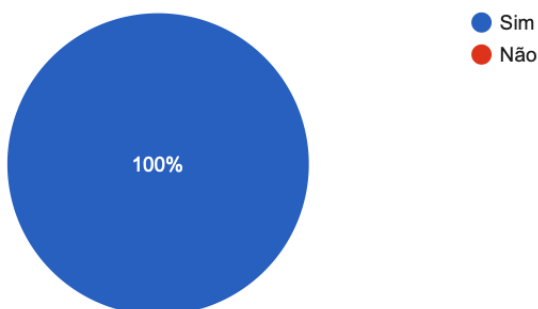
**Nossas considerações sobre as respostas à questão 15:**

Certamente seria a resposta previsível. Ressalvamos que nem sempre quem experimenta realidade virtual sente isto. Acreditamos também que a ida ao Coliseu, a entrada na *Sala Dois*, demonstra a intencionalidade e abertura para melhor receção deste tipo de experiências.

Questão 16:

Gostaria de, no futuro, assistir a mais espetáculos desta natureza?

10 respostas



Nossas considerações sobre as respostas à questão 16:

Deixamos nossa consideração nestas respostas ao cuidado do leitor.

Questão 17:

Pode descrever num curto texto a sua opinião sobre a performance?

10 respostas

Foi excepcional. Fui ao Coliseu, esperei pela minha vez. Dentro do Coliseu saí do Coliseu, e tive contato corporal com a Né Barros no espaço virtual. Esse contacto foi real, de toque, o que até é um contra-senso nestas áreas do virtual. Mesmo muito fenomenal.

Achei muito interessante principalmente pelas sensações sentidas e pelas imagens.

Aprecio este tipo de exploração artística do dispositivo RV. Tem sem dúvida um enorme potencial.

Excelente! Foi uma experiência fantástica.

Uma experiência de grande beleza, que coloca o espetador num lugar inesperado, um momento intenso que desperta outros sentidos menos comuns nas performances sem esta dimensão.

Foi bastante interessante, fez-me pensar no avanço da tecnologia dos dias de hoje e nas imensas formas que podemos usá-la de forma vantajosa para as artes. Foi de certa forma, revolucionário, pois nunca tinha assistido a nenhuma performance deste género.

O facto da performance ter tido lugar numa sala bastante ampla de espaço, aumentou a sensação do espaço virtual percorrido. Acho que a sensação não teria sido tão forte caso a performance tivesse tido lugar numa sala mais exígua.

Esta performance foi literalmente uma ilusão de tudo o que nos conhecemos através dos nossos sentidos até ao momento. Achei que fui transportada, mesmo, para outro mundo

real, senti-me uma criança a tentar perceber o que é que me esperava e o que tudo, naquela dimensão, significava! Foi super interessante!

Muito boa! Adorei a experiência.

Uma ilusão, física, uma experiência noutra dimensão, não estava a contar.

Nossas considerações sobre as respostas à questão 17:

Sendo uma questão de texto livre, apenas apresentamos considerações relativas ao uso de expressões de carácter maioritariamente sentimental, que revelamos positivo, como “*excepcional*”, “*interessante*”, “*sem dúvida um enorme potencial*”, “*fantástica*”, “*grande beleza*”, “*revolucionário*”, “*sensação do espaço*”, “*ilusão de tudo*”, “*experiência*”, “*noutra dimensão*”.

Estas respostas coincidem com a opinião generalizada da performance que obtivemos no final das exposições.

4. Conclusões

4.1 Resumo

Nesta dissertação, apresentamos vários projetos que combinam realidade virtual, imersiva e não imersiva e tecnologias de captação e incorporação espacial. Quando usadas em conjunto, nas peças que apresentámos, estas duas tecnologias promovem uma melhor compreensão do corpo dentro do espaço da virtualidade. Deste modo, questionamos a representação do eu e do outro no espaço de virtualidade. VV faz a ponte entre as lacunas e liga a continuidade (des)incorporada, quebrada na Realidade Virtual que conhecemos atualmente. UNA expande este conceito em carne, forma e toque, rompendo com a barreira do sujeito com base num princípio de dupla imersão do executante e do recetor, mas também do artista consigo próprio. Nesta dimensão virtual, a experiência do artista é em si de *embodiment*: o artista move-se através da perceção do movimento que gera. Em UNA, a possibilidade de mapear o lastro do gesto digital é alcançada. Já não é o gesto recolhido pela memória de uma imagem, mas por uma experiência cinética do movimento reforçado e oferecido por um tipo de visualização que o dispositivo tecnológico permite realizar. Existe uma forte relação entre micro e macro e a possibilidade de trabalhar com a memória do gesto através de efeitos de *décalage*.

Acreditamos que, num futuro próximo, as abordagens digitais incorporadas, que incutimos nas peças que apresentámos, poderão ser relevantes, não só na *media art*, como também em projetos performativos, onde o corpo é um elemento crucial, mas no espaço virtual casual, seja próximo ou remoto, no contacto ou encontro mais íntimo entre seres humanos no espaço de virtualidade. Estas experiências colocam o corpo do participante no centro da ação. Para alcançarmos os patamares a que nos desafiamos no início da nossa investigação foi necessária uma forte componente tecnológica, de captura de movimento, de sincronização e calibração, que não pode ser replicada rapidamente em casa ou em pequenos estúdios. Tentámos sempre encontrar um equilíbrio entre o número de sensores externos e a disponibilidade de capacidade de processamento. Muitas vezes ultrapassamos esse limite, sendo que as nossas ideias não poderiam avançar por limitação tecnológica. O recorrer a mais tecnologias de deteção (mais sensores), beneficiaria toda a experiência, mas também tornariam o processamento quase em tempo real impossível com o nosso equipamento, apesar de termos usado máquinas bastante potentes. No entanto, estas experiências revelam uma construção proveniente de ações artísticas, demonstrando um possível caminho para o corpo, pensado, presente, e sentido no espaço da virtualidade. Veremos progressos significativos no futuro e, sem dúvida, haverá um avanço na utilização destas tecnologias revolucionárias em futuros encontros digitais mais humanos.

As obras: CO:LATERAL e UNA, em complemento com as obras *How Computers Imagine Humans?* e *VV* procuram, assim, responder à problemática apresentada nesta dissertação, definida no capítulo 1.

Em *How Computers Imagine Humans?* atingimos um limite, aquele que já sai fora da escala do corpo na virtualidade, e, por isso, identificámos o conceito de virtualidade virtual. CO:LATERAL, VV e UNA são peças que aconteceram na ordem temporal necessária, uma evolução, uma sequência de aproximação ao próprio corpo dentro da virtualidade, à incorporação virtual. Introduzimos ainda a ideia de um espaço, a que chamamos de *edni*

(espaço denso não ilimitado), justificando que o limite ou o alcance é relevante na experiência do corpo dentro da virtualidade.

Concluimos também que as teorias da interação HCI, em ambientes imersivos, estão a ser inadequadamente herdadas dos modelos tradicionais de mapeamentos, recorrentes em sistemas de tradicionais de *desktop*. Primeiramente identificamos que o corpo, quando imerso, é obliterado. Sendo obliterado, o processo de incorporação dificilmente acontece na virtualidade. O espaço físico da virtualidade é algo que geralmente não foi sendo seriamente pensado pelas engenharias. Nós, humanos, temos corpos (Rohrer, 2007), e por vezes poderemos obliterar isso, especialmente na virtualidade.

Ao longo de toda a nossa investigação existem contributos apresentados que, quando colocados em ordem cronológica, demonstram que as ações que advêm de processos artísticos geralmente estão um passo à frente no tempo. Poderemos, deste modo, entender que tentativas como o *Oculus handtracking*, apresentado pelo *Facebook* em finais de 2019, ocorreram já após dois anos das primeiras experiências em VV, e, mesmo assim, apenas com as mãos e de forma sintética, mapeada, e não orgânica. Em VV, CO:LATERAL e, posteriormente, em UNA, fomos mais além abordando o corpo como um todo, e de forma mais orgânica. Nos anos de 2021/2022, altura em que estamos a concluir a nossa investigação, a *Microsoft* apresentou à sociedade um vídeo futurista em que mostra como que será a próxima geração de interações em realidade virtual no futuro, introduzindo a tecnologia que chamam de *Microsoft Mesh*¹⁴⁷. Algo que nós, desde há vários anos, e ao longo do nosso percurso de investigação, já desenvolvemos, e já demonstramos em galerias, em conferências, em palcos, e que já publicámos.

O contributo da ação artística é, desta maneira, muito importante nas nossas sociedades. O pensamento da engenharia acontece, geralmente, muito depois do pensamento artístico, que,

¹⁴⁷ Ver minuto 1:20 em <https://www.youtube.com/watch?v=Jd2GK0qDtRg>

normalmente, não advém de resposta a um problema, mas à experiência em si da problematização, e que acarreta consigo, geralmente, fatores emocionais, íntimos, e também mais humanos.

O que fica no final deste doutoramento, certamente, não será a tecnologia desenvolvida, pois esta é meramente passageira, mas sim todos os nossos desenvolvimentos em torno da temática da realidade virtual incorporada, o nosso contributo artístico, as ações que tivemos com o público, as reflexões que apresentamos neste documento, mais especificamente sobre corpo e limite no espaço virtual, que certamente irão contribuir para novos posicionamentos nos futuros encontros humanos dentro da virtualidade.

