

Projeto Final de Mestrado para a obtenção de Grau de
Mestre em Design de Interação

Filipa Alexandra Fitas Vinagre

Experiências interativas em realidade virtual para o ensino de conceitos complexos

O caso dos níveis de design visceral,
comportamental e reflexivo de Norman.

Documento definitivo



Orientadores

Professor Doutor Paulo Noriega
Professor Doutor Francisco Rebelo

Vogal

Professor Doutor Edirlei Lima

Presidente

Professora Doutora Sónia Rafael

Projeto Final de Mestrado para a obtenção de Grau de
Mestre em Design de Interação

Filipa Alexandra Fitas Vinagre

Experiências interativas em realidade virtual para o ensino de conceitos complexos

O caso dos níveis de design visceral,
comportamental e reflexivo de Norman.

Documento definitivo



Orientadores

Professor Doutor Paulo Noriega

Professor Doutor Francisco Rebelo

Vogal

Professor Doutor Edirlei Lima

Presidente

Professora Doutora Sónia Rafael

Dedico esta investigação a todos os estudantes e professores que, constantemente, investigam sobre novas estratégias educativas, visando melhorar os níveis de aprendizagem de todos os alunos.

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Professor Doutor Francisco Rebelo e ao Professor Doutor Paulo Noriega, orientadores da presente investigação, pela disponibilidade e apoio prestado ao longo deste Projeto Final de Mestrado. Em complemento, agradeço todos os conselhos e atos de motivação que me apresentaram nos momentos mais complexos desta caminhada. Enquanto professores que me acompanharam desde o primeiro dia deste mestrado, quero agradecer pela paixão contagiante com a qual me transmitiram todos os seus conhecimentos, motivo pelo qual me inspiraram a seguir com a presente investigação, com todo o entusiasmo e curiosidade. Não quero deixar de agradecer ainda o facto de terem acreditado nas minhas capacidades projetuais e investigativas, bem como, pelo facto de me terem permitido explorar e experienciar diferentes soluções e, em simultâneo, compreenderem quando me deveriam trazer de volta à Terra.

A todos os professores do mestrado de Design de Interação, agradeço igualmente todo o conhecimento transmitido, que me ajudou a crescer a nível pessoal, profissional, e emocional, tornando-me mais competente e capaz de realizar o presente Projeto Final de Mestrado.

Agradeço ao ergoUX Lab pela disponibilização do espaço e das ferramentas para a correta e controlada realização desta investigação.

Quero ainda agradecer aos meus colegas de laboratório, e de turma, Carlos Paixão e Mariana Sousa por se apresentarem sempre prontos a ajudar e, com os quais tive a oportunidade de partilhar conhecimentos. Em complemento, dirijo os meus agradecimentos aos mestrandos dos diversos cursos de Design que participaram na avaliação do projeto desenvolvido nesta investigação.

Agradeço à minha colega de turma, e amiga Ana Pinheiro, pelo apoio incondicional em todos os momentos, pela transmissão de confiança e por acreditar nas minhas capacidades. Agradeço pela disponibilização do seu tempo, para desabafos e trocas de ideias sobre qual dos meus projetos, desenvolvidos ao longo do mestrado, seria o mais adequado para avançar para esta investigação, tendo por base os meus objetivos profissionais futuros. Por fim, e não menos importante, quero agradecer-lhe pela paciência em rever a minha ortografia da presente investigação.

À minha mãe Maria e pai Ilídio, reconheço a oportunidade que me deram de seguir os meus estudos no Ensino Superior, motivo pelo qual agradeço por me permitirem seguir a formação dos meus sonhos. À minha mãe em particular,

agradeço também a paciência e o tempo disponibilizado para ler e reler a minha tese. Ao meu irmão Filipe, agradeço pela paciência tida nas diferentes fases da investigação.

À minha avó Laurinda que, mesmo sem compreender muito bem do que se trata uma tese de mestrado, sempre expressou palavras cautelosas, referentes ao meu bem-estar, mas também de motivação.

Dirijo-me agora à minha segunda família, os meus amigos, Sofia, Pipinha e Rafa, aos quais agradeço por me proporcionarem momentos de descontração, e distração, longe das telas, bem como, por suportarem e compreenderem as minhas prolongadas ausências. Em especial, quero agradecer à minha irmã de coração Sofia pelas trocas de ideias, desabafos e compreensão nos momentos mais stressantes. Agradeço-lhe por me incentivar e me dar força para seguir os meus sonhos sem receio dos desafios que isso possa acarretar. Agradeço-lhe também por estar sempre presente para me ouvir, compreender e me aconselhar.

A todos, o enorme obrigada por fazerem parte do meu crescimento!

“Cognition attempts to make sense of the world: emotion assigns value.”¹

- Donald A. Norman, *The Design of Everyday Things*

¹ [T.L] “A cognição tenta dar sentido ao mundo: a emoção atribui valor.”

Resumo

As emoções que cada ser humano sente e gere são um fator importante para a compreensão do conceito da experiência humana, visto que, são as emoções que, aliadas à cognição, alteram o comportamento de cada indivíduo perante determinada situação. Contudo, tendo as emoções um pendor subjetivo podem tornar-se abstratas e confusas para quem as estuda. Neste sentido, torna-se igualmente desafiador para muitos docentes universitários encontrarem estratégias para as lecionarem de forma inovadora e cativante. Em particular, os três níveis de processamento e de design (visceral, comportamental, e reflexivo), propostos por Donald A. Norman que se apresentam como uma temática pouco tangível em ambiente de aula.

O presente projeto de investigação teve como objetivo compreender como esta temática pode ser abordada, num contexto educacional, de forma mais didática e interativa, permitindo aos alunos experienciarem e refletirem sobre estes três níveis, ao colocá-los em prática em ambientes imersivos. Os principais objetivos deste estudo incidiram nomeadamente, na criação de uma experiência interativa educativa em realidade virtual que proporcione uma objetiva aprendizagem desta temática, bem como, em perceber quais os estímulos visuais e auditivos deveriam ser implementados, para se transmitirem, aos estudantes, as emoções mais características de cada um dos três níveis de processamento e de design.

O processo investigativo baseou-se numa metodologia mista de base qualitativa e quantitativa. Na primeira fase, relativa ao enquadramento teórico, realizou-se uma revisão da literatura nas diferentes áreas e temas de investigação. Com base nesta informação, deu-se início à segunda fase investigativa, sustentada pela investigação ativa onde se desenvolveu uma experiência interativa e educativa em realidade virtual, como proposta de uma solução mais tangível entre o conhecimento do estudante e os conteúdos a serem assimilados. Por fim, através de um processo iterativo, avaliou-se, num primeiro momento, a usabilidade e a experiência de utilizador da experiência desenvolvida. Num segundo momento, teve-se por base: a avaliação do conhecimento adquirido após a aplicação da experiência, a verificação das respostas emocionais apresentadas pelos estudantes, e os níveis de presença e comprometimento dos estudantes.

No término do projeto, proveniente da presente investigação, alcançou-se uma experiência interativa, educativa e funcional. Contudo, verificou-se a necessidade de melhorias a nível do sentimento de presença que consegue promover nos estudantes. Ainda assim, pôde-se concluir que esta solução

Palavras-chave

- Experiência interativa;
- Níveis de processamento e de design;
- Ensino-Aprendizagem;
- Emoção;
- Cognição;
- Realidade Virtual.

apresentou-se capaz de produzir uma correta compreensão dos três níveis de processamento e de design, bem como, de proporcionar, nos estudantes, as respostas emocionais mais características de cada um dos três níveis.

Abstract

Emotion is an important aspect for understanding the Human experience concept, since it is the emotions, combined with the cognitive system, which will change Human's behavior at a given situation. Nonetheless, because it is a subjective matter, it can easily become abstract and confusing for students to understand. This being said, it becomes challenging for many university professors to be able to find strategies to teach in an innovative and captivating way. Particularly, the three levels of processing and of design (visceral, behavioral and reflective) proposed by Donald Norman, which are a poorly tangible subject in the traditional classroom environment.

The present research seeks to understand how this thematic can be addressed to in an educational context, in a more didactic and interactive way, that allows the students to experience and reflect about these three levels, by putting them in practice in immersive environments. Thereby, this study's main goals focus, namely, on the creation of an interactive and educative experience in virtual reality to promote an objective learning about the subject, as well as, understanding which are the correct visual and auditory stimulus that need to be applied to transmit to students the three levels' emotions.

The investigative process is based on a mixed qualitative and quantitative methodology. In the first phase, the theoretical framework was based on a literature review in different research areas. In the second phase, the active research, was developed an interactive and educative experience that aimed to a students' tangible understanding of the three levels of processing and of design. Last, but not least, in the third phase of this investigation, through an iterative process, the usability and user experience of the developed experience were evaluated. In a second stage of this experience, the evaluation was based on: the knowledge acquired by the students, the verification of students' emotional responses, and their levels of presence and engagement.

At the end of this process, we achieved a functional interactive and educative experience. However, there is a need for improvements on the sense of presence that it can promote in students. Even so, it was possible to conclude that this solution was capable of producing a correct understanding of the three levels of processing and design, as well as providing, in students, the most characteristic emotional responses of each of the three levels.

Key Words

- Interactive experience;
- Levels of processing and of design;
- Teaching-Learning;
- Emotion;
- Cognition;
- Virtual Reality.

Acrónimos e Abreviaturas

[T.L]	[Tradução live]
EM	Escolha múltipla
ESA	<i>Entertainment Software Association</i>
PFM	Projeto Final de Mestrado
P#	Participante #
RV	Realidade virtual
SAM	<i>Self-Assessment Manikin</i>
UX	Experiência do utilizador (<i>User experience</i>)

Glossário

Engagement Um ato ou estado de estar envolvido em algo: envolvimento.

(Learners Dictionary Merriam-Webster, s.d, s.p)

Flow State Estágio em que o jogador se encontra tão envolvido pela atividade que realiza, que perde a noção quer do que o rodeia, quer da passagem do tempo. Isto leva a que se exclua qualquer tipo de estímulo interno ou externo ao ambiente em que se encontra, não pela recompensa final do jogo, mas pelo prazer e alegria que determinado momento do jogo lhe proporciona.

(Csikszentmihalyi, 1990)

Gamificação Uso de técnicas de jogos, nomeadamente de jogos de vídeo, em outros campos de atividade = Ludificação.

(Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, s.d, s.p)

Índice geral

III	Dedicatória
IV	Agradecimentos
VII	Epígrafe
IX	Resumo e palavras-chaves
XI	Abstract e key words
XIII	Acrónimos e abreviaturas
XIII	Glossário
XVII	Índice de figuras
XIX	Índice de gráficos

Capítulo 1. Introdução

1	1.1. Objeto de estudo
2	1.1.1. Problemática
3	1.1.2. Questões de partida
4	1.2. Objetivos
4	1.2.1. Objetivos gerais
4	1.2.2. Objetivos específicos
5	1.3. Desenho de investigação
7	1.3.1. Organograma

Capítulo 2. Enquadramento teórico

9	2.1. Ensino-Aprendizagem através dos jogos digitais educativos
12	2.1.1. Teorias de aprendizagem em jogos educativos
16	2.1.2. Fatores motivacionais ao aluno em ambientes virtuais
20	Referências bibliográficas intercalares
22	2.2. Experiências educativas em realidade virtual
24	2.2.1. Exemplos de experiências educativas em realidade virtual
30	Referências bibliográficas intercalares
32	2.3. Design de interação em experiências em realidade virtual
35	Referências bibliográficas intercalares
36	2.4. Design emocional
39	2.4.1. Os três níveis de processamento e de design
43	Referências bibliográficas intercalares
44	2.5. Argumento

Capítulo 3. Investigação ativa

47	3.1. Definição de requisitos
48	Referências bibliográficas intercalares
49	3.2. Público-alvo e contexto de uso
50	3.3. Projeto
50	3.3.1. Narrativa - Economia circular
52	3.3.2. Storyboard
53	3.3.2.1. Cenário Visceral
55	3.3.2.2. Cenário Comportamental
57	3.3.2.3. Cenário Reflexivo
58	3.3.3. Desenvolvimento do projeto
59	3.3.4. Concretização dos três níveis numa experiência interativa
60	3.3.4.1. Cenário Visceral
61	3.3.4.2. Cenário Comportamental
62	3.3.4.3. Cenário Reflexivo
63	Referências bibliográficas intercalares
64	3.4. Avaliação da experiência interativa
64	3.4.1. Pré-testes
67	3.4.1.1. Avaliação emocional (UX)
67	A) Resultados
70	B) Discussão
73	3.4.1.2. Avaliação da usabilidade
73	A) Resultados
74	B) Discussão
76	3.4.2. Modificações realizadas após os pré-testes
76	3.4.2.1. Cenário Visceral
77	3.4.2.2. Cenário Comportamental
78	3.4.2.3. Cenário Reflexivo
78	3.4.2.4. Ambiente de tutorial
79	3.4.3. Testes
83	3.4.3.1. Avaliação da aprendizagem
83	A) Resultados
87	B) Discussão
91	3.4.3.2. Avaliação emocional (UX)
91	A) Resultados
94	B) Discussão
100	3.4.3.3. Avaliação da presença
100	A) Resultados
102	B) Discussão
104	Referências bibliográficas intercalares

Capítulo 4. Conclusões e considerações futuras

107	4.1. Conclusões
110	4.2. Recomendações futuras
110	4.3. Disseminação
113	Referências bibliográficas
119	Bibliografia
131	Apêndices
	A. Capturas de ecrã do jogo de jogos digitais
	B. Lista de requisitos os três níveis – os três cenários
	C. Conceito por detrás da experiência
	D. Timeline da experiência
	E. Guião da narrativa da experiência
	F. Storyboard da experiência
	G. Capturas de ecrã Blender
	H. Moodboard cenário terrestre
	I. Moodboard cenário marítimo
	J. Modelo do formulário de consentimento informado (pré-testes)
	K. Questionário SAM dos pré-testes no Google Forms
	L. Três vídeos apresentados na secção de instruções no método SAM
	M. Tabela com os relatos dos participantes no pré-teste de usabilidade
	N. Guião da narrativa no ambiente de tutorial
	O. Modelo do formulário de consentimento informado (testes)
	P. Questionários dos testes finais no Google Forms
	Q. Tabela das respostas abertas dos participantes no teste da aprendizagem

Índice de figuras

- 7** **Figura 1.** Organograma da investigação (Investigadora, 2020).
- 8** **Figura 2.** Diagrama das áreas de investigação (Investigadora, 2021).
- 13** **Figura 3.** Assimilação e acomodação (Vygotsky, 1980). Tradução livre e adaptada pela investigadora (2021).
- 19** **Figura 4.** Captura de ecrã de gameplay do jogo Super Mario Bros 2 de 1988. (Youtube, 2020). Disponível em < <https://youtu.be/HjKL-BOzjrw?t=946> > . Acedido a 22 dez 2020.
- 24** **Figura 5.** Captura de ecrã do vídeo disponibilizado por Liou & Chang (2018). Disponível em < <https://youtu.be/fOORMsvX8UU?t=16> > . Acedido a 15 de Novembro de 2021.
- 25** **Figura 6.** Captura de ecrã do vídeo disponibilizado por Liou & Chang (2018). Disponível em < <https://youtu.be/lHiZjyISDkA?t=87> > . Acedido a 15 de Novembro de 2021.
- 26** **Figura 7.** Vista da sala principal no laboratório Marron com diferentes secções de aprendizagem (Holly et al., 2021).
- 26** **Figura 8.** Laboratório retro-futurístico com sistema de gestão de missões (Holly et al., 2021).
- 26** **Figura 9.** Laboratório de testagem de materiais virtuais (Vergara et al., 2016).
- 27** **Figura 10.** Equipamento 3D com todas as opções de operação, sem legenda em cima, e com legenda em baixo. (Vergara et al., 2016). Adaptado pela Investigadora, 2022.
- 27** **Figura 11.** Planificação dos andares para o centro de aprendizagem em RV (Chou et al., 1997).
- 28** **Figura 12.** Captura de ecrã do centro de aprendizagem em RV que apresenta os tipos de suportes e de estruturas, bem como, um exemplo de uma estrutura de uma ponte em arco (Chou et al., 1997).
- 28** **Figura 13.** Captura de ecrã do estudante posicionado por baixo da ponte, num barco de modo a observar a arquitetura da ponte em arco (Chou et al., 1997).
- 42** **Figura 14.** Os três níveis de processamento e de design relacionam-se entre si. (Norman, 2013). Adaptado pela investigadora (2020).
- 53** **Figura 15.** Storyboard e versão final das mãos virtuais do estudante no contexto terrestre, em cima, e do contexto marítimo, em baixo (Investigadora, 2022).

- 53** **Figura 16.** Storyboard e versão final das embalagens de plástico, colocadas neste cenário (Investigadora, 2022).
- 53** **Figura 17.** Horizonte coberto por prédios e fumo libertado pelas fábricas industriais (Investigadora, 2022).
- 55** **Figura 18.** Vista aérea do cenário Comportamental (Investigadora, 2022).
- 55** **Figura 19.** Storyboard e versão final de uma das mesas neste cenário (Investigadora, 2022).
- 55** **Figura 20.** Storyboard e versão final da segunda mesa neste cenário (Investigadora, 2022).
- 57** **Figura 21.** Vista aérea do cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).
- 57** **Figura 22.** Storyboard e versão final do horizonte do cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).
- 58** **Figura 23.** Captura de ecrã de teletransporte no cenário (Investigadora, 2022).
- 58** **Figura 24.** Captura de ecrã ao tocar no gravador (Investigadora, 2022).
- 58** **Figura 25.** Captura de ecrã ao pegar numa das peças (Investigadora, 2022).
- 60** **Figura 26.** Captura de ecrã da localização do som do trovão (Investigadora, 2022).
- 60** **Figura 27.** Captura de ecrã do relâmpago no canvas do estudante (Investigadora, 2022).
- 60** **Figura 28.** Captura de ecrã do nevoeiro presente neste cenário (Investigadora, 2022).
- 61** **Figura 29.** Captura de ecrã das embalagens existentes ao redor do estudante tanto no contexto terrestre (à direita), como no contexto marítimo (à esquerda) (Investigadora, 2022).
- 65** **Figura 30.** As três escalas SAM: agitação (24a), valência (24b) e dominância (24c) (Investigadora, 2022).
- 66** **Figura 31.** Fotografia retirada no ergoUX Lab à área reservada a experiência em RV (Investigadora, 2022).

Índice de gráficos

- 10 **Gráfico 1.** Valor de mercado em videogames em todo o mundo de 2012 a 2023 (em mil milhões de dólares Americanos) (Statista, 2021). Adaptado pela investigadora (2021).
- 68 **Gráfico 2.** Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes com base no cenário Visceral (Investigadora, 2022).
- 68 **Gráfico 3.** Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes com base no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).
- 69 **Gráfico 4.** Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes com base no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).
- 69 **Gráfico 5.** Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes com base no cenário Reflexivo negativo (Investigadora, 2022).
- 83 **Gráfico 6.** Dados relativos às médias gerais (atrás) e médias específicas em cada vídeo (à frente) (Investigadora, 2022).
- 84 **Gráfico 7.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip1 (Investigadora, 2022).
- 85 **Gráfico 8.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip4 (Investigadora, 2022).
- 85 **Gráfico 9.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip3 (Investigadora, 2022).
- 86 **Gráfico 10.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip5 (Investigadora, 2022).
- 87 **Gráfico 11.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip2 positivo (Investigadora, 2022).
- 87 **Gráfico 12.** Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip2 negativo (Investigadora, 2022).
- 91 **Gráfico 13.** Médias gerais de cada ambiente virtual (Investigadora, 2022).
- 92 **Gráfico 14.** Médias SAM perante os trovões e relâmpagos no cenário Visceral (Investigadora, 2022).
- 92 **Gráfico 15.** Médias SAM perante a embalagem iminente ao estudante no cenário Visceral (Investigadora, 2022).
- 92 **Gráfico 16.** Médias SAM perante a máquina estragada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

- 93 Gráfico 17.** Médias SAM perante a máquina consertada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).
- 93 Gráfico 18.** Médias SAM perante o contexto sustentável no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).
- 93 Gráfico 19.** Médias SAM perante o contexto poluído no cenário Reflexivo negativo (Investigadora, 2022).
- 94 Gráfico 20.** Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip1 relativo aos trovões e relâmpagos, e o SAM_Clip2 relativo à embalagem iminente ao estudante no cenário Visceral (Investigadora, 2022).
- 95 Gráfico 21.** Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Visceral (Investigadora, 2022).
- 96 Gráfico 22.** Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip3 relativo à máquina estragada, e o SAM_Clip4 relativo à máquina consertada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).
- 97 Gráfico 23.** Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).
- 98 Gráfico 24.** Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip5 da versão positiva e da versão negativa no cenário Reflexivo (Investigadora, 2022).
- 98 Gráfico 25.** Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).
- 99 Gráfico 26.** Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Reflexivo negativo (Investigadora, 2022).
- 100 Gráfico 27.** Dados relativos às médias gerais de cada fator constituinte do questionário da presença (Investigadora, 2022).
- 100 Gráfico 28.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Envolvimento (Investigadora, 2022).
- 101 Gráfico 29.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Natural (Investigadora, 2022).
- 101 Gráfico 30.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Qualidade da interface (Investigadora, 2022).
- 101 Gráfico 31.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Resolução (Investigadora, 2022).
- 101 Gráfico 32.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Auditivo (Investigadora, 2022).
- 101 Gráfico 33.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Háptico (Investigadora, 2022).
- 102 Gráfico 34.** Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Imersão (Investigadora, 2022).

Capítulo 1.

Introdução

1.1. Objeto de estudo

Desde o início de todo o processo educacional recorre-se a estratégias lúdicas gamificadas que procuram promover, nas crianças que começam a estudar, uma eficaz e cativante aprendizagem de informações (Oblinger, 2006). Esta estratégia de aprendizagem alia-se a uma componente motivacional e divertida que promove, de uma forma prática, que os alunos queiram melhorar os seus feitos, tentativa após tentativa para que assim possam aprender. Por conta disso, muitos estudantes acabam por desenvolver interesses na área de jogos devido às emoções que estes lhes conseguem provocar (Oblinger, 2006).

Contudo, esta componente de jogos deixa de ter tanta presença no sistema educacional após os primeiros anos do ensino, levando a que muitos conceitos tenham de ser lecionados através de estratégias menos interativas e, por vezes, menos cativantes aos alunos. Deste modo, quando se abordam temas subjetivos como o da emoção, em particular os três níveis de processamento e de design, os docentes podem recorrer a diferentes alternativas sobre como podem lecionar tal assunto de um modo que consigam abranger o entendimento de cada estudante.

O conceito da emoção humana insere-se na área do design emocional e, quem a estuda consegue compreender como esta componente permite ao ser humano evoluir enquanto ser emocional e, por conseguinte, desenvolver a sua capacidade racional. As experiências emocionais que o Homem presencia no seu dia a dia desenvolvem, na sua mente, um processo racional onde são produzidas ideias e conceitos relacionados com essas experiências vivenciadas, seja através da interação ou observação (Piaget, 1951; Gleitman et al., 2011; Johnson, 2015). Com base nesta reflexão, o Homem torna-se capaz de aprender com os seus atos passados, e compreender quais os comportamentos que deve adotar no futuro, tornando-se assim um Homem cada vez mais evoluído (Norman, 2013). Deste modo, principalmente na área do Design, é pertinente entender como este processo de evolução com base nas emoções influencia positiva, ou negativamente, as interações do Homem no ambiente ao seu redor, para que, desta forma se consigam desenvolver melhores soluções centradas neste mesmo (Norman, 2004).

Existem ainda poucos estudos, recentemente desenvolvidos, que demonstrem empiricamente o modo como os jogos ou experiências educativas têm um impacto positivo na compreensão, por parte dos alunos, da matéria lecionada (Chen et al., 2020; Mayer, 2019; Qian & Clark, 2016). Deste modo, tornou-se pertinente contribuir com o conhecimento da presente investigação, quer para a área dos jogos e experiências interativas imersivas no âmbito educativo, quer para a área do design emocional.

Foi importante compreender qual a melhor forma de serem desenvolvidas experiências interativas que consigam, de uma forma eficaz e cativante, transmitir o conceito dos três níveis de processamento e de design, propostos por Donald A. Norman, nomeadamente os níveis visceral, comportamental, e reflexivo. Bem como, verificar de que modo, e quais estímulos deviam ser aplicados numa experiência interativa em realidade virtual (RV) para que cada estudante conseguisse compreender de um modo prático como os três níveis funcionam. Ao longo de todo o processo, foram estudadas as melhores alternativas durante a construção dos cenários virtuais, bem como os efeitos visuais e auditivos implementados que fossem mais característicos de cada nível.

Este projeto insere-se no campo de investigação do design de interação, mais especificamente no contexto educacional, com recurso a meios lúdicos e tecnologia de RV, para aprendizagem de conceitos relacionados com o design emocional. Na fase de investigação ativa optou-se por uma abordagem iterativa de design centrado no humano, que visou estudar e explorar um complemento de ensino-aprendizagem imersivo.

Ao longo do enquadramento teórico foram abordados temas como o ensino-aprendizagem através dos jogos digitais educativos, os fundamentos por detrás de um sistema de aprendizagem com jogos educativos, e como a componente da imersão lúdica pode beneficiar em contexto educativo. Dado o suporte proposto para a realização da experiência educativa ser em RV, considerou-se pertinente abordarem-se aspetos relacionados com este sistema imersivo no âmbito educativo apresentando, de igual modo, as suas mais-valias quando aplicado neste contexto e, verificar-se ainda quais os exemplos de experiências que já existem atualmente. Dado que esta investigação tem por base o processo de design centrado no humano, abordou-se ainda o tema de Design de Interação, e quais as considerações a se ter quando inserido no âmbito da RV. Por fim, por existir um conceito proposto a ser transmitido e, a ser assimilado, foram abordadas ainda as temáticas do Design Emocional e, em mais detalhe, os três níveis de processamento e de design, apresentados pelo investigador, professor e escritor Donald Norman.

1.1.1. Problemática

Em contexto de ensino, muitas vezes, torna-se desafiador para muitos docentes universitários conseguirem encontrar estratégias para lecionarem, de uma forma inovadora e cativante, temáticas que se apresentem pouco tangíveis ao ambiente de aula tradicional (Eschenbrenner et al., 2008; Ott, M. & Pozzi, F., 2008; Pantelidis, 2010; Stavroulia et al., 2019;). Uma das alternativas que tem sido explorada, assenta no uso da realidade virtual em

contexto de ensino universitário (Freina, L. & Ott, M, 2015). Um exemplo que poderia beneficiar desta abordagem, são os conceitos apresentados por Norman (2013) relativos aos três níveis de processamento humano e de design: visceral, comportamental e reflexivo. Visto que se relacionam essencialmente com a parte emocional e cognitiva do ser humano, apresentam-se conceitos subjetivos, que podem facilmente tornar-se assuntos abstratos e confusos aos alunos.

Durante as aulas de Design Emocional, e com base na experiência vivenciada pela investigadora, quando se leciona estes três níveis verifica-se sempre uma variação nas escolhas que os alunos apresentam quando são desafiados a enquadrar determinado produto num destes três níveis. Ainda que não existissem respostas erradas, devido à subjetividade destes níveis, não existia também uma concreta compreensão acerca de que aspetos, característicos de cada nível, poderiam ser evidenciados para serem futuramente tidos em conta durante a conceção de um produto ou serviço.

Cada um dos três níveis tem o seu espaço na perceção humana. Cada um tem um papel específico no que se refere a orientarem o ser humano a lidar com as suas vivências emocionais do dia a dia. No âmbito das aulas existe, efetivamente, o objetivo do aluno compreender a “qualidade” emocional de um produto ou serviço, que resulta da interação entre os mesmos e o utilizador (Desmet 2003). Contudo, independentemente da situação que os utilizadores se encontrem, não existe uma separação prática entre estes níveis, uma vez que todos trabalham em conjunto. O visceral, age com mais rapidez em prol da sobrevivência do homem, o comportamental permite-lhe desempenhar uma determinada interação e locomoção o mais natural e funcional possível, já o reflexivo proporciona um ato de reflexão sobre o que foi visto, ouvido ou feito.

Deste modo, existiu uma importância acrescida quanto à compreensão por parte dos alunos que estudam estes três níveis, em como podem projetar produtos ou serviços que efetivamente consigam transmitir as emoções e sentimentos desejados no respetivo utilizador.

1.1.2. Questões de partida

- Q1.** Que ambientes virtuais e estímulos visuais e auditivos devem ser apresentados ao estudante para que os conceitos dos três níveis de processamento e de design se tornem mais tangíveis ao seu entendimento?
- Q2.** De que modo o estudante deverá interagir com a experiência educativa, de modo a reproduzir uma interação característica de cada um dos três níveis?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos gerais

- Compreender que desafios deverão ser desenvolvidos no ambiente virtual, de modo que a interação do estudante se enquadre no conceito de cada um dos três níveis.
- Verificar quais os estímulos, tanto visuais, como auditivos, deverão ser aplicados no contexto da experiência interativa, de modo a se traduzir eficazmente os três níveis.
- Apresentar uma estratégia gamificada de ensino, onde conceitos pouco tangíveis são aplicados na prática.
- Desenvolver uma experiência imersiva, onde os três níveis sejam aplicados com base numa narrativa sobre a Economia Circular.

1.2.2. Objetivos específicos

- Desenvolver e analisar uma ferramenta de auxílio à aprendizagem imersiva, através de uma experiência interativa que ajude na assimilação de conceitos pouco tangíveis relacionados com a emoção e os níveis de processamento humano e de Design de um modo mais objetivo.
- Aumentar o *engagement* do estudante, possibilitando um processo de aprendizagem mais cativante.
- Desenvolver um projeto, cujo resultado consiga contribuir para a existência de uma ferramenta de ensino que facilite a transmissão de conhecimentos na área do Design Emocional.

1.3. Desenho de investigação

Para a concretização do presente Projeto Final de Mestrado (PFM), foi aplicada uma metodologia de natureza mista com base em métodos intervencionistas e não intervencionistas, de carácter tanto qualitativo, como quantitativo. Teve-se como ponto de partida o campo investigativo de Design de Interação, e as áreas de investigação de Design Emocional e Ensino-Aprendizagem. Posto isto, o presente projeto foca-se nos temas do ensino através de experiências interativas, bem como, os três níveis de processamento e de design.

De modo a responder às questões de investigação do presente projeto, deu-se início ao primeiro momento da investigação da fase Exploratória, a revisão da literatura, que sendo uma metodologia não intervencionista de base qualitativa consistiu na recolha, seleção, análise e síntese de pendor crítico da informação pesquisada. Esta focou-se em áreas como o Ensino-Aprendizagem com recurso a jogos digitais educativos, na de realidade virtual enquanto temática de aprendizagem imersiva, na área do Design de Interação e Design Emocional, onde se aprofundou o conhecimento acerca dos três níveis de processamento e de design de Donald A. Norman. Com base nestas áreas pôde-se desenvolver o enquadramento teórico que, no que lhe concerne permitiu a criação do argumento.

Deste modo, pôde-se dar início à fase Generativa deste projeto com um sólido conhecimento sobre as áreas mencionadas acima, e com uma aprofundada compreensão acerca da melhor estratégia de traduzir os conceitos dos três níveis de processamento e de design para um contexto de experiência interativa educativa. Assim, na segunda fase da investigação, a fase Generativa, iniciou-se a Investigação Ativa que, sendo uma metodologia intervencionista, permitiu dar início à criação da experiência interativa educativa a que nos propusemos nesta investigação.

Antes de se iniciar o presente PFM, já existia uma investigação prévia acerca dos três níveis, onde foi desenvolvida uma experiência de jogo com base nestes conceitos, ainda que esta não se apresente em formato de RV ([ver Apêndice A](#)). Contudo, ao transportar essa experiência para a componente não letiva de PFM, tivemos a oportunidade de investigar este tema mais a fundo, bem como, um maior período para a realização de mais estudos através de uma componente imersiva.

Após a criação da experiência interativa educativa deu-se início à terceira fase da investigação, a fase Avaliativa, de modo a se comprovar o argumento formulado. Deste modo, através de uma metodologia não intervencionista,

tanto de base quantitativa como qualitativa, a experiência foi submetida a pré-testes de experiência de utilizador (UX) e de usabilidade, através da observação direta, de modo a proceder-se a um processo iterativo de base metodológica intervencionista, onde se realizaram os ajustes necessários na experiência desenvolvida. Em seguida, iniciaram-se os testes finais, através de uma metodologia não intervencionista, igualmente de base quantitativa e qualitativa, onde se pretendeu avaliar três aspetos da experiência, nomeadamente: o conhecimento assimilado por cada estudante, onde foram apresentadas perguntas através de um teste de aprendizagem; a UX quanto às emoções sentidas durante os diferentes momentos da experiência, onde se aplicou a técnica pictórica *Self-Assessment Manikin* (SAM); e a presença sentida por parte de cada estudante quando se encontrava envolto pelo ambiente virtual.

Após o término de cada fase de avaliação da experiência, deu-se início às pré-conclusões onde se analisaram os resultados obtidos o que permitiu a verificação do argumento definido no início da presente investigação. Em seguida, foram descritas as conclusões finais onde se apresentou, de igual modo, o contributo que esta investigação teve para os temas em estudo, bem como, quais as recomendações para estudos futuros.

1.3.1. Organograma



Figura 1. Organograma da investigação (Investigadora, 2020).

Capítulo 2.

Enquadramento teórico

Para a criação de uma experiência interativa que fosse capaz de auxiliar na educação dos três níveis de processamento e, proporcionar um momento de diversão ao aluno, realizou-se uma revisão da literatura com incidência no campo de Design de Interação, e respetivas temáticas definidas previamente. Através deste método pôde-se compreender quais as estratégias que se deveriam abordar no desenvolvimento do PFM. Assim, procedeu-se à recolha e análise de dados que incidissem nas áreas em estudo representadas no diagrama de investigação na [Figura 2](#). Com base neste processo, foi realizado um cruzamento de informação entre as diferentes áreas a fim de se aprofundar no conhecimento necessário ao desenvolvimento da experiência interativa.

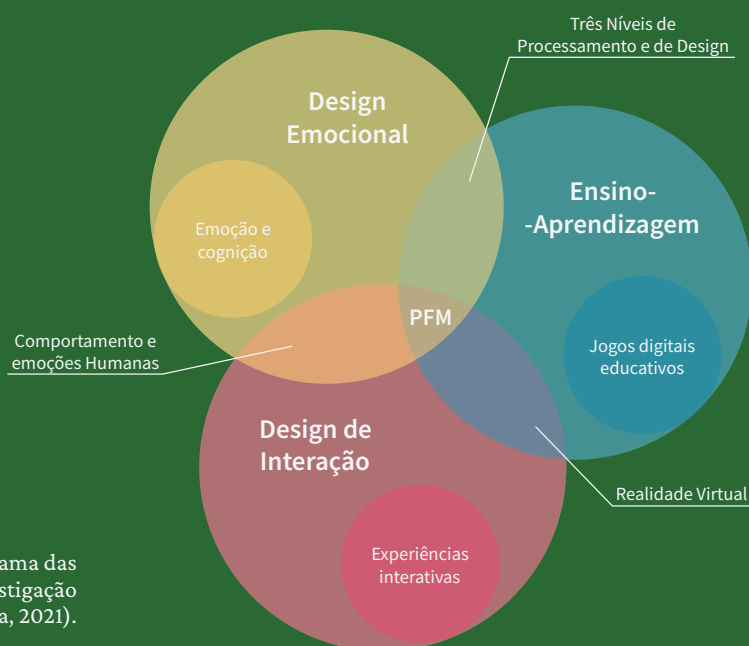


Figura 2. Diagrama das áreas de investigação (Investigadora, 2021).

2.1. Ensino-Aprendizagem através dos jogos digitais educativos

Desde o primeiro momento em que o ser humano começa a assimilar informações no mundo, e a aprender com elas, lida constantemente com estratégias de aprendizagem que recorrem a jogos e brincadeiras. Segundo Van Eck (2006), o ato de jogar e brincar durante a assimilação de qualquer assunto é o primeiro momento de socialização e, simultaneamente de aprendizagem comum a toda a cultura humana. Como Oblinger (2006) descreve, na pré-escola aprendem-se as cores, os números, as formas básicas, e os nomes através de exercícios que recorrem aos jogos com o intuito de prender a atenção das crianças e, aumentar o seu interesse pela matéria desde o primeiro contacto que tenham com esta. Contudo, como esta autora contrapõe, ainda que muitos adolescentes e jovens adultos mantenham e desenvolvam o interesse pelos jogos, estes últimos deixam de fazer parte do sistema educacional após os primeiros anos do ensino.

Jeannie Novak (2012) questiona-se acerca do facto de muitos jogos educativos serem direcionados essencialmente para os níveis de aprendizagem educacional das crianças. Visto que, de acordo com esta autora, existe uma vasta oportunidade de mercado de jogos educativos, seja num contexto de faculdade, em instituições de investigação, e/ou mesmo em empresas que beneficiariam destas ferramentas educativas.

Num estudo com foco nos Estados Unidos, apresentado pela Entertainment Software Association (ESA) em 2020, verificou-se que a cultura dos jogos está muito para além da idade, género, e local de vivência da sociedade. Como esta associação conclui: *“There are more than 214 million video game players across the United States, (...) and 64 percent of U.S. adults and 70 percent of those under 18 regularly play video games.”*² (ESA, 2020, p.3). Em complemento, num estudo realizado pela ESA em 2019, com foco em mais de 164 milhões de adultos americanos que jogam em qualquer tipo de dispositivo tecnológico, concluiu-se que 56% dos participantes apresentam-se mais propensos a desenvolver um *hobby* criativo como, por exemplo, desenhar, cantar e escrever (ESA, 2019). Além disso, este estudo apresentou que 52% destes participantes são formados no ensino superior.

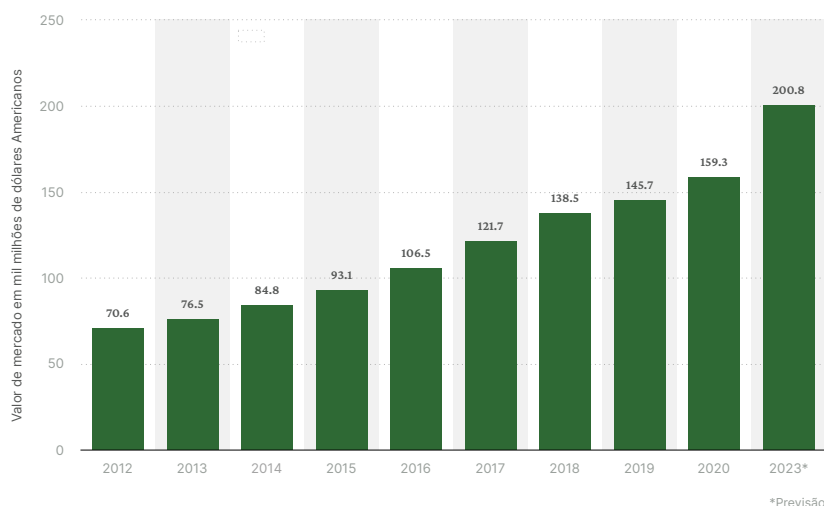
² “Existem mais de 214 milhões de jogadores de jogos digitais nos Estados Unidos, (...) e 64 % dos adultos americanos e 70% dos menores de 18 anos jogam jogos digitais com frequência.”

Na indústria dos jogos digitais Squire (2003) argumentou que, a par da indústria da tecnologia, os jogos digitais apresentaram um grande amadurecimento com o avançar dos anos, promovendo de igual modo, experiências de jogos cada vez mais aprimoradas e imersivas. Atualmente, e com base em dados apresentados pela Statista no início de 2021, publicados

inicialmente pela Newzoo, (2020), presentes no Gráfico 1, verifica-se ainda o constante crescimento deste mercado visto que, desde o ano de 2012 até ao ano de 2020, o valor do mercado mundial de jogos digitais aumentou de \$70.6 mil milhões de dólares (~62.3 mil milhões de euros³) para \$159.3 mil milhões de dólares (~140.6 mil milhões de euros⁴). Prevendo esta fonte ainda que, em 2023, este valor atinja os \$200 mil milhões de dólares (~176.5 mil milhões de euros⁵).

^{3,4,5} Conversão realizada através da plataforma online (Banco de Portugal, 2021).

Gráfico 1. Valor de mercado em videojogos em todo o mundo de 2012 a 2023 (em mil milhões de dólares Americanos) (Statista, 2021). Adaptado pela investigadora (2021).



Devido ao surgimento do contexto pandémico, devido ao SARS-CoV-2, e com a necessidade das pessoas permanecerem confinadas nas suas respetivas casas, após uma análise de mercado de jogos realizada pela Newzoo (2020), registou-se um maior gasto por parte dos consumidores, visando ocuparem o seu tempo enquanto confinados. Com base nestes dados verifica-se a grande popularidade da indústria dos jogos, cuja tendência será a de crescimento nos próximos anos.

Contudo, Gredler (1996) (apud Squire, 2003) relativamente ao âmbito investigativo, argumentou existirem poucos estudos empíricos acerca do modo como os jogos eram usados num âmbito educativo, onde os que existiam não se apresentavam capazes de enumerar uma estrutura de informações úteis ao campo da investigação. Atualmente, conforme os estudos e revisão da literatura realizada por Qian & Clark (2016); Avila-Pesantez, Escriba & Taibe (2017); Mayer (2019); e Chen et al., (2020), verificou-se um aumento do número de publicações nos últimos anos, realizadas por investigadores interessados no estudo da inserção dos jogos digitais em contextos educativos. Ainda assim, à semelhança da citação apresentada por Squire (2003), alguns destes autores defendem que, mesmo com uma crescente investigação nesta área, poucos estudos apresentam provas empíricas que demonstrem, de facto, de que modo

o recurso aos jogos no contexto educativo proporcionam um impacto positivo na assimilação da matéria por parte dos alunos (Chen et al., 2020; Mayer, 2019; Qian & Clark, 2016).

Tendo por base estes argumentos, mais importante do que disponibilizar um jogo educativo aos alunos e esperar um aumento da motivação e da aquisição de conhecimento por parte destes estudantes, enquanto investigadores, torna-se imprescindível analisar e projetar jogos educativos sustentados nas teorias de aprendizagem – *abordadas no ponto 2.1.1* – que realmente sustentem a credibilidade desta ferramenta letiva (Young et al., 2012). Esta premissa é apresentada, de igual modo, nos estudos realizados por Van Eck, (2006) que, esclareceu que ao se argumentar somente que os jogos são eficazes não é o suficiente dado que pode gerar falácias sobre o facto de todos os jogos serem adequados quer a todos os alunos, quer a todos os contextos de ensino.

Argumentos apresentados por Gredler (2002) e por Shaffer et al. (2005), defendem que os jogos tornam-se importantes no contexto educacional visto que permitem que os jogadores tenham a oportunidade de vivenciar novos mundos onde podem refletir, argumentar, agir, assim como encarnar outros papéis que, de outro modo não lhes seria possível terem acesso. Outro aspeto a ter em consideração, é a importância de que os jogos educativos sejam desenvolvidos de modo que não apresentem ambientes de aprendizagem complexos, cheios de informações, e simultâneas atividades, dado que só aumenta a probabilidade de que o aluno se sinta sobrecarregado (Wouters & van Oostendorp, 2013 apud Chen et al., 2020). Por outro lado, jogos que apresentem um débil desenvolvimento em termos dos estímulos entregues aos alunos podem correr o risco de não atingir o seu principal objetivo da assimilação de uma carga de conteúdo didático adequada ao aluno (Gredler, 2002).

Em suma, há que ter em conta o modo como os jogos são aplicados nos contextos educacionais, para que não se corra o risco de estes se tornarem meras distrações aos assuntos que devam ser assimilados, nem que sejam vistos como demasiado exaustivos. Deste modo, é importante apresentar argumentos e esclarecer de que modo é que os jogos educativos, conseguem realmente ser suplementos eficazes para a aprendizagem dos alunos, assim como, quais os estímulos, e interações a serem aplicadas, sendo estes apresentados no próximo tópico.

2.1.1. Teorias de aprendizagem em jogos educativos

Quando se aborda a temática de jogos educativos, muitos investigadores apresentam inúmeros termos como: *Educational Games* (Gredler, 2002), *Digital Game-Based Learning* (Van Eck, 2006), *Game-Based Learning* (Chen et al., 2020; Qian & Clark, 2016), ou até mesmo, *Serious Games* (Avila-Pesantez, Escriba & Taipe, 2017). Contudo, independentemente da terminologia usada, estes autores definem esta temática como: ambientes que transportam os estudantes para outros mundos, visando criar e/ou aumentar o seu conhecimento, bem como, adquirir habilidades que enfoquem o assunto a ser assimilado. Nestes ambientes os estudantes apostam numa interação através da resolução de problemas e desafios visando atingirem resultados positivos e, conseqüentemente, segundo Qian & Clark (2016), provocar uma sensação de realização no estudante. Gredler (2002) acrescenta ainda a potencialidade de desenvolver o modelo mental dos alunos quando procuram resolver os desafios apresentados no ambiente do jogo.

Esta última premissa acerca do desenvolvimento do modelo mental do estudante centra-se no conceito de Desequilíbrio Cognitivo debatido por muitos autores (Barrouillet, 2015; Kibler, 2011; McCann & Prentice, 1981; Van Eck, 2006; Worsley & Blikstein, 2015), que advém da teoria do Desenvolvimento Cognitivo do psicólogo Jean Piaget (1951). Num jogo educativo o conceito de Desequilíbrio Cognitivo ocorre quando um jogador realiza determinada tarefa incorretamente, o que leva a que este comece a procurar novas estratégias de modo a conseguir executar corretamente, e assim passar para o próximo nível. Por outras palavras, cada vez que o jogador interage incorretamente, cria-se no seu modelo mental já existente, um sentimento de desequilíbrio perante o conhecimento que existia até então, o que leva a que novos modelos mentais com novas informações e estratégias sejam criadas na mente do jogador, de modo a proporcionar uma melhoria do seu conhecimento para o futuro (Kibler, 2011; Van Eck, 2006).

Este processo criado pelo Desequilíbrio Cognitivo, segundo a teoria de Piaget (1951), diz respeito ao facto de cada ser humano ter organizado na sua mente – também denominada por este psicólogo de *schemata* – um modelo mental - ou *schema* como Piaget assim designou - (Johnson, 2015), para cada assunto assimilado em situações passadas. Piaget (1951) defendia ainda que, quando se recebe uma nova informação, esta pode ser processada de duas formas: através da assimilação, ou através da acomodação. Como Gleitman et al. (2011) descrevem, a primeira refere-se ao Homem basear-se nos conceitos já existentes no seu *schema* ao interpretar e/ou agir com o ambiente à sua volta. Quanto ao processamento de novas informações através da acomodação,

ocorre quando esta nova informação recebida não se enquadra em nenhum schema existente, pelo que se torna necessário que este se vá alterando com base nas vivências e interações do Homem com o mundo, ou seja o *schema* vai-se adaptando consoante os estímulos recebidos do meio ambiente, como ilustrado na Figura 3 (Gleitman et al., 2011).

O processamento por acomodação cria uma ideia de desequilíbrio visto que, como Worsley & Blikstein (2015) concluíram, instala-se um sentimento de confusão no jogador quando este executa alguma tarefa incorretamente, de modo que, procura compreender o motivo do seu erro para que, em seguida, consiga aprender e agir corretamente. Kibler (2011) argumenta, de igual modo que, este estado de desequilíbrio proporciona ainda um sentimento inato de desconforto, levando a que o jogador deseje retornar rapidamente a um estado de equilíbrio do seu conhecimento, ou seja, de compreensão e de resolução da tarefa corretamente. À medida que o aluno adquire novos *schemas*, ou até mesmo aprimorando os que já existem, o seu *schemata* torna-se mais complexo, por conseguinte, vai desenvolvendo o seu pensamento mais crítico (Johnson, 2015).

Van Eck (2006) defende ainda que através deste conceito, num contexto de jogo educativo, o jogador tem a oportunidade de, constantemente, formular novas hipóteses de interação e resolução de problemas, de testá-las, e de verificar se agiu corretamente através da revisão destas mesmas hipóteses. Este autor esclarece ainda que: *“This process happens rapidly and often while the game is played, with immediate feedback.”*⁶ (Van Eck, 2006, p.3). Ou seja, o jogador entra num processo que lhe possibilita uma melhoria incremental das suas capacidades cognitivas, uma vez que vai recebendo feedback imediato à medida que coloca em prática os seus conhecimentos.

Posto isto, Van Eck (2006) defende que os jogos são eficientes não pelo que são enquanto jogos, mas pelo comportamento que estes permitem que os jogadores tenham no ambiente do jogo que se apresente significativo ao assunto a ser assimilado. Esta ideia pode ainda ser comparada com a teoria de aprendizagem infantil – *Sociocultural Theory*⁷– defendida por Lev Vygotsky (1980), que se sustenta no facto de que um determinado comportamento só poder ser assimilado e compreendido através de uma narrativa e contexto onde esse comportamento é aplicado. Por outras palavras, o ser humano desenvolve um modelo de comportamento sobre determinado assunto, com base na relação que estabeleceu anteriormente com outras pessoas que recorreram a esse mesmo comportamento, nesse mesmo contexto. Assim, o Homem passa a replicar esse comportamento também nas suas ações num contexto adequado (Vygotsky, 1980).