As peças apresentadas nos diferentes momentos da nossa investigação têm como elemento central um corpo, imaterial, sempre associado ao corpo físico que o materializa. Além disso, este organismo, educado para a performance, é crucial para que a sua expressividade seja transposta para o observador. Olhando cronologicamente para as peças, rapidamente percebemos que a própria tecnologia influenciou a sua criação e também componentes específicos que vamos agora analisar. Ao longo deste processo, o corpo tem vindo a desmaterializar. Mas, apesar de cada vez mais virtual, continua bem presente e a sua fisicalidade nunca foi posta em causa. A imagem aproximava-se cada vez mais do público até ao limite dos sentidos. Se em NUVE (2010) a imagem estava por trás da performer, em CO:LATERAL (2016-2019) estava entre o artista e o público, e, em UNA (2020), a imagem mistura-se com o público. Os modelos de apresentação também mudaram significativamente entre NUVE, CO:LATERAL e UNA, o espaço para o público diminuiu para o sensorial individual, e o espaço para a imagem aumentou. Chegámos a um ponto em que uma performance é apresentada a um participante de cada vez. A dificuldade do intérprete aumentou significativamente à medida que entramos na virtualidade total, o que foi notável na fadiga após as apresentações. Quanto ao público, este ficou cada vez mais imerso com as diferentes apresentações. Reparámos que esta maior imersão requer uma atenção do público alargada, especialmente quando avançamos em graus de virtualidade. Como as três peças foram coreografadas na mesma companhia de dança e ensaiadas com os mesmos profissionais ao

longo dos últimos anos, conseguimos ter uma visão generalizada da receptividade do público. Como o Balletatro alberga muitos alunos, envolvendo também a comunidade artística local no Porto, em muitos casos alguns participantes assistiram às três peças ao longo da última década, tendo nós obtido opinião generalizada deste *entrar* no virtual. Na tabela seguinte iremos comparar as três peças em diferentes parâmetros.

Tabela 1. Comparação entre NUVE (2010), CO:LATERAL (2016) e UNA (2020).

Parâmetros	NUVE (2010)	CO:LATERAL (2016)	UNA (2020)
Canvas/Display	Parede atrás do artista. Projeção de vídeo frontal ou retroprojeção.	<i>Tulle</i> transparente entre o performer e a audiência. Vídeo projeção frontal.	Imersão total recorrendo a HMD.
Visão por computador para adquirir o corpo do performer	Luzes infravermelhas com uma câmara RGB modificada.	Dois Microsoft Kinect e/ou Intel Realsense.	Dois Realsense (1ª versão); Dois Kinect Azure.
Plataformas de software para o desenvolvimento	Processing. Openframeworks. OpenCV.	Openframeworks. OpenCV.	Unity3D. Kinect Azure SDK. OpenCV. Openframeworks.
Imersão (perspetiva do artista)	Baixa (imagem por detrás do corpo, necessidade de utilizar o ecrã auxiliar ao vivo).	Alta (imagem em frente ao artista, causando uma boa sensação de incorporação).	Alta (quando o artista veste HMD, vê o seu corpo em VR).
Imersão (perspetiva da audiência)	Baixa	Alta	Imersão total
Dificuldade para o artista em atuar	Alta	Baixa	Muito alta
Palco	Auditório	Auditório com espaço suficiente para o ecrã	Sala, espaço dentro da galeria, ou palco.

		transparente entre performer e a audiência.	
Capacidade de audiência	Capacidade do auditório (média de 200 participantes em 5 performances).	Capacidade do auditório, com adaptação para colocação de um ecrã transparente (média de 100 participantes em 14 performances).	Uma pessoa por HMD por performance. Os participantes têm de se manter em fila numa sala de espera.
Atenção e foco exigidos pela audiência	Média. Devido ao elevado sentido do espaço do auditório, pessoas na audiência, existe mais luz.	Alta. Devido à total escuridão do auditório, causada pela imagem de curta distância em tulle transparente, às vezes os participantes ficam perdidos face à realidade física e realidade projetada.	Muito alta. O participante precisa de total foco para captar a performance em 360°. Às vezes, é necessário que a performance seja repetida ao mesmo participante.
Duração máxima da performance	45 minutos	25 minutos	8 minutos
Repetição da performance	Uma vez por data/local	Uma vez por data/local	Várias vezes por data/local (média de 30 repetições por local).
Milgram Reality-Virtuality Continuum classification	<i>Augmented Reality (AR)</i> . O digital é super-imposto no real.	<i>Augmented Virtuality (AV) Virtual</i> . O digital acontece do real.	<i>Virtual Environment</i> . Imersão total.

4.2 A (des)continuidade na virtualidade

Após a conceção, o desenvolvimento e a apresentação dos vários trabalhos na virtualidade, nesta fase, entendemos que conseguimos, na nossa investigação, atingir um avanço no estado de arte área da realidade virtual, e principalmente na sua relação com o corpo.

O que propomos em UNA, que é uma continuidade de CO:LATERAL e de VV, situa-se para além do que a realidade virtual atual comum, atualmente, pode oferecer. Poderemos, com os nossos resultados, concluir que as conjugações de tecnologias espaciais, através de sensores de luz estruturada, em complemento com tecnologias de realidade virtual, proporcionam uma melhor incorporação no espaço da virtualidade. Concluimos também que o corpo pode ser preparado para a realidade virtual, e que essa preparação exige algum tempo para que os sentidos se adaptem. Em VV ou UNA concluimos que o tempo calmo de visão e audição inicial, que durou entre 3 e 5 minutos, foi fundamental para que o corpo do participante pudesse estar relaxado, e também confiante, para acolher a experiência.

Há já vários anos, até décadas, estamos habituados a ouvir dizer que *este é momento da realidade virtual*, tendo esta tecnologia ficando sempre no limite da esperança, de um desejo que é impossível de realizar, uma espécie de *quasi*. Empresas como *Meta (Facebook)*, entre outras, anunciam e lançam equipamentos, mas que depois associam forçadamente aos seus ecossistemas, numa tentativa de controlo do *metaverso*. Será este um bom futuro para a realidade virtual? Corpos atrás de parametrizados *avatars* já existiam no *Second Life* há quase vinte anos atrás, e as experiências oferecidas hoje em dia por estas plataformas são muito similares. No momento em que estamos a concluir esta tese, o equipamento disponível de realidade virtual baseado em HMDs ainda é bastante evasivo, de difícil colocação. Os capacetes são pesados, intrusivos. Ao longo da investigação deste doutoramento, cuja prática durou sensivelmente quatro anos, e se nos focarmos em específico nas peças em imersão total, como VV ou UNA, sentimos uma diferença grande, ano após ano, entre os equipamentos *HTC Vive*, *HTC Vive Pro*, e *Oculus Quest 1* ou *Oculus Quest 2*. Estes equipamentos estão a ficar mais leves, e com cada vez maior resolução, e maior capacidade de resposta em termos de

movimento do corpo. Se tivermos em conta que nos últimos 5 anos esta evolução foi maior que nas últimas duas décadas, em crescimento quase exponencial, rapidamente poderemos concluir que nos próximos dez anos a evolução no hardware será ainda mais relevante.

Recorrendo à ideia apresentada no início desta publicação, as obras que apresentamos nesta dissertação convergem para o conceito de *Continuidade realidade-virtualidade* de Milgram, apresentado nos anos 90, e que, nesta investigação, associamos à performance incorporada na virtualidade. Estas obras foram relevantes na história do Balletteatro, uma instituição que acompanhou muitos desenvolvimentos e mudanças na performance artística ao longo das últimas quatro décadas.

4.3 Conclusão

CO:LATERAL e UNA permitem mapear a evolução de uma relação entre performer e visualização. Nesse mapa, é possível localizar o corpo performático não no absoluto da sua presença física, mas na dimensão mais profunda da performatividade. Ou seja, a cartografia do gesto coreográfico desenha-se através das suas qualidades dinâmicas que são captadas e transformadas, recodificadas pelo dispositivo tecnológico e recriam novas e diversas entidades. Já não se trata tanto de pensar a tecnocultura através da mutação na perceção das artes performativas, mas de perceber o impacto destas entidades na ontologia da performance. Se no projeto anterior, NUVE, o gesto se expande e, ao fazê-lo, cria um novo cenário para o performer, em CO:LATERAL todo o espaço performativo é tomado pela visualização do gesto expandido, não existe cenário, mas, sim, um lugar dinâmico e interativo. UNA rompe com a barreira do sujeito a partir de um princípio de imersão dupla do performer e do recetor e do performer com ele mesmo. Nesta dimensão virtual a experiência do performer é ela própria de

incorporação: o performer desloca-se através da percepção do movimento que ele próprio gera. Há uma experiência de duplicação, de desdobramento entre corpo físico e gesto. Se nos trabalhos anteriores também se poderia falar de incorporação, fosse pela experiência da ampliação do cenário para um corpo (NUVE), fosse pela recriação de um lugar interativo onde a presença do corpo físico cede à presença virtual (CO:LATERAL), a incorporação revela-se através de uma experiência hipersensível de deslocação do gesto. Em UNA atinge-se a possibilidade de mapear o lastro do gesto. Já não se trata do gesto colhido pela memória de uma imagem, mas por uma experiência cinestésica do movimento reforçada e oferecida por um tipo de visualização que o dispositivo tecnológico permite realizar.