Josh, com dois anos de idade, aprende o *schema* para “helicóptero” através dos seus livros ilustrados.



Josh vê um avião ao qual chama de “helicóptero”. Ele está a tentar assimilar esta nova máquina voadora com base num *schema* já existente. A sua mãe diz a ele: “Não, é um avião.”.



Josh acomoda o seu *schema* para máquinas voadoras e continua a modificar esse *schema* para incluir “avião de passageiros”, “jato de combate” e assim em diante.

Figura 3. Assimilação e acomodação (Vygotsky, 1980). Tradução livre e adaptada pela investigadora (2021).

⁶ [T.L] “Este processo acontece rapidamente e com frequência, à medida que o jogo é jogado, através de feedback imediato.”

⁷ [T.L] Teoria Sociocultural

Johnson (2015) acrescenta:

⁸ [T.L.] “O mesmo acontece quando as crianças se encontram imersas numa cultura específica com uma vasta gama de símbolos, valores e formas de ver a realidade. Através desta imersão, estas crianças assumem gradualmente os padrões de pensamento desta cultura. Assim, as interações sociais e culturais das crianças moldam-se e ajudam-nas a desenvolver seu pensamento.”

“The same thing happens as children are immersed in a particular culture with its vast array of symbols, values, and ways of viewing reality. Through this immersion they gradually take on the thought patterns of their culture. Thus, children’s social and cultural interactions shape and help to develop their thinking.”⁸

(Johnson, 2015, p. 7)

Ou seja, o processo de aprendizagem pode-se apresentar mais eficiente quando é abordado e contextualizado num ambiente sociável, ativo e situado na ação que precisa de ser assimilada. Como complemento, outros autores apresentam uma interpretação similar à teoria de Vygotsky, contudo, usam terminologias diferentes como: *Situated Understanding* (Shaffer et al., 2005), ou *Situated Cognition* (Brown et al., 1989; Van Eck, 2006), que se centram mais na componente dos jogos educativos.

Shaffer et al. (2005) referem que os ambientes virtuais permitem, através de *Situated Understanding*, que o estudante compreenda a matéria enquanto a coloca em prática num contexto aproximado do real, além de permitir que sejam assimiladas e compreendidas não só uma, mas várias estratégias de realização de um problema na prática. Por outras palavras, e através da definição apresentada por Brown et al. em 1989 e, mais tarde por Van Eck (2006), os jogos educativos permitem que os estudantes combinem o “*know what*” ensinado pelo professor – o saber o conceito – com o “*know how*” – o saber como aplicar esse conceito em contextos próximos do real – à medida que aplicam e testam esse conhecimento de forma prática em ambientes de aprendizagem de jogo.

Shaffer et al. (2005) apresentam como exemplo desta teoria de aprendizagem, o facto dos jogos educativos permitirem que um estudante consiga aprender biologia ao encarnar a personagem de um cirurgião, ou aprenderem matemática ao projetar construções como um engenheiro ou um arquiteto, isto através da realidade que o ambiente virtual apresenta ao jogador acerca de um cirurgião, de um arquiteto ou engenheiro.

Num estudo experimental realizado por Almeida (2019), procurou-se transmitir conceitos relacionados com inteligência emocional através de um jogo educativo, quer a alunos com experiência profissional – como, por exemplo, em secretariado, logística, programação e administração de sistemas que, no seu local de trabalho, formam equipas onde não têm a oportunidade de escolher as pessoas com quem vão trabalhar todas as semanas –, quer a alunos sem qualquer tipo de experiência – que têm total liberdade de escolher as suas parcerias de trabalho. A diferença entre estes dois grupos, verificada inicialmente pelo autor, antes dos alunos experienciarem o jogo, foi que

principalmente nos alunos sem experiência tinham pouco conhecimento sobre o tema da inteligência emocional. Almeida (2019) constatou ainda existirem dois equívocos principais com maior abrangência nos alunos sem experiência profissional, nomeadamente: esta temática era entendida como uma capacidade já inata do ser humano, pelo que não necessitaria de ser desenvolvida, e como segundo equívoco, a inteligência emocional era uma temática com pouca aplicabilidade na prática durante as interações com os pares. A premissa neste estudo era a de transmitir a importância de se aprender a gerir as emoções e a filtrar melhor os estímulos stressantes num ambiente de trabalho. No final do estudo o autor concluiu que, o desempenho dos alunos não se apresentou influenciado pela experiência que os alunos tinham ou não no mercado de trabalho, visto que, embora o conhecimento do tema fosse maior em alunos com experiência profissional, a pontuação final não se apresentou significativamente diferente entre os dois grupos. No final deste estudo, o autor apresenta ainda indicações deixadas por alguns dos alunos que sentiram uma evolução nas suas capacidades de criarem relações mais saudáveis, manifestando-se este aspeto no fluxo de trabalho com os pares (Almeida, 2019).

Esta premissa de colocar o estudante na pele de outra personagem é facilmente concebível através dos jogos educativos, visto que, sem que se saia do ambiente educativo, permite que sejam apresentados ao jogador diversos ambientes em que este pode explorar papéis sociais e, conseqüentemente desenvolver as suas habilidades focadas nesses contextos de interação (Qian & Clark, 2016).

Outra teoria de aprendizagem bastante estudada por inúmeros autores (Bowman, 1982; Qian & Clark, 2016; Squire, 2003; Van Eck, 2006) é a do *Flow State* apresentada por Csikszentmihalyi & Larson (1978). Esta teoria surge na sequência das outras, anteriormente mencionadas. Como Van Eck (2006) argumenta, quando o jogo permite que o jogador entre no ciclo contínuo de Desequilíbrio Cognitivo do seu conhecimento e, conseqüentemente, da sua aprendizagem e resolução do problema, promove-se então o estado de *Flow*. Contudo, para que este sentimento de *Flow* ocorra de facto, é necessário que o nível de habilidade de interação e compreensão em que o jogador se encontre esteja alinhada com o nível de dificuldade do desafio proposto no ambiente do jogo (Squire, 2003). Só assim existirão condições para que o jogador se sinta capaz e comprometido com a correta realização da tarefa que lhe é proposta, visto que, como mencionado anteriormente, é importante que o jogo não se apresente exaustivo, pela sua dificuldade desalinhada das competências do jogador.

Como Bowman (1982) descreveu, quando o jogador entra no estado de *Flow*, a atenção prestada por este encontra-se focada somente na ação que decorre no ambiente virtual, levando a que se exclua qualquer estímulo externo a este ambiente. Mais recentemente, Qian & Clark (2016) reforçaram essa ideia referindo que, a concentração do jogador perante o objetivo da tarefa, não é devido à motivação proveniente de recompensas externas ao ambiente que pode advir do seu sucesso no jogo, mas sim do sentimento de prazer e compromisso que o jogo lhe proporciona enquanto vai adquirindo conhecimento e, conseqüentemente avançando nos níveis, sendo estes aspetos referentes às motivações internas num jogo.

Através destas teorias de aprendizagem que permitem compreender o melhoramento do conhecimento do jogador, e conseqüente sentimento de compromisso em ambientes virtuais que gera um estado de produtividade no jogador, torna-se pertinente compreender que estímulos e mecanismos servem de complemento a ambientes de aprendizagem. Deste modo, o estudo destes pode ser visto como ponto de partida para a criação de ambientes educativos capazes de envolverem na melhor forma possível os alunos.

2.1.2. Fatores motivacionais ao aluno em ambientes virtuais

O conceito de gamificação, aliado a fatores motivacionais, segundo Robson et al. (2015) pode ser utilizado para provocar mudanças no comportamento do ser humano através de tarefas que reforcem o comportamento adequado a seguir – através de estímulos externos ou internos ao jogador. Em complemento, os fatores motivacionais tanto influenciam, como são influenciados pelo estado cognitivo de uma pessoa, seja com base nos seus estados emocionais, ou nos seus objetivos estipulados antes da interação (Lepper et al., 2005; Gottfried, 1985 apud Toprac, 2011).

Malone (1980) defende que:

“If students are intrinsically motivated to learn something, they are likely to spend more time and effort learning, feel better about what they learn, and be more likely to use it in future.”⁹

(Malone, 1980, p.7)

Alguns autores procuram delimitar ainda alguns fatores que acreditam influenciarem os alunos na aquisição de conhecimento quando em contacto com jogos educativos, nomeadamente: o ambiente social externo em que estes se encontrem, a informação que ocorre nesse ambiente externo, a

⁹ [T.L] “Se os alunos estiverem intrinsecamente motivados para aprender algo, provavelmente gastarão mais tempo e apresentarão mais esforço durante a aprendizagem, sentir-se-ão melhor com o que aprenderam, e estarão mais propensos a usar este conhecimento no futuro.”

predisposição cognitiva dos estudantes para a realização de tarefas, a prática que estes mantenham ao reforçar o seu comportamento e, os estímulos motivacionais internos que partam do ambiente virtual (Charnes et al., 1996, apud Steinkuehler et al., 2012). Em relação às motivações intrínsecas ao jogador podem estar relacionadas com a autonomia e controlo que tenha dentro do ambiente virtual durante a realização da tarefa, com o feedback imediato que lhe é entregue, com a consequente aprendizagem através dos seus erros, assim como, o sentimento de colaboração e/ou competição entre os jogadores no ambiente virtual, no caso dos jogos *multiplayer* (Almeida, 2019).

Relativamente às motivações extrínsecas, alguns autores (Bowman, 1982; Robson et al., 2015) apresentam exemplos de recompensas motivacionais externas ao jogador, como o receber prémios, dinheiro, ou o reconhecimento das suas conquistas por parte dos colegas como, por exemplo, um relato deixado por uma professora num estudo realizado por Bowman (1982): “*youngsters thrive on the acclaim of their peers*”¹⁰ (Bowman, 1982, p.1).

¹⁰ [T.L] “os jovens prosperam com base nas aclamações dos seus pares.”

Contudo, procurar diferenciar por completo os fatores intrínsecos dos extrínsecos pode gerar um entendimento falacioso destes conceitos (Malone, 1980). Este autor expõe que as motivações extrínsecas não se limitam somente ao que acontece no ambiente exterior ao jogador, dado que, o facto de um jogador aprender algo durante o jogo, este pode considerar isso como uma motivação extrínseca pelo facto de poder-lhe ser útil para futuras ocasiões, onde saber agir de determinada forma em contexto real ser-lhe-á uma mais-valia. Por conseguinte, os tipos de motivações, segundo Kumar et al. (2020), poderão variar amplamente de indivíduo para indivíduo, pelo que a definição e delimitação destes fatores nunca será completamente objetiva.

Ainda assim, através dos seus estudos empíricos Malone (1980) apresentou três características principais que acredita que deviam estar presentes em todos os ambientes de aprendizagem, a fim de torná-los mais envolventes aos alunos, nomeadamente: “*Challenge, fantasy, and curiosity*.”¹¹ (Malone, 1980 apud Squire, 2003, p.3). Através destas características, o autor argumenta que permitem que o jogador se envolva no jogo.

¹¹ [T.L] “Desafio, fantasia, e curiosidade.”

A componente do Desafio diz respeito às tarefas, que o jogo apresenta durante a resolução de problemas que permitam o reforço da aprendizagem (Charsky, 2010). Deste modo, para que um ambiente se apresente desafiador o suficiente, deve conter objetivos que sejam significativos para o respetivo jogador (Matheson & Spranger, 2001), para que, como visto anteriormente, este se consiga sentir comprometido a realizar as tarefas entrando num estado de *Flow*. Estes objetivos devem apresentar quer uma resolução incerta do problema através da omissão de determinada informação, quer uma variação no nível de dificuldade para a resolução dos problemas (Charsky, 2010;

Malone, 1980). Acerca da variação dos níveis de dificuldade, Malone (1980) defende que podem-se concentrar apenas num único objetivo com oscilações na dificuldade, ou na existência de diferentes tipos de objetivos com vários níveis de dificuldade entre si. O primeiro refere-se ao tempo que o jogador terá de levar para concluir a tarefa desse único objetivo, bem como, ao esforço e à capacidade de memória que terá de empregar para concluir o desafio. Relativamente à existência de diferentes tipos de objetivos com diferentes níveis de dificuldade entre si, à medida que o jogador avança de objetivo para objetivo, através da resolução de problemas, existe um processo de melhoria constante do conhecimento deste jogador, permitindo que este comece a agir mais rapidamente e de modo subconsciente (Malone, 1980).

Contudo, a aquisição de conhecimento não ocorre somente quando o jogador ultrapassa com sucesso cada objetivo, Charsky (2010) argumenta que o ato do jogador falhar a realização de determinado objetivo proporciona, de igual modo, um processo de aprendizagem desafiador e válido. Este argumento serve igualmente de complemento à teoria do Desequilíbrio Cognitivo apresentada anteriormente, onde através do erro o estudante tem a oportunidade de experimentar novas estratégias e adquirir novos conhecimentos que, consequentemente permitirão a existência de novos modos de agir em contexto real (Charsky, 2010).

Relativamente ao conceito da Fantasia apresentado por Malone (1980), alguns autores (Charsky, 2010; Kannelis et al., 2009; Matheson & Spranger, 2001) defendem a mais-valia de se aliar um contexto de fantasia ao assunto a ser assimilado pelos alunos. Ainda que não se apresente diretamente relacionada com o conteúdo lecionado, a fantasia permite que jogos educativos sejam mais interessantes e envolventes por acrescentar uma narrativa ao contexto da matéria (Charsky, 2010; Matheson & Spranger, 2001). Como Malone (1980) argumenta, o recurso à componente da fantasia permite que os estudantes sejam emocionalmente estimulados, através dos conflitos que decorrem no contexto do ambiente virtual, para a resolução de problemas que lhes permitam aprender algo novo. A componente da fantasia é assim justificada com a premissa defendida pela teoria de aprendizagem Sociocultural Theory de Vygotsky (1980), que se refere ao facto de um comportamento ser assimilado e compreendido somente através de um contexto narrativo prático. Visto que, através da fantasia criada no mundo virtual, que se aproxime do mundo real, os jogadores conseguirão vivenciar novos contextos que serão narrados, de modo a se proporcionar a aprendizagem sobre situações reais, onde o jogador assume um novo papel (Kannelis et al., 2009; Malone, 1980).

Em relação à componente da Curiosidade, Malone (1980) defende que esta relaciona-se constantemente com a componente do Desafio. Esclarece que, o sentimento de curiosidade presente no jogador permite que exista uma

oportunidade de este desafiar o seu conhecimento já adquirido até ao momento, do mesmo modo que, o jogador ao se sentir desafiado num ambiente virtual, demonstra a sua curiosidade pela capacidade que terá de resolver o problema.

Quer Malone (1980), quer Matheson & Spranger (2001) argumentam que, num contexto de aprendizagem a curiosidade existente no jogador pode ser explorada de duas formas: a curiosidade ao nível sensorial, e a curiosidade ao nível cognitivo. A primeira refere-se aos estímulos que despertam os sentidos do jogador durante a aprendizagem. No que diz respeito à curiosidade a nível cognitivo pode ser entendida como o desejo que o jogador apresenta ao longo do jogo em saber mais sobre o assunto apresentado no mundo virtual, a fim de melhorar o seu conhecimento a aplicar em contextos reais. Malone (1980) esclarece que este desejo por saber mais e, conseqüentemente, a necessidade que o jogador sente em continuar a explorar o ambiente de aprendizagem, podem ser provocados através da estratégia de ser apresentada somente a informação mínima necessária, levando a que o estudante sinta que o seu conhecimento até àquele momento se encontra incompleto e/ou inconsistente.

Em complemento com os estudos apresentados anteriormente, Squire (2003) apresenta mais algumas características que promovem um processo de aprendizagem mais interessantes, nomeadamente: vários momentos marcados com a conclusão de objetivos secundários, e respetiva receção de um feedback, traduzido com uma pontuação relacionada com o progresso do aluno; vários níveis de dificuldade do jogo que se vão adaptando à evolução e melhoramento da habilidade do aluno; e elementos surpresa aleatórios.

Segundo este autor, estas características são consideradas a base do jogo Super Mario Brothers 2, lançado pela primeira vez a 1988 (Figura 4), o que explica o seu sucesso. Ainda que este não tenha um fim educacional para contextos de ensino, este jogo conseguiu atrair a atenção de bastantes jovens e jovens adultos, pelo que são estratégias que se mostram comprovadas para estimular o engagement do jogador (Provenzo, 1991 apud Squire, 2003).

Em suma, ao se recorrer aos jogos educativos deve-se ter em consideração que estes apresentem contextos que proporcionem a resolução de problemas próximos de situações reais, e que consigam proporcionar momentos de reflexão no jogador acerca das melhores estratégias a seguir (Steinkuehler et al., 2012).

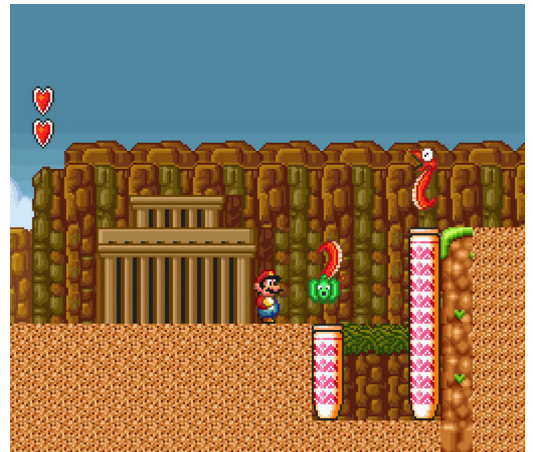


Figura 4. Captura de ecrã de gameplay do jogo Super Mario Bros 2 de 1988. (Youtube, 2020). Disponível em < <https://youtu.be/HjKL-BOzjrw?t=946> > . Acedido a 22 dez 2020.

Referências bibliográficas intercalares

- Almeida, F. (2019). Adoption of a Serious Game in the Developing of Emotional Intelligence Skills. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10010004>
- Avila-Pesantez, D., Escriba, L. R., & Taípe, M. S. A. (2017). Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review. *Computers in Education*, 8(3).
- Banco de Portugal. (2021). Conversor de Moeda | Banco de Portugal. Banco de Portugal. <https://www.bportugal.pt/conversor-moeda?from=USD&to=EUR&date=1639872000&value=1.00>
- Barrouillet, P. (2015). Theories of cognitive development: From Piaget to today. *Developmental Review*, 38, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.004>
- Bowman, R. F. (1982). A «Pac-Man» Theory of Motivation: Tactical Implications for Classroom Instruction. *Educational Technology*, 22(9), 14–16.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Charsky, D. (2010). From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics: *Games and Culture*, 5(2), 177–198. <https://doi.org/10.1177/1555412009354727>
- Chen, S., Zhang, S., Qi, G. Y., & Yang, J. (2020). Games Literacy for Teacher Education: Towards the Implementation of Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 23(2), 1176–3647. <https://mro.massey.ac.nz/handle/10179/15520>
- Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1978). Intrinsic Rewards in School Crime. <https://doi.org/10.1177/001112877802400306>
- Entertainment Software Association. (2019, Maio 9). 65% of American Adults Enjoy Playing Video Games. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/press-releases/65-of-american-adults-enjoy-playing-video-games>
- Entertainment Software Association. (2020). 2020 ESSENTIAL FACTS. About the Video Game Industry. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/esa-research/2020-essential-facts-about-the-video-game-industry>
- Gleitman, H., Gross, J. J., & Reisberg, D. (2011). *Psychology* (8o). <https://books.google.com/books/about/Psychology.html?id=fECF-PgAACAAJ>
- Gredler, M. E. (2002). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm.
- Johnson, A. (2015). Cognitive Development: Piaget and Vygotsky. Em *Education Psychology: Theories of Learning and Human Development*. https://www.academia.edu/9852095/COGNITIVE_DEVELOPMENT_PIAGET_AND_VYGOTSKY
- Kannetis, T., Potamianos, A., & Yannakakis, G. N. (2009). Fantasy, curiosity and challenge as adaptation indicators in multimodal dialogue systems for preschoolers. *Proceedings of the 2nd Workshop on Child, Computer and Interaction, WOCCI '09*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/1640377.1640378>
- Kibler, J. (2011). Cognitive Disequilibrium. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, 380–380. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79061-9_598
- Kumar, J. M., Herger, M., & Dam, R. F. (2020). Player-Centred Design: Moving Beyond User-Centred Design for Gamification. Acedido a 21 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/player-centred-design-moving-beyond-user-centred-design-for-gamification>
- Lepper, M. R., Corpus, J. H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 184–196. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.2.184>
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. 162–169. <https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- Matheson, D., & Spranger, K. (2001). Content Analysis of the Use of Fantasy, Challenge, and Curiosity in School-Based Nutrition Education Programs. *Journal of Nutrition Education*, 33(1), 10–16. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60004-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60004-3)

- Mayer, R. E. (2019). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology*, 70, 531–549. <https://doi.org/10.1146/AN-NUREV-PSYCH-010418-102744>
- McCann, D. C., & Prentice, N. M. (1981). Promoting moral judgment of elementary school children: The influence of direct reinforcement and cognitive disequilibrium. *Journal of Genetic Psychology*, 139(1), 27–34. <https://doi.org/10.1080/00221325.1981.10533433>
- Newzoo. (2020, Maio 8). The World's 2.7 Billion Gamers Will Spend \$159.3 Billion on Games in 2020; The Market Will Surpass \$200 Billion by 2023. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://newzoo.com/insights/articles/newzoo-games-market-numbers-revenues-and-audience-2020-2023>
- Novak, J. (2012). *Game Development Essentials: An Introduction* (3rd ed.).
- Oblinger, D. (2006). Games and Learning. Digital games have the potential to bring play back into the learning experience. *EDUCAUSE Quarterly Magazine*, Vol. 29, no.3, Viewpoint, 5–7. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/games-and-learning>
- Piaget, J. (1951). Play, dreams and imitation in childhood. Em *Play, Dreams and Imitation in Childhood* (1st Editio). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315009698>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), 411–420. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.006>
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>
- Squire, K. (2003). Video Games in Education. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming*, 2, 49–62. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?session-id=2732597700C0F1228D6684853CE32445?doi=10.1.1.100.8500>
- Statista. (2021, Janeiro 29). Video game market value worldwide from 2012 to 2023 (in billion U.S. dollars). Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em www.statista.com/statistics/292056/video-game-market-value-worldwide/
- Steinkuehler, C., Squire, K., & Barab, S. (2012). Games, learning, and society: Learning and meaning in the digital age. Em *Games, Learning, and Society: Learning and Meaning in the Digital Age*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139031127>
- Toprac, P. (2011). Motivating by Design: Using Digital-Game Based Learning Techniques to Create an Interesting Problem-Based Learning Environment Chapter:14. Em P. Felicia (Ed.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (pp. 283–309). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.CH014>
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review*, vol.41, no.2, 16–30. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Em M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292>
- Worsley, M., & Blikstein, P. (2015). Using learning analytics to study cognitive disequilibrium in a complex learning environment. *ACM International Conference Proceeding Series*, 16-20-March-2015, 426–427. <https://doi.org/10.1145/2723576.2723659>
- xRavenXP. (17 de janeiro de 2016). [LONG-PLAY] SNES - Super Mario All-Stars - Super Mario Bros 2 (HD, 60FPS). Acedido a 22 de dezembro de 2020, disponível em <https://youtu.be/HjKL-BOzjrw?t=946>
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>

2.2. Experiências educativas em realidade virtual

Em adição a todos os fatores que o recurso aos jogos em contextos educativos proporciona, como debatido nos subcapítulos anteriores sobre o Ensino- -Aprendizagem, o recurso à RV nestes contextos possibilita que qualquer estudante possa ir além do que a sua própria realidade em contexto de aula lhe permite, de modo a obter novos entendimentos que complementem o seu conhecimento já existente (Aiello et al., 2012; Eschenbrenner et al., 2008; Stavroulia et al., 2019). Além disso, outro contributo que os sistemas em RV vêm acrescentar aos contextos educativos é, como muitos autores estudam (Aiello et al., 2012; Ghani et al., 2020; Kim et al., 2017; Schuemie et al., 2004; Servotte et al., 2020; Slater, 2018; Stavroulia et al., 2019), a capacidade que este sistema tem em deixar os jogadores imersos nesses contextos de aprendizagem e, por conseguinte, criar um sentimento de presença do próprio jogador no ambiente virtual.

Segundo Slater (2018), devido aos preços cada vez mais acessíveis dos dispositivos de RV, à crescente capacidade de receber e apresentar grandes quantidades de informações ao jogador nestes dispositivos, e dado o crescente aprimoramento que foi existindo na imagem gráfica dos ambientes virtuais, veio-se a permitir que, para além de mais utilizadores conseguirem adquiri-los e realizarem inúmeros testes com estes dispositivos, possibilitou ainda que estes ambientes proporcionassem altos níveis de imersão aos seus utilizadores. Esta última possibilidade deve-se, como Slater (2018) esclarece, à capacidade que o sistema de RV tem para reconhecer e acompanhar o movimento da cabeça do jogador, reproduzindo-o fielmente e em tempo real no ambiente virtual (Kim et al., 2017). O termo “Imersão” pode ser caracterizado como a crença que o jogador desenvolve de que se encontra no ambiente virtual (Mestre et al., 2006). Mestre et al. (2006) explicam ainda que, uma estratégia que promove o sentimento de imersão no jogador passa por remover quaisquer estímulos reais, e substituí-los por estímulos virtuais que correspondam aos do mundo real. Por outras palavras, quanto mais fiéis os estímulos virtuais forem dos estímulos existentes no mundo real, mais imersiva uma experiência se torna. Deste modo, como Jerald (2018) argumenta, através do conceito da extensividade, o jogador passa a ter quase todos os seus sentidos – visão, audição, háptico – imersos no ambiente virtual. Como Kim et al. (2017) completa, é através da imersão sentida pelo jogador que permite que este passe a encarnar a personagem no mundo virtual como sendo ele mesmo, bem como aceitar os objetivos propostos a serem cumpridos como se de uma tarefa real se tratasse (Kim et al., 2017).

Relativamente à presença sentida pelos jogadores em ambiente de RV, Servotte et al. (2020) caracterizam este sentimento como uma ilusão subjetiva por parte do jogador, onde subconscientemente este passa a acreditar que o que observa no ambiente virtual é a sua realidade onde, de igual modo, aceita como autêntica a interação que tem com os indivíduos, ou objetivos virtuais que lhe são propostos, passando a executá-los de forma natural (Stavroulia et al., 2019). Slater (2018) defende que, com base na ilusão que o jogador sente de estar realmente no ambiente, ainda que saiba ser meramente virtual, o seu sistema perceptivo entra em ação para que todos os seus movimentos ocorram de modo automático em prol da sua proteção. Como o autor explica:

“It is a perceptual but not a cognitive illusion, where the perceptual system, for example, identifies a threat (the precipice) and the brain-body system automatically and rapidly reacts (this is the safe thing to do), while the cognitive system relatively slowly catches up and concludes ‘But I know that this isn’t real’. But by then it is too late, the reactions have already occurred.”¹²

(Slater, 2018, p.432)

Esta capacidade que o sistema de jogos e experiências interativas em RV tem de proporcionar altos níveis de imersão e sentimentos de presença nos jogadores, permitiu que os dispositivos de RV fossem considerados como uma mais-valia no seu uso em contextos de educação (Häfner et al. 2018 apud Hamilton et al., 2021). Além disso, e como referido anteriormente com o conceito *Situated Understanding* referido por Shaffer et al. (2005) (cf. pg 14), também os jogos e experiências interativas em RV permitem que os estudantes adquiram novas habilidades ao experimentarem em primeira pessoa, com os seus próprios gestos, determinada interação através de diferentes perspetivas, ou seja, reforçando de um modo prático e repetitivo os conceitos abordados em aula (Çalışkan, 2011; Hamilton et al., 2021; Stavroulia et al., 2019).

Contudo, ainda que experiências em RV se apresentem como uma mais-valia ao procurarem simular contextos aproximados aos do mundo real, existem ainda aspetos a serem considerados antes e durante o desenvolvimento destas experiências em contextos educativos, para que estas se tornem realmente eficazes (Stavroulia et al., 2019), visto que, como Chen (2006) evidencia *“Tools by themselves do not teach.”¹³* (Chen, 2006).

Assim, segundo Eschenbrenner et al. (2008) e Shepherd (2020) deve-se considerar qual o benefício que a experiência em RV acrescenta para além do que a educação tradicional consegue transmitir ao aluno. Ou seja, deve-se compreender quais os melhores contextos a serem apresentados no ambiente virtual que se alinhem aos objetivos curriculares (Eschenbrenner et al., 2008). Para isso sugere-se que exista uma revisão do conteúdo que se pretenda

¹²[T.L] “É uma ilusão perceptual, mas não cognitiva, onde o sistema perceptivo, por exemplo, identifica uma ameaça (o precipício) e o sistema cérebro-corpo reage automática e rapidamente (esta é a coisa mais segura a se fazer), enquanto o sistema cognitivo assimila de forma relativamente lenta e conclui ‘Mas eu sei que isto não é real’. Mas já é tarde demais, as reações já ocorreram.”

¹³[T.L] “As ferramentas por si só não ensinam.”

retratar no ambiente virtual tanto a nível dos objetivos de aprendizagem, como a nível dos conhecimentos teóricos pretendidos a serem assimilados após a experiência (Chen, 2006; Shepherd, 2020).

Outro aspeto a ser considerado durante a criação de uma experiência interativa com fins educativos é que nem todos os professores e alunos têm qualquer experiência sobre como devem interagir com o ambiente virtual (Eschenbrenner et al., 2008). Deste modo, torna-se importante existir um momento onde o utilizador possa familiarizar-se com o sistema de interação da respetiva experiência, uma vez que, caso o jogador se sinta perdido quanto ao modo de interagir com o ambiente, o processo de aprendizagem pode ser prejudicado (Eschenbrenner et al., 2008; Pantelidis, 2010; Stavroulia et al., 2019).

2.2.1. Exemplos de experiências educativas em realidade virtual

Após uma revisão da literatura direcionada, quer às mais-valias do recurso a experiências interativas com fins educativos, quer às respetivas considerações a serem tidas em conta durante o processo de conceção destas experiências, realizamos uma revisão da literatura sobre projetos de realidade virtual que já foram desenvolvidos com o objetivo de serem um suplemento aos contextos de ensino. Com base nesta pesquisa pretendemos compreender que estratégias foram abordadas nestes projetos, bem como, quais foram os seus objetivos.

Podemos constatar a existência de estudos desenvolvidos em RV destinados à **área das Ciências**.

Experiência sobre reações químicas



Figura 5. Captura de ecrã do vídeo disponibilizado por Liou & Chang (2018). Disponível em < <https://youtu.be/f0ORMsvX8UU?t=16> >. Acedido a 15 de Novembro de 2021.

Tendo como exemplo os estudos de Liou & Chang (2018) que desenvolveram uma experiência educativa de uma sala de aula virtual, apresentada na **Figura 5**, onde os alunos do ensino secundário estudaram, na prática, a combinação dos elementos químicos da tabela periódica. Esta experiência permitiu que os alunos percebessem as reações químicas entre elementos que, de outro modo, seria impossível de realizarem em contexto de aula tradicional devido a questões de segurança (Liou & Chang, 2018). No ambiente virtual,

através da movimentação e do pressionar dos botões do comando de RV, os estudantes tiveram ainda a oportunidade de observar de perto cada elemento da tabela periódica, bem como de aceder a um painel de informações mais precisas acerca do elemento selecionado. Como estes autores explicam, sem o auxílio do sistema de realidade virtual, a componente educativa desta matéria limita-se às explicações e ilustrações presentes no livro da respetiva disciplina, bem como, às simples demonstrações apresentadas pelos professores (Liou & Chang, 2018).

Experiência sobre anatomia Humana

Outro projeto em RV, igualmente desenvolvido pelos autores Liou & Chang (2018) foi a criação de um sistema que permitiu aos alunos estudarem o corpo humano através de vários pontos de vista e níveis de detalhe, como presente na Figura 6. Neste ambiente de RV, os estudantes conseguiram filtrar e analisar as diferentes categorias de sistemas do corpo humano, de entre os quais, os ossos, os músculos, os nervos, e entre outros sistemas (Liou & Chang, 2018). Em complemento, através do manuseamento do comando de RV, tiveram a oportunidade de ajustar o ângulo de visão do corpo humano (Liou & Chang, 2018). Estes aspetos, segundo os autores, seriam pouco desenvolvidos através do diagrama ilustrativo do corpo humano, num cartaz de parede, ou através do modelo físico de grandes dimensões do corpo humano, uma vez que não permite a interatividade e exploração por parte dos estudantes.



Figura 6. Captura de ecrã do vídeo disponibilizado por Liou & Chang (2018). Disponível em < <https://youtu.be/1HiZjyISDkA?t=87> >. Acedido a 15 de Novembro de 2021.

Experiência sobre as disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática

Holly et al. (2021) desenvolveram um laboratório de física em RV denominado de “Marron”. Este visa apresentar os conteúdos das disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática através de uma estratégia imersiva e envolvente (Holly et al., 2021). Para estes autores, a falta de interesse e entusiasmo por parte dos alunos, para estudar e compreender os assuntos destas disciplinas, apresentam-se como um dos motivos para que muitos estudantes as descrevam como aborrecidas, complicadas e desinteressantes.



Figura 7. Vista da sala principal no laboratório Marron com diferentes secções de aprendizagem (Holly et al., 2021).

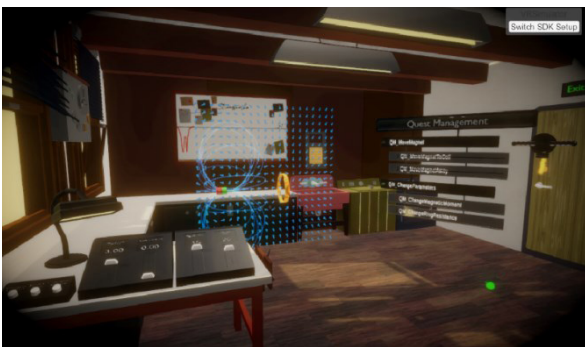


Figura 8. Laboratório retro-futurístico com sistema de gestão de missões. (Holly et al., 2021).



Figura 9. Laboratório de teste de materiais virtuais. (Vergara et al., 2016).

Deste modo, como solução Holly et al. (2021) apresentaram este laboratório em RV composto por uma sala principal do laboratório (Figura 7) onde os estudantes conseguem escolher em qual secção de experiências desejam entrar. Nesta sala os estudantes têm a liberdade de se teletransportar livremente para qualquer direção que desejem. Assim que optem por entrar numa secção da experiência, basta teletransportarem-se para a marca azul e esta serve de portal para outro ambiente relativo à experiência escolhida (Holly et al., 2021). Um exemplo de secção de experiência desenvolvida por estes autores é o Laboratório retro-futurístico (Figura 8), onde é apresentada uma lista com missões, e respetivas tarefas, onde o estudante tem de seguir as instruções para concluir a missão.

Verificamos também aplicação da RV na área da **Engenharia**.

Experiência num laboratório de engenharia virtual

Vergara et al. (2016) apresentam uma abordagem educativa de um laboratório em RV, presente na Figura 9, que visa testar a assimilação dos estudantes, perante a informação previamente transmitida através de aulas, palestras, ou de tutoriais em formato de vídeo. Segundo os autores, esta abordagem consegue colmatar a falta de espaço nos laboratórios reais que, devido à densidade dos

alunos nesse ambiente, nem todos têm a oportunidade de ver e compreender a explicação do professor (Vergara et al., 2016).

De acordo com Vergara et al. (2016) os equipamentos moldados neste laboratório são compostos por todas as opções de operação que as máquinas de engenharia apresentam, visando uma maior familiarização dos estudantes, com todos os componentes de uma máquina real (Figura 10) (Vergara et al., 2016).

Torna-se pertinente referir que, como (Vergara et al., 2016) esclarecem, este teste de compreensão desenvolvido em RV tem por base todos os aspetos presentes um teste de compreensão real, onde os estudantes devem seguir uma realizar de tarefas para a conclusão dos exercícios.

Podemos constatar ainda a existência de estudos desenvolvidos em RV destinado à área da Engenharia Civil.

Experiência no centro de aprendizagem em Realidade Virtual

Chou et al. (1997) apresentaram experiência educativa que permite auxiliar a compreensão dos alunos acerca de conceitos abstratos sobre análise estrutural. Como os autores esclarecem, a análise estrutural é um tema bastante pertinente na área da engenharia civil. Contudo, este apresenta-se um tema de difícil compreensão por parte dos estudantes, colocando em causa a sua motivação do estudo, visto que se trata de um tema com conceitos bastante abstratos e, por conseguinte, tornam-se difíceis de os visualizar como, por exemplo, o equilíbrio da força, e a transferência da força entre os membros estruturais arquitetónicos e os seus respetivos apoios (Chou et al., 1997). Em complemento, os autores defendem que as representações destes conceitos através de ilustrações 2D no papel, ou através dos desenhos dos professores nos quadros de aula, não se apresentam totalmente eficazes (Chou et al., 1997).

Deste modo, a experiência desenvolvida por estes autores, visa promover uma eficaz aprendizagem através da representação visual dos conceitos, aplicados em contextos próximos do real, bem como, através da manipulação dos objetos 3D. Como descrito por Chou et al. (1997), e como presente na Figura 11, esta experiência apresenta um edifício composto por três andares, sendo que, cada andar corresponde a um capítulo do livro de estudos. Quer no segundo, quer no terceiro andar existem divisórias físicas que separam cada subcapítulo existente dentro desses dois capítulos do livro (Chou et al., 1997).

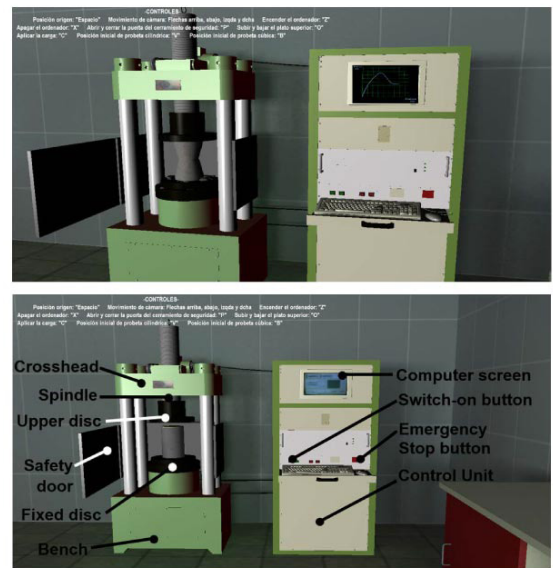


Figura 10. Equipamento 3D com todas as opções de operação, sem legenda em cima, e com legenda em baixo. (Vergara et al., 2016) adaptado pela Investigadora, 2022.

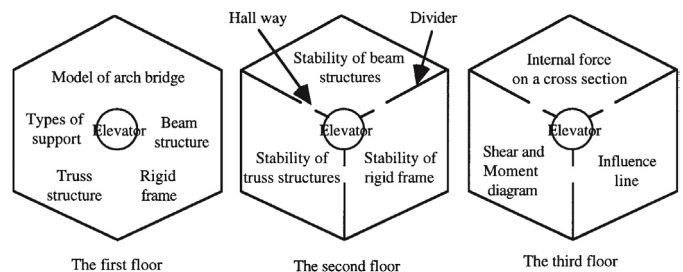


Figura 11. Planificação dos andares para o centro de aprendizagem em RV (Chou et al., 1997).

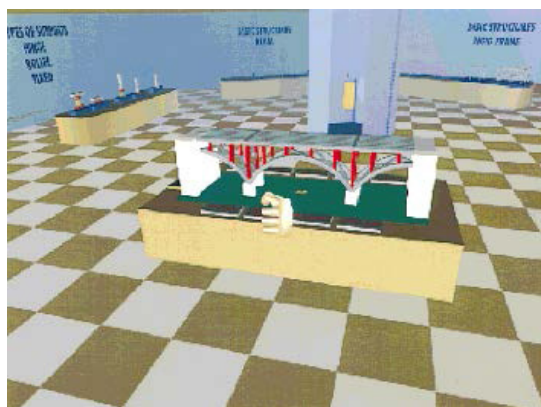


Figura 12. Captura de ecrã do centro de aprendizagem em RV que apresenta os tipos de suportes e de estruturas, bem como, um exemplo de uma estrutura de uma ponte em arco (Chou et al., 1997).



Figura 13. Captura de ecrã do estudante posicionado por baixo da ponte, num barco de modo a observar a arquitetura da ponte em arco (Chou et al., 1997).

A interação neste centro de aprendizagem é realizada através do movimento do comandos de RV, do toque com a mão virtual, ou do segurar nos elementos 3D (Chou et al., 1997). No que se refere à observação nos elementos, como os autores explicam, este podem ser observado em todos os pontos de vista como, por exemplo, na **Figura 12**, onde os estudantes conseguem observar a estrutura da ponte tanto em vista aérea, como através de uma perspectiva em tamanho real, onde os estudantes são transportados para um barco que se move por baixo da ponte, como representado na **Figura 13**.

Com base revisão da literatura realizada neste subcapítulo verificou-se que as experiências educativas aqui abordadas baseia-se em inúmeros conteúdos debatidos nos subcapítulos anteriores, nomeadamente: as teorias de aprendizagem, como os conceitos Situated Understanding, e Desequilíbrio Cognitivo, e os fatores motivacionais, desafio, fantasia e curiosidade.

Relativamente ao conceito Situated Cognition, pôde-se constatar que em todas as experiências desenvolvidas, existiu por parte dos autores, o objetivo de transportar os alunos para novos ambientes práticos e próximos do contexto real, de modo a criar ou aumentar o conhecimento destes mesmos em determinado assunto lecionado.

Contudo, no que se refere ao conceito de Desequilíbrio Cognitivo, somente a terceira experiência apresentada, do laboratório de física “Marron”, de Holly et al. (2021), e a quarta experiência, do laboratório de engenharia virtual, de Vergara et al. (2016), é que apresentam ao estudante a oportunidade de verificar se o seu conhecimento se encontra correto, através de recompensas ou penalizações. Ou seja, estas duas experiências apresentam um objetivo final aos estudantes, tendo este por base a execução de uma série de tarefas no ambiente virtual para que a experiência seja bem sucedida. Na experiência “Marron” estas tarefas são apresentadas assim que o estudante entra numa secção do laboratório. Já na experiência do laboratório de engenharia virtual o estudante tem de seguir uma série de passos apresentados no teste de compreensão para que os equipamentos funcionem corretamente. Esta abordagem permite que os estudantes adotem várias estratégias de execução de uma única tarefa até a compreenderem corretamente e, assim, consigam iniciar a tarefa seguinte. Esta

teoria, debatida anteriormente com base nos estudos de Barrouillet (2015), Kibler (2011), McCann & Prentice (1981), Van Eck (2006) e Worsley & Blikstein (2015), permite que se criem novos modelos mentais na mente do estudante, o que desenvolverá uma melhoria do seu conhecimento no tema a ser lecionado. As demais experiências de Liou & Chang (2018) e Chou et al. (1997) permitem, somente, que os estudantes interajam e observem livremente os modelos 3D, sem qualquer recompensa ou penalização pela correta, ou incorreta interação.

No que concerne aos fatores motivacionais e, dada a existência de inúmeras tarefas tanto na experiência “Marron”, como na experiência do laboratório de engenharia virtual, verificou-se que estas duas experiências apresentaram também o fator motivacional do desafio, onde os estudantes têm de compreender as tarefas solicitadas, procurar por soluções, e assim concluir o desafio proposto. Em relação ao segundo fator motivacional, a fantasia, considerou-se que somente a experiência “Marron” é que apresentou este fator, visto que, nas descrições apresentadas pelos autores, o espaço foi idealizado para que o estudante fosse transportado para um ambiente retro-futurista, onde teria de concluir uma missão, para solucionar o problema apresentado. Por fim, considerou-se que o fator motivacional da curiosidade esteve presente em todas as experiências, quer através do manuseamento e observação de novas informações que, de outra forma os alunos não conseguiram observar em contexto de aula, mas também através dos desafios apresentados em duas das cinco experiências.

Contudo, em nenhuma das experiências os autores mencionaram a existência de um contexto narrativo que, intensificasse tanto a componente da fantasia, descrita por Malone (1980), como melhorasse a aprendizagem sobre os assuntos letivos aplicados em situações reais, como descrito por Vygotsky (1980) na sua teoria Sociocultural. Como referido no ponto 2.1.2, o recurso à fantasia, permitiste que os estudantes encarnem um papel que contextualizará toda a ação que o estudante tem de desencadear no mundo virtual, melhorando assim o interesse e envolvimento dos alunos (Vygotsky, 1980; Malone, 1980; Charsky, 2010; Matheson & Spranger, 2001).

Em suma, podemos destacar algumas diretrizes a serem aplicadas na presente investigação, de entre as quais: a capacidade da experiência educativa transportar o estudante para um mundo virtual, inspirado em contextos reais, que lhe permita aplicar e vivenciar os três níveis de processamento e de design; a possibilidade do estudante se deparar com conflitos narrativos e, conseqüentemente, tentar resolvê-los através das tarefas propostas; e a capacidade da experiência permitir que o estudante reflita sobre as suas tomadas de decisões, onde serão retiradas conclusões, e assim este melhore os seus conhecimentos previamente adquiridos.

Referências bibliográficas intercalares

- Aiello, P., D'Elia, F., Di Tore, S., & Sibilio, M. (2012). A Constructivist Approach to Virtual Reality for Experiential Learning: <https://doi.org/10.2304/ELEA.2012.9.3.317>
- Barrouillet, P. (2015). Theories of cognitive development: From Piaget to today. *Developmental Review*, 38, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.004>
- Çalışkan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239–3243. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.278>
- Charsky, D. (2010). From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics: *Games and Culture*, 5(2), 177–198. <https://doi.org/10.1177/1555412009354727>
- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39–63. <https://doi.org/10.14742/AJET.1306>
- Chou, C., Hsu, H. L., & Yao, Y. S. (1997). Construction of a virtual reality learning environment for teaching structural analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(4), 223–230.
- DD0933005251. (21 de julho de 2017). VR Chemical frame reaction experiment. Acedido a 15 de novembro de 2021, disponível em <https://youtu.be/f0ORMsvX8UU?t=16>
- DD0933005251. (21 de julho de 2017). VR Human Body System. Acedido a 15 de novembro de 2021, disponível em <https://youtu.be/lHiZjyISDkA?t=87>
- Eschenbrenner, B., Nah, F. F. H., & Siau, K. (2008). 3-D Virtual Worlds in Education: Applications, Benefits, Issues, and Opportunities. *Journal of Database Management*, 19(4), 91–110. <https://doi.org/10.4018/JDM.2008100106>
- Ghani, I., Rafi, A. & Woods, P. (2020). The effect of immersion towards place presence in virtual heritage environments. *Pers Ubiquit Comput* 24, 861–872. <https://doi.org/10.1007/s00779-019-01352-8>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. 0123456789) *J. Comput. Educ*, 8(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR Experiences – Expectations for Teaching and Learning in VR. *Educational Technology & Society*, 24(2), 107–119. <https://www.jstor.org/stable/27004935>
- Jerald, J. (2018). Human-Centered VR Design: Five Essentials Every Engineer Needs to Know. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38, 15–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.021951628>
- Kibler, J. (2011). Cognitive Disequilibrium. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, 380–380. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79061-9_598
- Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. *Sensors* 2017, Vol. 17, Page 1141, 17(5), 1141. <https://doi.org/10.3390/S17051141>
- Liou, W. K., & Chang, C. Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology, IT 2018, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SPIIT.2018.8350861>
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. 162–169. <https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- Matheson, D., & Spranger, K. (2001). Content Analysis of the Use of Fantasy, Challenge, and Curiosity in School-Based Nutrition Education Programs. *Journal of Nutrition Education*, 33(1), 10–16. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60004-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60004-3)
- McCann, D. C., & Prentice, N. M. (1981). Promoting moral judgment of elementary school children: The influence of direct reinforcement and cognitive disequilibrium. *Journal of Genetic Psychology*, 139(1), 27–34. <https://doi.org/10.1080/00221325.1981.10533433>
- Mestre, D., Fuchs, P., Berthoz, A., & Vercher, J. L. (2006). Immersion et présence. *Le traité de la réalité virtuelle*. Paris: Ecole des Mines de Paris, 309–38.

- Pantelidis, V. (2010). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model ... *Themes in Science and Technology Education*, 2(1), 59–70.
- Schuemie, M. J., Van der Straaten, P., Krijn, M., & Van der Mast, C. A. P. G. (2004). Research on Presence in Virtual Reality: A Survey. *http://www.liebert-pub.com/cpb*, 4(2), 183–201. <https://doi.org/10.1089/109493101300117884>
- Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>
- Shepherd, I. (2020). Enhancing the Online Education Experience Using Virtual Reality. *Tertiary Online Teaching and Learning*, 7(1), 35–44. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8928-7_4
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British journal of psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/BJOP.12305>
- Stavroulia, K.-E., Christofi, M., Zarraonandia, T., Michael-Grigoriou, D., & Lanitis, A. (2019). Virtual Reality Environments (VREs) for Training and Learning. 195–211. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8265-9_10
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review*, vol.41, no.2, 16–30. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
- Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). New approach for the teaching of concrete compression tests in large groups of engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(2), 05016009.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Em M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292>
- Worsley, M., & Blikstein, P. (2015). Using learning analytics to study cognitive disequilibrium in a complex learning environment. *ACM International Conference Proceeding Series*, 16-20-March-2015, 426–427. <https://doi.org/10.1145/2723576.2723659>

2.3. Design de interação em experiências de realidade virtual

A criação de ambientes em RV veio possibilitar o surgimento de um novo paradigma de interação entre Homem-Computador. Como Bowman & Hodges (1999) referem, através deste paradigma o utilizador no lugar de ter um papel passivo que recebe estímulos visuais e auditivos como acontece pela tela do computador, passa a ter um papel ativo onde faz parte e participa no ambiente virtual que o rodeia.

Deste modo, torna-se indispensável recorrer ao estudo do design de interação aplicado a contextos de experiências interativas em RV, a fim de se proporcionar uma experiência de utilizador o mais otimizada possível nos ambientes virtuais (Larocco, 2020). Segundo a norma ISO 9241-110, a experiência de utilizador diz respeito às percepções e respostas do utilizador, que incluem as suas respetivas emoções, crenças, preferências, percepções, conforto, comportamentos e realizações antes, durante e após o uso de determinado sistema, produto ou serviço (International Organization for Standardization, 2020)

Larocco (2020) argumenta que apresentar uma experiência otimizada ao jogador é, por conseguinte proporcionar-lhe uma experiência com o ambiente que vá de encontro às expectativas de respostas que lhe são sugeridas assim que entra neste ambiente, evitando o fator de choque e de *motionsickness* e promovendo uma maior imersão e sentimento de presença no ambiente virtual (Larocco, 2020). Kim et al. (2020) esclarece ainda que, assim que o jogador demonstrar elevados níveis quer de presença, quer de imersão, irá apresentar uma aprimorada prestação, durante e após a realização da tarefa, sendo esta concluída com maiores taxas de sucesso (Kim et al., 2020; Loup-Escande et al., 2016).

Relativamente à área do Design de Interação como campo investigativo, Saffer (2007) explica que esta área está diretamente relacionada com a compreensão dos comportamentos. Deste modo, os designers desta área procuram produzir soluções que se apresentem úteis, utilizáveis e prazerosas de serem usadas com base nas necessidades e objetivos verificados do público-alvo da solução em questão – Design Centrado no humano (Saffer, 2007). Segundo apresentado pela plataforma de usabilidade, Usability.gov (s.d) os profissionais em design de interação procuram compreender como determinada tecnologia pode e deve comunicar com o seu utilizador, bem como o utilizador interagir com a tecnologia. Com base neste entendimento é possível antecipar-se qualquer modo de interação com qualquer tipo sistema que se desenvolva (Usability.gov, s.d)

Norman (2013) argumenta que quando um utilizador interage com determinado produto, passa por um processo de geração de conhecimento acerca desse produto, onde procura compreender o que faz, como o faz, e que ações sobre este produto são possíveis de serem realizadas, sendo este processo denominado de descoberta. De modo a se compreender como uma experiência em RV pode apresentar ao jogador um processo de descoberta tanto a nível da interação desenvolvida neste ambiente, como das mecânicas neste ambiente, procurou-se relacionar nos parágrafos que se seguem os conceitos de *affordances*, *signifiers*, *constraints*, *feedback* apresentados por Norman (2013) e o contexto de experiências interativas em RV.

Deste modo, as *affordances*, também entendidas por possibilidades de interação, são o que define que ações são possíveis de realizar perante um objeto (Interaction Design Foundation, s.d). Segundo Norman (2013), *affordances* podem ser vistas como gestos sugeridos sobre como determinado objetivo pode ser usado mediante as propriedades que este apresenta, e as capacidades do seu utilizador de interagir com esse objeto. Por exemplo, a existência de uma mão virtual que permite o estabelecimento da *affordance* de selecionar, mover, ou controlar algo no ambiente virtual (Jerald, 2018). Outro exemplo apresentado por Shin (2017) é o de fornecer ao jogador uma pista que o ajude a perceber quando existe uma possibilidade de interação como, por exemplo, o destaque do respetivo objeto. Com base nas *affordances* Norman (2013), apresenta o conceito de *signifiers* que procuram facilitar o modo como se comunica uma *affordance* ao utilizador. Ou seja, por onde este deve interagir com determinado objeto, podendo ser através de sinais, imagens ou mesmo sons que guiem o jogador para a execução do gesto mais adequado que permita a interação com o objetivo pretendido (Jerald, 2018; Norman, 2013). Jerald (2018) destaca ainda que para a conceção de um *signifier* num ambiente virtual não tem de se limitar a estímulos, sejam visuais ou auditivos, que se localizem no próprio objeto a interagir. Podem ser apresentados, por exemplo, como informações gerais citadas que expliquem a interação no espaço, evitando uma futura frustração por este não saber por onde começar a interagir (Jerald, 2018).

Relativamente ao conceito dos *constraints*, ou restrições em português, Norman (2013) descreve-o como limitações físicas que restringem as possibilidades de interação com algo no ambiente. Na área do design de interação o recurso a restrições pode simplificar determinada interação que o utilizador desempenhe num ambiente, melhorando assim a sua eficiência de resolução (Bawman et al., 2004 apud Jerald, 2018). No âmbito da realidade virtual, uma restrição quando aliada a um *signifiers* de modo eficaz, permite que os jogadores consigam interpretar mais facilmente o modo de interagir com o ambiente.

A empresa americana de controlo de movimentos em ambientes virtuais, LeapMotion (2015), atual UltraLeap, sugere que, mediante o objetivo da interação e de modo a se evitar erro do utilizador começar a interagir com outros elementos quando não intencionados, recorrer-se ao bloqueio de determinados objetos momentaneamente apresenta-se como outro fator determinante de uma boa experiência do jogador no mundo virtual.

A existência de *feedback* em ambientes virtuais é outro aspeto que não é só apropriado, como também essencial a uma boa experiência de utilizador (Jerald, 2018). O *feedback* descreve o ato de comunicar ao utilizador o resultado que a sua interação proporcionou no respetivo ambiente ou objeto (Norman, 2013; Saffer, 2007). Outra explicação apresentada por Jerald (2018), é de que o *feedback*, para além de informar o utilizador sobre o desfecho das suas ações, também permite apresentar o estado em que determinada tarefa se encontra. Como este autor enumera, exemplos de *feedback* podem ser a programação de um som ou alteração de cor assim que o jogador toca no objeto pretendido. Por outro lado, o *feedback* pode ainda ser entregue ao jogador a nível háptico através da vibração dos comandos de RV assim que a mão virtual colida com algum *collider*¹⁴ (Jerald, 2018). Contudo, o recurso ao *feedback* pode prejudicar a experiência do utilizador quando usado em demasia (Jerald, 2018; Norman, 2013). Quando um jogador recebe muito *feedback*, como Jerald (2018) argumenta, os seus sentidos ficam sobrecarregados proporcionando assim uma experiência confusa e frustrante ao utilizador.

Em suma, é necessário ter-se em consideração não só os aspetos relacionados com a aprendizagem, mas também os aspetos técnicos e visuais a serem aplicados nas experiências em ambientes virtuais. Desta forma torna-se imprescindível, durante a criação de uma experiência, a resposta tanto às necessidades de aprendizagem, como à experiência que o jogador tenha nestes ambientes. Como referido anteriormente, quanto melhor for projetada uma experiência interativa educativa, melhor os níveis de presença e de imersão apresentados pelos alunos que, por conseguinte, proporcionarão um maior interesse nos conceitos a serem assimilados (Huang et al., 2020; Schrader & Bastiaens, 2012; Winn et al., 2002).

¹⁴ Um collider é um elemento invisível que se encontra anexado a qualquer elemento 3D, também denominado por Game Object. Quando dois GameObjects colidem, ativam-se determinados eventos que tenham sido previamente programados (Unity Technologies, 2022). No exemplo mencionado, quando a mão virtual (GameObject A) colidir com um cubo (GameObject B) que tenha o respetivo collider ativo, ocorre a vibração do comando de RV representado pela mão virtual.

Referências bibliográficas intercalares

- Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1999). Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments. *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(1), 37–53. <https://doi.org/10.1006/JVLC.1998.0111>
- Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A.-S. (2020). Influence of Students' Learning Style, Sense of Presence, and Cognitive Load on Learning Outcomes in an Immersive Virtual Reality Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596–615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>
- Interaction Design Foundation. (sem data). What are Affordances? Acedido a 28 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/topics/affordances>
- International Organization for Standardization. (2020). ISO 9241-110:2020 Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Interaction principles. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-110:ed-2:v1:en>
- Jerald, J. (2018). Human-Centered VR Design: Five Essentials Every Engineer Needs to Know. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38, 15–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.021951628>
- Kim, Y. M., Rhiu, I., & Yun, M. H. (2020). A Systematic Review of a Virtual Reality System from the Perspective of User Experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(10), 893–910. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1699746>
- Larocco, M. (2020). Developing the «best practices» of virtual reality design: industry standards at the frontier of emerging media. *Journal of Visual Culture*, 19(1), 96–111. <https://doi.org/10.1177/1470412920906255>
- LeapMotion. (2015, Agosto 29). VR Design Best Practices. Where the physical and digital worlds... Medium. Acedido a 20 de dezembro de 2021, disponível em <https://medium.com/@LeapMotion/vr-design-best-practices-bb889c2dc70>
- Loup-Escande, E., Jamet, E., Ragot, M., Erhel, S., & Michinov, N. (2016). Effects of Stereoscopic Display on Learning and User Experience in an Educational Virtual Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220105>
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basickbooks.com
- Saffer, D. (2007). *Designing for interaction : creating innovative applications and devices* (Voices that matter (ed.); 2nd ed.). New Riders.
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 648–658.
- Shin, D. H. (2017). The role of affordance in the experience of virtual reality learning: Technological and affective affordances in virtual reality. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1826–1836. <https://doi.org/10.1016/j.TELE.2017.05.013>
- Unity Technologies. (2022, Junho 3). *Unity - Manual: Introduction to collision*. Acedido a 20 de dezembro de 2021, disponível em <https://docs.unity3d.com/Manual/CollidersOverview.html>
- Usability.gov. (sem data). *Interaction Design Basics | Usability.gov*. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.usability.gov/what-and-why/interaction-design.html>
- Winn, William & Windschitl, Mark & Fruiland, Ruth. (2002). When Does Immersion in a Virtual Environment Help Students Construct Understanding?.

2.4. Design emocional

O conceito de design emocional tem sido amplamente estudado por inúmeros investigadores na área do Design (Chitturi, 2009; Desmet & Hekkert, 2007; Fredrickson & Joiner, 2002; Helander & Khalid, 2006; Jordan, 1999; Norman, 2004). Segundo Norman (2004), design emocional, é uma área onde se desenvolvem produtos com o intuito de produzir experiências emocionais no respetivo público. Em complemento, Helander & Khalid (2006) argumentam que na área do design emocional deve existir uma harmonia entre o prazer produzido no utilizador, e a usabilidade, a estética, a atratividade e a beleza de um produto. Por sua vez, mediante a experiência de utilização existente, as emoções afetarão o modo como o utilizador se sente, se comporta, e pensa acerca de determinado contexto de interação (Desmet & Hekkert, 2007; Helander & Khalid, 2006; Norman (2004). Quando o produto se apresenta emocionalmente eficaz, isto é, seja atrativo ao seu utilizador, este último tornar-se-á mais criativo e tolerante a qualquer dificuldade de interação e compreensão que possa ocorrer durante a interação (Norman, 2004).

De acordo com Jordan (1999), o ser humano exerce uma procura constantemente por satisfazer as suas necessidades através de algo que lhe seja gratificante e lhe dê prazer no que se refere à valência afetiva. Como Norman (2004) argumenta, o ser humano é a espécie mais emocional de todas e, são as suas emoções que auxiliam as suas decisões diárias. Assim, cada Ser é caracterizado pela sua personalidade, medos, ou sonhos particulares, pelo que, estas diferentes características entre seres afetarão o modo como cada indivíduo irá interagir com determinado objeto, bem como, proporcionar uma panóplia de respostas emocionais (Jordan, 1999).

De acordo com Jordan (1999) produtos são potenciais fontes de emoções para aqueles que os possuem, usam, ou experimentam, possibilitando que se sintam felizes ou zangados, orgulhosos ou envergonhados, seguros ou inseguros (Jordan, 1999).

Em complemento, ao longo dos seus estudos relacionados com a emoção e o conceito da experiência de utilizador, Norman (2004) procurou compreender a relação existente entre as respostas emocionais dos utilizadores de determinado produto, e o próprio produto, a fim de compreender quais os tipos de design que podem ser associados a cada tipo de emoção (Ho & Siu, 2015). Deste modo, Norman (2004) apresenta os três níveis de processamento humano e de design, o visceral, o comportamental, e o reflexivo, que serão debatidos no próximo tópico desta investigação. Este autor apresenta estes três níveis ao descrever as diretrizes de design que, quando aplicadas, provocam emoções que se relacionam com mais intensidade em um ou dois dos três níveis.

Comparativamente, Jordan (1999) nos seus estudos sobre a emoção, definiu um enquadramento dos quatro fatores do prazer humano, definidos inicialmente com foco nas ciências comportamentais pelo antropólogo Lionel Tiger em 1992, nomeadamente o prazer físico, social, psicológico e ideológico. No que se refere ao prazer físico no contexto do design, como Jordan, (1999) esclarece, este diz respeito ao toque e ao cheiro, sendo que o primeiro pode ser medido através do toque num produto durante a uma interação, já o segundo diz respeito, por exemplo, ao cheiro que um produto pode ter pode ser novo. Este prazer físico pode ser equiparado ao nível visceral apresentado por Norman (2004), visto que este nível refere-se essencialmente à primeira impressão visual, háptica, ou olfativa.

O segundo prazer definido por Jordan (1999), o social, refere-se à partilha de momentos com os pares, com o recurso a produtos que promovem uma interação no âmbito social, como, por exemplo, uma máquina de café numa reunião, ou um produto eletrónico que origina um debate entre um grupo social. Este tipo de prazer pode ser enquadrado tanto no nível comportamental pela praticidade que estes produtos podem gerar nos eventos descritos, como no nível reflexivo devido à partilha dos feitos ou opiniões entre pares de um grupo social (Norman, 2004).

No que se refere ao prazer psicológico, este advém dos momentos posteriores à realização de uma tarefa com determinado produto, relacionando-se assim com o conceito de uma boa usabilidade, que permite a existência de uma experiência de utilização positiva e satisfatória ao utilizador (Jordan, 1999). Para este prazer, Norman (2004) compara-o com o nível comportamental que, quando aplicado corretamente proporcionará um sentido de controlo e conhecimento por parte dos utilizadores.

Por fim, o prazer ideológico apresentado por Jordan (1999) refere-se aos valores que um produto apresenta, como o exemplo que o autor apresenta do uso de um produto biodegradável, evidenciando assim a preocupação pela responsabilidade ambiental por parte do utilizador. Comparativamente com os estudos realizados por Norman (2004), este quarto prazer pode ser relacionado com o nível reflexivo por apresentar uma mensagem e significado com o qual determinado utilizador pode-se identificar.

Para Desmet & Hekkert (2002) no processo de criação de um produto de design, na área de design emocional, é essencial uma compreensão, por parte dos profissionais, acerca emoções que determinados produtos já existentes no mercado provocam nos seus utilizadores para que, assim, se consigam criar soluções centradas nas necessidades e desejos do público-alvo. Estes autores argumentam que as respostas emocionais apresentadas pelos utilizadores não são determinadas pelo momento exato da interação, mas sim por uma posterior

avaliação e interpretação destas mesmas no momento da interação onde serão avaliadas as causas das emoções despoletadas (Desmet & Hekkert, 2002). Em complemento, segundo Chitturi (2009), a avaliação de uma experiência deve ter por base tanto as respostas emocionais positivas como negativas. Além disso, esta avaliação não se deve restringir somente ao momento de interação ou de consumo, visto que, a experiência dos utilizadores permanecerá e influenciará os seus comportamentos seguintes (Chitturi, 2009; Pieter Desmet & Hekkert, 2007; Norman, 2004).

Como Desmet (2018) esclarece:

¹⁵ [T.L] “(...) Todo design evoca emoções, e essas emoções são cruciais para a disciplina de design, porque se um design não for apelativo, as pessoas não o comprarão, e se o possuírem, não o usarão. Ao mesmo tempo, no entanto, também as emoções são desafiadoras porque são subjetivas. Pessoas diferentes terão emoções diferentes (...)”

“(...) All design evokes emotions, and these emotions they are crucial for a design discipline, because if it doesn't feel good, people won't buy it, and if they own it, they won't use it. At the same time, however there also challenging because they are subjective. So different people will have different emotions. (...)”¹⁵

(Desmet, 2018)

Desmet & Hekkert (2009) argumentam que compreender as respostas emocionais dos utilizadores de determinado produto, permitirá que durante o desenvolvimento dos produtos, os designers consigam suprimir de melhor forma as necessidades do seu público-alvo e, em complemento, melhorar a experiência e a satisfação dos utilizadores.

No que se refere ao modo como as emoções influenciam a experiência de cada utilizador, segundo Norman (2004) o sistema afetivo humano influencia o modo como o sistema cognitivo e motor funcionam, pelo que, mediante as emoções sentidas, a mente Humana fica mais predisposta ou não a resolver problemas com maior facilidade, ou, por outro lado, com maior dificuldade.

Com base nos estudos desenvolvidos por Fredrickson & Joiner (2002), estes autores argumentam que as respostas emocionais negativas limitam o processo do pensamento e ação Humana somente ao *fight or flight*, ou seja, ao estado de luta ou fuga perante o ambiente em que se encontre. De acordo com Norman (2004), quando as pessoas se sentem ansiosas, devido a uma experiência de interação negativa, estas ficam mais propensas a procurar por atalhos na sua interação e no seu processo cognitivo, na tentativa de solucionar o problema de imediato, ou começam a repetir a mesma estratégia de interação várias vezes. Por conseguinte, neste contexto o utilizador perde a oportunidade de descobrir novas estratégias de resolução de problemas de forma mais criativa.

Por outro lado, as respostas emocionais positivas permitem o Homem sentir-se predisposto e encorajado a descobrir novas estratégias de pensamento ou ação, o que lhe permite desenvolver assim novos recursos físicos, intelectuais, sociais e psicológicos (Fredrickson & Joiner, 2002). Os autores apresentam o exemplo do estado emocional de interesse que desenvolve o desejo em

explorar, proporcionando um aumento do conhecimento, por conseguinte, uma complexificação da capacidade psicológica do Homem (Fredrickson & Joiner, 2002; Norman, 2004).

Esta diferença na capacidade cognitiva que um utilizador apresenta mediante a experiência que tem com um produto, pode ser justificada com base nos estudos de Ashby et al. (1999) e Isen (1999).

De acordo com Ashby et al. (1999), quando um utilizador se encontram com um afeto positivo em determinada situação, apresentará uma maior flexibilidade cognitiva, facilitando assim a procura pela resolução do problema através de estratégias criativas e diversificadas. Estes autores descobriram ainda que, quando uma pessoa se encontra com um afeto positivo, irá encarar uma tarefa como algo interessante, e não aborrecido e cansativo, ao contrário as pessoas que se apresentassem com um afeto negativo (Ashby et al., 1999; Isen, 1999). Estas autoras apresentam a sua investigação sustentada pela teoria dopaminérgica, que pressupõe que durante o sentimento de afeto positivo de recompensa ou de prazer, sentido pelo utilizador, existe um aumento da libertação de dopamina tanto no sistema mesocorticolímbico¹⁶, como no sistema nigroestriatal¹⁷. Deste modo, com o aumento dos níveis de dopamina no cérebro humano, o utilizador apresenta um maior desempenho em atividades cognitivas como, por exemplo, na memória e na facilidade de resolução de problemas de modo criativo.

Em suma, torna-se pertinente compreender quais as melhores estratégias a serem abordadas pelos designers durante o desenvolvimento de uma solução de design, dado que, mediante a experiência que um utilizador tenha durante uma interação, esta influenciará a sua perceção, emoção e o seu comportamento perante essa solução de design.

2.4.1. Os três níveis de processamento e de design

Em cada ser humano desde o seu primeiro dia na Terra, o seu cérebro consegue produzir respostas automáticas que se relacionam essencialmente com a proteção básica do seu corpo. Com o tempo, o Homem desenvolve inúmeras competências nas mais variadas áreas de formação que, só são possíveis através de um complexo, e demorado desenvolvimento do cérebro. Por conseguinte, através desta complexificação da sua estrutura cerebral, consegue desenvolver a sua capacidade reflexiva acerca da sua presença no mundo, onde passa a ser capaz de recapitular as suas experiências passadas, aprender com elas, e assim melhorar a presença que tem no mundo para futuras intervenções

¹⁶ De acordo com Ashby et al. (1999) o sistema mesocorticolímbico refere-se às células produtoras de dopamina na área tegmental ventral que são projetadas para as áreas límbicas e corticais do cérebro. As autoras esclarecem ainda que este sistema relaciona-se essencialmente com o sentimento de recompensa e motivação.

¹⁷ Conforme as autoras esclarecem, o sistema nigroestriatal consiste nas células produtoras de dopamina localizadas na substância negra que a enviam para o corpo striatum, encontrando-se este último relacionado à atividade motora, e cognitiva (Ashby et al., 1999)-

(Norman, 2004). Este processo tem por base os três níveis de processamento, propostos por Donald A. Norman, que cada ser humano tem e desenvolve ao longo da sua vida, tanto a nível emocional como a nível cognitivo, sendo estes: O nível visceral, o comportamental, e o reflexivo. Deste modo, através do estudo destes três níveis, como o autor argumenta, consegue-se alcançar uma melhor compreensão sobre o comportamento humano (Norman, 2013).

O nível de processamento visceral é caracterizado por Norman (2004), como o nível mais básico e primitivo que permite ao Homem, através do seu sistema nervoso e motor, agir com mais rapidez no presente. É neste nível que são realizadas as avaliações mais imediatas e subconscientes, como, por exemplo, o Homem classificar de modo automático algum acontecimento inesperado, ou uma interação como perigosos, deixando-o em alerta e agitado, ou como seguros, deixando-o mais descontraído. Algumas das condições que o autor apresenta que provocam reações viscerais negativas são, por exemplo, o medo de alturas, espaços que se encontrem completamente escuros ou demasiado barulhentos (Norman, 2013), visto que são acontecimentos que levam a que o Homem, sem que racionalize o motivo de não lhe agradar, já apresenta manifestações de desprazer. Por outro lado, as condições capazes de proporcionar reações viscerais positivas são, por exemplo, sabores e cheiros agradáveis a cada ser humano, sons harmoniosos e relaxantes, objetos com contornos redondos e macios (Norman, 2004).

Deste modo, o autor argumenta que no âmbito do design é importante que os estudantes e profissionais da área percebam que este nível diz respeito à primeira perceção que o utilizador terá sobre determinado produto. A perceção que ocorrerá deve-se essencialmente às qualidades e ao aspeto do produto, seja através das suas linhas, formas, proporções e cores usadas (Komninos, 2021; Lanzotti et al., 2018). Em complemento, para além da aparência, é através deste nível que se dá também, maior importância ao cheiro e ao toque (Norman, 2013). Tal como Norman encena aquando da explicação deste nível num contexto prático:

¹⁸ [T.L] “(...) é simplesmente maravilhoso, e eu nem tenho a menor ideia do que isto faz ou para que serve, mas eu quero-o.”

“(...) it’s just wonderful, and I haven’t the slightest idea of what it does or what it’s good for, but I want it.”¹⁸

(Norman, 2009, TED Talks: The three ways that good design makes you happy)

Relativamente ao segundo nível apresentado por Norman, o nível de processamento comportamental, é onde se encontram a grande parte dos comportamentos já aprendidos por cada ser humano, dado que é onde ocorre a interação. Neste nível, grande parte das ações são realizadas de modo subconsciente. Assim que o Homem tem determinada ação bem aprendida,

deixa de ser necessário que se concentre no modo como a realiza, uma vez que esta se torna automática. Por conseguinte, passa a ser necessário que defina somente um objetivo final na sua ação, e o nível comportamental faz com que todos os movimentos sejam fluídos e coerentes (Norman, 2013).

No campo do design, Norman evidencia que este nível promove de modo automático uma expectativa no utilizador sobre cada ação realizada. Com base no *feedback* que o utilizador recebe, ocorre a confirmação da sua expectativa já existente, podendo esta ser positiva ou negativa (Norman, 2013). Como o autor explica, quando o desfecho da interação, por exemplo, com um produto vai ao encontro do esperado pelo utilizador, este último experiencia uma valência positiva e um sentimento de controlo e conhecimento sobre o produto. Por outro lado, quando esta interação não apresenta a resposta esperada pelo utilizador, este experiencia uma valência negativa, sendo o reflexo de sentimentos de frustração e de raiva devido à falta de controlo sobre o produto (Norman, 2013).

O conceito por detrás deste nível pode ser relacionado com a teoria do *Flow* de Csikszentmihalyi (1990) abordado no subcapítulo do Ensino-Aprendizagem. O facto de existir uma confirmação da expectativa que o utilizador tem com base no seu comportamento leva ao estabelecimento do estado de imersão no utilizador, que como referido anteriormente suscita a perda da noção do tempo.

Relativamente ao nível de processamento reflexivo, este encontra-se fortemente relacionado com a mensagem transmitida, com a cultura do respetivo público-alvo e, por conseguinte, com o significado que o produto ou serviço apresenta aos utilizadores (Norman, 2004). Este nível é descrito pelo autor como um momento de reflexão profunda e consciente por parte do Homem, acerca das suas ações passadas. Após estas reflexões, e através de uma avaliação das consequências resultantes dessas ações, o ser humano consegue retirar as suas próprias conclusões para momentos futuros. Sendo que, estas conclusões levam ao surgimento do sentimento de orgulho ou, por outro lado, de culpa (Norman, 2013).

Segundo Norman (2013), este é o nível que deve ser levado mais em consideração por parte dos designers, visto que a reflexão com base nas memórias sobre determinado acontecimento provoca emoções mais prolongadas do que propriamente um acontecimento inesperado ou um momento de interação. Deste modo, é através das memórias que permanecem na mente do utilizador que o levam a recomendar ou a evitar o uso de um produto a outras pessoas (Norman, 2013).

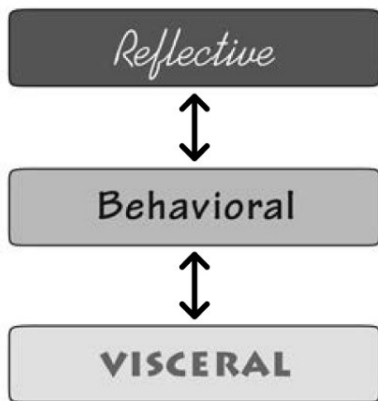


Figura 14. Os três níveis de processamento e de design relacionam-se entre si (Norman, 2013). Adaptado pela investigadora (2020).

Estes três níveis, embora diferentes entre si, trabalham sempre em conjunto, onde se modelam uns aos outros de modo a estabelecerem o estado quer emocional, quer cognitivo de cada ser humano – **Figura 14** (Norman, 2013). Norman (2004) explica este facto através do exemplo de no caso de uma pessoa se encontrar numa superfície localizada a grandes altitudes do chão, muitas pessoas não teriam coragem de andar sobre esta superfície, mesmo que caminhar sobre esta não apresente nenhum impedimento motor, tal como não o apresentaria caso se encontrasse ao nível do chão. Contudo, o processamento comportamental passa a ser influenciado pelo processamento visceral, onde a pessoa deixa de conseguir mover-se de modo natural e fluído devido ao medo e das vertigens, mesmo que através do processamento reflexivo se pense que andar na prancha requer o mesmo movimento do andar no chão (Norman, 2004).

Outro exemplo apresentado pelo autor é o caso das montanhas-russas. Nestes contextos, os seus utilizadores procuram o sentimento que a adrenalina lhes proporciona, com o medo da velocidade e das alturas. Nestes casos, este processamento visceral é acompanhado pelo reflexivo onde após a experiência passa a existir um sentimento de orgulho por passar por esse desafio e assim poder partilhar este feito com os pares (Norman, 2004).

O estudo das emoções não só no âmbito da disciplina do Design, mas também a nível do processamento humano torna-se pertinente para que sejam concebidas melhores soluções de interação centradas nas necessidades e comportamentos humanos. Tal como Norman (2013) argumenta, mais do que questionar uma pessoa sobre as suas necessidades e desejos, onde muitas vezes nem existe um claro entendimento das suas verdadeiras necessidades, é necessário observar os seus comportamentos e compreender-se o motivo desse determinado comportamento e emoções provenientes de uma interação.

Referências bibliográficas intercalares

- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529–550. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.529>
- Chitturi, R. (2009). Emotions by Design: A Consumer Perspective. *International Journal of Design*, 3(2), 7–17. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/577>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Performance*. Cambridge University Press. https://www.researchgate.net/publication/201381766_Flow_The_Psychology_of_Optimal_Performance
- Desmet, Pieter. (2018, Fevereiro 1). IDE Master Class Design for Emotion and Happiness by Pieter Desmet and Anna Pohlmeier. Acedido a 17 de novembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=3D-bYqhgA5I&ab_channel=IDETUDelft
- Desmet, P, & Hekkert, P. (2002). The Basis of Product Emotions. Em William Green & P. Jordan (Eds.), *Pleasure With Products* (1.a ed., pp. 58–66). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203302279>
- Desmet, Pieter, & Hekkert, P. (2007). Framework of Product Experience. *International Journal of Design*, 1(1). <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/66>
- Desmet, P, & Hekkert, P. (2009). Special issue editorial: Design and emotion. *International journal of design*, 3(2). <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:2815728d-4255-4188-84b1-7e4d-682d6c7e?collection=research>
- Fredrickson, B., & Joiner, T. (2002). Positive emotions trigger upward spirals toward emotional well-being. *Psychological science*, 13(2), 172–175. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00431>
- Helander, M. G., & Khalid, H. M. (2006). Affective and Pleasurable Design. Em G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (3.a ed., pp. 543–572). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470048204.CH21>
- Ho, A. G., & Siu, K. W. M. (2015). Emotion Design, Emotional Design, Emotionalize Design: A Review on Their Relationships from a New Perspective. <https://doi.org/10.2752/175630612X13192035508462>
- Isen, A. (1999). On the relationship between affect and creative problem solving. Em S. Russ (Ed.), *Affect, Creative Experience, and Psychological Adjustment* (1.a ed., p. 16). Taylor and Francis.
- Jordan, P. (1999). Pleasure with Products: Human Factors for Body, Mind and Soul. Em W Green & P. Jordan (Eds.), *Human Factors in Product Design* (1.a ed., pp. 206–218). CRC Press.
- Komninos, A. (2021). Norman’s Three Levels of Design. Interaction Design Foundation (IxDF). Acedido a 18 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/norman-s-three-levels-of-design>
- Lanzotti, A., Carbone, F., Grazioso, S., Renno, F., & Staiano, M. (2018). A new interactive design approach for concept selection based on expert opinion. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 12(4), 1189–1199. <https://doi.org/10.1007/s12008-018-0482-8>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>
- Norman, D. A. (2009, Março 9). The three ways that good design makes you happy | Don Norman. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=RIQEoJaLQRA&ab_channel=T-ED
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basicbooks.com
- Tiger, L. (1992). The pursuit of pleasure. Em *The Pursuit of Pleasure* (1.a ed.). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315134413>

2.5. Argumento

Após o desenvolvimento do enquadramento teórico sustentado por uma recolha, seleção, análise e síntese crítica da informação pesquisada pôde-se formular o seguinte argumento:

O desenvolvimento de uma estratégia educativa através da componente lúdica e imersiva, com recurso à RV, proporcionará um maior engagement, e um fácil entendimento de conceitos abstratos e pouco tangíveis, quando aplicados num contexto prático e interativo.

Capítulo 3.

Investigação ativa

Com base nos fundamentos mencionados no enquadramento teórico deu-se início à segunda fase da investigação, a fase Generativa.

Esta fase encontra-se dividida em três partes, nomeadamente a definição dos requisitos para o desenvolvimento da experiência interativa em RV, a criação desta mesma, e por fim a sua validação junto dos utilizadores primários.

3.1. Definição dos requisitos

De modo a dar início ao desenvolvimento da experiência interativa, foi necessário delimitarem-se os principais requisitos a constarem nesta experiência imersiva e educativa, de entre os quais:

- Ser capaz de se tornar numa ferramenta auxiliar à educação que permita uma fácil e objetiva assimilação, e/ou melhoria do conhecimento dos três níveis de processamento humano e de design.
- Conseguir-se transmitir os estímulos emocionais mais característicos de cada nível de design de Norman, sobre o estudante.
- Promover um estado de *engagement*, por parte do estudante, com a resolução dos problemas e objetivos da experiência desde o seu início ao fim.

Desde as primeiras ideias que foram nascendo dos debates com os professores das respetivas áreas de atuação desta experiência – Jogos em RV e Design Emocional – existiu sempre o objetivo da criação de uma experiência interativa em RV que permitisse um maior comprometimento e entendimento de conceitos abstratos desde o primeiro contacto que os alunos tivessem com estes.

Como documentado no capítulo anterior, ainda que os três níveis trabalhem em conjunto, acabam tanto por serem diferentes entre si, como existirem momentos em que um deles se evidencia mais do que os outros. Além disso, por serem três níveis diferentes entre si, torna-se necessário que correspondam também a estilos de design diferentes de modo a provocarem diferentes tipos de emoções. Deste modo, em prol de uma objetiva compreensão de cada um destes três níveis, considerou-se necessário separar cada um destes níveis em três momentos diferentes da experiência interativa. Portanto, a experiência foi composta por três cenários, quer com um design, quer com uma narrativa diferente entre cada um, onde foram ilustradas as características apresentadas por Donald A. Norman nos seus dois livros *Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things*, e *The Design of everyday things* (edição de 2013).

Assim, o nível visceral foi retratado no cenário Visceral, isto é, este cenário apresentou estímulos visuais e auditivos mais característicos do nível visceral e por isso foi denominado como tal. Sendo este o primeiro cenário com o qual o estudante teve contacto, visto que de entre os três níveis, este é o nível que entra em ação mais rapidamente através de julgamentos mais imediatos. O segundo cenário diz respeito ao nível comportamental - o cenário Comportamental, que apresentou um design característico deste nível, onde o ser humano age e interage mediante as suas emoções e cognições com o ambiente que o rodeia.

Por fim, o cenário Reflexivo foi o último cenário a ser apresentado, uma vez que corresponde ao nível pelo qual o ser humano formula uma reflexão mais demorada acerca das suas ações e interações passadas.

Tendo por base a necessidade de que em cada cenário estivessem evidenciadas as características do respetivo nível, desenvolveu-se uma lista de requisitos baseados nas descrições apresentadas por Norman (2004) a constarem em cada cenário ([ver Apêndice B](#)). A nível da narrativa desta experiência, a estratégia abordada aliou o tema dos três níveis a um contexto prático de uma área sensível à sociedade como os problemas de uma economia pouco sustentada na sustentabilidade e os seus respetivos riscos. Sendo que os três níveis de design são aplicados a um “produto”, digamos que o “produto” é neste caso a comunicação e interações à volta da temática da economia circular. Deste modo, a aprendizagem dos três níveis não é feita num contexto abstrato, mas antes num contexto crítico para os nossos dias. Podemos imaginar que se quiséssemos comunicar os conceitos de economia circular, poderíamos usar os três níveis de design propostos por Norman, num “produto” de ensino que se consubstancia no presente PFM. Por fim, e uma vez que esta experiência interativa alia-se à componente da RV foi necessário estudarem-se as melhores alternativas de interação em ambientes imersivos que permitissem que o estudante vivenciasse, na prática, ambas as temáticas descritas acima, podendo assim ter uma experiência de know how sobre estes temas.

Referências bibliográficas intercalares

Norman, D. A. (2004). Emotional Design: why we love (or hate) everyday things. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>

Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things (M. Press books (ed.); Revised an). www.basickbooks.com

3.2. Público-alvo e contexto de uso

Visto que o principal objetivo desta experiência interativa é a de permitir uma fácil e eficaz assimilação por parte dos alunos dos conceitos dos três níveis de processamento e de design e, servir de uma ferramenta de auxílio aos professores universitários que lecionem estes temas relacionados com o Design Emocional, definiu-se que os utilizadores primários desta experiência seriam os jovens estudantes a partir dos 17 anos, uma vez que se encontram a entrar no meio universitário. Outra característica importante a ser destacada na delimitação dos utilizadores primários diz respeito ao interesse que qualquer estudante apresente em aprender novas matérias através de recursos pedagógicos interativos.

Relativamente aos utilizadores secundários, que são utilizadores que iriam ser influenciados pela existência desta experiência interativa, mas não iriam entrar em contacto direto com esta mesma, delimitaram-se os professores universitários que todos os anos letivos tenham no seu plano curricular da disciplina de Design Emocional o ensino dos três níveis de processamento e de design e que se interessem por fazê-lo através de mediadores de ensino inovadores. Outra característica destes utilizadores secundários é o facto de serem recetivos a qualquer género de jogo educativo usado com o intuito de ensinar conceitos a serem assimilados pelos alunos.

Definiu-se ainda um contexto de uso para esta experiência interativa. Assim, o recurso a esta última advém do momento em que o professor inicie, nas suas aulas, a matéria sobre os três níveis propostos por Norman. Durante o período da aula faça uma breve introdução a estes três níveis, e em seguida, apresente aos alunos a experiência interativa, referindo que, o objetivo ao longo do jogo a intenção é que os alunos consigam adquirir o conhecimento dos contextos práticos em que estes três níveis entram em ação, quer no contexto do Design, quer no dia a dia de nós ser humanos.

O recurso a esta experiência de jogo pode ter lugar em contexto de aula, como em casa do próprio aluno, sendo que, os únicos meios indispensáveis para a realização do jogo é o dispositivo *head-mounted display Oculus Quest 2* com os respetivos *Hand Controllers*, um computador e o cabo Link que permita a conexão entre estes dois dispositivos.

3.3. Projeto

Após a definição dos requisitos a constarem na experiência, delimitou-se o conceito por detrás desta experiência ([ver Apêndice C](#)) nomeadamente a relação entre a área do Design Emocional e o tema do Green Deal. Na criação do conceito desta experiência colocaram-se as seguintes questões: O que o jogador faz? Porque o faz? Onde é que o faz? Quais os constrangimentos? E, que tipo de emoções a experiência tenta passar ao jogador? Ao qual foram respondidas de modo a colmatar o maior número de dúvidas possível que existiam no início do projeto. Desenvolveu-se ainda uma timeline ([ver Apêndice D](#)) onde se registou a sequência de acontecimentos propostos para esta experiência.

Após se estabelecerem as informações iniciais que serviram de base ao desenvolvimento desta experiência, iniciou-se a criação de um guião ([ver Apêndice E](#)) com a narrativa que acompanhou o estudante nos ambientes em realidade virtual.

3.3.1. Narrativa - Economia circular

¹⁹ [T.L] “A menos que entremos na Circular, é o fim do jogo para o planeta. É o fim do jogo para a sociedade.”

“Unless we go to Circular, it’s game over for the planet. It’s game over for society.”¹⁹

Dr. Wayne Visser (2018) (em Sheldon, 2018)

²⁰ Definida pela Ellen MacArthur Foundation (s.d-a) como uma economia que cessa com a produção de qualquer tipo de resíduo, privilegiando matérias renováveis que permitam que, quando um produto atinge o fim do seu ciclo de vida, os seus materiais constituintes possam continuar em uso num novo produto, ou em forma de matéria-prima. Por conseguinte, a Fundação Ellen MacArthur, acrescenta ainda que a economia circular baseia-se em permitir que a natureza se consiga regenerar com o seu devido tempo.

A narrativa desenvolvida ao longo dos três cenários da experiência interativa teve como tema as preocupações ambientais, em particular a Economia Circular ²⁰, sustentada pelo *Green Deal* ²¹.

Esta escolha deveu-se essencialmente pelo facto de ser um tema que requer ainda muito investimento e dedicação por parte dos profissionais das demais vertentes do Design, para o redesign das embalagens dos produtos. Este redesign torna-se pertinente para que os produtos consigam ter uma vida circular, pelo que é necessário que se recorram a alternativas mais sustentáveis e consciente, visando a alteração do destino de muitos produtos que hoje em dia acabam por ter o seu destino reservado nos aterros (Ellen MacArthur Foundation, s.d-b).

Este investimento de tempo e de conhecimentos por parte dos competentes deve-se essencialmente ao facto de que, segundo a Comissão Europeia (2018), a maioria dos produtos concebidos contêm inúmeros polímeros de uma alta especificidade que, além disso, são conjugados com aditivos muito específicos a fim de responderem às exigências quer funcionais, quer estéticas

de cada fabricante, onde algumas das quais se devem somente a motivações de marketing (Comissão Europeia, 2018).

Esta especificidade de materiais usados durante o processo de fabrico dos produtos aumenta a probabilidade do processo de reciclagem de cada produto ser demasiado dispendioso para as cadeias de reciclagem. Além disso, afeta quer a qualidade, quer o valor do plástico na sua reciclagem (Comissão Europeia, 2018). Esta inviabilidade da reciclagem de muitos produtos justifica-se pelo facto de que, segundo o Parlamento Europeu (2021), os processadores de plástico necessitam de enormes quantidades de plástico reciclado, agrupadas de acordo com especificações minuciosamente controladas pelas entidades competentes. Deste modo, dadas as inúmeras especificidades de materiais nos diferentes produtos, acaba por ser pouco viável a reciclagem destes mesmos.

No que concerne à adaptação desta informação para a narrativa da experiência de jogo, optou-se por materializá-la somente no cenário Visceral²², uma vez que, devido à escolha do seu design e estímulos auditivos procurou-se que o estudante recebesse maioritariamente estímulos de pendor visceral negativo de modo a destacar as consequências da Economia Linear²³. Relativamente ao design do cenário e aos estímulos auditivos, estes serão apresentados com maior detalhe em diante.

Quanto ao cenário Comportamental, e visto que o nível comportamental é onde prevalece maioritariamente a interação de modo automático, optou-se por apresentar ao estudante um registo narrativo sustentado num *signifier* auditivo que informa e incita à interação com o ambiente ao seu redor, de modo a resolver problemas e desafios que tenham como objetivo alcançar resultados positivos. O objetivo neste cenário é o estudante consertar um produto de modo que este consiga entrar no sistema da Economia Circular. Através do modo como a informação é fornecida ao estudante, de modo a levá-lo a interagir com o cenário

Deste modo, através da exploração do cenário, a intenção foi a de que o estudante colocasse em prática as características do nível comportamental através da sua aprendizagem inicial do modo como teria de interagir com o mundo, até esta se tornar automática e subconsciente²⁴. Neste cenário o estudante tem de decidir entre três hipóteses que lhe são apresentadas – descritas no próximo subcapítulo -, contudo somente uma delas é a mais sustentável. Mediante a decisão que o estudante tomar será transportado para um dos dois cenários Reflexivos que foram desenvolvidos.

Relativamente a este último cenário, optou-se por proporcionar um momento de reflexão ao estudante com base nos dois cenários experienciados anteriormente. Contudo, a narrativa desta experiência apresenta dois fins. O

²¹ Também definido como Pacto Ecológico Europeu, o Green Deal esta é uma estratégia apresentada pela Comissão Europeia (2020) que até 2050 visa melhorar a qualidade de vida dos europeus através de uma economia moderna, competitiva e eficiente onde se deixem de ser produzidas emissões líquidas de gases de efeitos de estufa, assim como procura apostar num crescimento económico Europeu que seja independente da utilização dos recursos.

²² Ficheiros de áudio relativos aos dois ambientes do cenário Visceral.

[🔗 Primeiro ambiente](#)
[Segundo ambiente](#)

²³ A economia linear baseia-se num sistema económico que consiga vender a máxima quantidade de produtos ao menor preço possível, não tendo em consideração os malefícios da extração de recursos excessivos. Este sistema rege-se pelo ato de extrair recursos naturais, transformá-los em produtos atraentes para consumo, e quando terminar de servir o seu propósito descarta-se, o que consequentemente leva à necessidade de se extrair novos recursos para se fabricar um novo produto (World Economic Forum, 2019).

²⁴ Ficheiros de áudio relativos ao cenário Comportamental.

[🔗 Início do cenário](#)
[Final do cenário](#)

²⁵ Ficheiros de áudio relativos ao cenário Reflexivo.

[🔗 Fim positivo](#)
[Fim negativo](#)

fim positivo e sustentável que contém uma narrativa que permite o estudante refletir sobre a importância de dia após dia serem tomadas de decisão mais conscientes por cada cidadão, tal como o estudante o fez no cenário Comportamental²⁵. Como Norman (2013) descreve o nível reflexivo permite que o Homem tanto sinta orgulho das suas ações, como no caso do fim positivo, ou se sinta culpado e/ou com vergonha, como se pretendeu transmitir no final negativo.

No caso do cenário Reflexivo que transmite uma mensagem negativa, é apresentado ao estudante uma narrativa com um registo de consciencialização para os atos da sociedade em geral, onde muitas pessoas procuram efetivamente tomar decisões mais corretas mediante o seu conhecimento, mas, por outro lado, existem também pessoas que mesmo sabendo de todos os problemas que o planeta enfrenta acabam por não procurar agir de modo mais responsável e consciente. O cenário Reflexivo negativo termina com o destaque de dados estatísticos referentes à média de lixo residual produzido anualmente por cada europeu, sendo este cerca de 5 toneladas (Comissão Europeia, s.d). Contudo, e como é importante motivar cada um na sociedade a tomar melhores decisões, é deixada uma reflexão final ao estudante sobre o facto de que se uma pessoa consegue ter tanto impacto negativo no planeta, de igual modo, essa mesma pessoa consegue reverter o seu impacto ao tomar decisões mais conscientes. A intenção com esta afirmação é a de reforçar a ideia no estudante de que realmente uma pessoa faz diferença, mesmo que todos ao seu redor ainda não o estejam a fazer.

De modo geral, tal como verificado anteriormente, aplicou-se conceito da fantasia, apresentado por Malone (1980) como uma componente que consegue envolver os estudantes emocionalmente. Neste caso o conflito apresentado através da narrativa é a poluição e o consumo em massa de produto pouco ou nada sustentáveis para o ambiente e, o desafio proposto ao estudante foi o de realizar escolhas mais conscientes através da exploração do cenário, à medida que coloca em prática cada um dos três níveis.

3.3.2. Storyboard

Após a criação do guião da narrativa a constar em cada um dos três cenários deu-se início ao desenvolvimento de um storyboard ([ver em pormenor no Apêndice F](#)) de modo a ilustrar todos os momentos desta experiência. Neste, para além das ilustrações que permitem transmitir uma clara ideia da interação nos diferentes momentos da experiência, respondeu-se ainda às seguintes questões: O que o estudante vê? Que informação é transmitida ao estudante? O que o estudante pode fazer? O que acontece se ...? Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

3.3.2.1. Cenário Visceral

No que concerne ao cenário Visceral, de modo a ilustrar a narrativa idealizada sobre a economia linear optou-se por desenvolvê-la quer em contexto terrestre, quer em contexto marítimo, pelo que existiram dois contextos diferentes que foram apresentados ao estudante durante o decorrer do discurso da narradora.

Para o desenvolvimento deste cenário teve-se ainda em considera o a seguinte afirma o de Norman:

*“Because visceral design is about initial reactions, it can be studied quite simply by putting people in front of a design and waiting for reactions.”*²⁶

(Norman, 2004, p.68)

²⁶ [T.L] “Uma vez que o design visceral refere-se às re o es iniciais, pode ser simplesmente estudado ao se colocar uma peça de design em frente a pessoas e esperar pelas suas re o es.”

Deste modo, abordou-se a estratégia do estudante encarnar o papel de espectador passivo enquanto se encontra num ambiente coberto por polui o que, embora possa ter no o que existem em alguma parte do planeta, não serão uma realidade que presencie diariamente. Assim, o estudante teve a liberdade de olhar em 360  graus, bem como, de ver as suas mãos no ambiente virtual (Figura 15).