A estes aspetos que afetam e desafiam o pensamento coreográfico, junta-se a questão da memória que reescreve o tempo. Em qualquer dos projetos a visualização do gesto é produto de um controle fino da sua própria execução. A sobrevivência, que define a condição de efemeridade do gesto, revela-se nesta parceria (performer e media digital) como condição muito concreta na produção de um discurso performativo. O controle de formas que se podem tornar caóticas ou a construção de um Nexus coreográfico estão reféns de um diálogo micro entre gesto executado e visualização. Há uma forte relação entre micro e macro e, ao mesmo tempo, a possibilidade de trabalhar com a memória do gesto através de efeitos de deslocamento. Em CO:LATERAL, o trabalho sobre a memória do gesto, onde gesto presente dialoga com gesto passado, revela-se o princípio forte de construção da obra coreográfica. Uma espécie de morte no final, dada por uma imagem tridimensional, simboliza esse percurso da memória, de um diálogo interior ou, noutra perspetiva, de uma mónada. Todas as incursões que estes projetos promovem, colocam a performance e a performatividade necessariamente em tensão com a noção de presença ou de interação, preferindo um domínio expandido como território de exploração e de contacto.

Nas peças intermédias *How Computers Imagine Humans?* e *VV*, atravessámos, experimentámos e identificámos algumas fronteiras na virtualidade, estádios em que entrámos naquilo que identificámos como virtualidade virtual. Talvez seja esta ausência de limite, ou, melhor dizendo, o permanente sentimento de que o virtual é ilimitado, que, e especialmente

quando pensamos no corpo, faça com que a virtualidade ainda permaneça atualmente como uma esperança, algo que ainda irá evoluir nas próximas décadas.

A futura interação de corpos na virtualidade poderá passar por estas nossas contribuições. Assim, contribuimos para um pensamento mais humano nos próximos contactos mediados pela tecnologia.

Contributos

Contributos Artísticos

Apresentação pública de peças artísticas

How Computers Imagine Humans?

- China (Macau, 2017);
- Alemanha (Duisburg, 2018);
- Coreia do Sul (Gwangju, ISEA 2019);
- Portugal (2022, Bienal de Cerveira);
- Portugal (2022, Museu Zer0 / Convento de Santo António).

CO:LATERAL

- Arquipélago, Centro de Artes Contemporâneas, Açores (18 Novembro, 2016);
- Coliseu do Porto, Porto (15 Dezembro, 2017);
- Teatro Virgínia, Torres Novas (24 Fevereiro, 2018);
- New Hand Lab, Covilhã (3 Maio, 2018);
- Mira Artes Performativas, Porto (23 Maio, 2018);

- Teatro Municipal da Guarda, Guarda (15 Setembro 2018);
- Theatro Circo, Braga (ArtsIT 2019 conference - 8th EAI International Conference: ArtsIT Arts and Technology, Interactivity & Game Creation) (25 Outubro, 2018);
- Cultura em Expansão (CM Porto) Auditório Miragaia (10 Maio, 2019);
- ISEA 2019 – International Symposium on Electronic Art (as research), Gwangju, Republic of Korea (24 Junho, 2019);
- Cineteatro Municipal João Mota Sesimbra, Portugal (19 Outubro, 2019);
- Košice, Slovakia (Art and Tech Days – Festival and Conference) (20-21 Novembro, 2019);
- Lisboa, Portugal (Temps d’Images – Lisboa) (22 e 23 Novembro, 2019);
- Teatro Sá da Bandeira, Santarém, Portugal (7 Dezembro, 2019);
- Teatro Aveirense Aveiro, Portugal (11 Julho, 2020).

VV

- Galeria gnration, Braga (Julho a Outubro, 2018).

UNA

- Coliseu do Porto, Porto (3 Fevereiro 2020);
- Coliseu do Porto, Porto (9 Março, 2020);
- Coliseu do Porto, Porto (23 de Janeiro, 2022).

Contributos Científicos

Publicações

Podemos considerar que este doutoramento é, também, uma reunião de vários artigos académicos que escrevemos, e que foram aceites para publicação, ao longo do nosso processo de investigação. Nesta secção, descrevemos o contacto e reflexões que tivemos na estrita e apresentação da investigação nas conferências onde participamos.

1.

Moura, João Martinho; Ferreira-Lopes, Paulo. 2017. ***Generative Face from Random Data, on 'How Computers Imagine Humans'***. ARTECH 2017 – 8th International Conference on Digital Arts, p85-91. Macau, China.

DOI: 10.1145/3106548.3106605

<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3106548.3106605>

Neste texto, apresentamos a investigação em *How Computers Imagine Humans*, onde mencionamos os processos algorítmicos de geração de sinal de ruído, e dos processos de captura e deteção facial. A apresentação foi feita em Macau, na Faculty of Arts and Humanities na University of Saint Joseph. A investigação foi discutida e bastantes questões foram levantadas pela audiência, sendo que a principal estava relacionada com as questões de privacidade. É curioso que a apresentação tenha ocorrido numa região autónoma na costa sul da China continental, um país onde a deteção facial é massivamente usada para controlo da população¹⁴⁸. Perguntaram também o porquê de termos usado um algoritmo de deteção facial já bastante antigo, tendo nós assumido esta opção por motivos artísticos, pois um algoritmo clássico, e acima de tudo bastante explorado na última decana nas áreas da *media art*, seria o mais adequado para dar uma identidade maior à peça. Claramente o ponto forte da apresentação

¹⁴⁸ <https://www.cnet.com/news/in-china-facial-recognition-public-shaming-and-control-go-hand-in-hand/>

foi a maneira como colocamos a peça em funcionamento, a aludir a uma metáfora da virtualidade virtual, com dois computadores, cada um olhar para o outro, e excluindo qualquer interação humana. O texto foi publicado na ACM, *Association for Computing Machinery*.

2.

Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. 2019. ***From real to virtual embodied performance – a case study between dance and technology***. Proceedings of the 25th International Symposium on Electronic Art – ISEA 2019 ‘Lux Aeterna’. Park, J; Nam, J.; Park J.W. (Eds). p370-377. Gwangju, Republic of Korea. ¹⁴⁹
ISBN: 979-11-87275-06-0

Esta foi uma das publicações mais relevantes desta investigação. Resultado das nossas experiências em CO: LATERAL. A apresentação, no *Asia Culture Center*, correu muito bem, tendo nós apresentado a publicação e vídeos da performance. Aconteceu no painel Digital Body and Performance, cujo *chair* foi Mike Phillips (ISEA International, Plymouth University). Entre as várias questões relacionadas com o diálogo entre o real e o digital, e o carácter muito corpóreo da peça, houve bastante curiosidade na técnica que aplicámos no momento final da peça, onde a performer aparece já em forma transparente, havendo bastantes elogios e perguntas sobre o que fizemos para que tudo transparecesse tanta fluidez. O processo de revisão do artigo correu muito bem. Na fase de apresentação do artigo já estávamos a trabalhar em experiências com aquele corpo em realidade virtual, cujas ideias também foram apresentadas na ISEA. Existiram muitas perguntas sobre se a performance poderia ocorrer em local remoto e em imersão total, algo que nós já falamos algumas vezes, mas que no momento ainda estávamos bem firmes nas apresentações físicas. O texto foi publicado no livro de *Proceedings* da conferência *25th International Symposium on Electronic Art*.

¹⁴⁹ <https://www.isea-archives.org/isea2019-presentations/isea2017-keynote-alain-ruce-how-looking-at-life-from-another-angle-enriches-the-contribution-of-art-and-technology-to-socio-economic-development-and-peace-2-3-3-2-2-2-2-2-2-4-2-3-4-2-2-2-2-4-2-2-1-58/>

3.

Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. 2019.

CO:LATERAL– realidades e virtualidades incorporadas. Performances no Contemporâneo¹⁵⁰. Eugênia Vilela e Né Barros (Eds). Coleção Estética, Política e Artes. Edição: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Politics and Knowledge Research Group, Instituto de Filosofia, Universidade do Porto. p179-198.

ISBN:978-989-54179-5-7

O texto corresponde a um capítulo no livro Performances no Contemporâneo¹⁵¹, editado por Eugênia Vilela e Né Barros. Performances no contemporâneo é um projeto de investigação que funciona em regime de laboratório e de encontros que tem como objetivo explorar diversas vozes e abordagens na performance e nas artes performativas enquanto cúmplices e portadoras de uma política do contemporâneo¹⁵². Neste Livro, através dos diversos textos dos autores e artistas presentes, pretendeu-se contribuir para uma discussão sobre a condição do contemporâneo onde a palavra performance se reveste de grande importância na formulação de um pensamento sobre o mundo¹⁵³. O capítulo *CO:LATERAL– realidades e virtualidades incorporadas*, é um texto em português, extensão da nossa publicação da ISEA.

¹⁵⁰ <https://bibliografia.bnportugal.gov.pt/bnp/bnp.exe/registo?2038196>

¹⁵¹ <https://www.wook.pt/livro/performances-no-contemporaneo/23039208>

¹⁵² <https://ifilosofia.up.pt/projects/performances-no-contemporaneo>

¹⁵³ https://balletatro.pt/edicoes_filmes/livros/

4.

Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. 2020. ***Embodiment in Virtual Reality Performance***. Interactivity and Game Creation. University of Aalborg, Denmark. Springer

DOI: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-73426-8_1

O nosso primeiro contacto com a conferência ArtsIT aconteceu em 2018. Nesse ano a conferência aconteceu em Braga, com o suporte da organização Braga Media Arts. Convidaram-nos para apresentar a peça CO: LATERAL, no Theatro Circo. Dois anos depois submetemos uma publicação longa comparando as três peças: NUVE, CO: LATERAL e UNA. Em 2020 a conferência ocorreu na Dinamarca. Dadas as circunstâncias da pandemia, ocorreu já em modo remoto, pelo que para a apresentação gravámos um vídeo sobre a investigação, de 20 minutos, que descreve bem os processos técnicos e artísticos que utilizamos. O vídeo, que o leitor pode ver, está na *web*, no seguinte link:

<http://jmartinho.net/research/embodiment-in-virtual-reality-performance/>

De entre as várias questões sobre a apresentação, as mais pertinentes foram relacionadas com o toque físico entre a performer e participante, na peça UNA, em imersão total. Os participantes ficaram surpresos com esta nossa opção. O texto foi incluído como capítulo no livro *Interactivity and Game Creation*, publicado na Springer, em 2021.

5.

Pires, Helena; Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. 2021. ***'Braga, snapshots in virtual reality': do sentir ao pensar***. In H. Pires & Z. Pinto-Coelho (Eds.), *Transartes, arte expandida e novas linguagens*. Braga: CECS (A Passeio – Plataforma de Arte e Cultura Urbana). p101-130
ISBN 978-989-9074-03-3

<https://hdl.handle.net/1822/73553>

Nesta publicação ¹⁵⁴, fomos convidados a participar num texto iniciado pela Professora Helena Pires, do Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade da Universidade do Minho, para o livro *Transartes, arte expandida e novas linguagens* ¹⁵⁵. Neste capítulo, são abordadas as peças que posicionam o corpo no espaço virtual da cidade de Braga, especificamente na exibição da peça VV, e o contacto com a Braga Media Arts, que também integra a Universidade do Minho. Escrevemos também sobre graus de virtualidade, sobre o corpo em imersão, abordando resumidamente a peça CO:LATERAL. Publicação enquadrada na iniciativa Passeio - Plataforma de arte e cultura urbana ¹⁵⁶.

6.

Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. ***Embodiment in Virtual Reality. The Body, thought, present and felt in the space of virtuality***. International Journal of Creative Interfaces and Computer Graphics (2021)
DOI: 10.4018/IJCICG.2021010103

Nesta publicação ¹⁵⁷, optámos por apresentar as duas peças que fazem uso da realidade virtual imersiva envolvendo o corpo do participante, VV (2018) e UNA (2020), pois contêm processos técnicos de captura similares, embora a primeira peça seja uma instalação para público geral,

¹⁵⁴ <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/73553>

¹⁵⁵ <https://www.cecs.uminho.pt/publicacao/transartes-arte-expandida-e-novas-linguagens/>

¹⁵⁶ <https://www.passeio.pt/>

¹⁵⁷ <https://www.igi-global.com/article/embodiment-in-virtual-reality/277415>

e a segunda seja uma performance que aconteceu no Balleatro, Coliseu do Porto. Sendo um *Journal* sobre *Computer Graphics*, neste texto abordamos os processos técnicos de computação gráfica, e falamos também de questões de interação, questões sociológicas e filosóficas. A publicação foi submetida em dezembro de 2020 e aceite em fevereiro de 2021¹⁵⁸.

7.

Moura, João Martinho; Barros, Né; Ferreira-Lopes, Paulo. ***Embodied Realities in Virtual Performance***. 4th International Conference on Stereo & Immersive Media 2021.¹⁵⁹

Trata-se de uma comunicação apresentada na *4th International Conference on Stereo & Immersive Media*, que ocorreu on-line, em 2021.

¹⁵⁸ <https://www.igi-global.com/article/embodiment-in-virtual-reality/277415>

¹⁵⁹ <https://stereoimmersivemedia.ulusofona.pt/>

Agradecimentos oficiais

Instituições

Estamos gratos a toda a equipa técnica e de produção do Balleatro que apoiou as peças CO:LATERAL e UNA. Ao centro de investigação CITAR (Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes), Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa. À Casa Rolão, em Braga, para o espaço para muitos ensaios. À organização UNESCO Braga Media Arts, e à galeria *gnration* em Braga, pelo apoio na peça VV. À cidade de Košice, na Eslováquia, pelo acolhimento da peça CO:LATERAL. À ISEA International pelo comprometimento e acompanhamento na exibição da peça *How Computers Imagine Humans?* na Coreia do Sul. À Fundação Bienal de Arte de Cerveira, Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto, e Museu Zero, pela apresentação e acompanhamento da peça *How Computer Imagine Humans?* em Portugal. Também agradecemos às comunidades online *Processing*, *Openframeworks*, *OpenCV* e *Unity* sempre muito solidárias nos fóruns. A peça CO:LATERAL teve o apoio da

Direção Geral das Artes¹⁶⁰. A apresentação do UNA, em 2022, no Coliseu do Porto teve o apoio do programa Garantir Cultura da República Portuguesa.

¹⁶⁰ <https://www.dgartes.gov.pt/noticia/2758>

Bibliografia

Referências

- Akten, M., Fiebrink, R., & Grierson, M. (2019). Learning to see: You are what you see. *ACM SIGGRAPH 2019 Art Gallery, SIGGRAPH 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3306211.3320143>
- Albert, J. A., Owolabi, V., Gebel, A., Brahms, C. M., Granacher, U., & Arnrich, B. (2020). Evaluation of the pose tracking performance of the azure kinect and kinect v2 for gait analysis in comparison with a gold standard: A pilot study. *Sensors (Switzerland)*, 20(18), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s20185104>
- Albrechtslund, A., & Ihde, D. (2003). *Interview with Don Ihde*. Figure Ground. <https://pure.au.dk/portal/files/34709218/interviewwithDonIhde.pdf>
- Alpaydin, A. I. E. (1990). *Neural models of incremental supervised and unsupervised learning* [EPFL]. <https://doi.org/10.5075/EPFL-THESIS-863>
- Arabi, H., & Zaidi, H. (2017). Comparison of atlas-based techniques for whole-body bone segmentation. *Medical Image Analysis*, 36, 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.media.2016.11.003>
- Artaud, A. (1935). *O Teatro e o Seu Duplo*. Livraria Martins Fontes Editora Ltda (tradução de Carlos Teixeira. Título original “Le Théâtre et son Double”). <https://www.almedina.net/o-teatro-e-o-seu-duplo-1564076942.html>

- Ascott, R. (1968). The Cybernetic Stance: My Process and Purpose. *Leonardo*. MIT Press, 1(2), 105–112. <https://doi.org/10.1162/leon.2007.40.2.189>
- Ascott, R. (1990). Is There Love in the Telematic Embrace? *Art Journal*, 49(3), 241–247. <https://doi.org/10.1080/00043249.1990.10792697>
- Ascott, R., & Shanken, E. A. (2003). *Telematic embrace : visionary theories of art, technology, and consciousness* (E. A. Shanken (ed.); Vol. 6, Issue 2). University of California Press. <https://doi.org/10.1080/00043249.1990.10792697>
- Atzori, P., & Woolford, K. (1995, September 6). *Extended-Body: Interview with Stelarc*. CTheory. <https://journals.uvic.ca/index.php/ctheory/article/view/14658/5526>
- Austin, J. L. (1962). *How to Do Things with Words*. Oxford At The Clarendon Press 1962. <https://www.amazon.com/How-Do-Things-Words-Lectures/dp/0674411528>
- Auvray, M., Hanneton, S., Lenay, C., & O'Regan, K. (2005). There is something out there: Distal attribution in sensory substitution, twenty years later. *Journal of Integrative Neuroscience*, 4(4), 505–521. <https://doi.org/10.1142/S0219635205001002>
- Badler, N. I., & Smoliar, S. W. (1979). Digital Representations of Human Movement. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 11(1), 19–38. <https://doi.org/10.1145/356757.356760>
- Balsamo, A. M. (1995). *Technologies of the gendered body : reading cyborg women*. Duke University Press Books.
- Baños, R. M., Botella, C., Alcañiz, M., Liaño, V., Guerrero, B., & Rey, B. (2004). Immersion and emotion: Their impact on the sense of presence. *Cyberpsychology and Behavior*, 7(6), 734–741. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.734>
- Barrett, L. F., & Lindquist, K. A. (2012). The Embodiment of Emotion. In *Embodied Grounding* (pp. 237–262). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511805837.011>
- Barros, N. (2009). *Da materialidade na dança*. CEEA - Centro de Estudos Arnaldo Araújo.
- Barros, N. (2014a). Corpo problema: considerações sobre a forma e sua política nas artes performativas. *Sinais de Cena*, 92–96. <https://revistas.rcaap.pt/sdc/article/view/13367>
- Barros, N. (2014b). Corpo problema: considerações sobre a forma e sua política nas artes performativas. *Sinais de Cena*, 92–96.
- Barros, N. (2019). *Performances e Pós-Fenomenologia. Apropriação e Contacto* (FLUP-Fac). Coleção: Máquinas de Guerra. Filosofia, Política e Artes. FLUP - Faculdade de Letras da Universidade do Porto. <https://www.wook.pt/livro/performances-e-pos-fenomenologia-ne-barros/24584076>