Relativamente aos dois contextos idealizados neste cenário, o estudante inicia a experiência de jogo num ambiente de tempestade, com chuva e relâmpagos, e ainda com tonalidades cinzas e castanhas de modo a transmitir a ideia de se encontrar envolto por uma atmosfera de polui o. No terreno deste cenário foram colocadas inúmeras embalagens de plástico tanto de uso único, como com características est ticas específicas, presente na Figura 16. O horizonte neste contexto do cenário   coberto por aglomerados de prédios e fábricas industriais que libertam fumo pelas chaminés (Figura 17).

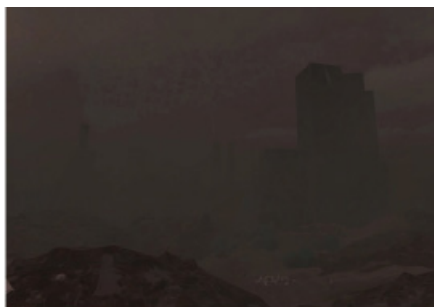


Figura 17. Horizonte coberto por prédios e fumo libertado pelas fábricas industriais (Investigadora, 2022).



Figura 15. Storyboard e versão final das mãos virtuais do estudante no contexto terrestre, em cima, e do contexto marítimo, em baixo (Investigadora, 2022).

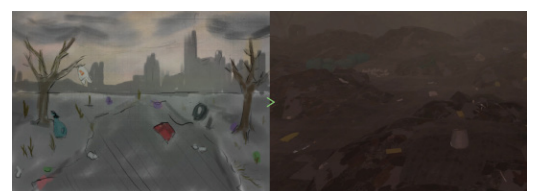


Figura 16. Storyboard e versão final das embalagens de plástico, colocadas neste cenário (Investigadora, 2022).

Durante o discurso da narradora decidiu-se que cairiam no chão ainda mais embalagens não recicláveis, contudo, estas foram programadas para caírem no cenário em momentos específicos do discurso que o estudante vai ouvindo. Por exemplo, quando a narradora pronuncia a frase “(...) e assim que perdem a sua utilidade, deitamos fora.”, cai um imenso aglomerado de embalagens que preenche espaços do chão que até então se encontravam vazios. Outro momento em que se optou por inserir mais um conjunto de embalagens a caírem no ambiente é quando a narradora conclui “Por este motivo, todos os anos vêm parar aqui bilhões de toneladas de plástico não reciclável, (...)”.

No seguimento do surgimento das embalagens no cenário, programou-se que o jogador passaria a conter partículas amarelas de microplásticos nas suas mãos, fruto da poluição ao seu redor. A escolha da cor amarela para representar os microplásticos baseia-se nos estudos realizados por Guilford & Smith (1959) e Valdez & Mehrabian (1994) que argumentam que os níveis de prazer apresentaram-se significativamente maiores perante as cores azul, verde, roxo e em seguida vermelho, perante a cor amarela que apresentava os níveis de prazer mais baixos. Relativamente ao arousal, os estudos destes autores demonstraram que a cor amarelo esverdeado foi a que provocou maior agitação nos participantes. Posto isto, e de modo a evidenciar o sentimento de presença no estudante, as suas mãos começam a vibrar de modo a chamar a atenção do estudante para as alterações que vão acontecendo nos seus membros virtuais.

Além destes dois momentos em que caem aglomerados de lixo, decidiu-se que, após o primeiro aglomerado de lixo cair, continuariam a cair embalagens em quantidades individuais, uma vez que a mensagem a ser transmitida era que, constantemente, é descartado lixo que, dificilmente será reciclado²⁷.

🔗 ²⁷ [Vídeo 1](#) relativo à queda das embalagens.

Para a transição do contexto terrestre para o contexto marítimo, que ilustra de igual modo a economia linear, optou-se por inserir um elemento surpresa de uma embalagem a voar em direção ao estudante²⁸. Encontrando-se este relacionado com os estímulos viscerais apresentados por Norman, e que serão debatidos mais adiante neste documento. A transição de contextos através desta embalagem é realizada com a alteração da sua trajetória, ou seja, esta embalagem que antes se encontrava a voar contra o estudante, neste segundo contexto, passa a afundar-se no oceano. Este movimento tem o propósito de destapar a visão do estudante para ele conseguir observar o ambiente em que se encontra.

🔗 ²⁸ [Vídeo 2](#) relativo à embalagem na direção do estudante.

No contexto marítimo, o estudante encontra-se numa atmosfera escura uma vez que se situa no fundo do mar. O único elemento que produz movimento, exceto o que advém dos gestos do estudante, é um peixe que se encontra neste cenário e que ingere partículas de microplástico o que, seguindo a lógica da cadeia alimentar de muitos ser humanos, acaba por torná-lo em comida contaminada²⁹.

🔗 ²⁹ [Vídeo 3](#) relativo ao peixe a ingerir partículas de microplástico.

3.3.2.2. Cenário Comportamental

Para o desenvolvimento do cenário Comportamental teve-se em considera o que o nível de processamento comportamental encontra-se essencialmente relacionado com o uso e a experiência que cada indivíduo tem ao interagir com um produto, podendo esta ser negativa ou positiva. Tendo ainda por base o conceito da economia circular, o desenvolvimento deste cenário visou proporcionar ao estudante um momento de interpreta o acerca das melhores escolhas a serem feitas numa ocasião em que tem de optar por um produto em prol de outro face aos seus materiais constituintes.

A intera o idealizada neste cenário tem por base a desloca o de forma livre do estudante, bem como, a intera o que este poderá desencadear com qualquer objeto que se encontre neste cenário. O cenário idealizado, como apresentado na Figura 18, cont m apenas um ponto de partida, composto por uma poltrona e uma mesa de apoio com um livro sobre esta (1), duas secret rias de trabalho (2) e um quadro de anota es branco (3) com informa es auxiliares   resolu o dos desafios neste cenário.



Figura 18. Vista aérea do cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

Numa das secret rias de trabalho encontra-se um gravador que guia ao estudante para o contexto deste cenário assim que este entra neste ambiente e uma máquina de café estragada (Figura 19). Na segunda secretária de trabalho encontram-se dois papéis de material reciclado com apontamentos que guiarão o estudante ao longo da intera o, e três peças de materiais diferentes – A o, Polipropileno (PP) e Polietileno de alta densidade (High-density polyethylene – HDPE) –, que o estudante poderá escolher para consertar a máquina de uma forma mais sustentável (Figura 20).

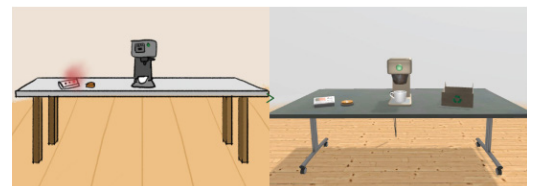


Figura 19. Storyboard e versão final de uma das mesas neste cenário (Investigadora, 2022).

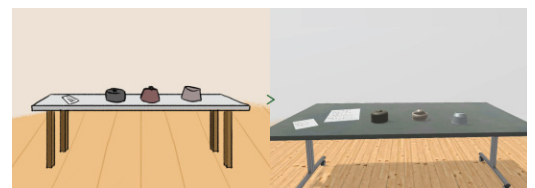



Figura 20. Storyboard e versão final da segunda mesa neste cenário (Investigadora, 2022).

De modo a incitar a intera o do estudante com o cenário, programou-se outro *signifier* como a ativa o de uma luz vermelha e um som de alarme sobre o gravador³⁰. Assim que o estudante tocar no gravador, receberá o *feedback* através a reprodu o de uma grava o deixada pela narradora que o introduz ao contexto em que este se encontra, e quais os primeiros passos que terá de efetuar para resolver o problema apresentado no início da grava o. Como descrito no subcapítulo da narrativa, a mensagem transmitida ao estudante passou somente por esclarecer que teria de consertar a máquina de café de modo que este produto tivesse uma segunda vida. Contudo, somente através da explora o do cenário   que o estudante conseguirá encontrar as pistas

³⁰ [Vídeo 4](#) relativo aos estímulos do gravador.

inicialmente omissas, e assim compreender qual a peça de substituição será a mais sustentável de modo a concluir o desafio com sucesso.

 ³¹ [Vídeo 5](#) relativo ao desbloqueio das pistas no quadro branco.

O primeiro momento de interação que o estudante tem com a máquina de café, trata-se de verificar como esta se encontra a funcionar e o que é necessário ser reparado. Após este momento, foi idealizado e, posteriormente programado, um *constraint* de interação onde, somente após a interação com a máquina de café é que seriam desbloqueadas automaticamente novas pistas no cenário, quer através do quadro branco³¹, quer através da possibilidade do estudante segurar nos papéis reciclados, que deverão ser analisados e interpretados para se conseguir compreender qual a peça de substituição deve ser colocada na máquina para a reparar. Através da análise destes elementos 3D tencionou-se que o estudante compreendesse os tipos de materiais que cada peça contém, bem como o seu tempo de decomposição, a resistência ao calor e ao frio e, por fim, a percentagem de produtos reciclados com o respetivo material. O objetivo desta tarefa passou por permitir que o estudante realizasse um redesign da máquina de café de modo que os recursos disponíveis neste cenário fossem: em primeiro lugar, reaproveitados para outros fins, através do seu devido descarte em empresas competentes e responsáveis pelo reaproveitamento de materiais em fim de vida, o que evitaria a extração e o fabrico desnecessário de novos materiais iguais a estes; em segundo lugar, que uma das peças substitutas pudesse fazer parte de um novo produto – a máquina de café –, e assim ganhar uma segunda vida de uso, evitando o aterro como destino.

Ainda que sejam apresentadas três opções de peças ao estudante, independentemente da peça que o estudante escolha a máquina passará a executar a sua função corretamente. Esta decisão teve por base o fator de que os problemas projetados num jogo educativo devem-se aproximar dos contextos reais (Shaffer et al., 2005). Com base nisto, e dado o atual sistema de Economia Linear, qualquer material que cumpra as suas funções, e seja seguro para o uso diário, é comercializado mesmo que não se apresente como uma opção sustentável. Deste modo, o desafio implícito neste cenário é a capacidade de o estudante interpretar as pistas corretamente para conseguir escolher a peça considerada a mais sustentável. Sendo que, este momento de escolha condicionará se o estudante passará para o cenário Reflexivo sustentável, ou o cenário Reflexivo poluído, caso escolha a peça mais sustentável, ou a menos sustentável, respetivamente.

Por fim, quando a nova peça já se encontra na máquina de café, o gravador que se encontra ao lado deste equipamento passa a reproduzir um *signifier*, luminoso e auditivo, de receção de nova mensagem. Assim que o jogador toca no gravador para ativar a mensagem, é apresentada a notícia de que a máquina vai ser recolhida, visto que já se encontra reparada. Após isto, dá-se a transição para o próximo cenário.

3.3.2.3. Cenário Reflexivo

Relativamente ao cenário Reflexivo, como destacado anteriormente, apresenta duas versões finais diferentes entre si, uma que apresenta o desfecho positivo das escolhas mais corretas do estudante, e outra versão que ilustra as consequências nas decisões menos sustentáveis realizadas no cenário anterior. Sendo que, cada estudante são experienciar  apenas um destes cenários.

Partindo do cenário Reflexivo positivo, idealizou-se que o estudante se encontrasse rodeado a 360  graus por canteiros de flores separado por caminhos de pedras retangulares, como presente na Figura 21. No horizonte foram posicionados pinheiros altos, turbinas eólicas e conjuntos de prédios habitacionais (Figura 22).

Deste modo, tudo este ambiente visa transmitir uma ideia de harmonia entre o Homem e a Natureza.   semelhança do cenário Visceral, idealizou-se que neste cenário o estudante teria a liberdade de olhar ao seu redor em 360  graus de modo a observar qualquer ângulo do cenário. Outro elemento constituinte desde cenário   um bando de andorinhas que sobrevoa o estudante, e foi programado para aparecer somente quando a narradora pronúncia a seguinte frase: *“Com base nas mudanças das nossas escolhas e hábitos de consumo, mesmo que sejam mínimos, conseguimos sim fazer a diferença.”*. A inten o por detrs desta escolha foi a de transmitir a ideia de que cada ser humano tem a possibilidade de fazer a sua parte para que, a Natureza e a vida animal consigam coabitar de forma saudável na sociedade.

Relativamente ao cenário Reflexivo negativo, o estudante tem igualmente a liberdade de olhar em 360  graus para o cenário em que se encontra. Este cenário semelha-se ao que o estudante presenciou no cenário Visceral, isto  , um ambiente escuro em tempestade, cheiro de lixo pelo chão, cercado de prédios e fábricas que deitam densas nuvens de fumo pelas chaminés. Contudo, no que concerne   tempestade apresentada ao estudante, esta deixa de conter relâmpagos e trovões, uma vez que esses estímulos, por serem de atua o repentina, facilmente se relacionam com o nível visceral. Em complemento, neste cenário retirou-se a programan o que ativava a quedas das embalagens de plástico, um elemento surpresa bastante vincado no primeiro cenário.



Figura 21. Vista aérea do cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).

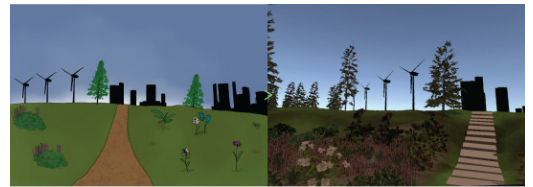


Figura 22. Storyboard e versão final do horizonte do cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).

3.3.3. Desenvolvimento do projeto

Para a conceção de todas as mecânicas, *affordances*, *feedbacks*, e a criação de todos os *triggers* que ativam a narrativa e efeitos sonoros e visuais, recorreu-se ao software Unity Engine na sua versão 2020.3.14f1. Para que neste software fosse possível a criação da experiência em RV foi necessário instalar-se o *plugin XR Plugin Management* no Unity que, no que lhe concerne, disponibilizou o *asset XR Interaction toolkit*. A partir deste *asset* conseguiu-se configurar todo o sistema de locomoção através do teletransporte (Figura 23) no ambiente virtual, bem como a interação de tocar (Figura 24) e pegar nos objetos do mundo 3D (Figura 25) através dos comandos de RV. Recorreu-se ainda a outros softwares como o Blender para a modelação e criação de texturas de grande parte dos objetivos 3D (Apêndice G). Os objetos que se apresentavam mais simples a nível da sua criação foram criados no próprio Unity. Recorreu-se ainda a softwares de edição de áudio e vídeo como o Adobe Premiere Pro e o Adobe After Effects, respetivamente, assim como o Adobe Illustrator para a criação de elementos vetoriais.

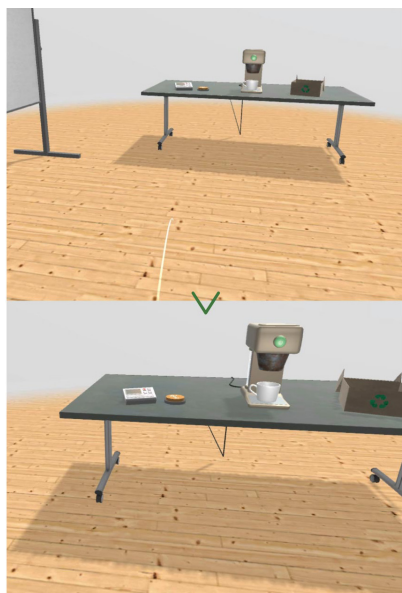


Figura 23. Capturas de ecrã de teletransporte no cenário (Investigadora, 2022).

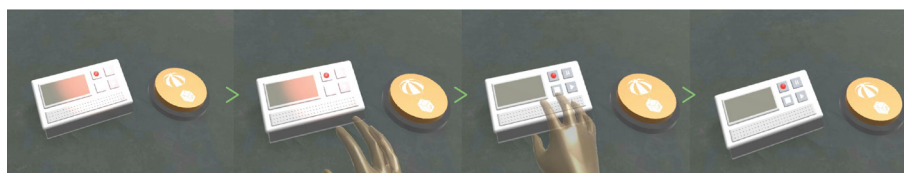


Figura 24. Capturas de ecrã ao tocar no gravador (Investigadora, 2022).



Figura 25. Capturas de ecrã ao pegar numa das peças (Investigadora, 2022).

Esta experiência de jogo pode ser jogada tanto através do computador do aluno, como somente com o uso dos Oculus Quest 2. No caso da primeira forma pode-se jogar através da plataforma do Unity, como foi o caso para a realização da avaliação com os utilizadores primários, ou através da criação do *build* da experiência no Unity. Ou seja, através desta última forma, a experiência passa a ser independente do Unity e o estudante necessita de ter acesso à aplicação executável da experiência, bem como possuir o respetivo cabo Link dos Oculus que os conecte ao computador. No caso de esta experiência ser jogada através

dos Oculus, torna-se somente necessário que o estudante tenha, tanto em contexto de aula, ou na sua própria casa o dispositivo dos Oculus bem como os comandos que controlam as mãos do estudante no ambiente virtual.   de destacar que em todas as formas de jogar esta experiência   necessário que se usem estes comandos de RV – os *Hand Controllers*.

Para o desenvolvimento os ambientes de cada cenário da experiência, que serão descritos nos subcapítulos em seguida, tiveram-se como inspira o visual e sonora os documentários *Kiss the Ground* de 2020, *Closing the Loop* de 2018 e *Chasing Coral* de 2017, a partir dos quais foram criados os moodboards presentes nos [Apêndices H e Apêndice I](#).

3.3.4. Concretiza o dos três níveis numa experiência interativa

Como debatido no capítulo anterior, perante a inten o de se adaptar o conteúdo lecionado em contexto de aula, para um contexto de experiência em RV, tornou-se pertinente a realiza o de uma revisão de conteúdos, nomeadamente, os objetivos de aprendizagem da disciplina em questão e os conhecimentos a serem adquiridos (Chen, 2006; Shepherd, 2020).

No que concerne aos objetivos de aprendizagem da disciplina de Design Emocional, após a consulta da ficha 2021/2022 da respetiva unidade curricular, enumeram-se os seguintes pontos:

1. Compreensão dos processos mentais envolvidos nas emo es e sua rela o com o design;
2. Compreender a rela o entre a componente emocional associada   rela o com o produto/serviço e a preferência do produto por parte dos utilizadores;
3. Aplicar técnicas de avalia o das emo es geradas pela intera o com o produto/serviço.

Uma vez que esta experiência educativa tem como objetivo servir de auxílio aos professores que lecionem Design Emocional, procurou-se essencialmente responder ao primeiro objetivo acima descrito. Ou seja, no seguimento do professor introduzir a temática dos três níveis de processamento e de design aos respetivos alunos – o *know what* – e ser apresentada a experiência educativa, os alunos passam a ter o know how sobre como os processos mentais, segundo estes níveis, atuam em contextos práticos. Deste modo, os alunos têm a possibilidade de aumentarem o seu conhecimento acerca da temática através de uma estratégia mais tangível e objetiva, bem como, de desenvolver o seu modelo mental relativo às rea es e aos pensamentos que possam ocorrer durante a experiência, que sejam característicos de cada um dos três níveis.

Relativamente aos conhecimentos a serem adquiridos, nos próximos tópicos serão descritos em detalhe as escolhas realizadas de modo que existisse uma correta conversão de cada nível em cada um dos três cenários descritos anteriormente.

3.3.4.1. Cenário Visceral

Neste e cenário, como referido, a narrativa apresentou um registo negativo inspirado nas consequências da Economia Linear, que se encontra tão vincada na sociedade, tanto em terra como nos oceanos. Por conseguinte, durante a conceção deste cenário foram estudadas as condições que sugerem um efeito negativo e automático em cada indivíduo em ambos os contextos do cenário Visceral, nomeadamente: sons altos, repentinos e inesperados; luzes brilhantes; escuridão; objetos iminentes; terreno denso e a abarrotar; e alturas. Sendo que:

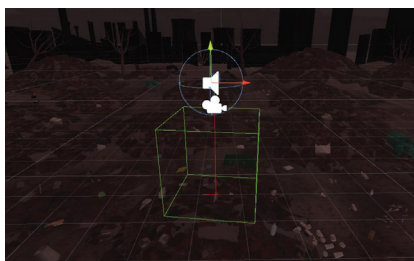


Figura 26. Captura de ecrã da localização do som do trovão (Investigadora, 2022).

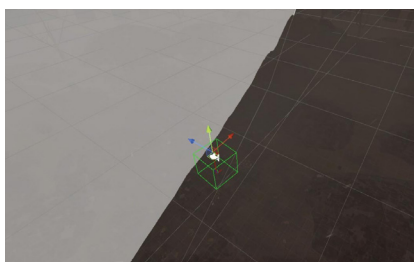


Figura 27. Captura de ecrã do relâmpago no canvas do estudante (Investigadora, 2022).

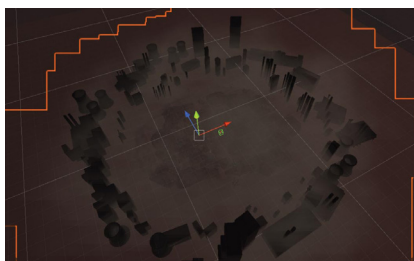


Figura 28. Captura de ecrã do nevoeiro presente neste cenário (Investigadora, 2022).

Sons altos, repentinos e inesperados: Estas condições estão presentes somente no contexto terrestre, onde o estudante se encontra no meio de uma tempestade que, por conseguinte torna este ambiente extremamente barulhento. Sendo estas programadas de modo que segundos após o estudante iniciar a experiência, este ouça o efeito sonoro de um trovão que se localiza sobre a sua cabeça (Figura 26). Para além deste momento e, uma vez que se trata de um ambiente em tempestade, o efeito sonoro do trovão foi, de igual modo, programado para ser reproduzido com intervalos entre 2 a 5 segundos, de modo aleatório durante a presença do estudante neste contexto terrestre.

Luzes brilhantes: As luzes brilhantes foram criadas através da colocação de um *canvas* com a cor branca (#ffffff) junto à visão do estudante (Figura 27) com apenas 1 segundo de visibilidade. A criação desta condição foi programada em conjunto com os tempos em que surgiam os trovões de modo a representarem os feixes de luz dos relâmpagos.

Escuridão: O elemento da escuridão foi aplicado quer no contexto terrestre, quer no contexto marítimo através escolha de paletas de cores mais escuras, como o verde (#657151) e o castanho (#554747) para o ambiente terrestre, e tons de azul-escuro (#070E16) no fundo do oceano. Para além das cores com tons mais escuros, no primeiro contexto foi ainda acrescentado o nevoeiro através da funcionalidade Particle System do Unity de modo a intensificar a escuridão do ambiente (Figura 28).

Objetos iminentes: Para a cria o deste estímulo visceral foi, como mencionado anteriormente, animada a trajetória da embalagem que voa em dire o ao *canvas* do estudante, que representa o rosto deste mesmo. Este estímulo apresenta-se sustentado ainda pelo argumento apresentado por Squire (2003) acerca dos elementos de surpresa aleatórios que favorecem para a prevalência de um contexto de aprendizagem mais interessante. Além disso, a estratégia de se recorrer a uma trajetória linear e rápida em dire o ao estudante procurou intensificar o sentimento negativo de rejei o e ameaça neste mesmo (Feng et al., 2014).

Terreno denso e a abarrotar: O elemento de um ambiente denso e a abarrotar de informa o foi conseguido através da coloca o de inúmeras embalagens de plásticos ao redor do estudante, tanto no cenário terrestre, como no aquático (Figura 29). Existiu ainda a inten o de intensificar este aspeto pelo facto de ter sido programado a queda contínua de mais embalagens no contexto terrestre, levando a que, com o tempo, o terreno fique coberto por embalagens de plástico descartável.



Figura 29. Captura de ecrã das embalagens existentes ao redor do estudante tanto no contexto terrestre (  direita), como no contexto marítimo (  esquerda) (Investigadora, 2022).

Alturas: Este último estímulo visceral foi tido em conta no cenário aquático onde o estudante foi posicionado no meio do oceano, de modo que se sentisse longe tango da superfície do oceano, como da areia.

3.3.4.2. Cenário Comportamental

O nível comportamental foi aplicado neste cenário com o intuito de ilustrar as duas perspetivas de experiência de utiliza o, visto que esta pode ser negativa, ou positiva, mediante o feedback resultante da intera o ocorrida com o produto.

Como mencionado anteriormente, assim que o estudante interage com a máquina percebe que esta se encontra estragada, uma vez que no lugar de encher a chávena de café até onde   desejado pelo estudante, começa a deitar fumo, deixando a chávena somente com algumas gotas de café. Deste modo, este momento teve como objetivo proporcionar uma experiência ao estudante que suscitasse um estado afetivo negativo de confusão e/ou frustra o (Norman, 2004).

Segundo Norman (2004) a experiência de utiliza o apresenta mais do que uma vertente, designadamente: a fun o; a performance; e a usabilidade. A fun o diz respeito   tarefa que o produto se propõe a realizar. A performance refere-se ao quão bem o produto executa a fun o a que se sugere. Por fim, a

usabilidade diz respeito à facilidade com que o utilizador se apercebe de como o produto funciona, e como deve interagir para que o equipamento realmente funcione. Assim, o principal objetivo é que o estudante consiga consertar a máquina, com a peça mais sustentável, de modo a torná-la funcional quer a nível da sua função, performance e usabilidade, quer a nível da sustentabilidade.

No âmbito da **função** que o produto sugere ao estudante de ser realizada, optou-se por apresentar o equipamento sem qualquer valor quanto a este aspeto, uma vez que ainda que saia algum café, a máquina não termina de realizar esta tarefa assim que o estudante clica no botão. Quanto à **performance** apresentada pela máquina, esta também falhou quanto à execução da função desejada. Somente na vertente da **usabilidade** que a máquina apresenta é que se decidiu que esta deveria ser a única característica a proporcionar um afeto positivo no estudante. A justificação para esta escolha diz respeito à necessidade de que o estudante conseguisse perceber que deveria interagir com o botão da máquina para presenciar o momento em que esta se estraga.

Perante este contexto, o estudante inicia o processo de reparar e testar a máquina de modo a torná-la funcional quer a nível da sua função e performance, quer a nível da sustentabilidade e da economia circular.

3.3.4.3. Cenário Reflexivo

Para o desenvolvimento do terceiro cenário desta experiência teve-se por base o argumento apresentado por Norman (2004) acerca dos fundamentos do nível reflexivo que se assentam na mensagem, na cultura ou no significado que um produto tem para um utilizador. Além disso, como debatido no capítulo anterior, este terceiro nível é mais racional dos três, permitindo a existência de uma reflexão profunda das ações, que conseqüentemente são avaliadas, e retiradas conclusões para o futuro. Deste modo, ao conter dois cenários diferentes, teve-se como objetivo que o estudante interprete a mensagem que a narradora transmite em cada um deles face à escolha realizada no cenário Comportamental.

No cenário positivo pretendeu-se que o estudante se sentisse feliz de ter compreendido qual a melhor escolha a ser tomada, e o porquê de ser a mais sustentável. Relativamente ao cenário negativo, o objetivo seria incutir um sentimento menos positivo ao se aperceber que não realizou a decisão mais correta e, que por isso, a longo prazo irá continuar a prejudicar o planeta, deixando-o na mesma situação que se encontra atualmente.

A intenção por detrás do desenvolvimento dos três cenários foi a de criar uma interação onde o estudante, mesmo sem perceber, acabe por colocar em prática os três níveis de processamento e de design, através do modo como se insere em cada cenário desta experiência de jogo.

Referências bibliográficas intercalares

- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39–63. <https://doi.org/10.14742/AJET.1306>
- Comissão Europeia. (sem data). Waste and recycling. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling_en
- Comissão Europeia. (2018). Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:EX%3A52018DC0028>
- Comissão Europeia. (2020). Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece o quadro para alcançar a neutralidade climática e que altera o Regulamento (EU) 2018/1999 (Lei Europeia do Clima). Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX:52020PC0080>
- Ellen MacArthur Foundation. (sem data-a). Designing out plastic pollution. Plastics and a circular economy. Acedido a 21 de dezembro de 2021, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>
- Ellen MacArthur Foundation. (sem data-b). What is a circular economy? Acedido a 9 de março de 2022, disponível em, de <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Feng, C., Bartram, L., & Riecke, B. E. (2014). Evaluating affective features of 3D motion-scapes. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, SAP 2014*, 23–30. <https://doi.org/10.1145/2628257.2628264>
- Guilford, J. P., & Smith, P. C. (1959). A system of color-preferences. *The American journal of psychology*, 72, 487–502. <https://www.jstor.org/stable/1419491?origin=crossref&seq=1>
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. 162–169. <https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basicbooks.com
- Orlowski, J. (2017). *Chasing Coral*. <https://www.chasingcoral.com>
- Parlamento Europeu. (2021, Agosto 17). Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20181212STO21610/residuos-de-plastico-e-reciclagem-na-ue-factos-e-numeros>
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>
- Sheldon, G. (2018, Abril 22). *Closing the Loop – A Documentary Film About the Circular Economy Revolution*. <http://www.closingtheloopfilm.com>
- Shepherd, I. (2020). Enhancing the Online Education Experience Using Virtual Reality. *Tertiary Online Teaching and Learning*, 7(1), 35–44. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8928-7_4
- Squire, K. (2003). Video Games in Education. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming*, 2, 49--62. <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?sessionid=2732597700C0F1228D6684853CE32445?-doi=10.1.1.100.8500>
- Tickell, J., & Tickell, R. (2020). *Kiss the Ground Film | Official Website*. <https://kiss-thegroundmovie.com>
- Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of experimental psychology. General*, 123(4), 394–409. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.123.4.394>
- World Economic Forum. (2019, Novembro 15). For a true circular economy, we must redefine waste. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/build-circular-economy-stop-recycling/>

3.4. Avaliação da experiência interativa

Atentando o objetivo desta experiência educativa de auxiliar o ensino da temática dos três níveis de processamento e de design em contexto de aula, e/ou em casa do aluno, e considerando que o período de testagem desta experiência não coincidiu com a introdução deste tema nas aulas de Design Emocional, tornou-se necessário encontrar uma estratégia que proporcionasse um momento de introdução deste conceito aos alunos (know what) antes que estes aplicassem o know how através da experiência. Deste modo, antes de se iniciar a fase avaliativa, considerou-se pertinente desenvolver um vídeo que apresentasse uma breve introdução ao conceito a ser assimilado³².

[!\[\]\(e4c4cd482ba19efd6ff9d7711c1e1a8a_img.jpg\) ³² Vídeo introdutório dos três níveis de processamento e de design.](#)

No sentido de avaliar a experiência interativa com os utilizadores primários, e considerando o método de Design Centrado no humano, a avaliação deste projeto baseou-se num processo iterativo dividido em três fases, nomeadamente os pré-testes, aplicação das melhorias necessários e posteriormente os testes finais.

3.4.1. Pré-testes

Na primeira fase realizaram-se pré-testes de usabilidade e experiência de utilizador (UX) de modo a se verificar se a interação nos ambientes virtuais ia ao encontro dos objetivos de interação idealizada e pretendida para a correta realização das tarefas. Conforme a definição de usabilidade apresentada pela International Organization for Standardization (ISO) (2020), na norma ISO 9241-110, este termo deve ser entendido como a extensão em que um produto, serviço ou sistema podem ser usados por utilizadores específicos de modo a atingirem os seus objetivos com eficácia, eficiência e satisfação num contexto de uso. Para melhor entendimento acerca destes conceitos: a eficácia refere-se à capacidade que o utilizador tem para completar os seus objetivos com exatidão consoante as suas expectativas; a eficiência refere-se à rapidez com que este conclui estes objetivos (Interaction Design Foundation, 2022). No que se refere o termo da satisfação, este diz respeito à componente emocional da UX e que, de acordo com Rebelo et al. (2012), distingue os dois conceitos, associando a usabilidade à performance, e a UX à resposta emocional resultante da interação do utilizador com determinado produto ou serviço.

Para a avaliação emocional da UX usou-se o método SAM, detalhado no próximo parágrafo, e para a avaliação da usabilidade realizou-se uma observação direta para compreender o modo como os estudantes realizam a interação em RV e, por fim realizou-se uma entrevista.

Para a realização das sessões dos pré-teses foram utilizados: um computador portátil Lenovo Legion Y520 com um processador Intel Core i7, memória RAM de 16GB e uma placa gráfica Nvidia GeForce GTX1060 Max Q; um *head-mounted display* Oculus Quest 2 com 64 GB, e com 1832x1920 pixels em cada lente; o *software* Unity na sua versão 2020.3.14f1 onde foi executado o jogo; e por fim um cabo Link que permitiu a conexão entre o computador e os Oculus.

Avaliação da Usabilidade

A avaliação realizada nos pré-teses teve como objetivos avaliar as interações dos participantes com os ambientes virtuais de modo detetar erros e melhorar a experiência, bem como, verificar se as emoções sentidas correspondiam ao desejado. Através destes estudos foi possível verificar a eficácia, eficiência e a satisfação na execução das tarefas, nomeadamente se os participantes conseguiam manusear os objetos no espaço virtual sem qualquer problema, se conseguiram concluir as tarefas sem qualquer impedimento nem esforço, se detetaram algum erro ao longo da experiência e se o tempo de realização da experiência – cerca de 10 minutos – era, ou não, conforme o previsto.

Avaliação Emocional (UX)

Para avaliação da UX aplicou-se a técnica pictográfica *Self-Assessment Manikin* (SAM), que permite que cada participante avalie, através de uma escala não verbal de 9 pontos, três dimensões emocionais (ativação, valência e dominância) que sentiu em cada um dos três cenários de RV (Bradley & Lang, 1994).

A **Figura 30**, ilustra as três escalas do SAM utilizadas. Cada uma das escalas tem uma sequência de 5 imagens, com uma escala de 1 a 9 valores, permitindo assim, que o participante escolher tanto um valor respetivo a uma das imagens, como um valor intermédio entre imagens. A dimensão da ativação sentida apresenta uma escala que no lado esquerdo tem uma imagem com uma expressão calma (sonolento e olhos fechados) e do lado direito agitado (agitação e olhos arregalados) (24a). A valência é representada no lado esquerdo por uma expressão de desprazer e no lado direito por uma expressão de prazer (24b). A terceira escala, referente ao domínio da situação percebida pelo participante, apresenta do lado esquerdo uma imagem com uma dimensão reduzida, e do lado direito uma dimensão grande que ultrapassa a moldura quadrangular da escala, demonstrando assim do lado esquerdo da escala uma ideia de nenhum controlo e do lado direito, um controlo total da situação (24c) (Bradley & Lang, 1994).

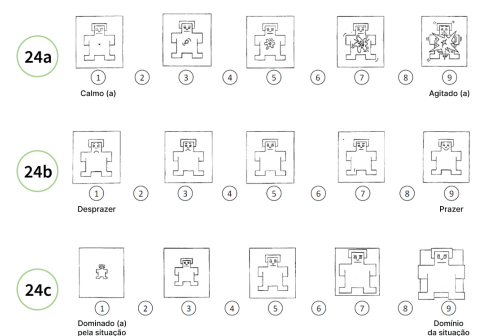


Figura 30. As três escalas SAM: agitação (24a), valência (24b), dominância (24c) (Investigadora, 2022).

Amostra

Recorreu-se a uma amostra de conveniência, recrutada junto a alunos da área do design, constituída por 5 participantes, com idades compreendidas entre os 20 e os 25 anos (3 do sexo feminino, e 2 do sexo masculino). Optou-se por não se avançar com mais nenhum pré-teste uma vez que os feedbacks deixados pelos participantes foram suficientes para se detetar os problemas de usabilidade que comprometiam a experiência. Refira-se também, que de acordo com Nielsen (2000), em estudos de usabilidade com cinco participantes já é possível serem detetados 85% dos problemas de usabilidade do artefacto em estudo.

Procedimentos



Figura 31. Fotografia retirada no ergoUX Lab à área reservada à experiência em RV (Investigadora, 2022).

Os pré-testes foram realizados no ergoUX Lab, localizado no bloco 5 da Faculdade de Arquitetura. Este espaço tornou-se favorável à realização deste estudo uma vez que apresenta instalada uma área reservada a experiências em RV, não apresentando, deste modo, qualquer tipo de obstáculo que pudesse atrapalhar a locomoção do participante durante a experiência (Figura 31). Na RV, o participante encontra-se com a sua visão bloqueada para o ambiente exterior devido ao *head-mounted display*. Assim, a qualquer momento que haja necessidade de dar alguns passos, ou de mexer os seus braços livremente, não há distrações fontes de embates com algum objeto exterior à experiência que quebre o seu estado de *flow*. Outro aspeto positivo da localização do ergoUX Lab é o facto de se encontrar num dos extremos do bloco 5, o que permite que este espaço seja silencioso para a realização de experiências imersivas.

Cada sessão de testes durou em média 20 minutos, sendo dividida em três momentos distintos:

Apresentação dos objetivos e do vídeo de introdução ao tema dos três níveis: Num primeiro momento os participantes liam e assinavam um termo de consentimento informado (Apêndice J). A moderadora do estudo explicava quais os objetivos do teste e o que se esperava do participante. Era explicado que os testes eram necessários para detetar erros de interação e melhorar a usabilidade da experiência, bem como avaliar a resposta emocional à experiência.

A experiência tinha uma narrativa associada aos três níveis do design emocional de Norman, pelo que nesta fase o participante sentava-se em frente a um computador, para que fosse visualizado o vídeo que explicava os conceitos do design visceral, comportamental e reflexivo.

Início da experiência: Antes do participante colocar os Oculus na cabeça, pediu-se que ficasse parado no centro da área de experiência imersiva que se encontrava delimitada no chão, uma vez que a investigadora já criara uma área de jogo que abrangia todo esse espaço destinado à experiência. Este pedido assegurou que a experiência do estudante não seria interrompida com alguma notificação de que este teria saído da área jogável. Após o estudante se encontrar com os Oculus colocados e com os comandos em cada mão, a investigadora deu início à experiência que correria no ambiente virtual. Note-se que todo o equipamento a ser usado pelo participante foi desinfetado na presença de cada participante.

Recolha de dados: Durante a fase anterior, a investigadora observava a interação do participante e registava problemas detetados. Note-se que era possível a investigadora observar o participante, e em simultâneo visualizar no ecrã do computador tudo aquilo que o participante via e fazia no ambiente virtual.

Após o término da experiência foi solicitado que o participante preenchesse o formulário do Google Forms ([Apêndice K](#)) que apresentava as três escalas do SAM, sendo necessário que registasse a intensidade das respostas emocionais sentidas em cada cenário no geral. Refira-se que antes do registo das respostas eram apresentadas instruções muito precisas sobre a forma de preenchimento do SAM, recorrendo-se a três exemplos com vídeos ([Apêndice L](#)) geradores de emoções num dos extremos de cada uma das escalas do SAM, para explicar o que se responderia em cada um daqueles vídeos.

Em seguida, foi ainda realizada uma entrevista para indagar sobre aspetos negativos que provocaram problemas no decorrer da interação no ambiente virtual, e se tinham alguma sugestão de modo a melhorar a experiência em cada um dos cenários.

3.4.1.1. Avaliação emocional (UX)

A) Resultados

Como referido anteriormente, conforme a norma ISO 9241-110, a UX refere-se às respostas do utilizador, particularmente emoções, crenças, preferências, perceções, conforto, comportamentos e realizações antes, durante e após o uso de determinado sistema, produto ou serviço (International Organization for Standardization, 2020). Assim, no que concerne aos dados recolhidos no estudo de UX, através da escala SAM, estes corresponderam à intensidade das reações emocionais que cada participante sentiu perante os estímulos e a interação de modo geral em cada um dos três cenários. Optou-se por verificar, se cada cenário provocou as respostas emocionais pretendidas. Em diante, entenda-se a abreviatura P# como referência a cada participante.

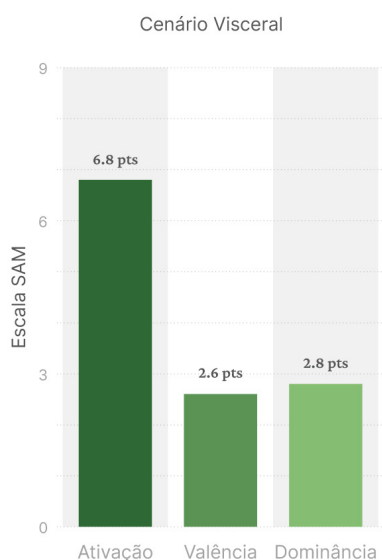


Gráfico 2. Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

Assim, no **cenário Visceral**, onde se procurou provocar respostas emocionais negativas e automáticas no participante, para a dimensão da ativação registou-se, como se pode verificar no **Gráfico 2**, uma média de **6.8 pontos**, existindo uma predominância de respostas individuais no ponto 7 por parte dos P1, P3, P4 e P5, já o P2 registou a sua resposta emocional no ponto 6, traduzindo-se assim estes valores num estado de **agitação** por parte dos participantes. Relativamente à dimensão da valência, que registou uma média de respostas emocionais de **2.6 pontos** (**Gráfico 2**), os P1, P4 e P5 registaram as suas respostas no ponto 3, e os P2 e P3 no ponto 2, traduzindo-se estes resultados numa prevalência da emoção de **desprazer**. No que se refere à dimensão da dominância, que registou uma média **2.8 pontos** (**Gráfico 2**), tanto o P1 como o P4 registaram as suas respostas no ponto 2, já o P2 no ponto 5, o P3 no ponto 1, e o P5 no ponto 4, significando que durante a presença do participante neste cenário existiu maioritariamente um sentimento de que este se sentia **dominado(a) pelo cenário** e pelos estímulos que o envolviam.

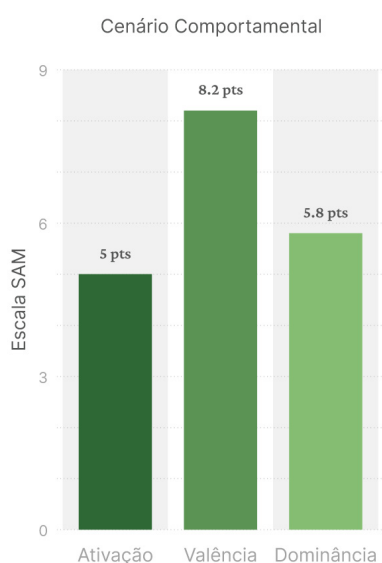


Gráfico 3. Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registados pelos participantes no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

No que concerne ao **cenário Comportamental**, passou a existir interação com os elementos do cenário e, por este motivo foi necessário verificar como os participantes se sentiam com as mecânicas desenvolvidas para esta interação. Com base nisto, para a dimensão da ativação, que como se pode verificar no **Gráfico 3** registou uma média de respostas emocionais no **ponto 5**, sendo que o P1 registou a sua resposta emocional no ponto 5, o P2 no ponto 4, o P3 no ponto 6, o P4 no ponto 7 e por fim o P5 registou no ponto 3. Perante estes resultados constatou-se que a maioria dos participantes apresentou **ativação neutra**. Para a dimensão da valência registou-se uma média de **8.2 pontos** (**Gráfico 3**), sendo que, os P1 e o P2 registaram as suas respostas no ponto 9, o extremo desta escala. Tanto o P3 e o P5 registaram no ponto 8, e o P4 no ponto 7, demonstrando-se assim o **prazer** sentido por todos os participantes neste cenário. Por fim, para a escala da **dominância** registou-se uma média de **5.8 pontos** (**Gráfico 3**), onde o P1 registou a sua resposta emocional no ponto 8, o P2 no ponto 5 e o P3 no ponto 2, já os P4 e o P5 registaram as suas respostas no ponto 7. Com base nestes resultados pode-

se verificar que **não existiu um consenso** quanto a todas as respostas, visto que os P1 P4 e P5 apresentaram-se com o domínio da situação, contudo o P3 apresentou-se dominada pela situação, e o P5 apresentou uma neutralidade quando à dominância sentida.

No que concerne ao **cenário Reflexivo**, como já mencionado nos tópicos anteriores, este apresenta duas versões – Reflexivo positivo e Reflexivo negativo – sendo que somente uma delas foi apresentada a cada participante. Contudo, independentemente da versão, ambas procuraram proporcionar um momento de reflexão e racionalização sobre o significado das decisões tomadas no cenário anterior, gerando as respectivas consequências positivas ou negativas. No cenário positivo, no que respeita aos três participantes que tomaram a **decisão mais correta de escolher no cenário anterior a peça mais sustentável, não se apresentou uma concordância** geral nos resultados relativos à dimensão da ativação. Como presente no **Gráfico 4** registou-se uma média de **4.33 pontos de ativação**, sendo que o P1 registou a sua resposta emocional no ponto 4, contudo o P2 apresentou a sua resposta no ponto 1, e o P3 no ponto 8. Para a dimensão da valência registou-se uma média de respostas emocionais no **ponto 9** (**Gráfico 4**), uma vez que todos os participantes selecionaram este ponto, o que significa que todos os participantes que agiram corretamente perante o contexto da Economia Circular apresentaram uma resposta emocional de **prazer**. Por fim, para a dimensão da dominância, registou-se uma média de **7 pontos**, sendo que o P1 registou a sua resposta no ponto 6, o P2 no ponto 7, e o P3 no ponto 8, verificando-se assim um sentimento de **domínio** perante as informações transmitidas, tanto visuais como auditivas.

No cenário negativo, os restantes 2 participantes que realizaram uma das **decisões menos sustentáveis**, ao escolherem uma das duas peças com menos percentagem de reciclagem, na dimensão da ativação, como se verificar no **Gráfico 5**, registou-se uma média de **2.5 pontos**, dado que o P4 registou a sua resposta emocional no ponto 1, e o P5 no ponto 4, traduzindo-se em respostas emocionais com um nível de **ativação baixa**, representando provavelmente a tristeza sentida por partes dos participantes perante a mensagem apresentada e o cenário em que estes se encontraram. A dimensão da valência apresentou uma média de **3 pontos**, uma vez que ambos os participantes registaram as suas respostas no ponto 3, apresentando um sentimento **desprazer**, e para a dimensão da dominância registou-se uma média de **5 pontos**, dado os dois participantes terem registado as suas respostas emocionais no ponto 5, significando que **nem se sentiram dominados pelos estímulos recebidos, nem sobre o controlo destes mesmos estímulos**.

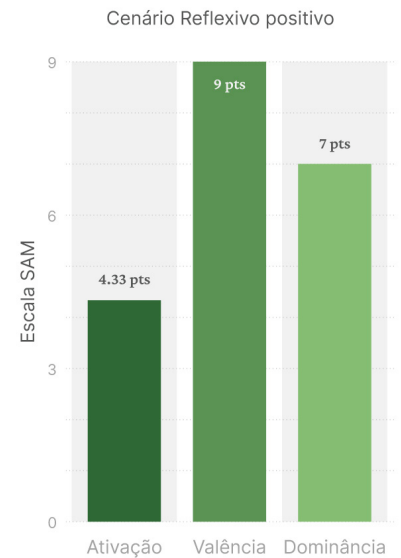


Gráfico 4. Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registado pelos participantes no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).

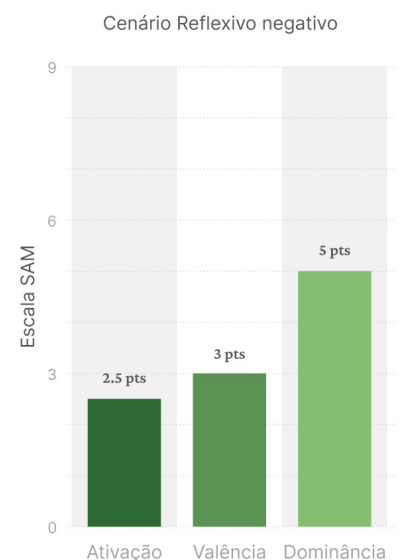


Gráfico 5. Dados dos pré-testes relativos ao SAM, registado pelos participantes no cenário Reflexivo negativo (Investigadora, 2022).

B) Discussão

Através deste estudo pôde-se constatar que no geral todos os participantes registaram respostas emocionais que corresponderam ao pretendido em cada cenário.

Após uma análise realizada com base nos dados relativos ao cenário Visceral, verificou-se um sentimento médio de agitação (6.8 pontos) por parte de todos os participantes no cenário visceral. Pode pressupor-se ser uma agitação negativa, dado o sentimento de desprazer médio (2.6 pontos) registado na escala da valência, e a percepção média que os participantes apresentaram sobre se sentirem dominados pelos acontecimentos neste cenário (2.8 pontos).

Através da observação direta no contexto terrestre, a moderadora pôde constatar que, nos primeiros minutos da experiência em que surgiam sons altos e repentinos, e as luzes brilhantes dos trovões, os participantes P1, P3 e P5 que registaram as suas respostas emocionais da ativação no ponto 7, e da valência no ponto 3 (P1) e no ponto 2 (P3 e P5), executavam movimentos repentinos como, por exemplo, o encolher dos ombros, ou recuar ligeiramente o tronco. Em complemento, os participantes P1, P2 (este que registou a sua resposta de ativação no ponto 6, e da valência no ponto 2), P3 e P5 pronunciaram também o que sentiam, como *“Que susto!”* ou o recurso a interjeições como *“Ai!”* e *“Credo!”*. Relativamente ao momento em que os participantes vêm a embalagem de plástico a mover-se contra o seu rosto, todos realizaram algum tipo de movimento como o recuar um passo para trás, ou o simples mover da cabeça para trás enquanto pronunciavam alguma interjeição de susto. Acerca do contexto marítimo, os participantes P1, P2 e P4 (este que registou a sua resposta emocional da ativação no ponto 7, e da valência no ponto 3) alegaram algum desconforto perante a escuridão do oceano, bem como pelo facto de se encontrarem no meio oceano, numa posição alta e longe do chão.