- Baudrillard, J. (1981). *Simulacros e Simulação*. Original: *Simulacres et simulation*. Éditions Galilée, 1981. Relógio D'Água. Tradução: Maria João da Costa Pereira.
- Beiguelman, G. (2020). As verdades dos deepfakes. *Revista Zum*.
<http://www.desvirtual.com/as-verdades-dos-deepfakes/>
- Benjamin, W. (1935). The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction. In H. Arend (Ed.), *Illuminations*. Schocken Books 1969 (translated by Harry Zohn, from the 1935 essay). <https://web.mit.edu/allanmc/www/benjamin.pdf>
- Benjamin, W. (1974). *Walter Benjamin Gesammelte Schriften I. 2*. Suhrkamp.
- Biocca, F. A. (1997). The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *J. Comput. Mediat. Commun.*, 3(2), 0. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x>
- Boden, M. A., & Edmonds, E. A. (2009). What is generative art? *Digital Creativity*, 20(1–2), 21–46. <https://doi.org/10.1080/14626260902867915>
- Borzyskowski, G. (1996). The hacker demo scene and it's cultural artefacts. *Cybermind Conference 1996, May*, 1–23.
- Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information and Libraries Journal*, 24(4), 233–245. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2007.00733.x>
- Bradski, G. (2000). The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*.
<http://www.opencv.org>
- Bradski, Gary, & Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. In *O'Reilly Media Inc* (Vol. 1). O'Reilly.
<https://doi.org/10.1109/MRA.2009.933612>
- Branco, P. (2006). *Computer-based Facial Expression Analysis for Assessing User Experience* [Universidade do Minho]. <http://hdl.handle.net/1822/8457>
- Brooks, K. (2003). There is Nothing Virtual About Immersion: Narrative Immersion for VR and Other Interfaces. *Alumni. Media. Mit. Edu/~ Brooks/Storybiz/ ...*, 1–15.
<http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/>
- Bruhn, A., Weickert, J., & Schnörr, C. (2005). Lucas/Kanade meets Horn/Schunck: Combining local and global optic flow methods. *International Journal of Computer Vision*, 61(3), 1–21. <https://doi.org/10.1023/B:VISI.0000045324.43199.43>
- Brunskill, D. (2013). Social media, social avatars and the psyche: Is Facebook good for us? *Australasian Psychiatry*, 21(6), 527–532. <https://doi.org/10.1177/1039856213509289>

- Byrne, R. M. J. (2007). Précis of The rational imagination: how people create alternatives to reality. *The Behavioral and Brain Sciences*, 30(5–6), 439–476. <https://doi.org/10.1017/S0140525X07002579>
- Candy, L., & Edmonds, E. (2018). Practice-based research in the creative arts: Foundations and futures from the front line. *Leonardo*, 51(1), 63–69. https://doi.org/10.1162/LEON_a_01471
- Carvalhais, M., & Cardoso, P. (2015). What Then Happens When Interaction is Not Possible: The Virtuositic Interpretation of Ergodic Artefacts. *Journal of Science and Technology of the Arts*, 7(1), 55–62. <https://doi.org/10.7559/citarj.v7i1.144>
- Caserman, P., Garcia-Agundez, A., Konrad, R., Göbel, S., & Steinmetz, R. (2019). Real-time body tracking in virtual reality using a Vive tracker. *Virtual Reality*, 23(2), 155–168. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0374-z>
- Castelvecchi, D. (2016a). Can we open the black box of AI? *Nature*, 538(7623), 20–23. <https://doi.org/10.1038/538020a>
- Castelvecchi, D. (2016b). Can we open the black box of AI? *Nature*, 538(7623), 20–23. <https://doi.org/10.1038/538020a>
- Chalmers, A., & Ferko, A. (2010). Levels of realism: From virtual reality to real virtuality. *Proceedings - SCCG 2008: 24th Spring Conference on Computer Graphics*, 19–26. <https://doi.org/10.1145/1921264.1921272>
- Charles, D. (1987). An Ear Alone Is Not a Being. In T. Druckrey (Ed.), *Ars Electronica: Facing the Future* (pp. 188–191). (First published in: Linzer Veranstaltungsgesellschaft (ed): Ars Electronica 1987). 1999. The MIT Press.
- Charles, J., Budvytis, I., & Cipolla, R. (2017). Real-time factored ConvNets: Extracting the x factor in human parsing. *British Machine Vision Conference 2017, BMVC 2017*. <https://doi.org/10.5244/c.31.24>
- Chen, S. E. (1995). QuickTime VR. *Proceedings of the 22nd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques - SIGGRAPH '95*, 29–38. <https://doi.org/10.1145/218380.218395>
- Chen, Y., Shen, C., Wei, X.-S., Liu, L., & Yang, J. (2017). Adversarial PoseNet: A Structure-aware Convolutional Network for Human Pose Estimation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017-October*, 1221–1230. <http://arxiv.org/abs/1705.00389>
- Cisneros, R. E., Wood, K., Whatley, S., Buccoli, M., Zanoni, M., & Sarti, A. (2019). Virtual reality and choreographic practice: The potential for new creative methods. *Body, Space and Technology*, 18(1), 1–32. <https://doi.org/10.16995/bst.305>

- Crane, L. (2020). *Ancient ice beneath the surface of comet 67P is softer than candyfloss*. New Scientist. <https://www.newscientist.com/article/2258248-ancient-ice-beneath-the-surface-of-comet-67p-is-softer-than-candyfloss/>
- Crespo, N. (2012). *A Estética em Wittgenstein* [Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/handle/10362/7467>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE. *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1993*, 135–142. <https://doi.org/10.1145/166117.166134>
- Csordas, T. J. (1990a). Embodiment as a Paradigm for Anthropology. *Ethos*, 18(1), 5–47. <https://doi.org/10.1525/eth.1990.18.1.02a00010>
- Csordas, T. J. (1990b). Embodiment as a Paradigm for Anthropology. *Ethos*, 18(1), 5–47. <https://doi.org/10.1525/eth.1990.18.1.02a00010>
- Csordas, T. J. (2002). Shades of Representation and Being in Virtual Reality. In *Body/Meaning/Healing. Contemporary Anthropology of Religion* (pp. 260–284). Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1007/978-1-137-08286-2_11
- Damasio, A. (2000). *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. HARCOURT BRACE & COMPANY. <https://www.amazon.com/Feeling-What-Happens-Emotion-Consciousness/dp/0156010755>
- Damasio, A., & Damasio, H. (2006). Minding the body. *Daedalus*, 135(3), 15–22. <https://doi.org/10.1162/daed.2006.135.3.15>
- Damer, B. (1997). *Avatars! Exploring and Building Virtual Worlds on the Internet (The Whole Book and More)*. Online. <https://www.digitalspace.com/avatars/>
- de Gelder, B., Kätsyri, J., & de Borst, A. W. (2018). Virtual reality and the new psychophysics. *British Journal of Psychology*, 109(3), 421–426. <https://doi.org/10.1111/bjop.12308>
- Dixon, S. (2007). *Digital performance: a history of new media in theater, dance, performance art, and installation*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/digital-performance>
- Dreyfus, H. L. (2007). Why Heideggerian AI Failed and How Fixing it Would Require Making it More Heideggerian. *Philosophical Psychology*, 20(2), 247–268. <https://doi.org/10.1080/09515080701239510>
- Eagar, M. (2004). The shaman reborn in cyberspace, or evolving magico-spiritual techniques

- of consciousness-making. *Technoetic Arts*, 1(1), 25–46.
<https://doi.org/10.1386/tear.1.1.25/0>
- Edmonds, E. (2020). Art and code: Programming as a medium. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST, 328 LNICST*, 3–12. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9_1
- Egliston, B., & Carter, M. (2020). Oculus imaginaries: The promises and perils of Facebook’s virtual reality. *New Media & Society*, 146144482096041.
<https://doi.org/10.1177/1461444820960411>
- Feenberg, A. (2003). Active and passive bodies: Comments on don ihde’s bodies in technology. *Techne: Research in Philosophy and Technology*, 7(2), 125–130.
<https://doi.org/10.5840/techne2003725>
- Feenberg, A. (2005). Critical Theory of Technology: An Overview. *Taylor-Made BioTechnologies*, 1(1), 47–64.
- Feenberg, A. (2010). Ten paradoxes of technology. *Techne: Research in Philosophy and Technology*, 14(1 PLISS), 3–15. <https://doi.org/10.5840/techne20101412>
- Feenberg, A. (2019). Postdigital or Predigital? *Postdigital Science and Education*, 1(1), 8–9.
<https://doi.org/10.1007/s42438-018-0027-2>
- Fisher, S. S. (2016). The NASA ames VIEWlab Project-A brief history. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(4), 339–348.
https://doi.org/10.1162/PRES_a_00277
- Ford, J., Morie, J. F., Ford, J., & Morie, J. F. (2007). Performing in (virtual) spaces : Embodiment and being in virtual environments. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 3(2), 123–138. https://doi.org/10.1386/padm.3.2-3.123_1
- Franceschet, M., Colavizza, G., Smith, T., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S., Perkins, J., Morgan, J., & Hernández, S. (2019). Crypto art: A decentralized view. *Leonardo*, 1–8. https://doi.org/10.1162/leon_a_02003
- Fry, B., & Reas, C. (2001). *Processing.org*. Processing. <https://processing.org/>
- Garcia-Garcia, J. M., Penichet, V. M. R., & Lozano, M. D. (2017). Emotion detection: A technology review. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F131194*.
<https://doi.org/10.1145/3123818.3123852>
- Gaylor, G., & Joudrey, J. (2017). *VRChat*. <https://hello.vrchat.com/>
- Gibson, J. J. (1979). The Theory of Affordances. In J. J. Gibson (Ed.), *The Ecological Approach to Visual Perception* (pp. 127–137). Boston: Houghton Mifflin.