Note-se que, como Norman (2013) argumenta, os três níveis que, trabalham em conjunto, moldam-se constantemente uns aos outros a fim de estabelecer o estado emocional e cognitivo de cada pessoa, deste modo, embora o nível visceral possa ser dominante neste cenário, também o nível comportamental, por exemplo, permite que o participante realize os gestos de desviar-se ou recuar ligeiramente para trás perante os estímulos recebidos neste cenário, sem que pare para pensar que deve efetuá-los.

No que concerne ao cenário Comportamental, após uma análise dos dados verificou-se que, em média, os participantes sentiram-se neutros quanto à ativação sentida (5 pontos), embora o P5, que registou uma ativação no ponto 3, e o P4 no ponto 7, se tenham apresentado mais próximos de cada extremo da escala, onde o primeiro apresentou a ativação mais baixa, e o segundo a mais alta em relação aos demais participantes. Ainda assim, pode-se pressupor

que estes níveis de ativação apresentam um caráter positivo, uma vez que se registou uma média de valência alta (8.2 pontos) onde todos os participantes registaram as respostas emocionais entre os pontos 9 e 7 desta escala. Isto é, ainda que o P5 se tenha apresentado calmo durante a interação com este segundo cenário, sentiu prazer ao interagir com este ambiente ou simplesmente pela composição visual deste mesmo. Já o P4 que se apresentou agitado, não significou que sentisse uma ativação idêntica ao cenário Visceral, onde também registou a sua resposta emocional no ponto 7 e uma valência negativa. Neste caso, para o P4, a ativação acompanhou-se de uma valência positiva, por exemplo, perante a alteração do contexto visual e auditivo ou a diversidade de interação que passou a existir. Já os demais participantes que apresentam uma ativação neutra e uma valência alta pode ser entendido de igual modo pelo contraste de estímulos quer auditivos, quer visuais entre o cenário Visceral e o Comportamental. Relativamente à escala da dominância, como referido anteriormente não se encontrou um consenso quanto à dominância sentida neste cenário, visto que três dos participantes registaram que se sentiam minimamente com o domínio sobre a situação, um participante sentiu-se neutro quanto a este tópico, e outro participante sentiu-se dominado sobre a situação, não apresentando controlo sobre o contexto deste cenário. Posto isto, e uma vez que este cenário tinha por base a interação programada para a solução dos desafios propostos, não se conseguiram retirar interpretações significativas.

Ainda assim, como Norman (2013) argumenta, após uma interação, quando o feedback apresentado ao utilizador vai de encontro às suas expectativas, este experiencia uma valência positiva, como foi o caso no cenário Comportamental. Contudo, segundo o autor, ao se receber o feedback esperado, a par desta valência positiva, experiencia-se também um sentimento de controlo, o que não se verificou com o P2 que registou uma dominância no ponto 5, e com o P3 que registou uma dominância no ponto 2. Este aspeto, como verificado através da observação direta por parte da moderadora, pode dever-se, por exemplo, aos problemas de usabilidade encontrados neste cenário, que serão apresentados mais adiante, onde alguns participantes conseguiram superá-los de modo mais autónomo em relação a outros. Note-se que o facto da recolha dos dados SAM ter sido realizada com base no contexto geral de cada cenário, pode ter proporcionado uma maior incerteza acerca de alguns dados. Deste modo, um aspeto a ser considerado na seguinte fase de avaliação é a necessidade de apresentar a cada participante momentos específicos de cada cenário, de modo a se compreender como as respostas emocionais se alteram mediante os estímulos apresentado, ainda que no mesmo cenário.

No cenário Reflexivo positivo que apresentou uma conclusão da experiência através de um contexto sustentável, como consequência da correta escolha da

peça mais sustentável no cenário Comportamental, verificou-se uma média de ativação neutra (4.33 pontos). Contudo, quando analisado cada participante em individual, verifica-se que os três participantes que experienciaram este fim, não registaram respostas emocionais idênticas entre si. O primeiro apresentou uma ativação baixa, localizada no extremo da escala, o segundo registou uma ativação neutra, e o terceiro registou uma ativação alta, perto do extremo da escala oposto ao primeiro participante. Ainda assim, à semelhança do cenário Comportamental, também neste cenário Reflexivo positivo registou-se uma valência positiva de todos os participantes, localizada no extremo direito desta escala. Pelo que se pode pressupor que, independentemente do estado de ativação sentida pelos participantes, esta apresentou-se com um pendor positivo. Em complemento, verificou-se um sentimento de domínio sobre o contexto apresentado, que pode ser interpretado pelo facto dos participantes sentirem que fizeram parte do “final feliz” desta experiência. Isto por poderem ter compreendido a sequência narrativa da Economia Linear, seguida da necessidade de agir com o objetivo de mudar esse contexto económico, e por fim, neste cenário, terem conseguido concluir esse objetivo ao mudaram o rumo da economia ao optarem por decisões mais conscientes e informadas. Através da observação direta a moderadora pôde verificar o sentimento de felicidade e orgulho nestes participantes ao expressarem os seus pensamentos sobre terem conseguido ajudar o ambiente, e compreendido qual a solução mais correta a fim de atingirem este objetivo.

No cenário Reflexivo negativo que, ao contrário do cenário positivo, apresentou um contexto menos sustentável idêntico ao cenário Visceral, como consequência nas decisões menos sustentáveis realizadas no cenário Comportamental, verificou-se que, tanto ao nível médio da ativação (2.5 pontos) como da valência (3 pontos), os dois participantes registaram emocionais de pendor negativo. Isto é, este cenário proporcionou uma ativação baixa, que pode-se caracterizar ainda de negativa devido ao desprazer registado pelos participantes. Através da observação direta a moderadora pôde registar comentários como *“oh...voltei ao mesmo lugar do início”* por parte do P4 e *“posso repetir?”* por parte do P5, de modo a constatar o desânimo de ambos os participantes perante o desfecho da experiência. Relativamente ao sentimento de domínio, verificou-se que os dois participantes permaneceram neutros nesta escala, podendo ser interpretado pelo facto de não existirem estímulos quer visuais, quer auditivos que lhes proporcionasse grande sentido de interação, uma vez que, em relação ao cenário Comportamental ambos os participantes registaram que sentiram domínio sobre a situação ao selecionarem o ponto 7. Por outro lado, o sentimento de neutralidade nesta terceira escala pode ainda ser interpretado pelo facto de terem percebido que não conseguiram alterar o rumo da economia, ou ainda por não terem percebido o que fizeram menos bem no cenário anterior. Esta última suposição advém da conversa

que existiu posteriormente ao término da experiência, onde os participantes questionavam qual seria a peça correta, uma vez que, não conseguiram receber essa informação devido aos problemas de usabilidade experienciados no cenário Comportamental.

3.4.1.2. Avaliação da usabilidade

A) Resultados

Relativamente aos testes de usabilidade realizados com cada participante, registaram-se algumas necessidades de modificações nos cenários. Por motivos de organização, estas necessidades foram agrupadas em diferentes tópicos, nomeadamente: problemas técnicos; problemas de interação; inconsistências visuais e auditivas. O registo da avaliação da usabilidade pode ser consultado na íntegra no [Apêndice M](#).

Assim, no cenário Visceral, constataram-se problemas técnicos e inconsistências visuais.

Problemas técnicos: Os participantes P3, P4 e P5 relataram somente o ruído como aspeto negativo, pois, devido à presença dos efeitos sonoros quer na chuva da tempestade, quer dos trovões, não permitiram que estes participantes conseguissem perceber de forma clara o discurso da narradora.

Inconsistências visuais: Relativamente a este aspeto, os participantes P1, P4 e P5 apresentaram comentários de modo a colmatar algumas inconsistências na experiência deste cenário. Visto que, como apresentado anteriormente, este primeiro cenário contém dois contextos diferentes entre si, registaram-se comentários tanto para o contexto terrestre, como para o contexto marítimo. No contexto terrestre, o P1 referiu que não compreendeu o significado das esferas amarelas que aparecem nas suas mãos. Já os participantes P4 e P5 apresentaram comentários destinados ao contexto marítimo, nomeadamente a falta que sentiram de um maior aglomerado de lixo no oceano, tanto na areia como à superfície do mar.

Relativamente aos comentários apresentados pelos participantes, no cenário Comportamental, registaram-se problemas tanto técnicos como de interação.

Problemas técnicos: No total três dos participantes apresentaram dificuldades em compreender qual o próximo passo a seguir após efetuar alguma interação. Ou seja, estes participantes alegaram que demoraram a perceber que o quadro de anotações branco tinha girado e desbloqueado novas pistas sobre as tarefas a realizar, uma vez que, não ouviram o estímulo auditivo da rotação deste mesmo. Para além disto, 2 destes participantes apresentaram

alguma confusão quanto ao *placeholder* que surgia assim que seguravam nas peças da máquina de café, uma vez que a textura que este apresentava levava a que estes pensassem que fosse outra peça que tinha surgido, pelo que tinham a necessidade de tentar segurá-la também.

Problemas de interação: No total 4 dos participantes apresentaram dificuldades ao interagir com este cenário, sendo que 3 deles confundiram-se acerca de que botões dos comandos usarem quer para se teletransportarem, quer para segurarem em objetos, uma vez que o modo de executar estas duas tarefas apresentava-se visualmente igual, ainda que os botões fossem em diferentes comandos. Outro aspeto da interação que não correspondia às expectativas dos participantes diz respeito às tentativas de 2 destes participantes testarem a máquina de café após a repararem. Contudo, esta interação não tinha sido programada, pelo que os participantes clicavam no botão para a máquina funcionar e não existia nenhum feedback.

No que concerne ao **cenário Reflexivo**, foram deixados comentários apenas na versão negativa deste cenário, que apresentou somente problemas técnicos.

Problemas técnicos: À semelhança do feedback deixado pelos participantes no cenário Visceral, e uma vez que este terceiro cenário é idêntico ao contexto terrestre do primeiro cenário, um aspeto que prejudicou a experiência de todos os participantes que experienciaram a versão negativa, diz respeito à dificuldade em perceberem a mensagem que a narradora transmitia, uma vez que os efeitos sonoros da chuva e dos trovões encontravam-se com um volume igual ao da narradora.

Em complemento todos os participantes que presenciaram a versão negativa deste cenário apresentaram duas sugestões que poderiam impactar mais a experiência, nomeadamente: quando se inicia este cenário, o participante encontrar-se com as peças menos sustentáveis nas suas mãos virtuais; e tal como no cenário Visceral caíam embalagens, neste cenário poderiam cair as peças menos sustentáveis, de modo a transmitir a ideia de que mais peças sem grandes possibilidades de reaproveitamento foram fabricadas, e descartadas assim que chegaram ao fim da sua vida.

B) Discussão

Ainda que, para o cenário Visceral os resultados recolhidos no SAM se enquadrem nos pretendidos, perante os dados recolhidos acerca da usabilidade desta experiência interativa verificou-se que os participantes não a aproveitaram, neste cenário, a cem por cento. Um dos problemas de usabilidade encontrados foi a dificuldade em compreender o discurso na narradora perante ao ruído que a chuva e os efeitos sonoros dos trovões faziam. Sendo que, o som da chuva era um estímulo auditivo que acompanhava o participante durante

toda a experiência visceral a par do discurso da narradora. Este aspeto prejudica o objetivo deste cenário uma vez que o discurso que a narradora apresenta serve de contexto ao que acontece no cenário.

No que concerne aos comentários deixados pelos participantes P1, P4 e P5, serviram de possíveis melhorias no âmbito da UX e do impacto que tanto o cenário, como a narrativa teriam nos participantes dos próximos testes. Isto é, quanto ao comentário do P1, ao serem introduzidas as esferas amarelas a saírem das embalagens de plástico assim que caem no chão, antes de aparecerem nas mãos do participante, poderia intensificar o significado pretendido de que os produtos descartados como lixo sem qualquer valor de reciclagem atualmente, terão um impacto negativo que retornará ao ser humano mais tarde. Quanto às sugestões acerca do aumento do lixo marinho, apresentadas pelos P4 e P5, poderia intensificar a quantidade de lixo que, efetivamente, é encontrada nos oceanos atualmente.

No cenário Comportamental, como verificado nos dados recolhidos através do método SAM, existiu alguma dispersão nas respostas emocionais registadas pelos participantes, em especial na escala da dominância. Não se chegou a um consenso acerca do domínio ou não perante a situação apresentava neste cenário, uma vez que se verificou problemas de usabilidade durante a observação direta. Alguns participantes conseguiram concluir os desafios sem grande dificuldade ao se conseguirem adaptar a estes até ao final da experiência neste cenário. Em contrapartida, outros participantes não conseguiram contornar esses problemas, pelo que a moderadora sentiu necessidade de guiar as interações destes participantes até estes concluírem os desafios.

Os problemas verificados impediram que os participantes compreendessem os próximos passos a executar, uma vez que não conseguiam encontrar as pistas sozinhos, ficando assim a interagir com o cenário através de tentativa erro até encontrar uma resposta. Este aspeto proporcionou um sentimento de frustração nos participantes, que sentiram a necessidade de comunicar com a moderadora a questionarem o que deveriam fazer. Contudo, assim que a moderadora fornecia alguma indicação que os permitisse encontrar as pistas, maior parte dos participantes conseguiam continuar a resolver os desafios de forma autónoma. No entanto, o facto de ser necessário comunicarem com alguém fora do ambiente virtual proporcionou uma quebra do estado de *flow* durante este cenário.

Como referido anteriormente, no que se refere ao cenário Reflexivo, existiram problemas de usabilidade apenas no cenário Reflexivo negativo. Visto que este se apresenta idêntico ao cenário Visceral, também o problema do ruído auditivo foi destacado para este cenário, levando a que os participantes não conseguissem acompanhar o discurso da narradora com facilidade.

Em complementos foram apresentadas algumas sugestões pelos participantes a fim de melhorar a UX da experiência no âmbito dos elementos constituintes do cenário, nomeadamente o facto das peças menos sustentáveis acompanharem o participante também neste cenário, de modo que fosse compreendido que foram essas escolhas menos conscientes que proporcionaram o prevalecer da Economia Linear sobre a Circular. Estas sugestões podem aumentar a relação pretendida entre os três cenários.

3.4.2. Modificações realizadas após os pré-testes

A partir da análise dos resultados dos pré-testes puderam-se averiguar défices de usabilidade que, nesta fase iterativa, foram submetidos a melhorias e acrescentemos para o estado final da experiência.

3.4.2.1. Cenário Visceral

Como verificado nos dados apresentados, a maioria dos participantes relatou a existência de problemas técnicos devido ao ruído em demasia neste cenário, visto que o volume dos efeitos sonoros da chuva, como dos trovões estava ao mesmo nível do volume do discurso da narradora. Perante este registo, realizou-se uma redução ligeira do volume dos efeitos sonoros provenientes da tempestade e, um ligeiro aumento do volume do áudio da narradora.

Relativamente às inconsistências visuais no contexto terrestre deste cenário, visando colmatar o facto de não se ter compreendido o significado das esferas amarelas que aparecem nas mãos dos jogadores aquando da queda das embalagens, decidiu-se que estas esferas passariam a surgir no cenário como “salpicos” que surgem a partir das embalagens assim que estas tocassem no chão. Ou seja, as embalagens caem, tocam no chão e libertam microplásticos para o cenário (as esferas amarelas que passam a sair delas)³³. Consequentemente, segundos após, surgem partículas amarelas nas mãos do jogador de modo que se represente a ideia de que o que saiu das embalagens que caíram no ambiente, apareceu no jogador. O objetivo por detrás desta escolha foi o de transmitir que toda a poluição que é gerada pelo ser humano acaba, mais tarde ou mais cedo retornar-lhe, seja através da comida e água que ingere, seja através do ar que respira (EUFIC, 2021).

🔗³³ [Vídeo 6](#) do antes e do depois de os microplásticos serem adicionados às embalagens.

Relativamente ao contexto marítimo, acrescentou-se uma maior quantidade de lixo tanto na areia como à superfície do oceano, uma vez que registou a necessidade da existência de mais poluição nestes ambientes³⁴.

🔗³⁴ [Vídeo 7](#) do antes e do depois do aumento no lixo no oceano.

3.4.2.2. Cenário Comportamental

No que se refere aos défices de usabilidade registados neste segundo cenário constatou-se que, ao nível de problemas técnicos, algumas pistas que surgiam no cenário, a meio da experiência, não foram vistas por mais de metade dos participantes. Relativamente aos restantes participantes, ainda que estes as encontrassem, verificou-se necessário a intervenção da moderadora. Deste modo, implementou-se uma notificação, tanto visual como auditiva que, através da configuração de som 3D, procurava atrair o jogador para perto do quadro. Esta só podia ser desativada assim que o jogador olhasse para o quadro e fosse contra um *collider* invisível que se posicionou em frente ao quadro³⁴.

🔗 ³⁴ [Vídeo 8](#) do antes e do depois da existência da notificação no quadro branco.

Outro elemento 3D que necessitou de modificações foi o *placeholder* da peça da máquina que se encontrava estragado. Como verificado anteriormente, assim que o participante retirava esta peça da máquina era ativado um elemento igual a esta peça, contudo apresentava-se mais claro e com opacidade. O objetivo deste elemento era informar o participante qual o lugar que a peça estragada deveria ocupar, assim que esta colidisse com o elemento com opacidade ativaria outra informação no cenário. Contudo, o que se verificou foi que os participantes confundiram este elemento com sendo uma nova peça que apareceu no cenário, pelo que, largavam a peça estragada para tentar segurar neste elemento. A solução desenvolvida para este momento passou pelo aumento da opacidade do elemento, bem como, assim que os jogadores largassem a peça estragada, o seu *placeholder* desapareceria e, assim que voltassem a segurar na peça, também o *placeholder* tornaria a aparecer³⁵. Além disso, com o objetivo de transmitir melhor a mensagem da necessidade de dar uma segunda vida a peças no fim do seu ciclo, optou-se por inserir um modelo 3D de uma caixa com peças para serem reaproveitadas para outros fins.

🔗 ³⁵ [Vídeo 9](#) do antes e do depois do aumento da opacidade do elemento 3D.

Relativamente aos problemas de interação registados, verificaram-se dificuldades na navegação dos participantes por este cenário, uma vez que os botões que permitiam a navegação eram os mesmos que permitiam que o estudante pegasse em algum objeto 3D., ainda que em comandos diferentes. Além disso, o joystick era apresentado em ambos os momentos. De modo a colmatar este problema, programou-se que somente o comando esquerdo serviria para realizar o teletransporte, e o comando ou mão virtual direita, para interagir com os objetos 3D³⁶. Por fim, outro aspeto que se verificou que não foi ao encontro das expectativas do participante foi o facto de ter-se verificado o desejo dos participantes testarem a máquina novamente, após ser consertada. Dado ser uma tarefa que se relaciona com o nível comportamental e, além disso, o objetivo deste cenário ser o de fazer o participante passar por uma experiência comportamental negativa, e depois positiva, programou-se que após a peça nova já se encontrar na máquina, seria possível que o participante testasse

🔗 ³⁶ [Vídeo 10](#) do antes e do depois do ajuste das mecânicas de interação e deslocação.

🔗 ³⁷ [Vídeo 11](#) do antes e do depois da possibilidade de testar a máquina no final.

novamente a máquina para verificar se passou a funcionar³⁷, e assim passar para o próximo cenário da narrativa. Deste modo, foi possível apresentar ao participante as duas perspectivas: a primeira onde a interação do participante não apresentasse o feedback esperado, causando assim respostas emocionais negativas, e a segunda com a receção do feedback esperado da interação com a máquina, causando reações emocionais positivas (Norman, 2013).

3.4.2.3. Cenário Reflexivo

No que se refere às modificações implementadas neste cenário Reflexivo, a versão negativa foi a que registou necessidades de iterações. Visto que se assemelha ao cenário Visceral no que se refere aos efeitos sonoros da tempestade, foi necessário diminuir o som destes efeitos tanto da chuva, como dos trovões, e aumentar o volume do discurso da narradora.

Por fim, com base na sugestão apresentada pelos participantes que experienciaram a versão negativa deste cenário e, de modo a aumentar o impacto que este cenário poderia ter, decidiu-se que o participante iniciaria este cenário a segurar nas suas mãos virtuais as duas peças menos sustentáveis que lhe foram apresentadas no cenário Comportamental. Além disso, visto que este cenário não apresentava peças a caírem (como acontecia no cenário Visceral), programou-se que durante o discurso da narradora passariam a cair peças iguais às que se encontram nas mãos do participante³⁸.

🔗 ³⁸ [Vídeo 12](#) do antes e do depois da presença das peças menos sustentáveis no cenário.

3.4.2.4. Ambiente de tutorial

Outro aspeto onde se verificou a necessidade de ser implementado foi a criação de um ambiente de tutorial. Este seria o primeiro cenário a ser apresentado aos participantes antes de iniciarem a experiência interativa na fase dos testes. Para isso desenvolveu-se um guião ([Apêndice N](#)) do discurso a ser apresentado que guiasse o participante a interagir com o ambiente de modo que este aprendesse quais as interações possíveis de serem realizadas ao longo do jogo (Eschenbrenner et al., 2008; Pantelidis, 2010; Stavroulia et al., 2019).

Num primeiro momento o participante é informado da possibilidade de olhar em 360º graus, para isso surgem elementos 3D ao seu redor com uma trajetória circular de modo a incitar que o participante rodasse a sua cabeça. Em seguida é apresentada a tarefa para o participante mover a sua mão para a frente para clicar num gravador para que este funcione. Esta tarefa teve como objetivo apresentar ao jogador a possibilidade de ativar determinada função de um objeto através do toque³⁹.

🔗 ³⁹ [Vídeo 13](#) do ambiente de tutorial.

Por fim solicitou-se que o jogador usasse o botão esquerdo do comando direto para pegar num objeto 3D e, em seguida, pressionar no botão direito do comando esquerdo para ser possível ao jogador deslocar-se no ambiente enquanto segurava noutro objeto na outra mão. Estas tarefas focaram-se essencialmente nas interações existentes no cenário Comportamental, onde seria necessário que em determinados momentos o participante usasse os dois comandos em simultâneo.

Visualizar experiência completa:

[🔗 Com final positivo](#)
[Com final negativo](#)

Após o término das melhorias e acrescentos considerados necessários, deu-se início à segunda fase avaliativa, os testes.

3.4.3. Testes

Após serem efetuadas as modificações necessárias a fim de se melhorar a usabilidade e experiência dos participantes, deu-se início à segunda fase de avaliação com os testes finais. Nesta fase realizaram-se três avaliações, nomeadamente: de aprendizagem dos conhecimentos adquiridos, de avaliação emocional (UX) e de presença.

A primeira avaliação realizada nos testes teve como objetivo recolher dados que verificassem a aprendizagem do conceito dos três níveis de processamento e de design definidos por Norman, com base nos estímulos apresentados na experiência virtual.

Na segunda avaliação realizada, de forma idêntica aos pré-testes, verificou-se se as emoções sentidas correspondiam às pretendidas (cf. pg 65).

Por fim verificou-se o nível de envolvimento dos participantes nos ambientes virtuais através da avaliação da presença, para compreender se os participantes se encontravam concentrados no espaço do ambiente virtual, bem como, se estavam comprometidos em superar os desafios e realizar as tarefas propostas. Neste ponto, torna-se pertinente compreender como deve ser interpretado o conceito de presença em contexto de RV. Segundo Schubert et al. (2001) o conceito da presença deve considerar tanto a capacidade do participante se sentir efetivamente presente no ambiente virtual e interagir com os elementos 3D, como também o estado de concentração em que se encontra no mundo virtual, ao ponto de ignorar qualquer estímulo do ambiente real. Vasconcelos-Raposo et al. (2020) descrevem ainda que esta perceção de presença num ambiente de RV advém do facto do participante se sentir envolvido e estimulado multissensorialmente de modo a sentir que se encontra verdadeiramente naquele espaço.

Para a realização das sessões dos testes utilizou-se o mesmo equipamento da fase dos pré-testes (cf. pg 66).

Nos pré-testes a avaliação emocional foi feita de uma forma genérica para cada um dos três cenários (Visceral, Comportamental e Reflexivo). Uma vez que se verificou alguma ambiguidade nos resultados obtidos, optou-se, nesta segunda fase de avaliação, por uma avaliação mais fina. Assim, avaliaram-se diversos momentos-chave de cada cenário de modo a se obter uma análise mais detalhada acerca da aprendizagem e emoções provocadas nos participantes perante os diferentes estímulos em cada cenário.

Avaliação da Aprendizagem

Na avaliação da aprendizagem foram apresentados a cada participante cinco excertos de momentos específicos da experiência, com a duração entre três a quinze segundos. Após a visualização de cada vídeo os participantes identificavam em qual dos três níveis de design enquadravam o vídeo e escreviam quais os elementos que os levaram a selecionar o nível escolhido. Os vídeos foram apresentados aos participantes numa ordem diferente da que lhes foi apresentada os cenários na experiência. Esta estratégia procurou evitar o facto de os participantes poderem responder com base na ordem dos cenários, e assim seguir a sequência dos níveis do mais primitivo, o visceral, para o mais racional, o reflexivo.

A ordem usada foi a seguinte:

- Clip1:** Efeito sonoro e visual do trovão (cenário Visceral);
- Clip2:** Reflexão na versão positiva ou negativa do cenário Reflexivo;
- Clip3:** Máquina de café a funcionar corretamente (cenário Comportamental);
- Clip4:** Embalagem a voar na direção do participante (cenário Visceral);
- Clip5:** Máquina de café estragada e não funcional (cenário Comportamental).

Avaliação emocional (UX)

No que se refere à avaliação emocional usando a escala SAM, apresentou a mesma formatação aplicada na fase dos pré-testes. Existiu uma secção de instruções e em seguida, numa segunda secção do questionário cada participante pôde registar as suas respostas emocionais durante a experiência. Este estudo, à semelhança do estudo da avaliação da aprendizagem, também apresentou excertos em vídeos de momentos específicos da experiência que acompanhavam as escalas da ativação, valência, e dominância. Sendo estes apresentados aos participantes na seguinte ordem:

- SAM_Clip1:** Efeito sonoro e visual do trovão;
- SAM_Clip2:** Embalagem a voar na direção do participante;

SAM_Clip3: Máquina de café estragada e não funcional;

SAM_Clip4: Máquina de café a funcionar corretamente;

SAM_Clip5: Reflexão na versão positiva ou negativa do cenário Reflexivo;

Avaliação da Presença

O questionário da presença, bem como a sua respetiva grelha de avaliação, desenvolvidos pelos autores Vasconcelos-Raposo et al. (2020) foram-nos fornecido pelos mesmos, para motivos de investigação. Por questões de direitos autorais, não será transcrito na sua totalidade neste documento.

O questionário usa uma escala tipo Likert de 7 pontos, sendo que 1 significa “De maneira nenhuma” e 7 significa “Completamente”. Este é composto por vinte e uma questões, contudo, para a avaliação da experiência interativa desta investigação, retirou-se a questão número oito, uma vez que se refere à vertente de interação por tato e, como descrito anteriormente, toda a interação nesta experiência interativa é realizada através dos comandos de RV. Deste modo o questionário apresentado aos participantes deste estudo foi composto por vinte questões. O questionário tem 7 fatores: Envolvimento (5 questões); Natural (3 questões); Qualidade da interface (2 questões); Resolução (2 questões); Auditivo (2 questões); Háptico (1 questão); e Imersão (5 questões).

Para o fator Envolvimento destaca-se a pergunta “Quão convincente foi a sensação dos objetos estarem a mover-se pelo espaço?”. Relativamente ao fator do Natural, um exemplo de pergunta apresenta é “Quão consistente lhe pareceu ser a experiência nos diferentes ambientes virtuais em comparação com as experiências do mundo real?”. Para a Qualidade da interface destaca-se a pergunta “Em que medida a qualidade da imagem reproduzida interferiu ou distraiu na realização das tarefas atribuídas ou exigidas?”. No que se refere ao fator da Resolução apresenta-se como exemplo a pergunta “Quão bem conseguiu examinar objetos a partir de múltiplos pontos de vista?”, para o fator Auditivo a pergunta “Quão bem conseguiu localizar os sons?”, já para o fator Háptico, a única questão usada foi “Quão bem conseguiu mover ou manipular objetos no ambiente virtual?”. Por fim, o fator da Imersão destaca-se a pergunta “Esteve envolvido na experiência interativa ao ponto de perder a noção do tempo?” (Vasconcelos-Raposo et al., 2020).

Deste modo, aquando do preenchimento do questionário por parte dos participantes, solicitou-se que seleccionassem um número de 1 a 7 mediante o que considerassem mais apropriado em cada uma das questões apresentadas.

Amostra

Recorreu-se a uma amostra de 12 participantes, recrutada junto dos alunos da área do design, com idades compreendidas entre os 20 e os 25 anos (8 do sexo

feminino, e 4 do sexo masculino). No que se refere à localização, à semelhança dos pré-testes, também nesta segunda fase de avaliação realizaram-se os testes ergoUX Lab pelos mesmos motivos descritos anteriormente.

Procedimento

Cada sessão de testes teve em média 30 minutos de duração, encontrando-se dividido em três momentos:

Apresentação dos objetivos e do vídeo de introdução ao tema dos três níveis: Os participantes começaram por ler e assinar o termo de consentimento informado ([Apêndice O](#)), e em seguida, tal como na fase dos pré-testes, a moderadora explicou os objetivos do teste e o que se esperava do participante. Foi explicado que os testes serviam para verificar a capacidade da experiência de transmitir conceitos educativos de um modo inovador e mais objetivo, bem como avaliar a resposta emocional, e a envolvência que a experiência conseguia proporcionar ao participante. Em seguida solicitava-se que o participante se sentasse em frente a um computador, para que fosse visualizado o vídeo introdutório aos três níveis.

Início da experiência: Neste momento, solicitou-se, tal como na fase de testes anterior, que os participantes se posicionassem ao centro da área de experiência imersiva delimitada no chão. Assim que o participante se encontra com os equipamentos de RV colocados a investigadora deu início à experiência. É de referir que, também nesta fase, todo o equipamento era desinfetado, sempre na presença do participante.

Note-se que durante esta fase, era possível a investigadora acompanhar a experiência do participante no ambiente virtual através do computador

Recolha de dados: Nesta fase solicitou-se que o participante preenchesse os três questionários desenvolvidos no Google Forms ([Apêndice P](#)). Refira-se que, relativamente ao questionário SAM, também nesta fase de testes, os participantes tiveram acesso a instruções sobre o modo de preenchimento de cada escala SAM, tendo por base os mesmos três exemplos de vídeos ([Apêndice L](#)) da fase de pré-testes.

As diferenças entre o decorrer dos pré-testes e os testes devem-se essencialmente ao tipo de testes realizados, uma vez que os testes finais passaram a ter o objetivo central da verificação tanto na assimilação dos conteúdos, como no registo dos níveis de *engagement* por parte dos participantes, a fim de se obterem conclusões significativas aos objetivos delineados para este projeto.

3.4.3.1. Avaliação da aprendizagem

A) Resultados

Com base nos dados recolhidos no teste inicial, foi possível verificar os níveis de assimilação dos conceitos transmitidos, tanto através de excertos de cada cenário apresentados, como através da solicitação de exemplos visuais ou sonoros aos participantes, de modo a justificarem os níveis escolhidos em cada excerto.

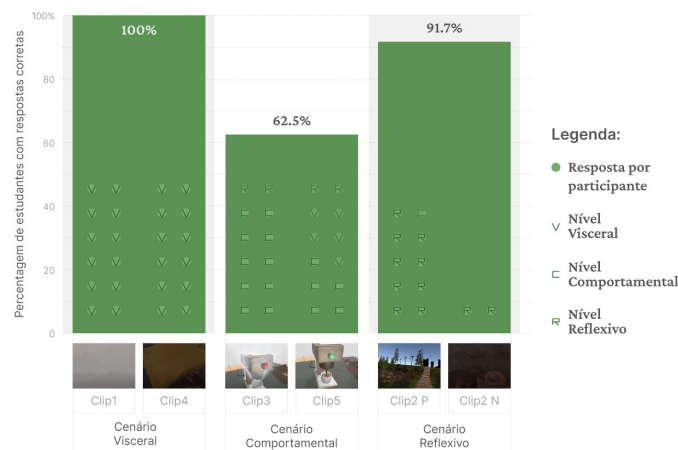


Gráfico 6. Dados relativos às médias gerais (atrás) e médias específicas em cada vídeo (à frente) (Investigadora, 2022).

Numa primeira análise mais quantitativa, com referência ao **Gráfico 6**, podemos observar que o nível visceral foi aquele onde os participantes tiveram 100% de respostas corretas. O nível comportamental teve a percentagem mais baixa de acertos, com 62.5% de respostas corretas. O reflexivo teve um nível de acerto intermédio com 91.7% de respostas corretas.

Olhando para os resultados por vídeo (**Gráfico 6**), verificou-se que para os dois excertos referentes ao nível visceral, o Clip1 e o Clip4, todos os participantes (100%) acertaram. Relativamente aos dois excertos apresentados para o nível comportamental, o Clip3 e o Clip5, verificou-se que no primeiro, foram dez os participantes (83.33%) que responderam corretamente, e no segundo foram cinco os participantes (41.67%) que responderam corretamente. Para os vídeos reflexivos, no Clip2 (positivo) nove dos dez participantes (90%) responderam corretamente, e no Clip2 (negativo) os dois participantes que o viram (100%) responderam acertadamente.

Relativamente às respostas erradas e, ainda com base no **Gráfico 6**, verificou-se que tanto os vídeos do cenário Comportamental, como o do cenário Reflexivo (positivo) apresentaram também respostas que não foram de encontro aos níveis pretendidos. Para o cenário Comportamental, nas duas respostas erradas (16.67%) no Clip3, verificou-se que estes participantes consideraram

mais adequado o nível reflexivo. Já para o Clip5, das sete respostas incorretas, cinco participantes (41.67%) consideraram este vídeo mais característicos do nível visceral, e dois participantes (16.67%) selecionaram o nível reflexivo como mais adequado. Para o Clip2 na versão positiva do cenário Reflexivo, o único participante (10%) que não registou o nível pretendido, selecionou o nível comportamental.

Numa análise qualitativa, verificámos quais os elementos presentes em cada vídeo, que os participantes identificaram como sendo os que comunicavam o nível de design que indentificaram ([Ver Apêndice Q](#)).

Para o nível visceral no excerto **Clip1** que apresentou estímulos auditivos e visuais de um trovão no cenário Visceral, **todos dos participantes** o identificaram como sendo característico do **nível visceral**. Os elementos que cada participante destacou como referentes ao nível visceral podem-se agrupar entre: Descrição do ambiente geral; e Destaque dos estímulos auditivos e visuais. Relativamente ao primeiro tópico, o ambiente foi descrito como: *Melancólico* (P1); *Assustador* (P1, P7); *Escuro* (P10, P12), *Acastanhado e Morto* (P10); *Sujo* (P12); *Abundância de lixo à minha volta* (P10, P11); *Teve um impacto direto* (P3, P9).



Gráfico 7. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip1 (Investigadora, 2022).

No segundo tópico, apresentam-se as seguintes respostas: *Os elementos apelam à emoção com uma variedade de efeitos repentinos, tanto sonoros como visuais* (P1); *Tempestade resultante da poluição* (P2, P6, P8); *Entrar em estado de alarme devido ao som alto e grave do trovão* (P5, P8); *Som e luz repentinos que assustam* (P6, P7); *O relâmpago* (P4).

Com base no [Gráfico 7](#) podem-se observar a palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas a palavra **Repentino**, seguida das palavras: **Lixo**, **Tempestade**, **Assustador**, **Sons altos** e **Escuro**.

No excerto **Clip4**, que correspondente ao momento em que surge uma embalagem a voar em direção ao participante, **todos os participantes** identificaram-no como característico do **nível visceral**. De entre os comentários registados por cada participante destacam-se igualmente dois tópicos: Destaque dos estímulos visuais; Destaque dos pensamentos. No que concerne ao primeiro, evidenciou-se essencialmente: *A embalagem amarela a vir contra a nossa cara* (P4, P7, P11); *Chão com poluição* (P2). Contudo existiu um comentário que se focou na poluição existente no ambiente.

Quanto aos destaques feitos pelos participantes sobre os seus pensamentos, focaram-se essencialmente em: *Momento em que fui confrontada com um objeto que apareceu repentinamente na minha direção, provocando um susto* (P1);

Sentimento de desconforto imediato e de susto ao levar com algo na cara (P3, P6; P8, P9, P12); Fez-me impressão ter lixo na cara (P10); Foi desagradável ter plástico na cara (P5).

Com base no **Gráfico 8** podem-se observar a palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas as palavras **Contra a cara**, quando os estudantes se referem à embalagem ser iminente a eles, seguidas das palavras: **Susto** e **Repentino**.

Para o nível comportamental, no exceto **Clip3**, que apresenta o momento em que a máquina de café passa a funcionar corretamente, os **dez participantes** que responderam conforme com o idealizado, apresentaram respostas sobre os elementos do cenário que se podem agrupar nos seguintes tópicos: Descrição da interação; e Destaque dos pensamentos. No primeiro tópico a interação foi descrita como: *Existência de feedback ao clicar no botão e obter-se a resposta esperada da máquina de café (P1 P4); Percepção do botão clicável que corresponde ao esperado quando se clica (P9, P11, P12); Recebi o feedback na minha interação (P7); Máquina de café a funcionar bem (P6).*

No que se refere ao segundo tópico os pensamentos que os participantes apresentam como justificação foram os seguintes: *Eu tinha em mente um objetivo final, e sei que tenho de recorrer a certos movimentos que acabei por realizar automaticamente (P3); Sinto que cliquei no botão verde subconscientemente, já sabendo que sairia café da máquina (P8, P10).*

Relativamente aos dois participantes que consideraram o nível reflexivo o mais adequado ao excerto, apresentaram justificações que se situam na descrição da interação e do destaque de pensamentos, respetivamente: *Clicar na máquina e sair o café; Arranjei a máquina e como consequência ela começou a funcionar.*

Com base no **Gráfico 9** podem-se observar a palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas as palavras **Botão clicável**, seguidas das palavras: **Funciona bem**, **Interação** e **Feedback**.

O excerto **Clip5** que corresponde ao momento em que se testa a máquina pela primeira vez e se verifica que se encontra estragada e não funcional, **cinco participantes** identificaram como sendo característico do **nível comportamental**. Relativamente às respostas dos elementos que justificariam a escolha do nível, pôde-se agrupar em dois tópicos: Descrição da interação; e Destaque dos pensamentos. No tópico do destaque da interação apresenta-se o seguinte comentário: *Existência de feedback negativo da máquina após clicar no botão (P1).*



Gráfico 8. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip4 (Investigadora, 2022).



Gráfico 9. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip3 (Investigadora, 2022).

Acerca do destaque dos pensamentos, os participantes focaram no momento após a interação e o que os fez sentir: *Deixou-me frustrada o facto de clicar várias vezes no botão e depois a máquina estar estragada* (P6, P7); *A máquina não se encontrando a funcionar como esperado* (P4); *Senti que depois de não conseguir tirar o café, necessitaria de ser consertada* (P11).

Os comentários apresentados pelos outros cinco participantes que selecionaram o nível visceral como o mais adequado, agruparam-se no tópico de destaque dos pensamentos: *Senti que algo estava ou ia correr mal quando vi o fumo escuro a sair da máquina e o botão que passou a ter uma cor vermelha* (P2, P5, P12); *Senti nojo da sujidade do fumo* (P8); *Causou-me desconforto imediato* (P3).

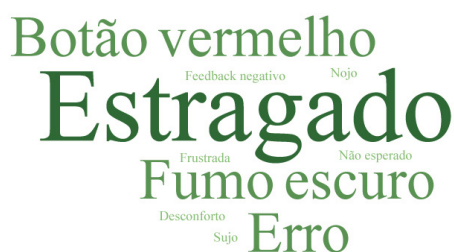


Gráfico 10. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip5 (Investigadora, 2022).

De igual modo, os comentários apresentados pelos dois participantes que identificaram o excerto como nível reflexivo, partilharam essencialmente os seus pensamentos, nomeadamente: *A máquina a variou, e a questão do “porquê” e “como” resolver o desafio, faz parte deste nível* (P9); *Primeiro tive que pensar no que o fumo significaria, para depois poder trocar o filtro ferrugento por outro* (P10).

Com base no Gráfico 10 podem-se observar as palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas a palavra Estragado, seguida das palavras: Botão vermelho, Fumo escuro e Erro.

Relativamente ao cenário Reflexivo, o excerto **Clip2**, representativo da reflexão apresentada a cada participantes no cenário Reflexivo, apenas dois participantes experienciaram a versão negativa. Relativamente à pergunta de qual nível considerassem mais adequado ao excerto, apenas o P5 não identificou o cenário Reflexivo como característico do nível reflexivo, mas sim do nível comportamental, pelo que **onze participantes** responderam como sendo característico do **nível reflexivo**. As respostas registadas sobre os elementos característicos deste nível agruparam-se também em dois tópicos, nomeadamente: Descrição do ambiente em geral; e Destaque dos pensamentos. No primeiro, os elementos destacados como reflexivos foram: *Lugar bonito e verde como consequência das ações passadas* (P7); *Lugar com bom tempo* (P2);

No segundo tópico, descrevem-se os seguintes pensamentos partilhados pelos participantes: *Momento de reflexão dos atos passados mais sustentáveis, levando a este fim* (P1, P6, P9); *Permitir-me refletir sobre como o mundo se tornaria se a Economia Circular fosse aplicada de forma geral* (P4); *Achar que este é o melhor caminho a seguir por ser o socialmente aceite* (P3); *A narrativa fazer-me refletir sobre os meus atos e deixar-me feliz por isso* (P10); *Ao agir de determinada forma, tenho uma consequência que me fará refletir e aprender para o futuro* (P8). Com

base no **Gráfico 11** podem-se observar a palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas as palavras Ações passadas, seguidas das palavras: Reflexão e Consequência.

Os participantes P11 e P12 que experienciaram a versão negativa deste cenário, apresentaram respostas no âmbito da descrição do ambiente geral ao destacarem: *A presença dos objetos menos sustentáveis nas suas próprias mãos, levando-os a iniciarem um processo reflexivo negativo*. O único participante (P5) que identificou o excerto apresentado como sendo característicos do nível comportamental, justificou a sua escolha através de um destaque do seu pensamento ao mencionar: *As nossas ações levam-nos a um fim*. Com base no **Gráfico 12** podem-se observar a palavras que foram mencionada num maior número de vezes, sendo estas as palavras Ações passadas, seguidas das palavras: Reflexão e Consequência.



Gráfico 11. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip2 positivo (Investigadora, 2022).



Gráfico 12. Palavras mencionadas com mais frequência pelos estudantes para o Clip2 negativo (Investigadora, 2022).

B) Discussão

Com base nos dados apresentados anteriormente verificou-se que a maioria dos participantes registou dados que comprovam a assimilação dos três níveis por parte dos participantes, bem como as características que cada nível apresenta.

Como verificado para o cenário Visceral, o **Clip1**, que se refere ao momento do trovão conjugado com o relâmpago através dos estímulos visuais e auditivos, verificou-se que **todos os participantes** identificaram que este se enquadra no nível visceral. Em relação às justificações apresentadas por cada participante, estas podem ser comparadas com as condições que, segundo Norman (2004) sugerem um efeito negativo, e que foram aplicadas através de determinados estímulos, criados e programados neste cenário.

Para a condição dos **Sons altos, repentinos e inesperados** traduzidos nos trovões, seis dos doze participantes identificaram-nos como elementos viscerais presentes neste vídeo. Contudo, apenas dois destes referiram especificamente a palavra “trovão”, pelo que, os demais descreveram-no pelo seu barulho repentino, alto e grave. Relativamente à condição das **Luzes brilhantes** que advêm dos relâmpagos provocados pelos trovões, quatro dos doze participantes referiram este aspeto, onde um deles mencionou a palavra “relâmpago”. Os outros três participantes destacaram os relâmpagos através da expressão “efeitos visuais repentinos”. No total, pôde-se verificar que sete dos doze dos participantes evidenciaram os elementos pretendidos a serem entendidos como viscerais, sendo que três deles referiram quer a condição dos

Sons altos, repentinos e inesperados, como a condição das Luzes brilhantes. Os restantes cinco participantes destacaram a condição da **Escuridão** e do **Terreno denso e a abarrotar** que, segundo Norman (2004) são igualmente considerados aspetos capazes de proporcionar respostas emocionais viscerais, significando isto que, ainda que não tenham destacado os estímulos pretendidos para este vídeo, estes participantes compreenderam de igual modo o significado do nível visceral. Em complemento, registou-se ainda a emoção de assustado(a) por parte de quatro participantes. Em suma, para este vídeo verificou-se que para além dos participantes terem identificado o nível visceral, também o justificaram de forma adequada com o que este nível efetivamente representa.

No que se refere ao **Clip4**, que corresponde ao momento em que surge um objeto que voa em direção ao rosto do participante, verificou-se que **todos os participantes** o identificaram como relativo ao nível visceral, bem como conseguiram apresentar justificações com elementos respetivos a este nível. Para este vídeo e como mencionado por Norman (2004) teve-se em atenção a condição dos **objetos iminentes** ao se implementar este objeto com uma trajetória na direção do participante. Perante este estímulo, e tendo em conta a condição descrita verificou-se que, nove dos doze participantes justificaram a sua escolha como pretendido, ao recorrerem a termos como “objeto que apareceu repentinamente na minha direção” ou “levar com algo na cara”.

Relativamente aos demais participantes, um deles referiu-se à condição do **Terreno denso e a abarrotar** ao justificar a escolha do nível visceral através da poluição no chão existente no cenário, já os outros dois expressaram apenas o sentimento de desconforto e impressão por terem lixo na cara. Segundo Norman (2004) as condições que também se apresentam como viscerais, e que se podem assemelhar ao desagrado pelo lixo são os cheiros podres e os alimentos em decomposição. Em complemento, três dos nove participantes que se referiram à condição dos objetos iminentes registaram ainda o sentimento de susto por não estarem à espera, bem como, a descrição de uma sensação desagradável.

Para o cenário Comportamental, o vídeo **Clip3** que apresentou o momento em que a máquina de café começa a funcionar como esperado, no cenário Comportamental, verificou-se que dos doze participantes, **apenas dois não selecionaram o nível comportamental** como pretendido, optando assim pelo nível reflexivo. No que se refere aos participantes que selecionaram o nível comportamental, verificou-se também que assimilaram o respetivo conceito deste nível, visto que as justificações apresentadas incidiram essencialmente no facto de compreenderem de modo automático que ao clicarem no botão a máquina funcionaria, bem como, da existência do feedback perante a interação realizada, que confirma a expectativa formulada (Norman, 2013).

Quanto aos participantes que, para este vídeo selecionaram o nível reflexivo, verificou-se que um deles não compreendeu o conceito relativo ao nível que selecionou, dado que a justificação apresentada foca no fato de clicar na máquina e receber o feedback de sair o café, referindo-se assim ao nível comportamental e não ao reflexivo. O segundo participante que enquadrou este vídeo no nível reflexivo, ainda que não tenha selecionado o nível pretendido, apresentou uma justificação que efetivamente se enquadra no nível que selecionou, visto que, ao consertar a máquina através das suas ações passadas, como consequência esta começou a funcionar. Deste modo, este participante compreendeu que no futuro teria de agir da mesma forma de modo a alcançar o mesmo final positivo.

Relativamente ao vídeo **Clip5** que se refere ao momento em que a máquina de café se estraga após o participante clicar no botão para ligá-la, verificou-se uma dispersão nos níveis selecionados, onde **cinco participantes identificaram o nível pretendido**, o comportamental, outros cinco identificaram o nível visceral, e dois o nível reflexivo. Contudo, independentemente no nível selecionado, verificou-se que todos os participantes conseguiram justificar as suas escolhas através de elementos que se relacionam com respetivo nível escolhido.

Para os participantes que selecionaram o nível comportamental, podem-se comparar as respostas registadas com o que Norman (2004) esclarece serem as vertentes da UX num produto. Neste momento, como descrito anteriormente, optou-se por apresentar a máquina com problemas nas vertentes da função e da performance, encontrando-se apenas a vertente da usabilidade corretamente apresentada para facilitar o entendimento por parte do participante em como deveria interagir com a máquina. Deste modo, verificou-se que as respostas se focaram nas duas vertentes que apresentavam problemas onde se expressou frustração perante a máquina não corresponder à expectativa de terminar de executar a tarefa sugerida inicialmente. Estas respostas podem ser enquadradas num nível comportamental com um pendor negativo, onde o produto não corresponde às expectativas do seu utilizador (Norman, 2013).