- Gibson, W. (1984). *Neuromancer*. educação epub: eLivros de Marília. Tradução: May a Sangawa e Sílvio Alexandre.
- Gigante, M. A. (1993). Virtual Reality: Definitions, History and Applications. *Virtual Reality Systems*, 3–14. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-227748-1.50009-3>
- Gil, J. (1997). *Metamorfoses do corpo*. Relógio D'Água.
- Gomes, C. (2012). Me Myself and I – ciberformance no metaverso, Interact - Revista Online de arte, cultura e tecnologia. *Acanca | Cinema*.
https://www.academia.edu/12668242/Me_Myself_and_I_ciberformance_no_metaverso_Interact_Revista_Online_de_arte_cultura_e_tecnologia_Julho_2012
- Grau, O. (2003). Virtual Art: From Illusion to Immersion. In *Leonardo Books*. Massachusetts Institute of Technology.
- Haraway, D. (1985). Manifesto for cyborgs: science, technology, and socialist feminism in the 1980s. *Socialist Review*, 80, 65–108.
- Harcourt, E. (2008). Wittgenstein and bodily self-knowledge. *Philosophy and Phenomenological Research*, 77(2), 299–333. <https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2008.00193.x>
- Harvey, A. (2010). *CV Dazzle: Camouflage from face detection*. <https://cvdazzle.com/>
- Hawkrigde, D. (2009). I, Avatar: The culture and consequences of having a second life - By Mark Stephen Meadows. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 577–580. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00969_4.x
- Hayles, N. K. (2002). Flesh and Metal: Reconfiguring the Mindbody in Virtual Environments. *Configurations*, 10(2), 297–320. <https://doi.org/10.1353/con.2003.0015>
- Heidegger, M. (1927). *Being and Time*. SCM Press Ltd (Trannlated by John Macquarrie and Edward Robinson).
- Heilig, M. L. (1962). *Sensorama U.S. Patent No. 3,050,870. 870*.
<https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>
- Heim, M. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality*. Oxford University Press, Inc.
- Hillis, K. (1999). *Digital Sensations: Space, Identity, and Embodiment in Virtual Reality. Electronic mediations, volume 1* (K. Hayles, M. Poste, & S. Weber (eds.)). University of Minnesota Press. <https://muse.jhu.edu/book/31752>
- Holmberg, J. (2004). Ideals of Immersion in Early Cinema. *Cinémas*, 14(1), 129–147. <https://doi.org/10.7202/008961ar>

- Hubble, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15(3), 168–173. <https://doi.org/10.1073/pnas.15.3.168>
- Ihde, D. (2006). TECHNOFANTASIES AND EMBODIMENT. In M. Díaz Diocaretz & S. Herbrechter (Eds.), *The Matrix in Theory. Critical Studies* (pp. 151–166). Rodopi C.V., Amsterdam. https://doi.org/10.1163/9789401201292_009
- Ihde, D. (1979a). *Technics and Praxis* (Vol. 24). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-9900-8>
- Ihde, D. (1979b). The Experience of Technology: Human-Machine Relations. In *Technics and Praxis. Boston Studies in the Philosophy of Science* (Vol. 24, pp. 3–15). Boston Studies in the Philosophy of Science. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9900-8_1
- Ihde, D. (1998). Bodies, Virtual Bodies and Technology. In D. Welton (Ed.), *Body and Flesh: A Philosophical Reader* (p. 370). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-pt/Body+and+Flesh:+A+Philosophical+Reader-p-9781577181262>
- Ihde, D. (2002). *Bodies in technology. Electronic Mediations, Volume 5*. University of Minnesota Press.
- Ihde, D. (2012). *PCG2012 - Don Ihde - Game Bodies - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=ir539UBrOZQ>
- INTEL. (2015). *Intel®'s RealSense™*. <https://www.intelrealsense.com/>
- James, W. (1884). *What is an Emotion?* (34th ed., Vol. 9). Oxford University Press. <https://www.jstor.org/stable/2246769?seq=1>
- Jamieson, H. V. (2008). Adventures in cyberformance - experiments at the interface of theatre and the internet [Queensland University of Technology]. In *Drama; Creative Industries Faculty*. <http://eprints.qut.edu.au/28544/>
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2009). The fairyland of Second Life: Virtual social worlds and how to use them. *Business Horizons*, 52(6), 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.07.002>
- Kaptelinin, V., & Nardi, B. (2012). Affordances in HCI: Toward a mediated action perspective. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 967–976. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208541>
- Karras, T., Laine, S., Aittala, M., & Hellsten, J. (2020). *Analyzing and Improving the Image Quality of StyleGAN*. <https://github.com/NVLabs/stylegan2>

- Kelliher, A. (2016). Technology and the Arts: Educational Encounters of the Third Kind. In *IEEE Multimedia* (Vol. 23, Issue 3, pp. 8–11). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/MMUL.2016.41>
- Kerner, C. M. (2020). *Detecting Deepfakes: Philosophical Implications of a Technological Threat*. <https://dash.harvard.edu/handle/1/37364758>
- Kim, S. Y., Prestopnik, N., & Biocca, F. A. (2014). Body in the interactive game: How interface embodiment affects physical activity and health behavior change. *Computers in Human Behavior*, 36, 376–384. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.067>
- Kiverstein, J. (2012). The Meaning of Embodiment. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 740–758. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01219.x>
- Komelsen, J. (1991). *Virtual Reality? Marshall McLuhan and a Phenomenological Investigation of the Construction of Virtual Worlds* [Simon Fraser University]. <http://summit.sfu.ca/item/3572>
- Kort, A. (2002). Computer Aided Inbetweening. *NPAR Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering*, 125–132. <https://doi.org/10.1145/508551.508552>
- Kozel, S. (2010). The virtual and the physical: A phenomenological approach to performance research. In M. Biggs & H. Karlsson (Eds.), *The Routledge Companion to Research in the Arts* (pp. 204–222). Routledge. <http://muep.mau.se/handle/2043/15369>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. The University of Chicago Press. <https://www.amazon.com/Metaphors-We-Live-George-Lakoff/dp/0226468011>
- Lanier, J. (2001). Virtually There. In *Scientific American* (Vol. 284, Issue 4, pp. 66–75). Scientific American, a division of Nature America, Inc. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0401-66>
- Lanier, J. (2011). *You Are Not a Gadget: A Manifesto*. Alfred A. Knopf. <https://www.amazon.com/You-Are-Not-Gadget-Manifesto/dp/0307389979>
- Lanier, J. (2013). *Who Owns the Future?* First Simon & Schuster.
- Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything : a journey through virtual reality*. Bodley Head (ebook).
- Laranjo, F. (2012). Investigação e arte: enunciação e propósitos. *ARS (São Paulo)*, 10(20), 96. <https://doi.org/10.11606/issn.2178-0447.ars.2012.64426>
- Latoschik, M. E., Roth, D., Gall, D., Achenbach, J., Waltemate, T., & Botsch, M. (2017). The effect of avatar realism in immersive social virtual realities. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST*.

- <https://doi.org/10.1145/3139131.3139156>
- Laurel, B. (2016). *What Is Virtual Reality?*
https://www.researchgate.net/publication/304013667_What_Is_Virtual_Reality
- Leach, N. (2019). Can a building be an apparatus? *Spool*, 6(1), 5–16.
<https://doi.org/10.7480/spool.2019.1.3889>
- Lee, R. (2019). Aesthetics of Uncertainty. In M. Verdicchio, M. Carvalhais, L. Ribas, & A. Rangel (Eds.), *Proceedings of the 7th Conference on Computation Communication Aesthetics & X (xCoAx)* (pp. 256–262).
- Lee, R. (2020). *Machine Learning and Notions of the Image* [IT-University of Copenhagen].
<https://en.itu.dk/~media/en/research/phd-programme/phd-defences/2020/phd-thesis-temporary-version-rosemary-lee-pdf.pdf?la=en>
- Lieberman, Z., Castro, A., & Community, O. (2004). *Openframeworks*.
<http://openframeworks.cc>
- Lienhart, R., & Maydt, J. (2002). An extended set of Haar-like features for rapid object detection. *Proceedings. International Conference on Image Processing, I*, 900–903.
<https://doi.org/10.1109/ICIP.2002.1038171>
- Lin, L., & Jörg, S. (2016). Need a hand? How appearance affects the virtual hand illusion. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, SAP 2016*, 69–76.
<https://doi.org/10.1145/2931002.2931006>
- Loomis, J. M. (1992). Distal Attribution and Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), 113–119. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.113>
- Lotti, L. (2016). Contemporary art, capitalization and the blockchain: On the autonomy and automation of art’s value. *Finance and Society*, 2(2), 96–110.
<https://doi.org/10.2218/finsoc.v2i2.1724>
- Lugrin, J. L., Ertl, M., Krop, P., Klupfel, R., Stierstorfer, S., Weisz, B., Ruck, M., Schmitt, J., Schmidt, N., & Latoschik, M. E. (2018). Any “Body” There? Avatar Visibility Effects in a Virtual Reality Game. *25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2018 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446229>
- Lugrin, J. L., Latt, J., & Latoschik, M. E. (2015). Avatar anthropomorphism and illusion of body ownership in VR. *2015 IEEE Virtual Reality Conference, VR 2015 - Proceedings*, 229–230. <https://doi.org/10.1109/VR.2015.7223379>
- Maeda, J. (1999). *Design by Numbers*. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/design-numbers>