Relativamente aos participantes que selecionaram o nível visceral, ainda que não fosse o nível pretendido, identificaram elementos que se inserem no nível visceral nomeadamente, o escuro do fumo que sai da máquina, a luz vermelha, e o sentimento de desconforto devido a um estímulo visual e auditivo pelo qual não esperavam. Por fim, os participantes que selecionaram o nível reflexivo, e de igual modo, apresentaram justificações referentes a este nível ao referirem que tiveram que passar por um momento de reflexão, onde as suas ações eram executadas de modo conscientes.

Para o cenário Reflexivo, o vídeo **Clip2** como referido anteriormente, não apresentou a mesma informação a todos os participantes. Aos dez participantes que optaram pela peça mais sustentável no cenário Comportamental, foi apresentado o cenário Reflexivo positivo. Neste cenário era pretendido que, com base na escolha realizada no cenário anterior o participante refletisse sobre as ações que realizou de forma consciente e informada, proporcionando-lhe emoções positivas.

Após a análise dos dados apresentados no cenário positivo verificou-se que, dos dez participantes, apenas o P5 não identificou este vídeo como relativo ao nível reflexivo, enquadrando-o assim no nível comportamental. Este participante apresentou uma justificação que se refere ao facto das ações que executou levarem-no a um fim que, como Norman (2013) argumenta, o nível a que respeita esta justificação é o nível reflexivo. Assim, pode-se concluir que o participante compreendeu a relação entre o cenário Comportamental e o cenário Reflexivo, contudo, não assimilou a correta definição dos níveis comportamental e reflexivo. No que concerne aos nove participantes que responderam conforme pretendido, oito justificaram a sua escolha ao recorrerem à palavra “reflexão” ou “refletir” para descreverem que o cenário levou-os a refletirem sobre os seus atos realizados anteriormente e, como consequência, transportou-os para este cenário. Já o participante que não recorreu a esta justificação esclareceu que viu este vídeo como reflexivo uma vez que apresenta um contexto que entende como o melhor caminho a seguir por ser o socialmente aceite. Esta justificação pode ser compreendida pelo facto do nível reflexivo também se relacionar com a mensagem que determinado contexto transmite para a cultura em que o espectador se insere.

No que se refere aos dois participantes, de entre os doze, que optaram por uma das peças menos sustentáveis no cenário Comportamental, foi-lhes apresentado o cenário Reflexivo negativo cujo o objetivo foi proporcionar um sentimento menos positivo ao se aperceberem que não agiram da forma mais consciente e informada. Com base nos dados registados por estes participantes, verificou-se que selecionaram o nível pretendido e que, de igual modo, compreenderam o conceito transmitido, justificando a sua escolha ao dizerem que foram transportados para este cenário negativo como consequência de terem escolhido as peças menos sustentáveis nas suas ações passadas. Pode-se concluir assim que também estes dois participantes compreenderam a relação entre o cenário Comportamental e o cenário Reflexivo

Em síntese, verificou-se que neste vídeo relativo ao nível reflexivo, apenas um participante não assimilou corretamente a informação transmitida antes da experiência (*know what*), e durante a experiência, na prática (*know how*) acerca do nível reflexivo. Com base nas justificações apresentadas pelos doze participantes, pode-se ainda comparar a diferença de comentários registados

entre os participantes que experienciaram o cenário positivo com os que experienciaram o cenário negativo. Os primeiros complementaram algumas das suas justificações com adjetivos relativos à composição do cenário, como sendo bonito, verde e com bom tempo. Em oposição, os participantes que experienciaram o cenário negativo, focaram-se essencialmente nos objetos que tinham nas suas mãos, não evidenciando assim o que pensaram sobre cenário em que se encontraram. Este aspeto pode ser interpretado pelo facto de estes participantes terem dado mais atenção ao facto de estarem a segurar nas peças menos sustentáveis, e tentarem compreender onde erraram.

3.4.3.2. Avaliação emocional (UX)

A) Resultados

No que concerne aos dados recolhidos através da escala SAM, como referido anteriormente, também nesta avaliação foram apresentados pequenos excertos de cada cenário de modo se comparar os diferentes momentos em cada cenário com mais detalhe através do preenchimento das três escalas: ativação, valência e domínio.

Numa primeira análise, através do **Gráfico 13** pode-se verificar as médias gerais dos três cenários. Para o **cenário Visceral**, apresentou-se para a dimensão da **ativação** uma média de **7.25 pontos**. Para a dimensão da **valência**, registou uma média de **2.17 pontos**, e para a dimensão do **domínio**, uma média de **2.46 pontos**. Para o **cenário Comportamental**, registou-se uma média geral de **4.58 pontos** de **agitação**, de **5.92 pontos** de **valência** e, uma média de **6 pontos** quanto ao **domínio** sentido neste contexto. No que concerne ao **cenário Reflexivo positivo** registaram-se as médias de **2.40 pontos** para a **ativação**, uma média de **7.80 pontos** para a **valência** e, uma média de **5.70 pontos** para a **dominância**. Por fim, para o **cenário Reflexivo negativo** verificou-se uma média geral de **ativação** de **4.50 pontos** e, uma média de **2 pontos** tanto para a dimensão **valência**, como para a dimensão do **domínio**.

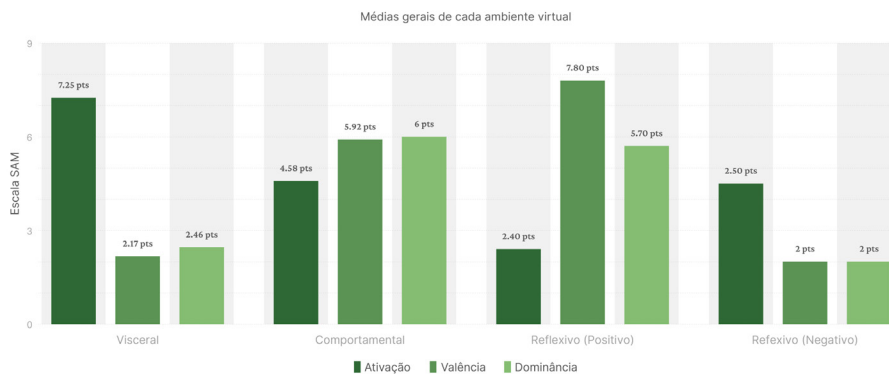


Gráfico 13. Médias gerais de cada ambiente virtual (Investigadora, 2022).

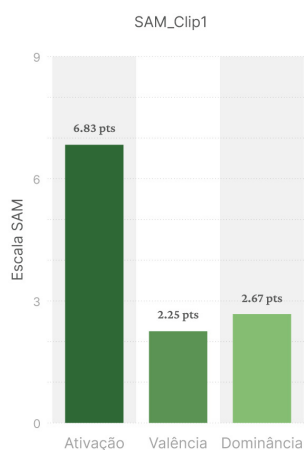


Gráfico 14. Médias SAM perante os trovões e relâmpagos no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

No que concerne ao cenário Visceral, o excerto **SAM_Clip1** que apresentou o efeito sonoro e visual do trovão registou, como presente no **Gráfico 14**, uma média de **6.83 pontos** de ativação, traduzindo-se numa resposta emocional de **agitação**. Para a dimensão da valência registou-se uma média de **2.25 pontos**, isto é num sentimento de **desprazer**, e para a dimensão da dominância percebida, registou-se uma média de **2.67 pontos**, ou seja, os participantes registaram um sentimento de se sentirem **dominados pela situação** em que se encontravam.

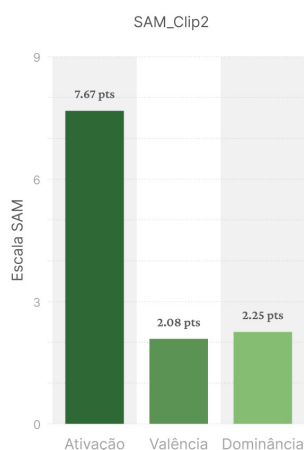


Gráfico 15. Médias SAM perante a embalagem iminente ao estudante no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

Em relação ao excerto **SAM_Clip2** que apresentou o momento em que a embalagem voa contra o participante, no **Gráfico 15** pode-se verificar que, para a dimensão da ativação registou-se uma média de **7.67 pontos**, ou seja, um sentimento de **agitação**. Para a dimensão da valência registou-se uma média de **2.08 pontos**, traduzindo-se numa resposta emocional de **desprazer**, e por fim, para a dimensão da dominância, registou-se uma média de **2.25 pontos**, ou seja, um sentimento de terem sido **dominados pelo estímulo** apresentado.

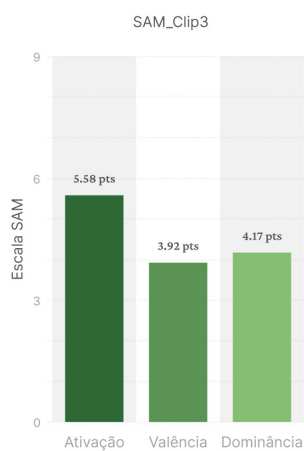


Gráfico 16. Médias SAM perante a máquina estragada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

Tendo como foco o cenário Comportamental, para o excerto **SAM Clip3**, referente ao momento em que o participante testa a máquina e verifica que ela se encontra estragada, registou-se (**Gráfico 16**) na dimensão da ativação, uma média de **5.58 pontos**, representando uma **neutralidade quanto ao sentimento de agitação sentida**. Quanto à dimensão da valência, registou-se uma média de **3.92 pontos**, e uma média de **4.17 pontos** para a dimensão da dominância, demonstrando que, também nestas duas escalas registou-se, respetivamente, uma **neutralidade quanto ao desprazer e percepção de controlo pela situação**.

O segundo excerto destacado do cenário Comportamental – **SAM_Clip4** – diz respeito ao momento em que o participante testa a máquina de café pela segunda vez e verifica que se encontra a funcionar corretamente. Conforme no **Gráfico 17**, para a dimensão da ativação registou-se uma média de **3.58 pontos**, traduzindo-se num sentimento de **calma** por parte dos participantes. Para a dimensão da valência registou-se uma média de **7.92 pontos**, ou seja, uma resposta emocional de **prazer**, e para a dimensão da dominância percecionada, registou-se a média de **7.83 pontos**, refletindo o sentimento de que os participantes tinham **domínio sobre a situação** apresentada neste cenário.

No que concerne ao cenário Reflexivo, foi apresentado somente um excerto (**SAM_Clip5**) tanto para a sua versão positiva, como para a negativa. Na sua versão positiva apresentou-se um momento de reflexão sobre as decisões mais conscientes, enquanto o participante se encontrava envolto por um ambiente verde, harmonioso e sustentável. Já para a sua versão negativa, destacou-se uma reflexão de que é necessário fazer ações mais consciente e informadas, enquanto o participante se encontrava num ambiente poluído e com peças menos sustentáveis na sua mão.

Assim, para a versão positiva no cenário Reflexivo e, com base no **Gráfico 18**, registou-se uma média de **2.40 pontos** na dimensão da ativação, o que significava que em média os participantes sentiram-se **calmos** nesse ambiente. Para a dimensão da valência registou-se uma média de **7.80 pontos**, ou seja, um sentimento de **prazer**, e uma média de **5.70 pontos** para a dimensão da dominância, que se traduz num sentimento em que os participantes **nem se sentiram dominados pelos estímulos recebidos, nem sobre o controlo destes mesmos estímulos**.

Relativamente à versão negativa deste cenário, com base no **Gráfico 19**, registou-se uma média de **4.50 pontos** de ativação, ou seja, um sentimento **neutro** entre os extremos calmo-agitado desta escala. Para as dimensões da valência e do domínio, registou-se média de **2 pontos** para ambas as dimensões, traduzindo-se tanto em sentimentos de **desprazer** como de **dominados pela situação** que os envolveu.

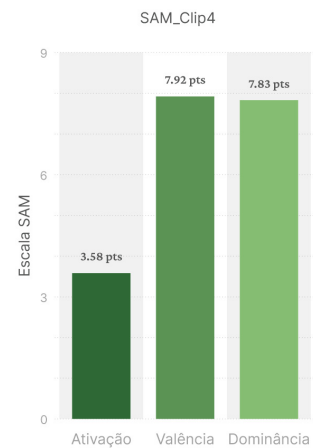


Gráfico 17. Médias SAM perante a máquina consertada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

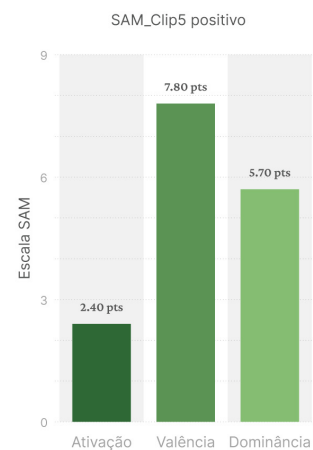


Gráfico 18. Médias SAM perante o contexto sustentável no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).

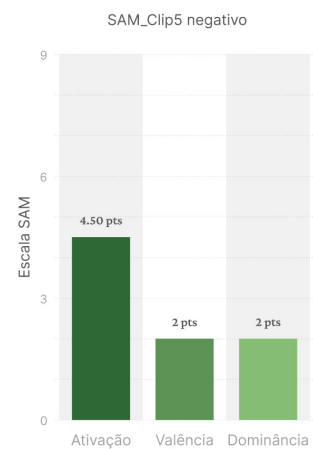


Gráfico 19. Médias SAM perante a máquina estragada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

B) Discussão

Após a análise dos dados relativos ao estudo do SAM verificou-se que as respostas emocionais apresentadas pelos participantes nesta fase avaliativa foram ao encontro do desejado. Em complemento, pôde-se constatar que o processo iterativo permitiu ainda comprovar que as melhorias implementadas nos três cenários intensificaram a experiência dos participantes, como previsto.

No que se refere ao cenário Visceral, foram apresentados dois excertos, o primeiro **SAM_Clip1** relativo ao efeito sonoro e visual de um trovão, e o segundo **SAM_Clip2** alusivo ao surgimento de uma embalagem que se move na direção do participante. Para o primeiro momento registou-se uma média de agitação de 6.83 pontos, podendo-se interpretar esta agitação com um pendor negativo dado que, as médias das dimensões da valência e da dominância apresentaram-se baixas, respetivamente 2.25 pontos, simbolizando o desprazer sentido e 2.67 pontos, simbolizando o sentimento dos participantes se sentirem dominados pela situação em questão. Estas médias podem ainda ser justificadas com base nos comentários apresentados no estudo da aprendizagem, onde se registaram emoções igualmente negativas como o susto, e o estado de alerta por parte dos participantes. Para o segundo momento registou-se uma média agitação de 7.67, que através das médias registadas para a valência (de 2.08 pontos), e para a dominância (de 2.25 pontos), pode-se pressupor de igual modo que a agitação sentida pelos participantes foi negativa. Além disso, como verificado no estudo anterior, registaram-se também sentimentos de susto e desconforto, que complementam e justificam estas médias.

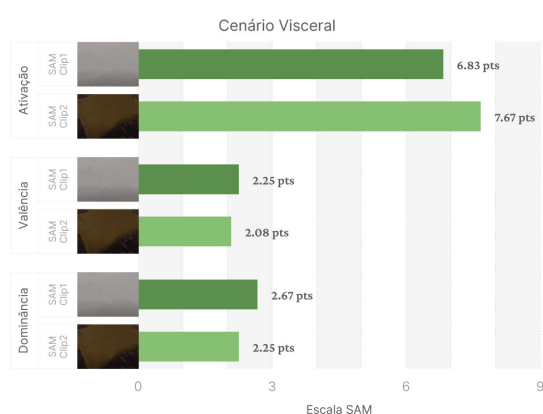


Gráfico 20. Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip1 relativo aos trovões e relâmpagos, e o SAM_Clip2 relativo à embalagem iminente ao estudante no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

Em tom de comparação entre estes dois momentos, e com base no **Gráfico 20**, verificou-se que as médias não sofreram grandes alterações, contudo, a média da agitação foi a que constou uma subida de um ponto do primeiro momento para o segundo. Sendo que, cinco dos doze participantes mantiveram o seu registo de ativação, dois participantes diminuíram a agitação sentida em dois pontos, e os restantes cinco participantes aumentaram a sua ativação, onde quatro destes apresentam uma diferença de dois pontos mais agitados, e o quinto participante registou um aumento de seis pontos. Este último foi o que registou uma maior diferença de respostas emocionais visto que para o excerto SAM_Clip1

registou uma resposta no ponto 3, ou seja, apresentou-se calmo perante o trovão, já para o SAM_Clip2 registou uma resposta no ponto 9, encontrando-se esta no extremo direito na escala da ativação, significando que se sentiu

extremamente agitado perante o estímulo iminente da embalagem no seu rosto. Esta diferença pode dever-se, por exemplo, ao surgimento constante dos trovões e relâmpagos que gerou uma habituação por parte deste participante, em contraste com o estímulo da embalagem que só ocorreu uma vez e, além disso, era um elemento com uma trajetória distinta dos demais.

No que concerne à média total de cada dimensão no cenário Visceral, verificou-se uma média de ativação de 7.25 pontos, para a dimensão da valência uma média de 2.17 pontos, e para a dimensão da dominância percebida por cada participante, registou-se uma média de 2.46. Deste modo, após a implementação das alterações que se apresentaram necessárias, e tendo em conta as médias do método SAM registadas na fase dos pré-testes (6.8 pontos de ativação, 2.6 pontos de valência, e 2.8 pontos de dominância) pode-se constatar, através do **Gráfico 21**, que não existiram diferenças significativas entre as duas fases. Contudo, através da observação direta, a moderadora constatou que os problemas de usabilidade registados pelos participantes na fase dos pré-testes apresentaram-se colmatados nesta segunda fase da avaliação. Além disso, em ambas as fases registaram-se os níveis de respostas emocionais pretendidos para este cenário, visto que este foi projetado de modo a incutir no participante reações repentinas e de pendor negativo, tanto através da sua composição visual e auditiva do cenário, como das mensagens transmitidas.

Para o cenário Comportamental, destacaram-se igualmente dois excertos, sendo que ambos tinham como objetivo provocar respostas emocionais opostas. Para o primeiro excerto **SAM_Clip3**, que corresponde ao momento em que o participante verifica que a máquina se encontra estragada, não correspondendo à sua expectativa quando clica no botão para a ligar. Já o segundo excerto em vídeo **SAM_Clip4** corresponde ao momento em que o participante testa a máquina e verifica que se encontra a funcionar corretamente, visto que a consertou de modo a responder às expectativas de funcionamento. Para o primeiro momento registou-se uma média de ativação de 5.58 pontos, ou seja um estado de agitação neutro. Com base nas médias obtidas para a dimensão da valência (de 3.92 pontos) e da dominância (de 4.17 pontos), e tendo em conta os comentários apresentados no estudo da aprendizagem, pode-se pressupor que esta neutralidade na agitação pode dever-se ao facto do participante procurar compreender o que estava de errado com a máquina uma vez que não correspondeu às suas expectativas de terminar de encher a chávena com café. Ainda que se tenha verificado uma valência e dominância

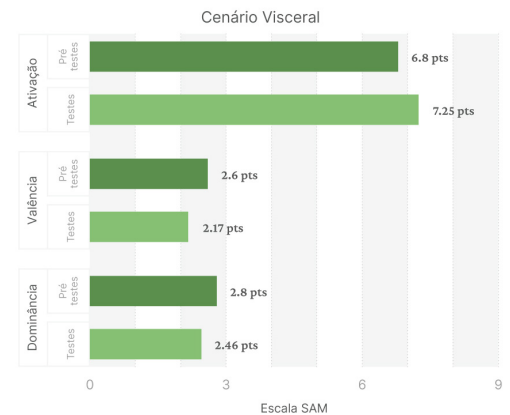


Gráfico 21. Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

perto no ponto neutro das respetivas escalas, torna-se necessário referir que estas médias registadas se localizam no lado esquerdo de cada escala, ou seja, representam uma valência negativa, devido aos sentimentos de frustração e desconforto apresentados pelos participantes, e um sentimento de alguma falta de controlo ao clicar no botão da máquina de café e perceber que não apresenta um feedback adequado ao esperado. Relativamente ao segundo momento destacado no cenário Comportamental, que registou uma média de ativação de 3.58 pontos, pode-se pressupor que simboliza um estado calmo ou sereno em que os participantes se encontravam uma vez que, tanto a dimensão da valência (7.92 pontos) como a dimensão da dominância (7.83) registaram respostas emocionais positivas, onde os participantes sentiram-se no controlo da situação (Norman, 2004).

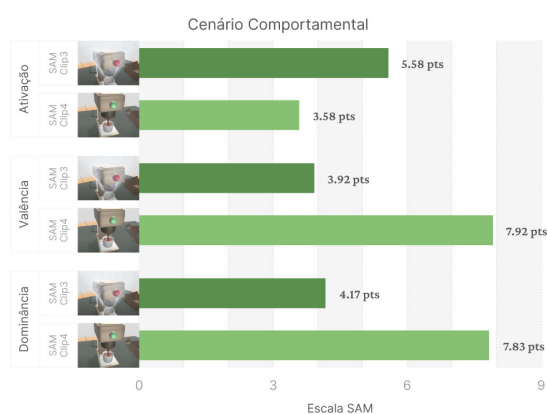


Gráfico 22. Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip3 relativo à máquina estragada, e o SAM_Clip4 relativo à máquina consertada no cenário Comportamental (Investigadora, 2022).

Como referido acima, o objetivo do destaque destes dois momentos deste cenário foi o de provocar respostas emocionais opostas entre o vídeo SAM_Clip3 e o SAM_Clip4. Assim, em tom de comparação entre os dois excertos e com base no Gráfico 22, verificou-se que para a dimensão da ativação, registou-se uma ligeira diminuição da agitação sentida do momento em que a máquina está estragada, para o momento em que esta se encontra a funcionar corretamente e, em oposição, verificou-se uma subida nas médias das dimensões da valência e da dominância. Como Norman (2013) descreve quando o feedback de um produto, resultante de uma interação, corresponde às expectativas do participante, este experiencia

uma valência positiva e um sentimento de controlo e entendimento perante esse produto que, como base nas médias e nos comentários registados pelos participantes, comprovaram este mesmo argumento. Contudo, quando o participante verifica que o feedback da interação não foi ao encontro do esperado, este experiencia uma valência baixa e negativa, e um sentimento de descontrolo sobre o produto que, como o autor enfatiza, provoca sentimentos de frustração no utilizado (Norman, 2013), tal como o que foi verificado no presente estudo.

Relativamente à média total de cada dimensão para o cenário Comportamental, verificou-se para a ativação uma média de 4.58 pontos, para a valência uma média de 5.92 pontos, e a dominância percecionada uma média de 6 pontos. Tendo em conta as médias apresentadas para este cenário na fase dos pré-testes (5 pontos de ativação, 8.2 de valência e 5.8 de dominância), e as alterações implementadas e testadas na presente fase dos testes, pode-

se constatar no **Gráfico 23** que tanto a dimensão da ativação, como a da dominância registaram alterações somente a nível das suas décimas, com a descida da primeira, e a subida da segunda. Verificou-se, no entanto, uma descida acentuada na dimensão da valência de, sensivelmente, dois pontos. Uma possível justificação a esta descida da média da valência pode dever-se ao facto dos cinco participantes que experienciaram os três cenários na fase dos pré-testes, serem próximos da moderadora sentido mais facilmente uma maior empatia e afeto pelo contexto de interação apresentado. Em complemento, através da observação da moderadora, durante a realização da fase de testes, constatou-se que os problemas de usabilidade verificados, nomeadamente a nível da interação, encontraram-se colmatados visto que, não existiu a necessidade de uma intervenção exterior ao ambiente virtual para que os participantes conseguissem superar os desafios propostos.

Para o cenário Reflexivo, como referido anteriormente não se apresentou o mesmo excerto **SAM_Clip5** a todos os participantes. Aos que escolheram a peças mais sustentáveis para consertar a máquina de café foi apresentado o vídeo relativo à versão positiva deste cenário, onde a narradora relata que ao se realizarem mudanças nos hábitos de consumo, mesmo que mínimo, é possível fazer a diferença. Já aos participantes que escolheram uma das peças menos sustentáveis, foi apresentado o vídeo da versão negativa deste cenário, onde a narradora apresenta um discurso com base em dados estatísticos negativos, onde esclarece que se o Homem consegue provocar tanto dano, também o consegue reverter por si só ao repensar melhor as suas escolhas de consumo. Assim, para o excerto da versão positiva que registou uma média de ativação de 2.40 pontos, e com base na média que a dimensão da valência (de 7.80 pontos) apresentou, pode-se concluir que a baixa ativação sentida teve um pendor positivo. Estas médias podem ser ainda justificadas com base nas respostas fornecidas no estudo da aprendizagem onde se registou o sentimento da felicidade. No que se refere à média registada na dimensão da dominância de 5.70 pontos, onde se verificou uma neutralidade quanto à dominância percecionada, pode-se pressupor que os participantes encontravam-se num estado de contemplação e reflexão perante do cenário. Isto é, com base nas respostas apresentadas no estudo anterior os participantes, para além de mencionarem que os fez refletir sobre as suas ações, aproveitaram para descrever e adjetivar o cenário apresentando.

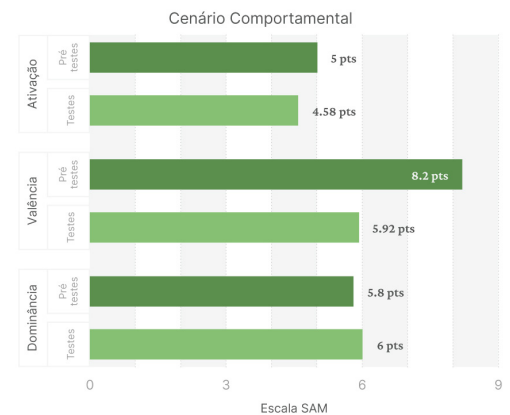


Gráfico 23. Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Visceral (Investigadora, 2022).

Em oposição, para o excerto da versão negativa deste cenário, que registou uma média 4.5 pontos para a dimensão da ativação, pode-se verificar que esta ativação apresentou um registo negativo dado as médias registadas tanto da dimensão da valência, como na dimensão da dominância, ambas com média de 2 pontos. Estes resultados, com base nas respostas dos participantes no estudo anterior, podem dever-se ao facto de estes terem refletido sobre a escolha realizada da peça menos sustentável que, como descrito pelos participantes foi um momento negativo para estes uma vez que não conseguiram concluir o desafio com sucesso.

Ainda que os nem todos os participantes tenham experienciado o mesmo cenário Reflexivo, torna-se relevante a realização de uma comparação entre os dois grupos, dado que, tal como os dois níveis anteriores possuem uma vertente positiva e negativa, também o nível reflexivo, que advém das experiências ocorridas no nível visceral e comportamental, apresenta uma vertente positiva e negativa. Como (Norman, 2013) argumenta, é através das

memórias de acontecimentos passados que o Homem avalia as circunstâncias dessas ações e retira as suas conclusões a serem aplicadas em momentos futuros e, mediante essas reflexões pode sentir-se orgulhoso caso perceba que alcançou algum objetivo desejado, ou culpado caso não o tenha consigo alcançar, ou o tenha realizado incorretamente. Com base nesta informação e com base no Gráfico 24, pode-se estabelecer uma comparação com os resultados verificados nas duas versões deste cenário, onde os participantes que concluíram o desafio corretamente, apresentaram registos emocionais positivos, ao contrário dos participantes que não conseguiram concluir o desafio como esperado, registaram reações emocionais negativas.

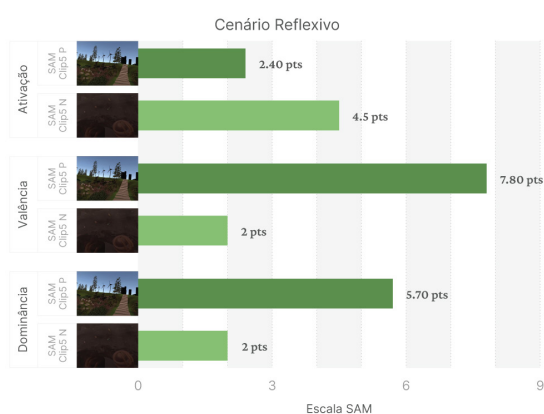


Gráfico 24. Comparação das respostas emocionais entre os SAM_Clip5 da versão positiva e da versão negativa no cenário Reflexivo (Investigadora, 2022).

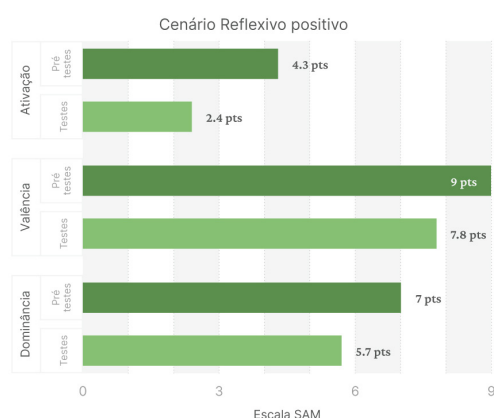


Gráfico 25. Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Reflexivo positivo (Investigadora, 2022).

Relativamente às duas fases de testagem, verificaram-se algumas alterações nas médias registadas. Para a versão positiva, no Gráfico 25, ainda que não tenha sofrido nenhuma alteração no cenário, verificou-se uma descida nas médias das três escalas do SAM, sendo que para a ativação desceu de 4.3 pontos nos pré-testes, para 2.4 pontos nos testes, para a dimensão da valência desceu de 9 pontos, o extremo da escala, para 7.8 pontos, e por fim, para a dimensão da dominância,

desceu de 7 pontos para 5.7 pontos. Uma das justificações possível é o facto de como referido anteriormente, os participantes que fizeram parte da amostra da fase dos pré-testes, apresentavam uma relação de maior proximidade da moderadora, ao contrário dos participantes dos testes. Ainda assim, verificou-se que para a dimensão da ativação as médias mantiveram-se no lado direito da escala, o que significa que os participantes continuaram calmos de uma versão para a outra, ainda que se tenha apresentado uma ativação mais baixa na fase dos testes. De igual modo, para a dimensão da valência, registou-se uma predominância das respostas emocionais nos pontos mais à direita desta escala, simbolizando que os participantes mantiveram o sentimento de prazer em ambas as fases de testagem. Já para a dimensão do domínio foi a escala que registou mais diferença entre as duas fases de testagem, podendo-se justificar de igual modo, o facto da proximidade à moderadora dos participantes da fase de pré-testes, e a postura contemplativa verificada nos participantes na versão dos testes deixando-o num estado de neutralidade quanto ao impacto que o cenário teve neles.

Por fim, ao se comparar o cenário Reflexivo na sua versão negativa nas duas fases de testagem, no **Gráfico 26** verifica-se que a dimensão da ativação foi a única que registou uma subida na média, de 2.5 pontos nos pré-testes para 4.5 pontos nos testes. A dimensão da valência registou uma diminuição de 3 pontos nos pré-testes para 2 pontos nos testes, e a dimensão do domínio de 5 pontos nos pré-testes para 2 pontos nos testes. No que se refere à subida da ativação entre as duas fases, e como verificado nos comentários no estudo da aprendizagem, os participantes deram maior atenção à presença das peças menos sustentáveis nas suas mãos, ao mesmo tempo que viam peças semelhantes a preencherem o chão do cenário onde se encontravam e a tempestade, e acompanharam o discurso da narradora. Em oposição os participantes na fase dos pré-testes que só acompanharam o discurso da narradora enquanto viam a tempestade no cenário. Relativamente à diminuição tanto da valência como da dominância, apresentam-se fatores que compravam que a implementação das melhorias neste cenário promoveu para que os resultados atingidos se aproximassem dos pretendidos, sendo estes uma ativação mais alta, e uma valência e dominância baixas perante os estímulos incrementados.

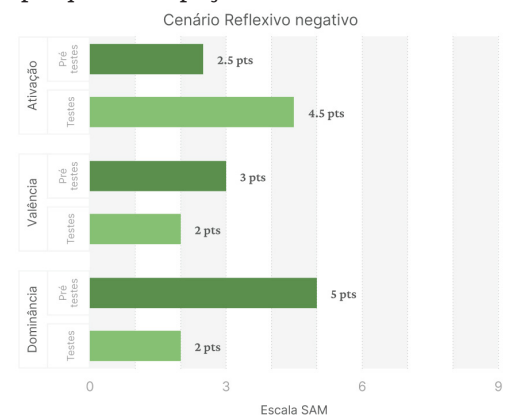


Gráfico 26. Comparação das respostas emocionais entre as duas fases de testes no cenário Reflexivo negativo (Investigadora, 2022).

3.4.3.3. Avaliação da presença

A) Resultados

Por fim, como mencionado anteriormente, aplicou-se ainda um terceiro questionário de presença, baseado na escala de Likert de 7 pontos (1- De maneira nenhuma; 7- Completamente). Deste modo, a fim de se verificar o nível de presença sentida pelos participantes perante o ambiente virtual desenvolvido, torna-se pertinente lembrar que este se encontra dividido em 7 fatores, nomeadamente: Envolvimento; Natural; Qualidade da interface; Resolução; Auditivo; Háptico; e Imersão.

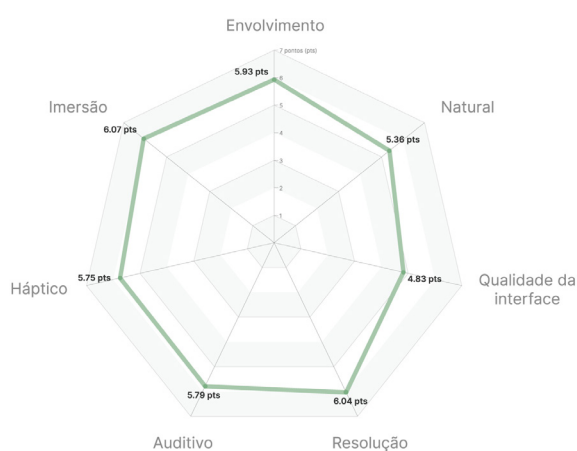


Gráfico 27. Médias gerais de cada fator constituinte do questionário da presença (Investigadora, 2022).

Numa primeira análise, verifica-se no Gráfico 27 que, os fatores **Imersão** e **Resolução** foram os fatores que apresentam médias gerais mais altas, sendo que o primeiro registou uma média geral de **6.07 pontos**, e o segundo uma média geral de **6.04 pontos**. Já o fator da **Qualidade de interface** foi o que apresentou uma média mais baixa de **4.83 pontos**. Os demais fatores apresentam médias que se aproximam no centro da escala de Likert. Sendo que, o fator **Envolvimento** registou uma média geral de **5.93 pontos**, o fator **Auditivo** uma média de **5.79 pontos**, o fator **Háptico** uma média de **5.75 pontos** e, por fim, o fator **Natural** apresentou uma média de **5.36 pontos**.

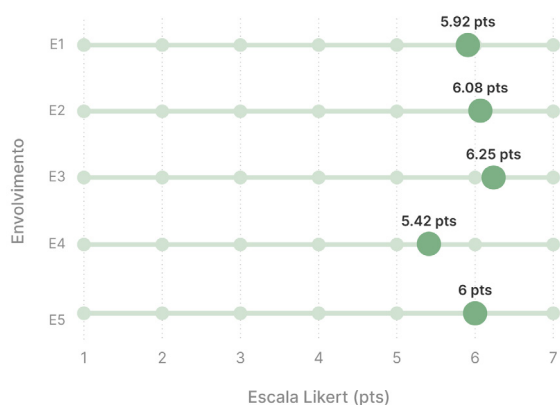


Gráfico 28. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Envolvimento (Investigadora, 2022).

No que se refere ao fator do **Envolvimento**, com base no Gráfico 28, para a pergunta E1 registou uma média de **5.92 pontos** acerca do nível de envolvimento que os participantes sentiram com base nos aspetos visuais nos três ambientes. Relativamente à pergunta E2, a média das respostas foi de **6.08 pontos** na capacidade dos participantes se sentirem convencidos com a sensação dos objetos se moverem pelos espaços virtuais. Para a pergunta E3 registou-se uma média de **6.25 pontos** sobre o nível de envolvimento sentida nos ambientes em geral. No que concerne à rapidez de adaptação aos três cenários, por parte dos participantes

(E4), registou-se uma média de **5.42 pontos**. A respeito da última pergunta do fator do envolvimento E5, que foca no à vontade sentido no final da experiência por parte do participante na execução de ações e interações com os diferentes ambientes, registou-se uma média de **6 pontos**.

Acerca do segundo fator da presença, a percepção do **Natural**, conforme o **Gráfico 29**, para a pergunta N1 registou uma média de **5.67 pontos** relativamente ao quão natural pareceram as interações nos ambientes. Para a pergunta N2, relativa ao quão natural era o mecanismo de controlo dos movimentos do participante, registou-se uma média de **5.25 pontos**. Relativamente à última questão deste fator (N3), registou uma média de **5.17 pontos** a cerca da comparação entre a experiência tida nos três ambientes virtuais, e as experiências do mundo real.

Quanto ao terceiro fator apresentado, o da **Qualidade da interface**, com base no **Gráfico 30** na sua primeira pergunta QI1 sobre se a qualidade da imagem que foi reproduzida nos Oculus interferiu ou distraiu o participante para a realização das tarefas, registou-se uma média de **3 pontos**. Também a pergunta QI2 registou uma média de **3.33 pontos** quanto à medida em que os dispositivos de controlo – os comandos RV – teriam interferido no desempenho do participante ao realizar as tarefas atribuídas.

A respeito do fator da **Resolução** e com base no **Gráfico 31**, registaram as médias de **6.58** e de **5.50 pontos**, na devida ordem, acerca do quão de perto o participante conseguiu examinar os objetos, e do quão bem conseguiu examiná-los de múltiplos pontos de vista.

Relativamente ao fator **Auditivo** verifica-se no **Gráfico 32** as médias de **6** e de **5.58 pontos**, respetivamente sobre o quão bem o participante conseguiu localizar sons, e sobre o quão bem conseguiu localizá-los.

No que se refere ao fator **Háptico**, este fator apresentou apenas uma pergunta (H1) relativa ao quão bem o participante conseguiu mover e manipular os objetos no ambiente do cenário Comportamental, esta média apresenta-se igualmente a média final de todas as repostas registadas pelos participantes, de **5.75 pontos** (**Gráfico 33**).

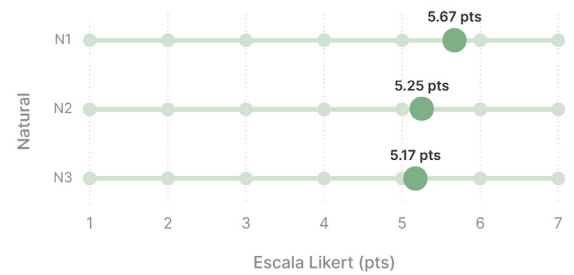


Gráfico 29. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Natural (Investigadora, 2022).

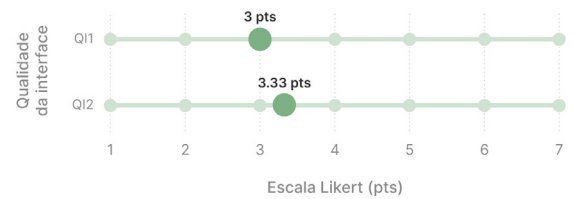


Gráfico 30. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Qualidade da interface (Investigadora, 2022).

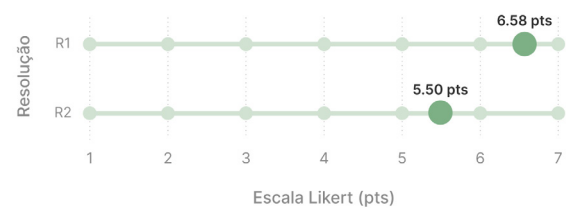


Gráfico 31. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Resolução (Investigadora, 2022).

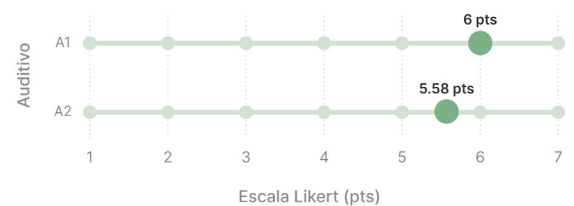


Gráfico 32. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Auditivo (Investigadora, 2022).



Gráfico 33. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Háptico (Investigadora, 2022).

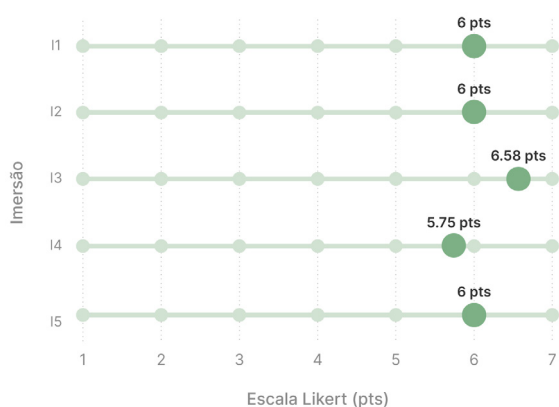


Gráfico 34. Dados relativos às médias de cada pergunta do fator Imersão (Investigadora, 2022).

completamente concentrado na tarefa ou no ambiente. Por fim, à pergunta I4, relativa ao quão facilmente o participante se adaptou aos comandos RV para interagir com o ambiente virtual, registou-se uma média de **5.75 pontos**.

B) Discussão

Relativamente ao fator do **Envolvimento** que se refere à capacidade de o participante de interagir com os objetos no ambiente virtual, e consequentemente, este ambiente responder à interação produzida pelo participante verificou-se maior fragilidade na capacidade dos participantes rapidamente se adaptarem aos diferentes cenários da experiência. Contudo, o ponto que se verificou mais forte quando a este fator refere-se ao facto de o participante ter-se sentido envolvido nos diferentes ambientes, ainda que, como verificado na pergunta anterior tenham sentido uma dificuldade inicial em se habituarem ao sistema. Outro ponto forte que se pôde constatar, é o facto nos movimentos projetados nos objetos dos ambientes virtuais terem-se apresentando coniventes aos participantes.

Para o fator do **Natural**, que pretende verificar o quão natural as interações e o sistema de deslocamento desenvolvidos em RV eram em comparação com a realidade, constatou-se que onde houve maior fragilidade foi na consistência existente entre a experiência em RV e as experiências do mundo real. Este aspeto pode comprovar a fragilidade verificada no fator do Envolvimento, onde os participantes apresentaram uma média de concordância de 5.42 pontos quanto à rapidez com que se adaptaram aos diferentes cenários virtuais. Contudo, verificou-se que os participantes sentiram que os mecanismos que permitiam controlar os movimentos nos ambientes virtuais funcionavam de modo natural, após a sua habituação a estes mecanismos.

O último fator apresentado neste terceiro questionário foi o da **Imersão** e, conforme o **Gráfico 34** apresenta, registou-se a média de **6 pontos** às questões I1, I2 e I5, designadamente: O quão completamente estavam os sentidos do participante envolvidos na experiência; Se este se encontrou envolvido na experiência ao ponto de perder noção do tempo; E se a informação fornecida através dos diversos sentidos se apresentava consistente. Para a pergunta I3, registou-se uma média de **6.58 pontos**, relativamente à existência de momentos durante a experiência em que o participante se sentiu

No que se refere aos dados recolhidos no fator da **Qualidade da interface**, registaram-se médias de concordância no ponto 3 para ambas as questões deste fator, contudo, consoante da fórmula de cálculo disponibilizada pelos autores Vasconcelos-Raposo et al. (2020), foi necessário inverter estes dados visto que as perguntas deste fator em particular se encontravam na negativa e, ao serem invertidas passaríamos a ter acesso aos dados relativos à Qualidade da interface na positiva. Assim, para a questão QI1 registou-se uma média de concordância no ponto 5 sobre o facto da qualidade da imagem reprodutiva não ter interferido, nem distraído os participantes da realização das tarefas propostas. Para a QI2 registou-se uma média de concordância de 4.67 pontos quanto ao facto dos dispositivos de controlo não terem interferido no desempenho do participante na realização das tarefas propostas. Deste modo pôde-se verificar que este fator apresentou a média mais baixa de entre os demais fatores.

Para o fator da **Resolução** constatou-se que foi o fator que apresentou maior média de concordância por parte dos participantes. Contudo, a primeira pergunta, relativa à liberdade sentida pelos participantes para examinarem os objetos de perto, registou uma média mais alta do que a segunda pergunta QI2 que se refere à liberdade para analisar os objetos de através de múltiplos pontos de vista. Este aspeto pode dever-se ao facto de que em três cenários, apenas um é que permitia a livre interação com o ambiente virtual, enquanto nos outros dois o participante tinha um papel de observador passivo. Para o fator **Auditivo**, constatou-se que os participantes sentiram mais facilidade em reconhecer os sons projetados nos cenários virtuais, do que conseguir localizá-los espacialmente, ainda assim, em ambas as perguntas registaram-se médias que se situam no lado positivo da escala. Para o fator **Háptico**, verificou-se que de alguma maneira os participantes concordaram que conseguiram mover e manipular bem os objetos, contudo, esta questão focou somente no cenário Comportamental, visto ser o único cenário de possibilitou o participante de realizar alguma interação.

Por fim, para o fator da **Imersão**, verificou-se que apresentou a segunda média de concordância geral mais alta (de 6.06 pontos). Contudo, o aspeto em que se verificou uma maior fragilidade diz respeito à facilidade de adaptação dos participantes aos dispositivos de controlo para interagir com o ambiente que apresentou uma média de concordância de 5.75. Já o aspeto que se verificou como um ponto forte foi a capacidade dos participantes de sentirem concentrados na realização das tarefas. Este aspeto pode confirmar a capacidade que a experiência teve em proporcionar momentos de flow nos participantes.

Referências bibliográficas intercalares

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Eschenbrenner, B., Nah, F. F. H., & Siau, K. (2008). 3-D Virtual Worlds in Education: Applications, Benefits, Issues, and Opportunities. *Journal of Database Management*, 19(4), 91–110. <https://doi.org/10.4018/JDM.2008100106>
- EUFIC. (2021, Junho 24). Microplastics in food and water – are they harmful to human health? | Eufic. Acedido a 09 de março de 2022, disponível em <https://www.eufic.org/en/food-safety/article/microplastics-in-food-and-water-are-they-harmful-to-human-health>
- Interaction Design Foundation. (2022). An Introduction to Usability. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/an-introduction-to-usability>
- International Organization for Standardization. (2020). ISO 9241-110:2020 Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Interaction principles. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241-110:ed-2:vl:en>
- Nielsen, J. (2000, Março 18). Why You Only Need to Test with 5 Users. <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- Nielsen, J. (2000, Março 18). Why You Only Need to Test with 5 Users. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users>
- Norman, D. A. (2004). Emotional Design: why we love (or hate) everyday things. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>
- Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things (M. Press books (ed.); Revised an). www.basicbooks.com
- Pantelidis, V. (2010). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model ... Themes in Science and Technology Education, 2(1), 59–70.
- Rebelo, F., Noriega, P., Duarte, E., & Soares, M. (2012). Using virtual reality to assess user experience. *Human Factors*, 54(6), 964–982. <https://doi.org/10.1177/0018720812465006>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Stavroulia, K.-E., Christofi, M., Zarraonandia, T., Michael-Grigoriou, D., & Lanitis, A. (2019). Virtual Reality Environments (VREs) for Training and Learning. 195–211. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8265-9_10
- Vasconcelos-Raposo, J., Melo, M., Barbosa, L., Teixeira, C., Cabral, L., & Bessa, M. (2020). Assessing presence in virtual environments: adaptation of the psychometric properties of the Presence Questionnaire to the Portuguese populations. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1754911>

Capítulo 4.

Conclusões e considerações futuras

Após a investigação realizada, que se apresentou como uma inspiração ao desenvolvimento e avaliação do projeto final de mestrado, realizou-se uma retrospectiva onde se retiraram conclusões e se destacaram possíveis estratégias de melhorias através de recomendações para investigações futuras. Em complemento, refletiu-se sobre os meios de divulgação pela qual esta investigação passou.

4.1. Conclusões

Durante todo o processo investigativo, pôde-se compreender de que modo é que o recurso à RV, em contextos educativos, permite os estudantes encarnarem uma postura mais ativa e tangível perante os conceitos a serem assimilados em ambientes virtuais. Verificou-se que o recurso a ambientes imersivos possibilita, com maior facilidade, que os estudantes se sintam mais presentes e imersos no ambiente de aprendizagem, visto que passam a ser os autores de todo o seu processo de aprendizagem. Isto é, conseguem rever na prática e, tentativa após tentativa, os conceitos sempre que sentirem necessidade, permitindo que desenvolvam o seu modelo mental através de diferentes formas de interação. Com base na revisão bibliográfica dos projetos em RV já desenvolvidos, e tendo em conta as teorias de aprendizagem: Situated Understanding, e Desequilíbrio Cognitivo, e fatores motivacionais: desafio, fantasia e curiosidade verificou-se que o ponto que foi menos evidenciado foi o da fantasia. Nenhuma das experiências apresentadas, mencionou a componente narrativa o que, com base na revisão realizada, intensificaria o fator motivacional da fantasia, e por conseguinte melhoraria os níveis de aprendizagem. Sendo este um ponto diferenciador da presente investigação.