- Manovich, L. (2002). *The language of new media*. MIT Press.
- Manovich, L. (2013). Software Takes Command. In *Software Takes Command*. Bloomsbury Publishing Plc.
- Manovich, L. (2019). *Defining AI Arts: Three Proposals*.
<http://manovich.net/index.php/projects/defining-ai-arts-three-proposals>
- Manovich, L. (2020). Computer vision, human senses, and language of art. *AI and Society*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01094-9>
- Maturana, H. (1981). The organization of the living: A theory of the living organization. *Cybernetics Forum. The Publication Of The American Society For Cybernetics*, X(2–3), 14–23. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(75\)80015-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(75)80015-0)
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1972). Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living. In *Boston Studies in the Philosophy of Science* (Vol. 42). D. Reidel Publishing Company.
- Maurice, M. (2017, September). Matter under control: a human dream made true. *8th International Conference on Digital Arts (ARTECH 2017)*.
[https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/matter-under-control\(74c0cbb4-f607-41bc-9b1a-ef13d669089f\).html](https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/matter-under-control(74c0cbb4-f607-41bc-9b1a-ef13d669089f).html)
- McMahan, R. P., Lai, C., & Pal, S. K. (2016). Interaction fidelity: The uncanny valley of virtual reality interactions. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9740, 59–70. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39907-2_6
- Mellmann, K. (2013). On the Emergence of Aesthetic Illusion An Evolutionary Perspective. In W. Wolf, W. Bernhart, & A. Mahler (Eds.), *Immersion and Distance Aesthetic Illusion in Literature and Other Media*. Rodopi.
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Fenomenologia da Percepção*. 2a edição. Abril de 1999. Martins Fontes Editora Ltda (tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura).
- Merleau-Ponty, M. M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Éditions Gallimard.
- Miguel, M. (2018). O Corpo das Massas na Era da Reprodutibilidade Técnica. *Kriterion: Revista de Filosofia*, 139, 195–214. <https://doi.org/10.1590/0100-512X2017n13910mm>
- Miguens, S. (2006). Os problemas da Filosofia da Mente. *DIACRÍTICA, Filosofia e Cultura*, 20(2), 9–30.
- Miguens, S. (2007). *Filosofia da Linguagem - uma introdução*. Departamento de Filosofia. Universidade do Porto.

- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality : A Class Of Displays On The Reality - Virtuality Continuum. *Systems Research*, 2351, 1–12. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Minsky, M. (1980). Telepresence. *OMNI Magazine*. <https://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html>
- Miranda, J. B. de. (1997). O Controlo do Virtual. *Tendências XXI*. www.bocc.ubi.pt
- Miranda, J. B. de. (1998a). As Ligações do Corpo. In *Metamorfoses do Sentir* (pp. 32–50). Balletatro Edições.
- Miranda, J. B. de. (1998b). Da Interactividade. Crítica da Nova Mimesis Tecnológica. In C. Giannetti (Ed.), *Ars Telemática* (pp. 179–233). Relógio D'Água.
- Miranda, J. B. de. (2001). As Imagens no Início. *Lumina - Facom/UFJF*, 4(1), 11–28.
- Misi, M., Pimental, L., Misi, M., & Pimental, L. (2016). The Virtual Body Is Real! In *The Oxford Handbook of Screendance Studies* (pp. 556–572). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199981601.013.26>
- Mori, M., MacDorman, K. F., & Kageki, N. (2012). The uncanny valley [From the Field]. *IEEE Robotics and Automation Magazine*. By Masahiro Mori (Translated by Karl F. MacDorman and Norri Kageki), 19(2), 98–100. <https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811>
- Moura, J. M., Barros, N., & Ferreira-Lopes, P. (2019). From real to virtual embodied performance-a case study between dance and technology. In J. Park, J. Nam, & J. W. Park (Eds.), *Proceedings of the 25th International Symposium on Electronic Art (ISEA 2019)* (pp. 370–377). ISEA International.
- Moura, J.M., Marcos, A. F., Barros, N., & Branco, P. (2011). NUVE: In between the analog and virtual body. *Proceedings of the 5th International Conference on Tangible Embedded and Embodied Interaction, TEI'11*. <https://doi.org/10.1145/1935701.1935804>
- Moura, João Martinho. (2012). *A Dança como Performance Digital: O Projeto NUVE* [Universidade do Minho]. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/27422>
- Moura, João Martinho. (2016). *67p: an unexpected topological space*. <http://jmartinho.net/67p-an-unexpected-topological-space/>
- Moura, João Martinho, Barros, N., & Ferreira-Lopes, P. (2020a). Embodiment in Virtual Reality Performance (accepted). *EAI ArtsIT 2020, 9th EAI International Conference Arts and Technology: ArtsIT, Interactivity & Game Creation*.
- Moura, João Martinho, Barros, N., & Ferreira-Lopes, P. (2020b). *UNA (by Né Barros and*

- João Martinho Moura, 2020*) | *João Martinho Moura*. <http://jmartinho.net/una/>
- Moura, João Martinho, & Ferreira-Lopes, P. (2017). Generative Face from Random Data, on “How Computers Imagine Humans.” *Proceedings of the 8th International Conference on Digital Arts - ARTECH2017*, 85–91. <https://doi.org/10.1145/3106548.3106605>
- Moura, João Martinho, & Kolen’ko, Y. (2019). Sci-fi Miners: a virtual reality journey to the nanocluster scale. *Proceedings of the 9th International Conference on Digital and Interactive Arts*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3359852.3359912>
- Moura, João Martinho, Llobet, J., Martins, M., & Gaspar, J. (2019). Creative Approaches on Interactive Visualization and Characterization at the Nanoscale. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST, 265*, 121–132. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06134-0_13
- Murray, C. D., & Sixsmith, J. (1999). The Corporeal Body in Virtual Reality. *Ethos*, 27, 315–343. <https://doi.org/10.2307/640592>
- Naimark, M. (1991a). Elements of real-space imaging: a proposed taxonomy. In J. O. Merritt & S. S. Fisher (Eds.), *Stereoscopic Displays and Applications II* (Vol. 1457, pp. 169–179). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.46305>
- Naimark, M. (1991b). Elements of real-space imaging: a proposed taxonomy. In J. O. Merritt & S. S. Fisher (Eds.), *Stereoscopic Displays and Applications II* (Vol. 1457, pp. 169–179). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.46305>
- Nitsche, M. (2013). Performance art and digital media. *Digital Creativity*, 24(2), 93–95. <https://doi.org/10.1080/14626268.2013.806333>
- North, M. M., & North, S. M. (2016). Virtual Reality Therapy. In *Computer-Assisted and Web-Based Innovations in Psychology, Special Education, and Health* (pp. 141–156). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802075-3.00006-1>
- OpenCV Community. (n.d.). *OpenCV: Background Subtraction*. Retrieved November 21, 2018, from https://docs.opencv.org/3.4/db/d5c/tutorial_py_bg_subtraction.html
- Orbbec. (2018). *Orbbec – Intelligent computing for everyone everywhere*. <https://orbbec3d.com/>
- Perlin, K. (1985). An image synthesizer. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 19(3), 287–296. <https://doi.org/10.1145/325165.325247>
- Perlin, K. (2016). Future Reality: How Emerging Technologies Will Change Language Itself. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 36(3), 84–89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2016.56>

- Pires, H., Curado, M., Ribeiro, F., & Andrade, P. (2017). Nota Introdutória. In H. Pires, M. Curado, F. Ribeiro, & P. Andrade (Eds.), *Cibercultura: circum-navegações em redes transculturais de conhecimento, arquivos e pensamento* (Pires, Hel). Edições Húmus, CECS.
http://www.lasics.uminho.pt/ojs/index.php/cecs_ebooks/issue/view/230/showToc
- Pires, H., Moura, J. M., Barros, N., & Ferreira-Lopes, P. (2021). 'Braga, snapshots in virtual reality': do sentir ao pensar (accepted). In H. Pires & Z. Pinto-Coelho (Eds.), *Transartes, arte expandida e novas linguagens*. CECS (A Passeio – Plataforma de Arte e Cultura Urbana).
- Popat, S. (2016). Missing in Action: Embodied Experience and Virtual Reality. *Theatre Journal*, 68(3), 357–378. <https://doi.org/10.1353/tj.2016.0071>
- Popat, S., & Preece, K. (2012). Pluralistic Presence: Practising Embodiment with My Avatar. In *Identity, Performance and Technology* (pp. 160–174). Palgrave Macmillan UK.
https://doi.org/10.1057/9781137284440_11
- Prado, G. (2003). *Arte telemática. Dos intercâmbios pontuais aos ambientes virtuais multiusuário*. Rumos. Itaú Cultural Transmídia.
https://poeticasdigitais.files.wordpress.com/2009/09/2003-arte_teleomatica_dos_intercambios_pontuais_aos.pdf
- Ratan, R. (2012). Self-presence, explicated: Body, emotion, and identity extension into the virtual self. In *Handbook of Research on Technoself: Identity in a Technological Society* (pp. 321–335). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2211-1.ch018>
- Reboul, A. (2015). Decoupling, situated cognition and immersion in art. *Cognitive Processing*, 16, 355–358. <https://doi.org/10.1007/s10339-015-0721-x>
- Reck, A. J. (1967). *Introduction to William James. An Essay and Selected Texts*. Digital Publishing at Indiana University Press.
<https://publish.iupress.indiana.edu/projects/introduction-to-william-james>
- Reck, A. J. (1979). William James on Ultimate Reality and Meaning. *Ultimate Reality and Meaning*, 2(1), 40–58.
- Riva, G. (2020). Virtual Reality. *The Palgrave Encyclopedia of the Possible*, 1–10.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-98390-5_34-1
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., Gaggioli, A., Botella, C., & Alcañiz, M. (2007). Affective interactions using virtual reality: The link between presence and emotions. *Cyberpsychology and Behavior*, 10(1), 45–56.
<https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9993>
- Rohrer, T. (2007). The body in space: Dimensions of embodiment. In J. Zlatev, T. Ziemke,