Relativamente aos conceitos a serem assimilados, considera-se que compreender o conceito de emoção permite, a quem o estuda, perceber como este influencia o desenvolvimento do ser humano, bem como, de que modo as emoções afetam, positiva ou negativamente, nas ações que este desencadeia nos ambientes em que se insere. Os estudantes de Design, ao compreenderem a relação entre a emoção e o ser humano, mais facilmente conseguirão projetar soluções que efetivamente consigam transmitir as emoções e sentimentos desejados ao respetivo utilizador, no seu contexto de uso. Por outro lado, o conceito de emoção, em particular os três níveis de processamento e de design apresentados por Donald A. Norman, quando lecionados em contexto de aula através dos métodos tradicionais, facilmente se podem tornar desafiadores para muitos docentes que têm de encontrar estratégias para lecionarem estes conceitos de forma inovadora e cativante. Além disso, existe o risco de estes conceitos serem compreendidos de forma subjetiva com base nas experiências passadas de cada estudante, desencadeando assim uma assimilação que se pode tornar abstrata e pouco tangível.

A importância desta investigação advém da necessidade de se estudar uma alternativa educativa que, aliada à RV, se apresente complementar ao contexto de aula, permitindo a existência de uma extensão da aula para um ambiente prático, interativo e imersivo. O recurso à RV apresentou a possibilidade de os estudantes serem transportados para ambientes, da experiência interativa desenvolvida, que se aproximassem do contexto real do assunto a ser lecionado, não só pelo facto dos estudantes conseguirem colocar em prática os

assuntos lecionados, mas também pela variedade de cenários que este sistema permite serem criados para esse fim. Os objetivos desta investigação incidiram essencialmente na identificação das melhores estratégias e desafios a serem adotados de modo que os estudantes conseguissem sentir as emoções relativas a cada um dos três níveis e, por conseguinte, conseguirem refletir sobre estes três níveis de modo mais objetivo.

Note-se que, como defendido ao longo do presente PFM, a experiência imersiva e educativa desenvolvida apresenta, somente, o propósito de auxiliar os professores quando estes assim o considerem necessário no âmbito educativo. Os cenários e desafios projetados na experiência não apresentam um contexto introdutório à temática dos três níveis, mas sim um contexto metafórico e prático que conseguisse provocar as emoções e processamentos respetivos a cada um dos três níveis enquanto os estudantes jogassem.

Os temas abordados no enquadramento teórico visaram compreender as teorias e os fundamentos de aprendizagem, e quais os fatores motivacionais a considerar para a criação de uma experiência interativa educativa. Além disso, procurou-se compreender as mais-valias em abordar o sistema de RV em contexto educativo, bem como averiguar que experiências de pendor educativo em RV já existiam. Em complemento, abordaram-se as áreas de Design de Interação e Design Emocional a fim de se aprofundar os conhecimentos necessários para o desenvolvimento e avaliação da experiência imersiva e educativa abordada na segunda fase projetual, a investigação ativa. Assim, na segunda fase focou-se no estudo das possíveis abordagens a seguir tanto para a narrativa, como para criação dos ambientes virtuais, de modo que ambas correspondessem aos conteúdos investigados na fase anterior, visando a criação de uma experiência educativa em RV. Em seguida, na terceira fase projetual, através do pré-testes, pretendeu-se verificar num primeiro momento se os participantes conseguiam sentir efetivamente as emoções pretendidas, respetivas a cada nível. Além disso, e como era a primeira fase do desenvolvimento da experiência recorreu-se a um teste de usabilidade aliado à observação direta a fim de se registarem as fragilidades da experiência. Em relação às emoções sentidas pelos participantes, pôde-se constatar que a maioria correspondia às respostas emocionais idealizadas para cada ambiente virtual, relativo a cada nível. Contudo, verificaram-se problemas de usabilidade tanto no sistema de interação em RV, como no sistema narrativo no que respeita a comunicação da mensagem tanto auditiva como visual que tinha por base o tema da Economia Circular. Através de um processo iterativo deu-se início à implementação das melhorias necessárias para que em seguida se pudesse iniciar uma nova fase de testes.

Na fase de testes verificou-se que os défices de interação e comunicação se apresentavam resolvidos. Em complemento, esta segunda fase avaliativa teve como objetivos o de verificar se os conceitos dos três níveis eram assimilados pelos participantes, constatar se as respostas emocionais provocadas pelos

ambientes virtuais correspondiam a cada um dos níveis e, por fim, compreender os níveis de presença do jogador na experiência imersiva. Este último estudo tencionou comprovar se a experiência educativa teve capacidade de manter o jogador interessado durante a execução das tarefas ao ponto de este se sentir comprometido com a conclusão dos desafios. Pôde-se verificar que tanto a correta assimilação dos três níveis, como o registo das respostas emocionais pretendidas foram objetivos alcançados. No que concerne aos níveis de presença, constatou-se que as médias apresentadas não foram tão altas como esperado, contudo, apresentaram-se acima de um nível razoável, tendo por base a escala apresentada para este estudo.

Como descrito anteriormente no enquadramento teórico, quanto mais altos forem os níveis de presença e de imersão, maior interesse e níveis de assimilação os estudantes apresentam pelos conceitos educativos. Contudo, como verificado na apresentação e discussão dos resultados da presente investigação, ainda que os níveis de presença não tenham sido muito altos, os objetivos tanto da assimilação emocional, como dos três níveis foram atingidos com sucesso. Note-se que, com esta reflexão, não se invalida que, com maiores níveis de presença, pudessem efetivamente existir melhores níveis de assimilação por parte de todos os participantes.

Verificaram-se algumas fragilidades do projeto no âmbito da verificação da assimilação e compreensão da temática da sustentabilidade abordada na narrativa. Este aspeto considera-se importante a ser abordado em próximos projetos dado que, é uma temática que se relaciona fortemente com o conceito da emoção e processamento humano, mas também apresenta-se um assunto sensível aos tempos atuais. Como referido anteriormente, verificou-se no estudo da presença registada pelos jogadores que as médias obtidas não atingiram o pretendido, pelo que, seria necessário um novo processo iterativo a fim das fragilidades nas mecânicas e da apresentação da informação na interface da experiência em RV serem melhoradas. Em complemento, a fim de se verificar se esta experiência conseguiria auxiliar um maior número de estudantes a assimilar os conceitos abordados em contexto de aula, seria necessário recorrer-se a uma amostra mais robusta através da aplicação desta experiência em contexto de aula, após a introdução dos conceitos abordados neste projeto.

Contudo, pode-se concluir que, com base na investigação realizada e nos dados obtidos, o presente PFM apresenta-se pertinente para às áreas do Design de Interação e Design Emocional no seu âmbito educativo. Conclui-se ainda que, através a experiência interativa desenvolvida, conseguiu-se comprovar os benefícios de que aliarem estratégias educativas inovadoras ao contexto tradicional de lecionar aulas, uma vez que se torna possível que os estudantes experienciem novos mundos, que de outra forma não seria possível.

4.2. Recomendações futuras

Com base nas fragilidades do projeto apresentadas, recomenda-se que em projetos futuros se dedique maior atenção aos níveis da assimilação dos assuntos relacionados com a economia circular, dado que, se apresenta um assunto bastante pertinente atualmente, por isso, torna-se imprescindível apresentar não só informações, mas também possíveis soluções e orientações para a implementação de uma mudança de costumes verdadeiramente sustentáveis.

Como referido, verificou-se que no estudo da presença existiram algumas insuficiências nos fatores analisados. Posto isto, os próximos passos incidiriam necessariamente no aprimoramento dos aspetos relacionados com os fatores que apresentaram as médias mais baixas.

Por fim, seria desejável que esta experiência fosse testada em contexto de aula, após a introdução dos conceitos educativos a serem assimilados, de modo que existisse uma maior quantidade de participantes, mas também permitiria a avaliação desta mesma no contexto para o qual foi desenvolvida.

4.3. Disseminação

Durante o processo da presente investigação existiu a oportunidade de apresentar o artigo “Teaching emotions with gaming: a solution of a complex concept” na conferência internacional Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) 2021. Este artigo foi, posteriormente, publicado no livro *Advances in Ergonomics in Design*, como resultado desta conferência. O projeto descrito neste artigo foi o ponto de partida para a presente investigação, onde foi realizado um estudo, igualmente, referente ao ensino dos Três Níveis de Processamento e de Design, contudo apresentou uma versão somente para computador. O conceito por detrás desta primeira versão do projeto apresentou o mesmo conceito onde, através da execução das tarefas propostas, o jogador passaria pelos níveis de processamento respetivo a cada nível. Além disso, existiram também três cenários distintos entre si que apresentavam uma linguagem visual respetiva a cada um dos três níveis.

Em complemento, o projeto investigativo descrito acima, foi ainda apresentado a um grupo de professores de ensino secundário que, realizou uma visita ao ergoUX Lab, e que se apresentou interessado em conhecer e experimentar estratégias inovadoras de se lecionarem conceitos educativos complexos.

Referências bibliográficas e Bibliografia

- Aiello, P., D'Elia, F., Di Tore, S., & Sibilio, M. (2012). A Constructivist Approach to Virtual Reality for Experiential Learning: <https://doi.org/10.2304/ELEA.2012.9.3.317>
- Almeida, F. (2019). Adoption of a Serious Game in the Developing of Emotional Intelligence Skills. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10010004>
- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529–550. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.529>
- Avila-Pesantez, D., Escriba, L. R., & Taípe, M. S. A. (2017). Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review. *Computers in Education*, 8(3).
- Banco de Portugal. (2021). Conversor de Moeda | Banco de Portugal. Banco de Portugal. <https://www.bportugal.pt/conversor-moeda?from=USD&to=EUR&-date=1639872000&value=1.00>
- Barrouillet, P. (2015). Theories of cognitive development: From Piaget to today. *Developmental Review*, 38, 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.DR.2015.07.004>
- Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1999). Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments. *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(1), 37–53. <https://doi.org/10.1006/JVLC.1998.0111>
- Bowman, R. F. (1982). A «Pac-Man» Theory of Motivation: Tactical Implications for Classroom Instruction. *Educational Technology*, 22(9), 14–16. https://www.jstor.org/stable/44423699?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=a+pac-mas+-theory&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3Da%2Bpac-mas%2Btheory%26so%3Drel&ab_segments=0%2FSYC-6168%2Ftest&refreqid=fastly-default%3Aaf8b4cc5907afc6ce2335d1f04dd6295&seq=1#metadata_info_tab_contents
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Çalışkan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239–3243. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.04.278>
- Charsky, D. (2010). From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics: *Games and Culture*, 5(2), 177–198. <https://doi.org/10.1177/1555412009354727>
- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39–63. <https://doi.org/10.14742/AJET.1306>
- Chen, S., Zhang, S., Qi, G. Y., & Yang, J. (2020). Games Literacy for Teacher Education: Towards the Implementation of Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 23(2), 1176–3647. <https://mro.massey.ac.nz/handle/10179/15520>
- Chitturi, R. (2009). Emotions by Design: A Consumer Perspective. *International Journal of Design*, 3(2), 7–17. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/577>
- Chou, C., Hsu, H. L., & Yao, Y. S. (1997). Construction of a virtual reality learning environment for teaching structural analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(4), 223–230.
- Comissão Europeia. (sem data). Waste and recycling. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling_en
- Comissão Europeia. (2018). Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018D0028>
- Comissão Europeia. (2020). Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece o quadro para alcançar a neutralidade climática e que altera o Regulamento (EU) 2018/1999 (Lei Europeia do Clima). Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX:52020PC0080>
- Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1978). Intrinsic Rewards in School Crime. <https://doi.org/10.1177/001112877802400306>

- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Performance*. Cambridge University Press. https://www.researchgate.net/publication/201381766_Flow_The_Psychology_of_Optimal_Performance
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2002). The Basis of Product Emotions. Em William Green & P. Jordan (Eds.), *Pleasure With Products* (1.a ed., pp. 58–66). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203302279>
- Desmet, P. (2003). Measuring Emotion: Development and Application of an Instrument to Measure Emotional Responses to Products. Em M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk, & P. C. Wright (Eds.), *Funology* (pp. 111–123). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5_12
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2007). Framework of Product Experience. *International Journal of Design*, 1(1). <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/66>
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2009). Special issue editorial: Design and emotion. *International journal of design*, 3(2). <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:2815728d-4255-4188-84b1-7e4d-682d6c7e?collection=research>
- Desmet, P. (2018, Fevereiro 1). IDE Master Class Design for Emotion and Happiness by Pieter Desmet and Anna Pohlmeier. Acedido a 17 de novembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=3DbY-qhgaA5I&ab_channel=IDETUDelft
- Ellen MacArthur Foundation. (sem data-a). Designing out plastic pollution. Plastics and a circular economy. Acedido a 21 de dezembro de 2021, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>
- Ellen MacArthur Foundation. (sem data-b). What is a circular economy? Acedido a 9 de março de 2022, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Entertainment Software Association. (2019, Maio 9). 65% of American Adults Enjoy Playing Video Games. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/press-releases/65-of-american-adults-enjoy-playing-video-games/>
- Entertainment Software Association. (2020). 2020 ESSENTIAL FACTS. About the Video Game Industry. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/esa-research/2020-essential-facts-about-the-video-game-industry/>
- Eschenbrenner, B., Nah, F. F. H., & Siau, K. (2008). 3-D Virtual Worlds in Education: Applications, Benefits, Issues, and Opportunities. *Journal of Database Management*, 19(4), 91–110. <https://doi.org/10.4018/JDM.2008100106>
- EUFIC. (2021, Junho 24). Microplastics in food and water – are they harmful to human health? | Eufic. Acedido a 09 de março de 2022, disponível em <https://www.eufic.org/en/food-safety/article/microplastics-in-food-and-water-are-they-harmful-to-human-health>
- Feng, C., Bartram, L., & Riecke, B. E. (2014). Evaluating affective features of 3D motion-scapes. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, SAP 2014*, 23–30. <https://doi.org/10.1145/2628257.2628264>
- Fredrickson, B., & Joiner, T. (2002). Positive emotions trigger upward spirals toward emotional well-being. *Psychological science*, 13(2), 172–175. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00431>
- Freina, L., & Ott, M. (2015, April). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The international scientific conference elearning and software for education* (Vol. 1, No. 133, pp. 10-1007).
- Ghani, I., Rafi, A. & Woods, P. The effect of immersion towards place presence in virtual heritage environments. *Pers Ubiquit Comput* 24, 861–872 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00779-019-01352-8>
- Gleitman, H., Gross, J. J., & Reisberg, D. (2011). *Psychology* (8o). <https://books.google.com/books/about/Psychology.html?id=fECF-PgAACAAJ>
- Gredler, M. E. (2002). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm.
- Guilford, J. P., & Smith, P. C. (1959). A system of color-preferences. *The American journal of psychology*, 72, 487–502. <https://doi.org/10.2307/1419491>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. 0123456789) *J. Comput. Educ*, 8(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

- Helander, M. G., & Khalid, H. M. (2006). Affective and Pleasurable Design. Em G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (3.a ed., pp. 543–572). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470048204.CH21>
- Ho, A. G., & Siu, K. W. M. (2015). Emotion Design, Emotional Design, Emotionalize Design: A Review on Their Relationships from a New Perspective. <http://dx.doi.org/10.2752/175630612X13192035508462>, 15(1), 9–31. <https://doi.org/10.2752/175630612X13192035508462>
- Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR Experiences – Expectations for Teaching and Learning in VR. *Educational Technology & Society*, 24(2), 107–119. <https://www.jstor.org/stable/27004935>
- Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A.-S. (2020). Influence of Students' Learning Style, Sense of Presence, and Cognitive Load on Learning Outcomes in an Immersive Virtual Reality Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596–615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>
- Interaction Design Foundation. (sem data). What are Affordances? Acedido a 28 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/topics/affordances>
- Interaction Design Foundation. (2022). An Introduction to Usability. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/an-introduction-to-usability>
- International Organization for Standardization. (2020). ISO 9241-110:2020 Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Interaction principles. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-110:ed-2:vl:en>
- Isen, A. (1999). On the relationship between affect and creative problem solving. Em S. Russ (Ed.), *Affect, Creative Experience, and Psychological Adjustment* (1.a ed., p. 16). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315784557-11>
- Jerald, J. (2018). Human-Centered VR Design: Five Essentials Every Engineer Needs to Know. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38, 15–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.021951628>
- Johnson, A. (2015). Cognitive Development: Piaget and Vygotsky. Em *Education Psychology: Theories of Learning and Human Development*. https://www.academia.edu/9852095/COGNITIVE_DEVELOPMENT_PIAGET_AND_VYGOTSKY
- Jordan, P. (1999). Pleasure with Products: Human Factors for Body, Mind and Soul. Em W Green & P. Jordan (Eds.), *Human Factors in Product Design* (1.a ed., pp. 206–218). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781498702096-26/PLEASURE-PRODUCTS-HUMAN-FACTORS-BODY-MIND-SOUL-GREEN-PATRICK-JORDAN>
- Kannetis, T., Potamianos, A., & Yannakakis, G. N. (2009). Fantasy, curiosity and challenge as adaptation indicators in multimodal dialogue systems for preschoolers. *Proceedings of the 2nd Workshop on Child, Computer and Interaction, WOCCL '09*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/1640377.1640378>
- Kibler, J. (2011). Cognitive Disequilibrium. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, 380–380. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79061-9_598
- Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. *Sensors* 2017, Vol. 17, Page 1141, 17(5), 1141. <https://doi.org/10.3390/S17051141>
- Kim, Y. M., Rhiu, I., & Yun, M. H. (2020). A Systematic Review of a Virtual Reality System from the Perspective of User Experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(10), 893–910. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1699746>
- Komninos, A. (2021). Norman's Three Levels of Design. *Interaction Design Foundation (IxDF)*. Acedido a 18 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/norman-s-three-levels-of-design>
- Kumar, J. M., Herger, M., & Dam, R. F. (2020). Player-Centred Design: Moving Beyond User-Centred Design for Gamification. Acedido a 21 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/player-centred-design-moving-beyond-user-centred-design-for-gamification>
- Lanzotti, A., Carbone, F., Grazioso, S., Renno, F., & Staiano, M. (2018). A new interactive design approach for concept selection based on expert opinion. *International Journal on Interactive Design and Manufactur-*

- ing (IJIDeM), 12(4), 1189–1199. <https://doi.org/10.1007/s12008-018-0482-8>
- Larocco, M. (2020). Developing the «best practices» of virtual reality design: industry standards at the frontier of emerging media. *Journal of Visual Culture*, 19(1), 96–111. <https://doi.org/10.1177/1470412920906255>
- LeapMotion. (2015, Agosto 29). VR Design Best Practices. Where the physical and digital worlds... Medium. Acedido a 20 de dezembro de 2021, disponível em <https://medium.com/@LeapMotion/vr-design-best-practices-bb889c2dc70>
- Lepper, M. R., Corpus, J. H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 184–196. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.2.184>
- Liou, W. K., & Chang, C. Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology, IT 2018, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SPIT.2018.8350861>
- Loup-Escande, E., Jamet, E., Ragot, M., Erhel, S., & Michinov, N. (2016). Effects of Stereoscopic Display on Learning and User Experience in an Educational Virtual Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220105>
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. 162–169. <https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- Matheson, D., & Spranger, K. (2001). Content Analysis of the Use of Fantasy, Challenge, and Curiosity in School-Based Nutrition Education Programs. *Journal of Nutrition Education*, 33(1), 10–16. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60004-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60004-3)
- Mayer, R. E. (2019). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology*, 70, 531–549. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PSYCH-010418-102744>
- McCann, D. C., & Prentice, N. M. (1981). Promoting moral judgment of elementary school children: The influence of direct reinforcement and cognitive disequilibrium. *Journal of Genetic Psychology*, 139(1), 27–34. <https://doi.org/10.1080/00221325.1981.10533433>
- Mestre, D., Fuchs, P., Berthoz, A., & Vercher, J. L. (2006). *Immersion et présence. Le traité de la réalité virtuelle*. Paris: Ecole des Mines de Paris, 309-38.
- Newzoo. (2020, Maio 8). The World's 2.7 Billion Gamers Will Spend \$159.3 Billion on Games in 2020; The Market Will Surpass \$200 Billion by 2023. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://newzoo.com/insights/articles/newzoo-games-market-numbers-revenues-and-audience-2020-2023/>
- Nielsen, J. (2000, Março 18). Why You Only Need to Test with 5 Users. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>
- Norman, D. A. (2009, Março 9). The three ways that good design makes you happy | Don Norman. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=RIQEoJaLQRA&ab_channel=T-ED
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basickbooks.com
- Novak, J. (2012). *Game Development Essentials: An Introduction* (3rd ed.). https://books.google.pt/books/about/Game_Development_Essentials_An_Introduct.html?id=r36qpCjBI-uMC&redir_esc=y
- Oblinger, D. (2006). Games and Learning. Digital games have the potential to bring play back into the learning experience. *EDUCAUSE Quarterly Magazine*, Vol. 29, no.3, Viewpoint, 5–7. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/games-and-learning>
- Orlowski, J. (2017). *Chasing Coral*. <https://www.chasingcoral.com/>
- Ott, M., & Pozzi, F. (2008). ICT and Cultural Heritage Education: Which Added Value? *Lecture Notes in Computer Science* (including subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*), 131–138. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87781-3_15
- Pantelidis, V. (2010). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model ... *Themes in Science and Technology Education*, 2(1), 59–70.

- Parlamento Europeu. (2021, Agosto 17). Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20181212STO21610/residuos-de-plastico-e-reciclagem-na-ue-factos-e-numeros>
- Piaget, J. (1951). Play, dreams and imitation in childhood. Em *Play, Dreams and Imitation in Childhood* (1st Editio). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315009698>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Rebelo, F., Noriega, P., Duarte, E., & Soares, M. (2012). Using virtual reality to assess user experience. *Human Factors*, 54(6), 964–982. <https://doi.org/10.1177/0018720812465006>
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), 411–420. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.006>
- Saffer, D. (2007). *Designing for interaction : creating innovative applications and devices (Voices that matter (ed.); 2nd ed.)*. New Riders.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Schuemie, M. J., Van der Straaten, P., Krijn, M., & Van der Mast, C. A. P. G. (2004). Research on Presence in Virtual Reality: A Survey. <http://www.liebert-pub.com/cpb>, 4(2), 183–201. <https://doi.org/10.1089/109493101300117884>
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 648–658.
- Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>
- Sheldon, G. (2018, Abril 22). Closing the Loop – A Documentary Film About the Circular Economy Revolution. <http://www.closingtheloopfilm.com/>
- Shepherd, I. (2020). Enhancing the Online Education Experience Using Virtual Reality. *Tertiary Online Teaching and Learning*, 7(1), 35–44. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8928-7_4
- Shin, D. H. (2017). The role of affordance in the experience of virtual reality learning: Technological and affective affordances in virtual reality. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1826–1836. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.05.013>
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British journal of psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/BJOP.12305>
- Squire, K. (2003). Video Games in Education. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming*, 2, 49--62. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary;jsession-id=2732597700C0F1228D6684853CE32445?-doi=10.1.1.100.8500>
- Statista. (2021, Janeiro 29). Video game market value worldwide from 2012 to 2023 (in billion U.S. dollars). <https://www.statista.com/statistics/292056/video-game-market-value-worldwide/>
- Stavroulia, K.-E., Christofi, M., Zarraonandia, T., Michael-Grigoriou, D., & Lanitis, A. (2019). Virtual Reality Environments (VREs) for Training and Learning. 195–211. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8265-9_10
- Steinkuehler, C., Squire, K., & Barab, S. (2012). *Games, learning, and society: Learning and meaning in the digital age*. Em *Games, Learning, and Society: Learning and Meaning in the Digital Age*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139031127>
- Tickell, J., & Tickell, R. (2020). Kiss the Ground Film | Official Website. <https://kiss-thegroundmovie.com/>
- Tiger, L. (1992). The pursuit of pleasure. Em *The Pursuit of Pleasure* (1.a ed.). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315134413>

- Toprac, P. (2011). Motivating by Design: Using Digital-Game Based Learning Techniques to Create an Interesting Problem-Based Learning Environment Chapter:14. Em P. Felicia (Ed.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (pp. 283–309). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.CH014>
- Unity Technologies. (2022, Junho 3). Unity - Manual: Introduction to collision. Acedido a 20 de dezembro de 2021, disponível em <https://docs.unity3d.com/Manual/CollidersOverview.html>
- Usability.gov. (sem data). Interaction Design Basics | Usability.gov. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.usability.gov/what-and-why/interaction-design.html>
- Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of experimental psychology. General*, 123(4), 394–409. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.123.4.394>
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review*, vol.41, no.2, 16–30. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
- Vasconcelos-Raposo, J., Melo, M., Barbosa, L., Teixeira, C., Cabral, L., & Bessa, M. (2020). Assessing presence in virtual environments: adaptation of the psychometric properties of the Presence Questionnaire to the Portuguese populations. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1754911>, 40(13), 1417–1427. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1754911>
- Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). New approach for the teaching of concrete compression tests in large groups of engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(2), 05016009.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Em M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292>
- Winn, William & Windschitl, Mark & Furland, Ruth. (2002). When Does Immersion in a Virtual Environment Help Students Construct Understanding? World Economic Forum. (2019, Novembro 15). For a true circular economy, we must redefine waste. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/build-circular-economy-stop-recycling/>
- Worsley, M., & Blikstein, P. (2015). Using learning analytics to study cognitive disequilibrium in a complex learning environment. *ACM International Conference Proceeding Series*, 16-20-March-2015, 426–427. <https://doi.org/10.1145/2723576.2723659>
- xRavenXP. (2016, Janeiro 17). [Longplay] SNES - Super Mario All-Stars - Super Mario Bros 2 (HD, 60FPS). Acedido a 22 de dezembro de 2020, disponível em <https://youtu.be/HjKL-BOzjrwt=946>
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>

Bibliografia

Conversor de moeda

Banco de Portugal. (2021). Conversor de Moeda | Banco de Portugal. Banco de Portugal. <https://www.bportugal.pt/conversor-moeda?from=USD&to=EUR&-date=1639872000&value=1.00>

Design de interação

Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1999). Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments. *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(1), 37–53. <https://doi.org/10.1006/JVLC.1998.0111>

Interaction Design Foundation. (sem data). What are Affordances? Acedido a 28 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/topics/affordances>

Interaction Design Foundation. (2022). An Introduction to Usability. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/an-introduction-to-usability>

International Organization for Standardization. (2020). ISO 9241-110:2020 Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Interaction principles. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-110:ed-2:v1:en>

Jerald, J. (2018). Human-Centered VR Design: Five Essentials Every Engineer Needs to Know. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38, 15–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.021951628>

Loup-Escande, E., Jamet, E., Ragot, M., Erhel, S., & Michinov, N. (2016). Effects of Stereoscopic Display on Learning and User Experience in an Educational Virtual Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220105>

Nielsen, J. (2000, Março 18). Why You Only Need to Test with 5 Users. Acedido a 15 de março de 2022, disponível em <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basickbooks.com

Rebelo, F., Noriega, P., Duarte, E., & Soares, M. (2012). Using virtual reality to assess user experience. *Human Factors*, 54(6), 964–982. <https://doi.org/10.1177/0018720812465006>

Saffer, D. (2007). *Designing for interaction : creating innovative applications and devices* (Voices that matter (ed.); 2nd ed.). New Riders.

Usability.gov. (sem data). Interaction Design Basics | Usability.gov. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.usability.gov/what-and-why/interaction-design.html>

Design emocional

- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529–550. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.529>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Chitturi, R. (2009). Emotions by Design: A Consumer Perspective. *International Journal of Design*, 3(2), 7–17. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/577>
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2002). The Basis of Product Emotions. Em William Green & P. Jordan (Eds.), *Pleasure With Products* (1.a ed., pp. 58–66). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203302279>
- Desmet, P. (2003). Measuring Emotion: Development and Application of an Instrument to Measure Emotional Responses to Products. Em M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk, & P. C. Wright (Eds.), *Funology* (pp. 111–123). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5_12
- Desmet & Hekkert, P. (2007). Framework of Product Experience. *International Journal of Design*, 1(1). <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/66>
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2009). Special issue editorial: Design and emotion. *International journal of design*, 3(2). <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:2815728d-4255-4188-84b1-7e4d-682d6c7e?collection=research>
- Desmet, Pieter. (2018, Fevereiro 1). IDE Master Class Design for Emotion and Happiness by Pieter Desmet and Anna Pohlmeier. Acedido a 17 de novembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=3DbYqhgA5I&ab_channel=IDETUDelft
- Fredrickson, B., & Joiner, T. (2002). Positive emotions trigger upward spirals toward emotional well-being. *Psychological science*, 13(2), 172–175. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00431>
- Helander, M. G., & Khalid, H. M. (2006). Affective and Pleasurable Design. Em G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (3.a ed., pp. 543–572). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470048204.CH21>
- Ho, A. G., & Siu, K. W. M. (2015). Emotion Design, Emotional Design, Emotionalize Design: A Review on Their Relationships from a New Perspective. <http://dx.doi.org/10.2752/175630612X13192035508462>, 15(1), 9–31. <https://doi.org/10.2752/175630612X13192035508462>
- Isen, A. (1999). On the relationship between affect and creative problem solving. Em S. Russ (Ed.), *Affect, Creative Experience, and Psychological Adjustment* (1.a ed., p. 16). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315784557-11>
- Jordan, P. (1999). Pleasure with Products: Human Factors for Body, Mind and Soul. Em W Green & P. Jordan (Eds.), *Human Factors in Product Design* (1.a ed., pp. 206–218). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781498702096-26/PLEASURE-PRODUCTS-HUMAN-FACTORS-BODY-MIND-SOUL-GREEN-PATRICK-JORDAN>
- Komninos, A. (2021). Norman's Three Levels of Design. *Interaction Design Foundation (IxDF)*. Acedido a 18 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/article/norman-s-three-levels-of-design>
- Lanzotti, A., Carbone, F., Grazioso, S., Renno, F., & Staiano, M. (2018). A new interactive design approach for concept selection based on expert opinion. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 12(4), 1189–1199. <https://doi.org/10.1007/s12008-018-0482-8>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books. <https://psycnet.apa.org/record/2004-18569-000>
- Norman, D. A. (2009, Março 9). The three ways that good design makes you happy | Don Norman. Acedido a 27 de dezembro de 2021, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=RlQEoJaLQRA&ab_channel=TED
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (M. Press books (ed.); Revised an). www.basicbooks.com

Dicionários

Merriam-Webster. (s.d.). Engagement. Acesso em 30 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.learnersdictionary.com/definition/engagement>

Priberam. (s.d.). Gamificação. Acesso em 30 de dezembro de 2020, disponível em <https://dicionario.priberam.org/gamifica%C3%A7%C3%A3o>

Documentação

Unity Technologies. (2022, Junho 3). Unity - Manual: Introduction to collision. <https://docs.unity3d.com/Manual/CollidersOverview.html>

Economia circular

Comissão Europeia. (sem data). Waste and recycling. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling_en

Comissão Europeia. (2018). Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0028>

Ellen MacArthur Foundation. (sem data-a). Designing out plastic pollution. Plastics and a circular economy. Acedido a 21 de dezembro de 2021, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>

Ellen MacArthur Foundation. (sem data-b). What is a circular economy? Acedido a 9 de março de 2022, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

Ellen MacArthur Foundation. (sem data-c). Economia Circular. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>

Ellen MacArthur Foundation. (2020). The solution to plastic pollution. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://medium.com/circulatenews/the-solution-to-plastic-pollution-697156b0fa35>

EUFIC. (2021, Junho 24). Microplastics in food and water – are they harmful to human health? | Eufic. Acedido a 09 de março de 2022, disponível em <https://www.eufic.org/en/food-safety/article/microplastics-in-food-and-water-are-they-harmful-to-human-health>

Parlamento Europeu. (2021, Agosto 17). Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20181212STO21610/residuos-de-plastico-e-reciclagem-na-ue-factos-e-numeros>

The Guardian. (2020). Nine out of 10 UK households recycle regularly, study shows. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.theguardian.com/environment/2020/sep/21/uk-households-recycle-regularly-study>

World Economic Forum. (2019, Novembro 15). For a true circular economy, we must redefine waste. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/build-circular-economy-stop-recycling/>

Filmes

Orlowski, J. (2017). Chasing Coral. <https://www.chasingcoral.com/>

Sheldon, G. (2018, Abril 22). Closing the Loop – A Documentary Film About the Circular Economy Revolution. <http://www.closingtheloopfilm.com/>

Tickell, J., & Tickell, R. (2020). Kiss the Ground Film | Official Website. <https://kiss-thegroundmovie.com/>

Green deal

Comissão Europeia. (2020). Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece o quadro para alcançar a neutralidade climática e que altera o Regulamento (EU) 2018/1999 (Lei Europeia do Clima). Acedido a 22 de

dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1588581905912&uri=CELEX:52020PC0080>

Informações sobre aço inoxidável

Dworak, S., & Fellner, J. (2021). Steel scrap generation in the EU-28 since 1946 – Sources and composition. Resources, Conservation and Recycling, 173. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105692>

Héctor, E., & Carbó, M. (sem data). Aços Inoxidáveis: aplicações e especificações ArcelorMittal Inox Brasil.

Johnson, J., Reck, B. K., Wang, T., & Graedel, T. E. (2008). The energy benefit of stainless steel recycling. Energy Policy, 36(1), 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.028>

Ledbetter, H. M., Weston, W. F., & Naimon, E. R. (2008). Low-temperature elastic properties of four austenitic stainless steels. Journal of Applied Physics, 46(9), 3855. <https://doi.org/10.1063/1.322182>

Singh, J. (1985). Influence of deformation on the transformation of austenitic stainless steels. Journal of Materials Science 1985 20:9, 20(9), 3157–3166. <https://doi.org/10.1007/BF00545181>

Stainless Steel Directory. (sem data). Grade 304 Stainless Steel Technical Data. Acedido a 13 de março de 2022, disponível em <https://askzn.co.za/stainless-steel/tech-grade-304.htm>

Informações sobre plástico

Bernau, A. (sem data). The 7 Types of Plastics: Their Toxicity and What They Are Most Commonly Used For. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://alansfactory-outlet.com/7-types-of-plastics-their-toxicity-and-most-commonly-used-for>

Comissão Europeia. (2018). Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Uma

Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0028>

Eartheasy. (2020, Maio 2). Plastics by the Numbers. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://learn.eartheasy.com/articles/plastics-by-the-numbers>

eCycle. (sem data). Conheça os tipos de plásticos existentes. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://www.ecycle.com.br/tipos-de-plasticos>

Ellen MacArthur Foundation. (sem data-a). Designing out plastic pollution. Plastics and a circular economy. Acedido a 21 de dezembro de 2021, disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview>

National Ocean Service. (sem data). A Guide to Plastic in the Ocean. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/marinedebris/plastics-in-the-ocean.html>

Parker, L. (2018, Dezembro 20). A whopping 91% of plastic isn't recycled. Acedido a 20 de maio de 2022, disponível em <https://www.nationalgeographic.com/science/article/plastic-produced-recycling-waste-ocean-trash-debris-environment>

Parlamento Europeu. (2015, Dezembro 2). Economia circular: definição, importância e benefícios. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficios>

Parlamento Europeu. (2017, Janeiro 23). Pacote de economia circular: objetivos mais ambiciosos para a reciclagem na UE. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20170120STO59356/pacote-de-economia-circular-objetivos-mais-ambiciosos-para-a-reciclagem-na-ue>

Parlamento Europeu. (2018, Outubro 17). Plástico nos oceanos: os factos, os efeitos e as novas regras da UE. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181005STO15110/plastico-nos-oceanos-os-factos-os-efeitos-e-as-novas-regras-da-ue>

Parlamento Europeu. (2019, Janeiro 24). A estratégia da UE: como reduzir os resíduos de plástico? Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20180830STO11347/a-estrategia-da-ue-como-reduzir-os-residuos-de-plastico>

Parlamento Europeu. (2021, Agosto 17). Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/economia-circular/20181212STO21610/residuos-de-plastico-e-reciclagem-na-ue-factos-e-numeros>

Reddy, S., & Winnie, L. (2020, Julho 23). Breaking the Plastic Wave: Top Findings for Preventing Plastic Pollution. Acedido a 22 de dezembro de 2021, disponível em <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/articles/2020/07/23/breaking-the-plastic-wave-top-findings>

Experiências em realidade virtual

Aiello, P., D'Elia, F., Di Tore, S., & Sibilio, M. (2012). A Constructivist Approach to Virtual Reality for Experiential Learning: <http://dx.doi.org/10.2304/elea.2012.9.3.317>, 9(3), 317–324. <https://doi.org/10.2304/ELEA.2012.9.3.317>

Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1999). Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments. *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(1), 37–53. <https://doi.org/10.1006/JVLC.1998.0111>

Çalışkan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239–3243. <https://doi.org/10.1016/j.SBSPRO.2011.04.278>

Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39–63. <https://doi.org/10.14742/AJET.1306>

- Chou, C., Hsu, H. L., & Yao, Y. S. (1997). Construction of a virtual reality learning environment for teaching structural analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(4), 223-230.
- Eschenbrenner, B., Nah, F. F. H., & Siau, K. (2008). 3-D Virtual Worlds in Education: Applications, Benefits, Issues, and Opportunities. *Journal of Database Management*, 19(4), 91–110. <https://doi.org/10.4018/JDM.2008100106>
- Feng, C., Bartram, L., & Riecke, B. E. (2014). Evaluating affective features of 3D motion-scapes. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, SAP 2014*, 23–30. <https://doi.org/10.1145/2628257.2628264>
- Ghani, I., Rafi, A., & Woods, P. (2020). The effect of immersion towards place presence in virtual heritage environments. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24(6), 861–872. <https://doi.org/10.1007/S00779-019-01352-8>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. 0123456789) *J. Comput. Educ*, 8(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR Experiences – Expectations for Teaching and Learning in VR. *Educational Technology & Society*, 24(2), 107–119. <https://www.jstor.org/stable/27004935>
- Jerald, J. (2018). Human-Centered VR Design: Five Essentials Every Engineer Needs to Know. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38, 15–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.021951628>
- Kim, M., Jeon, C., & Kim, J. (2017). A Study on Immersion and Presence of a Portable Hand Haptic System for Immersive Virtual Reality. *Sensors 2017*, Vol. 17, Page 1141, 17(5), 1141. <https://doi.org/10.3390/S17051141>
- Kim, Y. M., Rhiu, I., & Yun, M. H. (2020). A Systematic Review of a Virtual Reality System from the Perspective of User Experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(10), 893–910. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1699746>
- Larocco, M. (2020). Developing the «best practices» of virtual reality design: industry standards at the frontier of emerging media. *Journal of Visual Culture*, 19(1), 96–111. <https://doi.org/10.1177/1470412920906255>
- LeapMotion. (2015, Agosto 29). VR Design Best Practices. Where the physical and digital worlds... Medium. Acedido a 20 de dezembro de 2021, disponível em <https://medium.com/@LeapMotion/vr-design-best-practices-bb889c2dc70>
- Liou, W. K., & Chang, C. Y. (2018). Virtual reality classroom applied to science education. 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology, IT 2018, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SPT.2018.8350861>
- Loup-Escande, E., Jamet, E., Ragot, M., Erhel, S., & Michinov, N. (2016). Effects of Stereoscopic Display on Learning and User Experience in an Educational Virtual Environment. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(2), 115–122. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220105>
- Mestre, D., Fuchs, P., Berthoz, A., & Vercher, J. L. (2006). Immersion et présence. *Le traité de la réalité virtuelle*. Paris: Ecole des Mines de Paris, 309-38.
- Pantelidis, V. (2010). Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model ... *Themes in Science and Technology Education*, 2(1), 59–70.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Schuemie, M. J., Van der Straaten, P., Krijn, M., & Van der Mast, C. A. P. G. (2004). Research on Presence in Virtual Reality: A Survey. <http://www.liebert-pub.com/cpb>, 4(2), 183–201. <https://doi.org/10.1089/109493101300117884>
- Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35–43. <https://doi.org/10.1016/J.ECNS.2019.09.006>
- Shepherd, I. (2020). Enhancing the Online Education Experience Using Virtual Reality. *Tertiary Online Teaching and Learning*, 7(1), 35–44. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8928-7_4
- Shin, D. H. (2017). The role of affordance in the experience of virtual reality learning: Technological and affective affordances in virtual reality. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1826–1836. <https://doi.org/10.1016/J.TELE.2017.05.013>

Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British journal of psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/BJOP.12305>

Stavroulia, K.-E., Christofi, M., Zarraonandia, T., Michael-Grigoriou, D., & Lanitis, A. (2019). Virtual Reality Environments (VREs) for Training and Learning. 195–211. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8265-9_10

Vasconcelos-Raposo, J., Melo, M., Barbosa, L., Teixeira, C., Cabral, L., & Bessa, M. (2020). Assessing presence in virtual environments: adaptation of the psychometric properties of the Presence Questionnaire to the Portuguese populations. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1754911>, 40(13), 1417–1427. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1754911>

Jogos na educação

Almeida, F. (2019). Adoption of a Serious Game in the Developing of Emotional Intelligence Skills. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10010004>

Avila-Pesantez, D., Escriba, L. R., & Taípe, M. S. A. (2017). Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review. *Computers in Education*, 8(3).

Bowman, R. F. (1982). A «Pac-Man» Theory of Motivation: Tactical Implications for Classroom Instruction. *Educational Technology*, 22(9), 14–16. https://www.jstor.org/stable/44423699?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=a+pac-mas+-theory&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3Da%2Bpac-mas%2Btheory%26so%3Drel&ab_segments=0%2FSYC-6168%2Ftest&refreqid=fastly-default%3Aaf8b4cc5907afc-6ce2335d1f04dd6295&seq=1#metadata_info_tab_contents

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>

Charsky, D. (2010). From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics: *Games and Culture*, 5(2), 177–198. <https://doi.org/10.1177/1555412009354727>

Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). New approach for the teaching of concrete compression tests in large groups of engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(2), 05016009.

Winn, William & Windschitl, Mark & Fruland, Ruth. (2002). When Does Immersion in a Virtual Environment Help Students Construct Understanding?.

Chen, S., Zhang, S., Qi, G. Y., & Yang, J. (2020). Games Literacy for Teacher Education: Towards the Implementation of Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, 23(2), 1176–3647. <https://mro.massey.ac.nz/handle/10179/15520>

Freina, L., & Ott, M. (2015, April). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The international scientific conference elearning and software for education* (Vol. 1, No. 133, pp. 10-1007).

Gredler, M. E. (2002). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm.

Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A.-S. (2020). Influence of Students' Learning Style, Sense of Presence, and Cognitive Load on Learning Outcomes in an Immersive Virtual Reality Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596–615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>

Kumar, J. M., Herger, M., & Dam, R. F. (2020). Player-Centred Design: Moving Beyond User-Centred Design for Gamification. <https://www.interaction-design.org/literature/article/player-centred-design-moving-beyond-user-centred-design-for-gamification>

- Lepper, M. R., Corpus, J. H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of Educational Psychology, 97*(2), 184–196. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.2.184>
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. 162–169. <https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- Matheson, D., & Spranger, K. (2001). Content Analysis of the Use of Fantasy, Challenge, and Curiosity in School-Based Nutrition Education Programs. *Journal of Nutrition Education, 33*(1), 10–16. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60004-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60004-3)
- Mayer, R. E. (2019). Computer Games in Education. *Annual Review of Psychology, 70*, 531–549. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PSYCH-010418-102744>
- Oblinger, D. (2006). Games and Learning. Digital games have the potential to bring play back into the learning experience. *EDUCAUSE Quarterly Magazine, Vol. 29, no.3, Viewpoint*, 5–7. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/games-and-learning>
- Ott, M., & Pozzi, F. (2008). ICT and Cultural Heritage Education: Which Added Value? *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 131–138. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87781-3_15
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior, 63*, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior, 28*(2), 648–658.
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappan, 87*(2), 105–111. <https://doi.org/10.1177/003172170508700205>
- Squire, K. (2003). Video Games in Education. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming, 2*, 49–62. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?session-id=2732597700C0F1228D6684853CE32445?-doi=10.1.1.100.8500>
- Steinkuehler, C., Squire, K., & Barab, S. (2012). *Games, learning, and society: Learning and meaning in the digital age*. Em Games, Learning, and Society: Learning and Meaning in the Digital Age. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139031127>
- Teemu & Renny. (2020). Designing Engaging Games for Education: A Systematic Literature Review on Game Motivators and Design Principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. PP. 1-1. [10.1109/TLT.2020.3018503](https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3018503).
- Toprac, P. (2011). Motivating by Design: Using Digital-Game Based Learning Techniques to Create an Interesting Problem-Based Learning Environment Chapter:14. Em P. Felicia (Ed.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (pp. 283–309). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.CH014>
- Van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review, vol.41, no.2*, 16–30. <https://er.educause.edu/articles/2006/1/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
- Winn, William & Windschitl, Mark & Furland, Ruth. (2002). When Does Immersion in a Virtual Environment Help Students Construct Understanding?
- Worsley, M., & Blikstein, P. (2015). Using learning analytics to study cognitive disequilibrium in a complex learning environment. *ACM International Conference Proceeding Series, 16-20-March-2015*, 426–427. <https://doi.org/10.1145/2723576.2723659>
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research, 82*(1), 61–89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>

Psicologia

Barrouillet, P. (2015). Theories of cognitive development: From Piaget to today. *Developmental Review*, 38, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.004>

Gleitman, H., Gross, J. J., & Reisberg, D. (2011). *Psychology* (8o). https://books.google.pt/books/about/Psychology.html?id=fEFCF-gAACAAJ&redir_esc=y. <https://books.google.com/books/about/Psychology.html?id=fEFCF-gAACAAJ>

Johnson, A. (2015). Cognitive Development: Piaget and Vygotsky. Em *Education Psychology: Theories of Learning and Human Development*. https://www.academia.edu/9852095/COGNITIVE_DEVELOPMENT_PIAGET_AND_VYGOTSKY

Kibler, J. (2011). Cognitive Disequilibrium. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, 380–380. https://doi.org/10.1007/978-0-387-79061-9_598

McCann, D. C., & Prentice, N. M. (1981). Promoting moral judgment of elementary school children: The influence of direct reinforcement and cognitive disequilibrium. *Journal of Genetic Psychology*, 139(1), 27–34. <https://doi.org/10.1080/00221325.1981.10533433>

Piaget, J. (1951). Play, dreams and imitation in childhood. Em *Play, Dreams and Imitation in Childhood* (1st Editio). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315009698>

Tiger, L. (1992). The pursuit of pleasure. Em *The Pursuit of Pleasure* (1.a ed.). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315134413>

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Em M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292>

Vídeo no Google Forms

22News. (2021). Neighbors react to video of Springfield man pointing gun at officers. https://www.youtube.com/watch?v=b5C-6TiU-tfw&t=34s&ab_channel=W-WLP-22News

Croucher, A. (2015). Southern Ocean Storm. https://www.youtube.com/watch?v=ET9nv-ljgghY&ab_channel=AlexCroucher

Seignol, J. (2017). Timelapse HD | Sunrise & Sunset (France). https://www.youtube.com/watch?v=vQkqavvta7I&ab_channel=Julien-Seignol

Videojogos

Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (1978). Intrinsic Rewards in School Crime. <http://dx.doi.org/10.1177/001112877802400306>, 322–335. <https://doi.org/10.1177/001112877802400306>

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Performance*. Cambridge University Press. https://www.researchgate.net/publication/201381766_Flow_The_Psychology_of_Optimal_Performance

Entertainment Software Association. (2019, Maio 9). 65% of American Adults Enjoy Playing Video Games. Acedido a 20 de dezembro

de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/press-releases/65-of-american-adults-enjoy-playing-video-games/>

Entertainment Software Association. (2020). 2020 ESSENTIAL FACTS. About the Video Game Industry. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.theesa.com/esa-research/2020-essential-facts-about-the-video-game-industry/>

Herz. (1997). *Joystick Nation. How videogames ate our quarters, won our hearts, and rewired our minds*. Princeton, NJ: Little Brown & Company.