- R. Frank, & R. Dirven (Eds.), *Body, Language and Mind*. Berlin: Mouton de Gruyter. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110207507.3.339/html>
- Sá, C. (2010). *O que é o interface? Da entificação á identificação do interface enquanto complexo mediador* [Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/handle/10362/5582>
- Sá, C. (2019). Toward an Ontology of the Interface: Identifying the Interface as a Mediation Entity. *Leonardo*, 52(5), 479–482. https://doi.org/10.1162/leon_a_01450
- Sá, C. (2020). Como se trabalha no “entre”? O Interface enquanto paradigma da interseção entre Arte, Tecnologia e Experiência. In M. Portela, P. Barbosa, & P. Reis (Eds.), *Cibertextualidades* (pp. 35–50). Publicações Universidade Fernando Pessoa. <http://cibertextualidades.ufp.edu.pt>
- Sacks, S. (2018). *Art Talks: Media Art Market Symposium / Steven Sacks (US) - YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=vAPm4hso2ew>
- Santana, I. L. O. de. (2017). Improvisation in dance with technological mediation: An investigation through studies of situation cognition. *Cogent Arts and Humanities*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311983.2017.1367352>
- Schlagenhauf, F., Sreeram, S., & Singhose, W. (2018). Comparison of Kinect and Vicon Motion Capture of Upper-Body Joint Angle Tracking. *IEEE International Conference on Control and Automation, ICCA, 2018-June*, 674–679. <https://doi.org/10.1109/ICCA.2018.8444349>
- Schwartz, R., & Steptoe, W. (2018). The Immersive VR Self: Performance, Embodiment and Presence in Immersive Virtual Reality Environments. In *A Networked Self and Human Augmentics, Artificial Intelligence, Sentience* (pp. 108–116). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315202082-9>
- Sharples, S., Cobb, S., Moody, A., & Wilson, J. R. (2008). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*, 29(2), 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.005>
- Shen, X., & Shirmohammadi, S. (2008). Telepresence. In *Encyclopedia of Multimedia* (pp. 849–852). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-78414-4_229
- Shi, J., Honjo, T., Zhang, K., & Furuya, K. (2020). Using Virtual Reality to Assess Landscape: A Comparative Study Between On-Site Survey and Virtual Reality of Aesthetic Preference and Landscape Cognition. *Sustainability*, 12(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12072875>
- Shiffman, D. (2012). *The Nature of Code: Simulating Natural Systems with Processing*. The

- Nature of Code; 1st edition (December 13, 2012). <https://natureofcode.com/>
- Shotter, J. (1996). “Now I can go on:” Wittgenstein and our embodied embeddedness in the “Hurly-Burly” of life. *Human Studies*, 19(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/BF00188850>
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2014). Transcending the self in immersive virtual reality. *Computer*. <https://doi.org/10.1109/MC.2014.198>
- Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., & Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. *PLoS ONE*, 5(5), e10564. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010564>
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3(2), 130–144. <https://doi.org/10.1162/pres.1994.3.2.130>
- Somaini, A. (2016). Walter Benjamin’s media theory: The medium and the Apparatus. *Grey Room*, 62, 6–41. https://doi.org/10.1162/GREY_a_00188
- Sommerer, C., & Mignonneau, L. (1999). Art as a Living System: Interactive Computer Artworks. *Leonardo*, 32(3), 165–173. <https://doi.org/10.1162/002409499553190>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. *Proceedings of the Congress of the International Federation of Information Processing (IFIP)*, 506–508. <http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.136.3720>
- Thompson, E. (2007). *Mind in Life: Biology, Phenomenology, and the Sciences of Mind*. Belknap Press.
- Tölgyessy, M., Dekan, L’uboš Chovanec, M., & Hubinský, P. (2021). *Evaluation of the Azure Kinect and Its Comparison to Kinect V1 and Kinect V2*. <https://doi.org/10.3390/s21020413>
- Tolosana, R., Vera-Rodriguez, R., Fierrez, J., Morales, A., & Ortega-Garcia, J. (2020). Deepfakes and beyond: A Survey of face manipulation and fake detection. *Information Fusion*, 64, 131–148. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.06.014>
- Toren, C. (2012). Antropologia e psicologia. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 27(80), 21–36. <https://doi.org/10.1590/S0102-69092012000300002>
- Turkle, S. (1995). Virtuality and its Discontents. In *Life on the Screen* (pp. 233–254). Simon & Schuster. https://www.elon.edu/u/imagining/expert_predictions/chapter-9-virtuality-

and-its-discontents-7/

- Turkle, S. (2005). *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/second-self-twentieth-anniversary-edition>
- Turner, V. (2001a). *From Ritual to Theatre: The Human Seriousness of Play*. PAJ Publications. <https://www.amazon.com/Ritual-Theatre-Human-Seriousness-Books/dp/0933826176>
- Turner, V. (2001b). *From Ritual to Theatre: The Human Seriousness of Play*. PAJ Publications.
- United Nations. (2018). *Artificial Intelligence raises ethical, policy challenges – UN expert* | UN News. <https://news.un.org/en/story/2018/11/1025951>
- Vaccari, C., & Chadwick, A. (2020). Deepfakes and Disinformation: Exploring the Impact of Synthetic Political Video on Deception, Uncertainty, and Trust in News. *Social Media and Society*, 6(1). <https://doi.org/10.1177/2056305120903408>
- Valbom, L. V. (2007). *Integração de realidade virtual no desenvolvimento de um modelo de instrumento musical imersivo*. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8164>
- Valverde, I., & Cochrane, T. (2014). Innovative Dance-Technology Educational Practices within Senses Places. *Procedia Technology*, 13, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.016>
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience*. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/embodied-mind>
- Varisco, D. M. (2007). Virtual Dasein: Ethnography in Cyberspace. *CyberOrient*, 2(1), 26–45. <https://doi.org/10.1002/J.CYO2.20100201.0002>
- Venturelli, S. (2012). ESTÉTICA E ARTE COMPUTACIONAL. *ARTEFACTUM - Revista de Estudos Em Linguagens e Tecnologia*, 5(1). <http://lattes.cnpq.br/0129810966268826>
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001, 1*, I-511–I-518. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517>
- Voigt-Antons, J. N., Kojic, T., Ali, D., & Moller, S. (2020). Influence of Hand Tracking as a Way of Interaction in Virtual Reality on User Experience. *ArXiv Preprint ArXiv:2004.12642*.
- Wang, Y.-Q. (2014). An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm. *Image Processing On Line*, 4, 128–148. <https://doi.org/10.5201/ipol.2014.104>

- Wetherill, G. W. (1990). Formation of the Earth. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 18(1), 205–256. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.18.050190.001225>
- Wiener, N. (1965). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Massachusetts Institute of Technology.
- Wilber, M. J., Shmatikov, V., & Belongie, S. (2016). Can we still avoid automatic face detection? *ArXiv*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/WACV.2016.7477452>
- Wozniak, P., Vauderwange, O., Mandal, A., Javahiraly, N., & Curticepean, D. (2016). Possible applications of the LEAP motion controller for more interactive simulated experiments in augmented or virtual reality. *Optics Education and Outreach IV*, 9946, 99460P. <https://doi.org/10.1117/12.2237673>
- Yang, M. H., Kriegman, D. J., & Ahuja, N. (2002). Detecting faces in images: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 24(1), 34–58. <https://doi.org/10.1109/34.982883>
- Zagalo, N. (2007). *Convergência entre o Cinema e a Realidade Virtual* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/1257>
- Zagalo, N., & Branco, P. (2015). The creative revolution that is changing the world. In *Springer Series on Cultural Computing* (pp. 3–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6681-8_1
- Zhang, F., Bazarevsky, V., Vakunov, A., Tkachenka, A., Sung, G., Chang, C.-L., & Grundmann, M. (2020). MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking. *ArXiv Preprint ArXiv:2006.10214*. <http://arxiv.org/abs/2006.10214>
- Zhang, Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. In *IEEE Multimedia* (Vol. 19, Issue 2, pp. 4–10). <https://doi.org/10.1109/MMUL.2012.24>
- Zibrek, K., Martin, S., & McDonnell, R. (2019). Is photorealism important for perception of expressive virtual humans in virtual reality? *ACM Transactions on Applied Perception*, 16(3), 1–19. <https://doi.org/10.1145/3349609>