- Kannetis, T., Potamianos, A., & Yannakakis, G. N. (2009). Fantasy, curiosity and challenge as adaptation indicators in multimodal dialogue systems for preschoolers. Proceedings of the 2nd Workshop on Child, Computer and Interaction, WOCCI '09, 1–6. <https://doi.org/10.1145/1640377.1640378>
- Newzoo. (2020, Maio 8). The World's 2.7 Billion Gamers Will Spend \$159.3 Billion on Games in 2020; The Market Will Surpass \$200 Billion by 2023. Acedido a 20 de dezembro de 2020, disponível em <https://newzoo.com/insights/articles/newzoo-games-market-numbers-revenues-and-audience-2020-2023>
- Novak, J. (2012). Game Development Essentials: An Introduction (3rd ed.). https://books.google.pt/books/about/Game_Development_Essentials_An_Introduct.html?id=r36qpCjBI-uMC&redir_esc=y
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), 411–420. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2015.03.006>
- Sheff & Eddy. (1999). Game over: Press start to continue. Cyberactive Publ.
- Statista. (2021, Janeiro 29). Video game market value worldwide from 2012 to 2023 (in billion U.S. dollars). <https://www.statista.com/statistics/292056/video-game-market-value-worldwide>

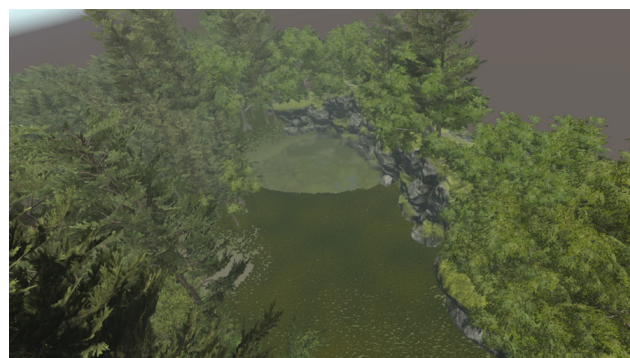
Apêndices

Apêndice A- Capturas de ecrã do jogo de jogos digitais

A1- Mapa desenvolvido



A2- Cenário Visceral



A3- Cenário Comportamental



A4- Cenário Reflexivo



[Continuar a ler](#)

Apêndice B- Lista de requisitos dos três níveis - os três cenários

B1

Com base nos estudos realizados por Donald A. Norman (2004) acerca da emoção, tudo o que o Ser Humano vivencia e faz diariamente, ativa quer a sua capacidade cognitiva, quer a afetiva. Sendo que, a primeira atribui um significado ao contexto em que o Ser Humano se encontra, e a segunda confere um valor a esse mesmo contexto. Contudo, mediante o estado afetivo em que cada indivíduo se encontra, seja positivo ou negativo, os seus pensamentos serão afetados positiva ou negativamente, o que influenciará o modo como encara o significado de determinado contexto (Norman, 2004, p. 25).

Norman (2004) sugere existirem três níveis diferentes do cérebro: o Visceral, sendo a parte do cérebro mais automática; o Comportamental, onde existem processos cerebrais responsáveis pelo controlo do comportamento diário do Ser Humano; e o Reflexivo, que desempenha um papel de contemplação e reflexão com base no vivenciado pelos dois níveis anteriores (Norman, 2004, p. 21).

Relativamente à presente experiência de jogo, para além de procurar proporcionar a assimilação dos três níveis propostos por Norman, tenciona ainda apresentar o contexto das alterações climáticas, mais precisamente, o que cada indivíduo pode começar por fazer no seu dia a dia de modo a reduzir a sua pegada ambiental no contexto da economia circular. O principal objetivo é conjugar estes dois temas ao longo de três cenários diferentes entre si – contextos diferentes - que sugiram diferentes estados afetivos no participante, de modo a alterarem o seu sentimento e pensamento acerca do que experienciam em cada um dos cenários.

No que diz respeito aos três níveis, Norman (2004) esclarece ainda que, dado que estes diferem entre si, necessitam de igual modo de um estilo de design diferente. Com base nisto, cada cenário criado nesta experiência de jogo procura apresentar um design e uma narrativa com um registo diferente. Nomeadamente:

Visceral

Segundo Norman (2004), o nível visceral é onde o Ser Humano faz julgamentos imediatos acerca do que é bom ou mau, seguro ou inseguro (Norman, 2004, p. 22), e onde, através do seu sistema nervoso e motor, consegue agir com mais rapidez no presente imediato (Norman, 2013, p. 50). De igual modo, este nível apresenta-se como o mais sensorial, e por esse motivo, mais sensível a uma variedade de condições exteriores a cada indivíduo (Norman, 2004, p. 29).

Na experiência de jogo pretende-se que no cenário visceral o participante experiencie uma condição afetiva negativa, que seja interpretada como má e insegura à medida que, através da narrativa, é apresentada uma realidade negativa igualmente baseada nas ações do Ser Humano hoje em dia.

[Continuar a ler](#)

B2

Segundo Norman (2004) as condições que sugerem um efeito negativo e automático em cada indivíduo (p. 30), e as que foram aplicadas neste cenário, são:

- **Sons altos, repentinos e inesperados** – Através do som dos trovões que surge no início do cenário, e acompanham o jogador ao longo da experiência neste cenário;
- **Luzes brilhantes** – Através da claridade no canvas que representam os relâmpagos que, de igual modo, acompanham o jogador até ao final da narrativa deste cenário;
- **Escurecimento** – Através da luminosidade reduzida que o cenário apresenta, sendo esta intensificada com o denso nevoeiro;
- **Objetos “iminentes” (objetos que parecem estar prestes a atingir o observador)** – Através da embalagem de plástico que voa contra o canvas do jogador;
- **Terreno denso e a abarrotar** – Através do cenário todo onde o jogador se encontra rodeado por aglomerados de lixo, bem como, embalagens espalhadas pelo chão. Existe ainda uma intenção de intensificar este aspeto pelo facto de constantemente cair mais lixo no cenário, levando a que com o tempo o chão fique praticamente coberto por embalagens de plásticos descartáveis.

Outro aspeto que serviu de inspiração durante a conceção do cenário visceral diz respeito ao facto deste nível poder ser estudado simplesmente ao colocar um indivíduo em frente ao projeto de design em avaliação e esperar pelas reações do observador (Norman, 2004, p. 68). Por este motivo, neste cenário o jogador tem apenas o papel de observador, uma vez que não tem a liberdade de se locomover pelo cenário, mas sim de contemplar o cenário e todo o lixo que vai preenchendo o chão.

Comportamental

O nível comportamental é descrito por Norman (2013) como o lugar onde se encontram os comportamentos já aprendidos por cada Ser Humano. Assim que um comportamento é dado como bem aprendido, passa a ser necessário somente ter em mente o objetivo final da interação, e o nível comportamental faz com que, de forma subconsciente, todos os movimentos sejam fluidos e coerentes (Norman, 2013, pp.51-52).

No contexto do design, este nível encontra-se essencialmente relacionado com o uso e a experiência que cada indivíduo tem ao interagir com um produto, sendo que esta experiência, segundo Norman (2004), subdivide-se em função, performance e usabilidade de um produto (p. 37).

Relativamente à experiência de jogo, é proposto que o participante interaja com uma máquina de café que não se encontra a funcionar corretamente e que assim, com base nesse contexto, leve

B3

o participante a um estado afetivo negativo – confusão e frustração (Norman, 2004, p. 37). Por conseguinte, o participante tem o desafio de consertar a máquina, com a peça mais sustentável, de modo a torná-la funcional quer a nível da sua função, performance e usabilidade, quer a nível da sustentabilidade e da economia circular.

- A função está relacionada com a atividade que o produto sugere realizar, quando este não é capaz de a realizar, ou realiza-a de forma inadequada, perde o seu valor – No cenário comportamental da presente experiência de jogo, é proposto que o participante teste uma máquina de café devolvida para remodelação. Inicialmente esta realiza a sua função de modo inadequado, simplesmente por não apresentar o feedback de sair o café assim que se clica no botão, levando a que esta comece a deitar fumo.
- A performance diz respeito ao quão bem o produto realiza a função desejada, caso não a faça de modo adequado apresenta falhas na sua performance – De igual modo, no momento inicial deste cenário, a máquina falha também quanto à sua performance uma vez que não apresenta a capacidade de realizar a função desejada.
- A usabilidade diz respeito à facilidade com que um indivíduo compreende como um produto funciona, assim como, de que forma deve interagir para que o produto realmente funcione – Acerca da usabilidade apresentada neste cenário, optou-se que esta deveria ser o único elemento a proporcionar um afeto positivo para que fosse possível o jogador interagir com o botão da máquina, mesmo que em seguida os dois elementos mencionados anteriormente sugerissem o afeto negativo ao participante.

Após a interação proposta neste cenário – consertar a máquina à luz da economia circular ao escolher a peça mais sustentável – o participante tem a oportunidade de testar novamente a máquina, onde passa a ser sugerido um afeto positivo ao satisfazer o objetivo proposto no início do cenário.

Reflexivo

Norman (2004) descreve este nível como o lugar onde o Ser Humano realiza a reflexão mais profunda e consciente sobre as suas ações passadas, onde interpreta o contexto vivenciado, reflete e procura compreender o afeto experienciado, e raciocina a fim de influenciar o seu comportamento para contextos que possa vivenciar no futuro (p. 22).

Este nível, no contexto do design diz respeito à experiência a longo prazo proporcionada pela interação, sendo com base nesta reflexão que o utilizador decide se recomenda ou não a outras pessoas (Norman, 2004, p. 88).

B4

Relativamente à experiência de jogo, foram desenvolvidos dois cenários que procuram representar o nível reflexivo, tanto negativo como positivo.

- No cenário que sugere o reflexivo negativo existe uma recriação no cenário visceral, contudo, os produtos que caem no chão são as peças da máquina de café que são menos sustentáveis, e que mais facilmente acabam por ser descartadas devido à sua baixa percentagem de reciclagem. Pretende-se que o participante consiga interpretar a sua escolha menos sustentável e, compreender que esta, a longo prazo, irá continuar a prejudicar o planeta, deixando-o na mesma situação em que se encontra atualmente – a solução implementada que procura sugerir esta ideia, é o facto de o participante ter as peças menos sustentáveis nas próprias mãos. Além disso, com base no discurso motivacional da narradora, pretende-se que o participante consiga ficar mais bem informado, e mais mentalizado, após a realização da experiência, a melhorar as suas escolhas quando tiver de optar entre diferentes produtos concebidos com diferentes materiais.
- No cenário que sugere o reflexivo positivo o participante é transportado para um cenário verde e composto com elementos 3D que insinuem a existência de um ambiente sustentável a longo prazo. Pretende-se que o participante consiga interpretar a sua escolha sustentável e, compreender que esta, a longo prazo, tem a capacidade de melhorar o estado do planeta. Além disso, com base no discurso motivacional da narradora, pretende-se que o participante compreenda que a sua ação passada foi a mais correta, e que consequentemente se sinta inspirado a continuar a informar-se e a investir em opções mais sustentáveis.

Apêndice C- Conceito por detrás da experiência

C1

Desenvolvimento do conceito para uma experiência de jogo

• Design de Interação em relação com o jogo

Para a criação desta experiência interativa e educativa em realidade virtual, basearmo-nos na aprendizagem nos três níveis de processamento em Design de Donald Norman: Visceral, Comportamental, Reflexivo. O contexto da narrativa centra-se nas preocupações ambientais, em particular a economia circular, sustentada pelo Green Deal.

O primeiro, ainda que sejam três níveis que dizem respeito a diferentes tipos de processamento do Ser Humano, acabam por trabalhar em conjunto. Isto é, um único acontecimento capaz de traduzir o que o utilizador sente, fazendo-o seguir determinado comportamento com o ambiente, e levar consigo as reflexões e avaliações desse acontecimento para momentos futuros. Nesta experiência idealizou-se que os três níveis seriam traduzidos, igualmente, em três cenários – Visceral, Comportamental e Reflexivo - sendo que o cenário reflexivo apresenta duas versões, a positivo e a negativa. A versão positiva será apresentada aos estudantes que conseguiram concluir o desafio com sucesso, ao contrário dos estudantes que não completaram o desafio corretamente, experienciarão o cenário Reflexivo negativo.

Relativamente ao conceito da Economia Circular, o design mantém-se presente, visto que verificou-se a importância de que as inúmeras áreas do design repensem o modo como criam as suas soluções, para que, estas não venham a prejudicar o meio ambiente quando chegarem ao fim da sua vida. Torna-se importante nos dias de hoje alinhar as nossas ações aos objetivos da Comissão Europeia com o Pacto Ecológico Europeu.

Cenário Visceral

• O que o jogador faz?

Neste cenário o jogador apresenta-se como espectador passivo, tendo apenas a possibilidade de observar em 360 graus o ambiente ao seu redor. Além disso, o jogador consegue ouvir os estímulos sonoros que se encontram neste cenário.

• Porque o faz?

O principal objetivo de o jogador se encontrar com a interação limitada, advém das características no nível visceral que, segundo Norman (2004), para se verificar as repostas emocionais deste nível, basta que seja colocada uma peça de design à frente do espectador e esperar pelas respostas emocionais.

• Onde é que o faz?

Para este cenário idealizou-se que o aluno se encontrasse num espaço que remetesse para o aterro. Deste modo, o lugar apresenta-se coberto por embalagens no chão. A paleta cromática escolhida apresenta tons de castanho e verde, com o objetivo de intensificar o sentimento de ser ambiente sujo. Em complemento, configurou-se um ambiente de tempestade com chuva, relâmpagos e trovões.

[Continuar a ler](#)

C2

Além disso, neste cenário o estudante será acompanhado pela narradora que lhe comunica as consequências da Economia Linear, tanto através de dados quantitativos como qualitativos.

- Quais os seus constrangimentos?

O constrangimento idealizado para este cenário é o facto de que o aluno, enquanto vê o ambiente a ficar cada vez mais sujo, não conseguir intervir com nenhuma ação.

Cenário Comportamental

- O que o jogador faz?

Neste cenário o jogador pode pegar em objetos, bem como observá-los em diferentes ângulos. Consegue ainda clicar em botões de modo a iniciar determinada interação. Além disso, o estudante tem a liberdade de se teletransportar pelo cenário de modo a realizar as tarefas propostas.

- Porque o faz?

O objetivo proposto ao estudante é o de testar e consertar uma máquina de café, pelo que, para isso é necessário que seja possível clicar em botões, para colocar a máquina a funcionar, pegar em objetos, para conseguir selecionar novas peças mais adequadas para consertar a máquina, e deslocar-se pelo cenário para que consigo procurar por pistas que indiquem qual a melhor peça a ser colocada na máquina.

As pistas que serão apresentadas no cenário, têm como objetivo o de auxiliar o estudante a compreender qual a peça mais sustentável, para que, a máquina consiga enquadrar-se na Economia Circular.

- Onde é que o faz?

Esta interação corre num pequeno espaço de um atelier. Contudo, ao estudante é apresentado apenas duas secretárias, a primeira com a máquina de café e um gravador onde a narradora apresenta o contexto deste cenário, e a segunda secretária apresenta as novas peças e duas folhas com informações que auxiliarão a interação. Além disso, este cenário apresenta ainda um quadro branco de anotações, uma cadeira e uma mesa de suporte.

- Quais os seus constrangimentos?

Os constrangimentos que foram idealizados para este cenário dizem respeito à existência de barreiras invisíveis que delimitam até onde é que o estudante se pode teletransportar. Além disso, para que a interação com a máquina de café seja permitida, por exemplo, o estudante terá de interagir com o gravador que reproduzirá uma mensagem introdutória a este segundo cenário. Ou seja, o estudante terá de compreender o verdadeiro objetivo deste cenário, bem como estar atento aos estímulos visuais e auditivos que recebe, para que perceba qual o próximo passo a seguir.

C3

Cenário Reflexivo positivo

- O que o jogador faz?

Neste cenário o jogador torna a ter uma presença passiva no ambiente que o rodeia, podendo observar em 360 graus.

- Porque o faz?

O objetivo da presença passiva permite que o estudante consiga refletir sobre as suas tomadas de decisões no cenário Comportamental, que o levaram até ao cenário positivo.

- Onde é que o faz?

O ambiente deste cenário apresenta uma paleta cromática de tons de azuis, do céu limpo, e verde através do cenário de Natureza. Em complemento, o estudante consegue observar turbinas eólicas, pinheiros altos e conjuntos de prédios habitacionais. Deste modo, tudo este ambiente visa transmitir uma ideia de harmonia entre o Homem e a Natureza. Além disso, neste cenário o estudante será acompanhado pela narradora que lhe comunica as consequências dos atos que este realizou no cenário Comportamental que o levaram a um ambiente mais sustentável.

- Quais os seus constrangimentos?

O constrangimento idealizado para este cenário é o facto de que o aluno, só poder observa a paisagem ao seu redor.

Cenário Reflexivo negativo

- O que o jogador faz?

Neste cenário o estudante apresenta igualmente uma presença passiva no ambiente que o rodeia, podendo observar em 360 graus. Em complemento, neste cenário o jogador segura em peças menos sustentáveis, sendo estas as mesma com as quais ele interagiu no cenário Comportamental.

- Porque o faz?

O objetivo da presença passiva permite que o estudante consiga refletir sobre as suas tomadas de decisões no cenário Comportamental, que o levaram até ao cenário negativo.

- Onde é que o faz?

Para este cenário idealizou-se que o aluno se encontrasse num espaço que remetesse ao mesmo ambiente no cenário Visceral, o aterro. Deste modo, o lugar apresenta-se, igualmente, coberto por embalagens no chão. A paleta cromática escolhida apresenta tons de castanho e verde,

C4

com o objetivo de intensificar o sentimento de ser ambiente sujo. Além disso, neste cenário o estudante será acompanhado pela narradora que lhe comunica as consequências dos atos que este realizou no cenário Comportamental que não foram os mais sustentáveis.

- Quais os seus constrangimentos?

O constrangimento idealizado para este cenário é o facto de que o aluno, enquanto vê o ambiente a ficar cada vez mais sujo, não conseguir intervir com nenhuma ação.

- **Que tipo de emoção a experiência tenta passar ao estudante?**

O jogo é realizado através de três cenários, nomeadamente a visceral, a comportamental, e a reflexiva. As três estão interligadas entre si através de uma narrativa "circular".

No cenário Visceral, o estudante observa as consequências da Economia Linear, seja através de dados estatísticos, seja através dos estímulos visuais que este recebe neste cenário. Deste modo, pretende-se provocar emoções com pendor negativo como o desprazer, bem como, um sentimento de agitação e descontrolo perante o contexto apresentado.

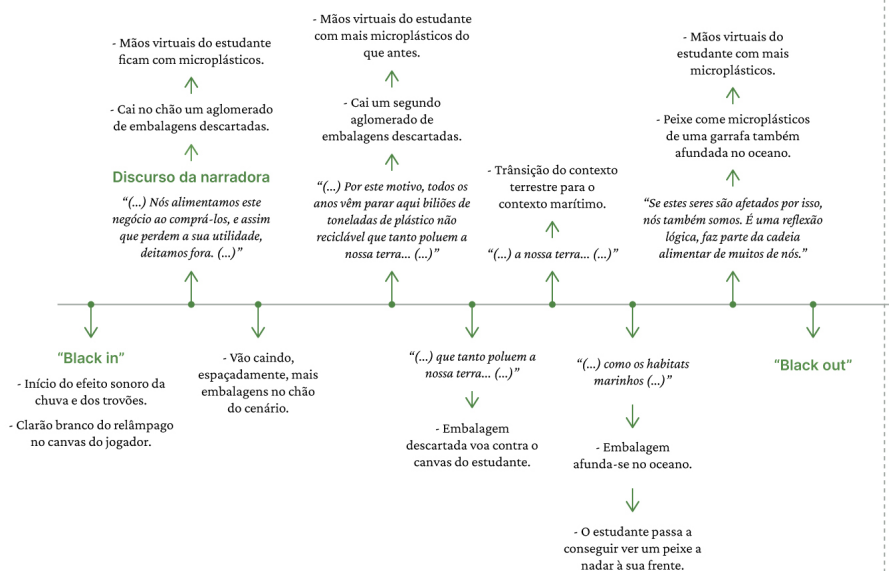
No cenário comportamental, idealizou-se que o estudante passaria tanto por emoções de pendor negativo, como positivo. O primeiro momento, em que o jogador interage com a máquina e verifica que esta se encontra estragada, não cumprindo a sua função de encher uma chávena de café, pretende-se que o estudante sinta desprazer perante o produto por consertar, bem como uma falta de controlo sobre este mesmo. No segundo momento, que corresponde ao momento em que o estudante testa a máquina uma segunda vez, depois de ser consertada, espera-se que este se sinta com prazer ao interagir com este produto, bem como com um sentimento de controlo.

No cenário reflexivo, optou-se por criar dois contextos diferentes que seriam apresentados aos estudantes, mediante as tomadas de decisões que este efetuasse no cenário Comportamental. No contexto negativo do cenário Reflexivo, pretende-se que o estudante experiencie emoções de pendor negativo, como o desprazer, bem como um sentimento de agitação e descontrolo perante a realidade que presencia. Já para o contexto positivo deste cenário, idealizou-se que o estudante experienciasse emoções de pendor positivo como o prazer, e o sentimento de controlo neste contexto apresentado.

Apêndice D- Timeline da experiência

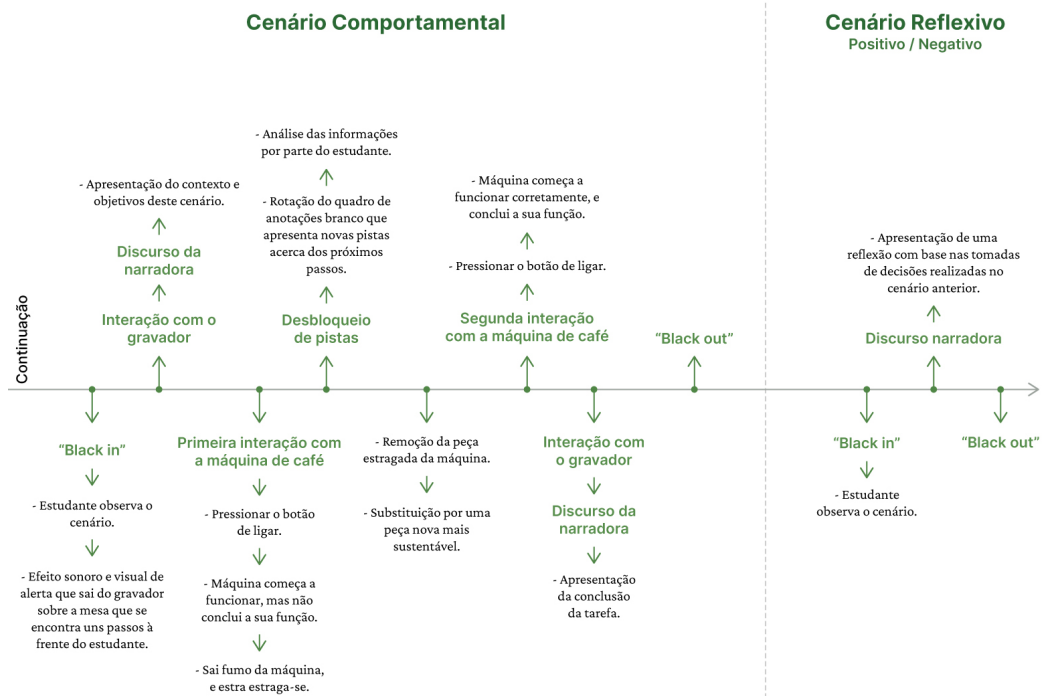
D1

Cenário Visceral



[Continuar a ler](#)

D2



E2

Cenário Comportamental

PORTUGUÊS:

Hey olá! Olha hmm... Lembrei-me de te deixar esta mensagem, para te lembrar o que ficou por fazer na altura em que metemos as mãos à obra. Estás a ver essa máquina de café sobre a mesa à tua frente? Bem... é mais um dos pedidos de remodelação que nos fizeram, alegaram não estar a funcionar de forma adequada...

Na mesa à direita eu deixei alguns materiais que recolhemos ontem... e que eu **tenho a certeza** de que alguns podem ser utilizados agora. Hum... sabes, este nosso desafio está a deixar-me mais atenta às minhas ações diárias, a ti não? Já perdi a conta das vezes que usei aquele saco que a senhora insistiu tanto para que eu o aceitasse. Ah! Outra coisa, eu estive a pensar... não seria mais prático se tudo o que comprássemos fosse fácil de desmontar? E assim conseguíamos reaproveitar muitas mais coisas, e o resto simplesmente devolvíamos às empresas, trocávamos por outros, ou reciclávamos... eu tenho a certeza que assim a vida seria muito mais simples. Bem, eu tenho de ir, antes de qualquer coisa testa a máquina e depois verifica os meus apontamentos, assim que concertares máquina e a deixares completamente funcional,... pressiona o botão que deixei ao lado deste gravador para chamares a transportadora Vá, adeus!

(...)

Alô, olha espero que tenhas conseguido consertar essa máquina de café, porque a transportadora está mesmo agora a caminho para ir buscá-la. Ah, eu só liguei para dizer isso, portanto, até logo. Beijinhos.

////////////////////////////////////

INGLÊS:

Hey! Hello! Look... hmm... I just thought of leaving you this message to remind what we still have to do. Can you see the coffee machine on the table in front of you? Well... it's yet another request to remodel, because it's not working appropriately...

On the table to your right, I left you some of the materials we collected yesterday... and **I'm suuure** the you can use some of them now. Hmm... you know, this challenge is making me extra aware of my daily actions. Isn't it also happening to you? I've completely lost count of how many times I've used that bag that the lady forced me to have. OH! Another thing. I've been thinking... and, wouldn't it be more practical if everything we buy was dismantlable? We'd be able to reuse many more things, and the rest we could simply return to the companies, or exchange, or even recycle... I'm certain life would be much easier. Well, I should get going now. Before doing anything at all, test the coffee machine and then check my notes. As soon as you've fixed the coffee machine, making it completely functional, press the button next to the recorder to call the company that comes to pick up the machine Bye!

(...)

Hi again, I hope you fixed the coffe machine by now, because is on the way to get it. That's it. Ok bye bye.

E3

Cenário Reflexivo positivo

PORTUGUÊS:

Ahhh! Uau, conseguiu! Com base nas mudanças das nossas escolhas e hábitos de consumo, mesmo que sejam mínimos, conseguimos sim fazer a diferença. Estou tão orgulhosa pela tua decisão... Isto é tão importante para nós.

Atualmente... é necessário irmos mais longe, precisamos de reduzir o consumo de produtos que não façam falta ao nosso dia-a-dia,... e dar um novo uso aos que ainda temos. Para além disto, como acabaste de o fazer, precisamos ainda de procurar por alternativas que tenham um processo de reciclagem mais simples e viável. Quanto mais conscientes forem as nossas ações, por mais tempo conseguiremos preservar a nossa casa... Oh e não te esqueças, passa a palavra...

////////////////////////////////////

INGLÊS:

Ahhh! Wow, you made it! Based on the change of our choices and our consumptions habits, even if minimal, we can make a difference. I'm so proud of your decision... This is really important for us.

Nowadays... it crucial to go further, we need to reduce consuming products that we don't need on a daily basis,... and reuse the ones we already own .Furthermore, as you did, we need to look for alternatives with a simpler and more viable a recycling process. The more conscious we are about our actions, the longer we will be able to preserve our home... oh and don't forget, pass the word around..

E4

Cenário Reflexivo negativo

PORTUGUÊS:

Ahh! Muitos de nós tentamos todos os dias fazer a nossa parte. Muitos conseguimos, através de pequenos gestos que têm um enorme impacto ambiental positivo a longo prazo... Por outro lado... muitos de nós não têm tanta noção das suas ações, mesmo que saibam disto... do lixo... da poluição.

(suspiro)

Mas, a cada dia que passa, todos nós temos uma nova oportunidade de tentar. Tentar saber mais sobre o nosso ambiente, mais sobre a nossa casa. A cada novo dia, nós podemos ser, escolher e agir melhor do que o dia anterior, e está tudo bem, o importante é fazê-lo realmente... e não importa que no início sejamos os únicos.

Repara... Na Europa, todos os anos, uma pessoa produz, em média, 5 toneladas de resíduos... sendo assim, somente uma pessoa pode reverter o seu impacto ao agir mais conscientemente a cada dia que passa.

Esta é a nossa única casa...

////////////////////////////////////

INGLÊS:

Ahh!! Most of us try every day to do our part. Most of us can, through small gestures that, by the long term, have a huge positive impact... Nonetheless... most of us are not so aware of their own actions, even if they know about this... about the garbage... about pollution. (Sigh). But, every day that goes by, we all have a new chance to try. Try to know more about our environment, more about our home. Each new day, we can be, choose and act better than the previous day. And everything is okay, because the important thing is to **really** try... and it doesn't matter if were the only ones doing it at first.

Listen to this... in Europe, every year, one single person makes, in average, 5 tons of waste... therefore, only one person can reverse their own impact by acting in a more conscious way everyday that goes by. This is our only home...

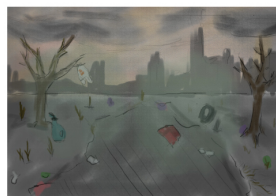
Apêndice F- Storyboard da experiência

F1

Cenário Visceral



"Blackin"



O que o estudante vê?

O estudante encontra-se num ambiente com tonalidade cinzenta esverdeada, acompanhado por um cenário de tempestade com chuva e relâmpagos. Este ambiente está poluído com lixo. Ao fundo consegue ver uma cidade e topos de fábricas envoltas de ar poluído. O céu encontra-se vermelho e escuro, sobrevoado por poluição.

Que informação é transmitida ao estudante?

"Oh lá, é lá triste... a nossa casa assim... a nossa única casa. Muitos destes produtos estão aqui porque foram concebidos para serem descartados depois do seu uso... e o mais surreal é que nós fazemos parte deste negócio...".

O que o estudante pode fazer?

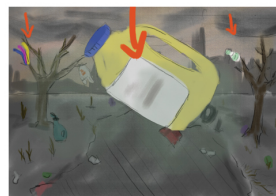
Pode olhar ao seu redor e observar o ambiente a 360°.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se que o estudante inicie o jogo num lugar que normalmente não vê no seu dia a dia, mas que existe na tua "casa" sendo o planeta.



O que o estudante vê?

Assim que a narradora diz "jogamos fora", cai um aglomerado de lixo embalagens no chão do cenário.

Que informação é transmitida ao estudante?

"Atualmente, os recursos naturais que nos restam são extraídos da natureza, e com base nestes, as empresas fabricam os seus produtos, na sua grande maioria descartáveis. Nós alimentamos este negócio ao comprá-los, e assim que perdem a sua utilidade, jogamos fora".

O que o estudante pode fazer?

Pode olhar ao seu redor e observar o ambiente a 360°.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir que cada vez que compramos produtos de uso único, ou que sejam complexos a nível da sua composição, estaremos automaticamente a enviar estes produtos para o meio ambiente. Pretende-se ainda transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte, até no ar que respiramos.

F2

Cenário Visceral



O que o estudante vê?

Em seguida, estas embalagens caíram no chão. Com esta embalagem aparecerão outras, fora do campo de visão do estudante que cairão tal como as que estarão à sua frente.

Que informação é transmitida ao estudante?

"Atualmente, os recursos naturais que nos restam são extraídos da natureza, e com base nestes, as empresas fabricam os seus produtos, na sua grande maioria descartáveis. Nós alimentamos este negócio ao comprá-los, e assim que perdem a sua utilidade, jogamos fora".

O que o estudante pode fazer?

Pode olhar ao seu redor e observar o ambiente a 360°.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir que cada vez que compramos produtos de uso único, ou que sejam complexos a nível da sua composição, estaremos automaticamente a enviar estes produtos para o meio ambiente. Pretende-se ainda transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte, até no ar que respiramos.



O que o estudante vê?

Novamente, quando a narradora pronuncia "todos os anos vêm parar aqui bilhões de toneladas de plástico não reciclável", tornam a cair plásticos descartáveis para o ambiente em que o estudante se encontra. Contudo, desta vez em maior quantidade. Assim que as embalagens caem no chão, as mãos do estudante enchem-se de esperas amarelas, representativas de microplásticos.

Que informação é transmitida ao estudante?

"E como eles vêm aqui para? Muitos produtos, para atingirem os requisitos estéticos idealizados pelas empresas, são repletos de aditivos e categorias de materiais muito específicos que acabam por encarecer o processo de reciclagem destes produtos. Para além disso, caso estes produtos fossem reciclados, o seu resultado apresentaria um valor e qualidade bastante reduzida com relação ao seu original. Esta é a realidade de muitos produtos que usamos diariamente, onde o seu processo de reciclagem não é nada viável para qualquer empresa. Por este motivo, todos os anos vêm parar aqui bilhões de toneladas de plástico não reciclável, que tanto poluem a nossa terra...".

O que o estudante pode fazer?

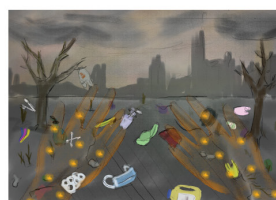
Pode olhar ao seu redor e observar o ambiente a 360°.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir que cada vez que compramos produtos de uso único, ou que sejam complexos a nível da sua composição, estaremos automaticamente a enviar estes produtos para o meio ambiente. Pretende-se ainda transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte, até no ar que respiramos.



[Continuar a ler](#)

F3

Cenário Visceral



O que o estudante vê?

Após a narriadora chegar à pausa do seu discurso o estudante vê um objeto a voar na sua direção e assim que este chega perto dele...

Que informação é transmitida ao estudante?

"... como os habitats marinhos, ameaçando também a vida que lá se encontra."

O que o estudante pode fazer?

O estudante pode desviar-se do lixo que vem contra ele, ou colocar as mãos à frente.

O que acontece se...?

Independente do movimento realizado pelo estudante o cenário em que este passa a encontrar-se será no meio do oceano.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte. No ar que respiramos, na comida que comemos, na água que bebemos. Ou seja, a este ponto, não existem somente nos animais.



O que o estudante vê?

... a cena muda do ambiente terrestre para o ambiente marinho. Como se encontra na água, o objeto não chega a ir contra o estudante, visto que começa a flutuar pela água até se afundar.

Que informação é transmitida ao estudante?

"E se estes seres são afetados por isso, nós também somos. É uma reflexão lógica, faz parte da cadeia alimentar de muitos de nós."

O que o estudante pode fazer?

O estudante continua a poder observar o ambiente 3D ao seu redor.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte. No ar que respiramos, na comida que comemos, na água que bebemos. Ou seja, a este ponto, não existem somente nos animais.



O que o estudante vê?

A medida que a embalagem se afunda o estudante começa a ver um peixe a comer alguns microplásticos que estão dispersos na água e saíram de uma garrafa degradada.

Que informação é transmitida ao estudante?

"E se estes seres são afetados por isso, nós também somos. É uma reflexão lógica, faz parte da cadeia alimentar de muitos de nós."

O que o estudante pode fazer?

O estudante continua a poder observar o ambiente 3D ao seu redor.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte. No ar que respiramos, na comida que comemos, na água que bebemos. Ou seja, a este ponto, não existem somente nos animais.

F4

Cenário Visceral



O que o estudante vê?

Vê as suas mãos cobertas de partículas de microplásticos que se movem dentro de si - Representa que ao comermos os peixes contaminados com o lixo jogado no mar, também ficamos nós com esses resíduos em nós.

Que informação é transmitida ao estudante?

"E se estes seres são afetados por isso, nós também somos. É uma reflexão lógica, faz parte da cadeia alimentar de muitos de nós."

O que o estudante pode fazer?

O estudante continua a poder observar o ambiente 3D ao seu redor.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

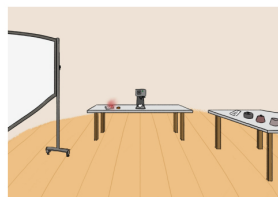
Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Pretende-se transmitir a ideia de que hoje em dia os microplásticos podem ser "encontrados" em qualquer parte. No ar que respiramos, na comida que comemos, na água que bebemos. Ou seja, a este ponto, não existem somente nos animais.



Blackout

Cenário Comportamental



O que o estudante vê?

O estudante vê um novo cenário que remete para uma área de trabalho. À sua direita vê uma mesa com peças novas prontas para uma segunda vida, estas são acompanhadas por uma folha de anotações com pistas que ajudam o estudante nos seus próximos passos no cenário. À sua frente encontra-se uma mesa com um gravador, um botão e uma máquina de café estragada. Neste gravador sai um som e luz de notificação visando atrair a atenção do estudante. Por fim, à sua esquerda encontra-se um quadro branco de anotações que também guiará o estudante neste cenário.

Que informação é transmitida ao estudante?

A única informação transmitida ao estudante é o efeito sonoro e visual que surgem do gravador sobre a mesa à sua frente.

O que o estudante pode fazer?

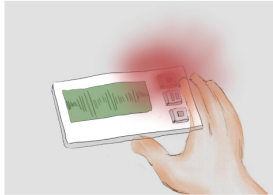
O estudante pode teletransportar-se livremente pelo cenário. Além disso, o único elemento com o qual ele pode interagir é o gravador, através do toque.

O que acontece se...?

Caso o estudante tente interagir com outro objeto 3D que não seja o gravador, não acontecerá nada, uma vez que os restantes elementos encontram-se por aqui, bloqueados. Se o estudante iniciar a interação com o gravador, este passará a reproduzir uma mensagem deixada nela

F5

Cenário Comportamental



O que o estudante vê?

Vê o gravador de perto, e a sua mão virtual assim que este a aproxima do gravador.

Que informação é transmitida ao estudante?

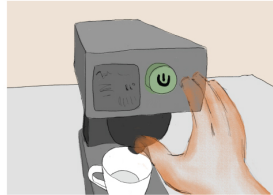
Assim que o estudante clica no gravador passa a ouvir a seguinte mensagem:

"Hey! Olha! Olha! Hmm... Lembrei-me de te deixar esta mensagem, para te lembrar o que ficou por fazer na altura em que metemos as mãos à obra. Estás a ver esta máquina de café sobre a mesa à tua frente? Bem... é mais um dos pedidos de remodelação que nos fizeram, alegaram não estar a funcionar de forma adequada..."

Na mesa à direita eu deixei alguns materiais que recolhemos ontem... e que eu tenho a certeza de que alguns podem ser utilizados agora.

Hum... sabes, este nosso desafio está a deixar-me mais atenta às minhas ações diárias, a ti não? Já perdi a conta das vezes que usei aquele saco que a senhora insistiu tanto para que eu o aceitasse. Ah! Outra coisa, eu estive a pensar... não seria mais prático se tudo o que comprássemos fosse fácil de desmontar? E assim conseguíamos respeitar muitas mais coisas, e o resto simplesmente devolvíamos às empresas, trocávamos por outros, ou reciclávamos... eu tenho a certeza que assim a vida seria muito mais simples.

Bem, eu tenho de ir, antes de qualquer coisa testa a máquina e depois verifica os meus apontamentos, assim que concertares máquina e a deixares completamente funcional... pressiona o botão que deixei ao



O que o estudante vê?

Quando o estudante termina de ouvir a mensagem deixada pela narradora, caso este siga as indicações deixadas, este passa a ver a máquina de café que se encontra estragada.

Que informação é transmitida ao estudante?

Somente informação visual, onde existe um botão verde que visa promover a interação entre o estudante e a máquina.

O que o estudante pode fazer?

Pode clicar na máquina ao aproximar a sua mão do botão verde.

O que acontece se...?

Assim que o estudante clica na máquina, esta começa a deitar fumo e o botão que antes era verde passa a ser vermelho.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Com este momento pretende-se que o estudante tenha uma experiência negativa através do nível comportamental, onde ao interagir o produto não corresponde às suas expectativas, deixando-o frustrado.



O que o estudante vê?

Fumo que começa a sair da máquina de café após a interação.

Que informação é transmitida ao estudante?

Informação sonora e visual de fumo.

O que o estudante pode fazer?

Apenas observar o que acontece, ou andar pelo cenário.

O que acontece se...?

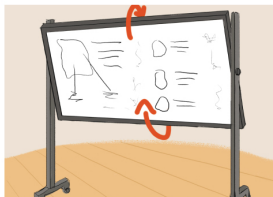
Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Com este momento pretende-se que o estudante tenha uma experiência negativa através do nível comportamental, onde ao interagir o produto não corresponde às suas expectativas, deixando-o frustrado.

F6

Cenário Comportamental



O que o estudante vê?

Após a interação com a máquina, através do som 3D o estudante ouviu um barulho vindo do seu lado esquerdo. Ao olhar este vê um quadro de anotação que agora se encontra preenchido com pistas das próximas interações.

Que informação é transmitida ao estudante?

Informação através das anotações que o estudante terá de decifrar para concluir o desafio lançado pela narradora no início deste cenário.

O que o estudante pode fazer?

Deslocar-se pelo cenário.

O que acontece se...?

Sem interação neste momento.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Permitir que o estudante consiga concluir o desafio ao aplicar os conhecimentos, transmitidos pelas anotações, sobre os produtos mais sustentáveis que ele terá de usar para consertar a máquina de café.



O que o estudante vê?

Após compreender as anotações deixadas no quadro branco, o estudante deve voltar à máquina e perceber que consegue mexer na peça que se encontra estragada.

Que informação é transmitida ao estudante?

Nenhuma.

O que o estudante pode fazer?

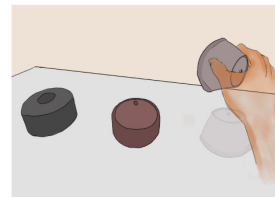
Pode interagir com a máquina ao remover a peça estragada. Além disso, pode deslocar-se pelo cenário à procura de mais pistas.

O que acontece se...?

Caso interaja com a máquina este percebe que pode pegar na peça. Caso decida explorar o cenário, já conseguirá interagir com os demais objetos 3D que se encontram no restante cenário.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Permitir que o estudante consiga concluir o desafio ao aplicar os conhecimentos, transmitidos pelas anotações, sobre os produtos mais sustentáveis que ele terá de usar para consertar a máquina de café.



O que o estudante vê?

O próximo passo é escolher a peça mais sustentável para ser colocada na máquina. Agora o estudante observa as três opções de peças que poderá usar.

Que informação é transmitida ao estudante?

Nenhuma. Contudo, caso o estudante decida voltar a consultar as anotações no quadro, passará a relembrar as informações anteriormente apresentadas.

O que o estudante pode fazer?

O estudante continua a poder ver e a interagir o ambiente 3D ao seu redor.

O que acontece se...?

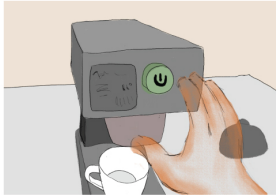
Independentemente da peça que ele escolhe, pode pegá-la e observá-la por múltiplos pontos de vista.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Permitir que o estudante consiga concluir o desafio ao aplicar os conhecimentos, transmitidos pelas anotações, sobre os produtos mais sustentáveis que ele terá de usar para consertar a máquina de café.

F7

Cenário Comportamental



O que o estudante vê?

Independente da peça que o estudante escolheu para consertar a máquina, este passa a ver a máquina já com essa peça, e o botão volta a encontrar-se verde.

Que informação é transmitida ao estudante?

Através da alteração da cor do botão para a cor verde, este percebe que a máquina se encontra arranjada.

O que o estudante pode fazer?

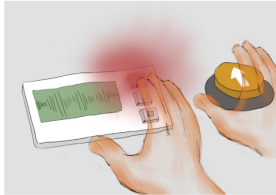
Colocar a peça no lugar da peça antiga estragada.

O que acontece se...?

O que acontece se...? Se o estudante não colocar a peça no lugar não acontecerá nada. Caso o estudante coloque a peça na máquina as próximas interações passarão a ser desbloqueadas.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Permitir que o estudante consiga concluir o desafio ao aplicar os conhecimentos, transmitidos pelas anotações, sobre os produtos mais sustentáveis que ele terá de usar para consertar a máquina de café.



O que o estudante vê?

Após o estudante clicar no botão laranja, como solicitado pela narradora quando do seu diacrino, este passará a ver os estímulos visual e auditivo que sairá do gravador para o estudante clicar.

Que informação é transmitida ao estudante?

Informação visual e auditiva da notificação que sai do gravador. Assim que clica no gravador ouve a seguinte mensagem: "Alô, olha espero que tenhas conseguido consertar essa máquina de café, porque a transportadora está mesmo agora a caminho para ir buscá-la. Ah, eu só liquei para dizer isso, portanto, até logo. Beijinhos."

O que o estudante pode fazer?

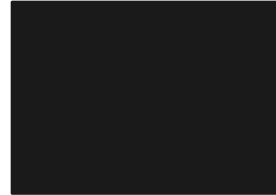
Clicar nos objetos 3D: botão e gravador.

O que acontece se...?

Caso o estudante não clique em nada, não acontecerá nada.

Qual o objetivo que se pretende alcançar nesta cena?

Permitir que o estudante consiga concluir o desafio ao aplicar os conhecimentos, transmitidos pelas anotações, sobre os produtos mais sustentáveis que ele terá de usar para consertar a máquina de café.



Blackout

F8

Cenário Reflexivo positivo



"Blackin"



O que o estudante vê?

Caso no cenário anterior o estudante tenha optado pela peça mais sustentável, será redirecionado para este contexto reflexivo. Neste verá um céu azul, e prédios habitacionais em harmonia com a natureza. Verá ainda turbinas eólicas e plantas.

Que informação é transmitida ao estudante?

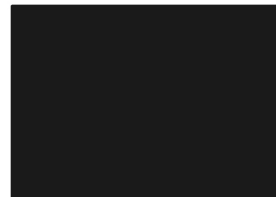
"Ah! Uau, conseguiu! Com base nas mudanças das nossas escolhas e hábitos de consumo, mesmo que sejam mínimos, conseguimos sim fazer a diferença. Estou tão orgulhosa pela tua decisão... Isto é tão importante para nós. Atualmente... é necessário irmos mais longe, precisamos de reduzir o consumo de produtos que não façam falta ao nosso dia a dia... e dar um novo uso aos que ainda temos. Para além disso, como acabaste de o fazer, precisamos ainda de procurar por alternativas que tenham um processo de reciclagem mais simples e viável. Quanto mais conscientes forem as nossas ações, por mais tempo conseguiremos preservar a nossa casa... Oh e não te esqueças, passa a palavra..."

O que o estudante pode fazer?

O estudante a poder observar o ambiente 3D ao seu redor.

O que acontece se...?

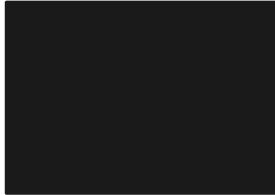
Sem interação neste momento.



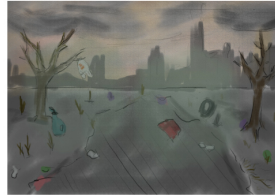
Blackout

F9

Cenário Reflexivo negativo



"Blackin"



Blackout

O que o estudante vê?

Caso no cenário anterior o estudante tenha optado por uma das peças menos sustentáveis, será redirecionado para este conteúdo reflexivo. Neste verá um ambiente idêntico ao cenário Visceral que se encontra poluído.

Que informação é transmitida ao estudante?

"Ah! Muitos de nós tentamos todos os dias fazer a nossa parte. Muitos conseguimos, através de pequenos gestos que têm um enorme impacto ambiental positivo a longo prazo... Por outro lado... muitos de nós não têm tanta noção das suas ações, mesmo que saibam disto... do lixo... da poluição.

Mas, a cada dia que passa, todos nós temos uma nova oportunidade de tentar. Tentar saber mais sobre o nosso ambiente, mais sobre a nossa casa. A cada novo dia, nós podemos ser, escolher e agir melhor do que o dia anterior, e está tudo bem, o importante é fazê-lo realmente... e não importa que no início sejamos os únicos.

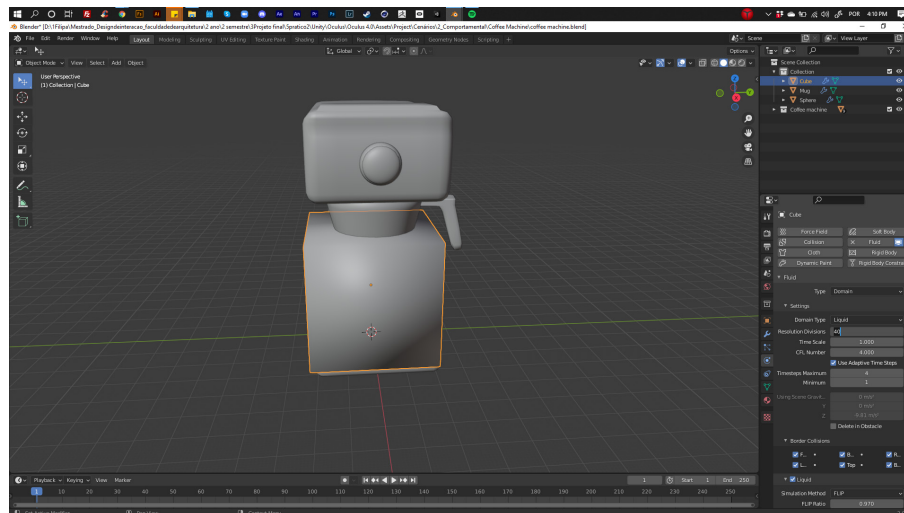
Repara... Na Europa, todos os anos, uma pessoa produz, em média, 5 toneladas de resíduos... sendo assim, somente uma pessoa pode reverter o seu impacto ao agir mais conscientemente a cada dia que passa. Esta é a nossa única casa..."

O que o estudante pode fazer?

O estudante a poder observar o ambiente 3D ao seu redor.

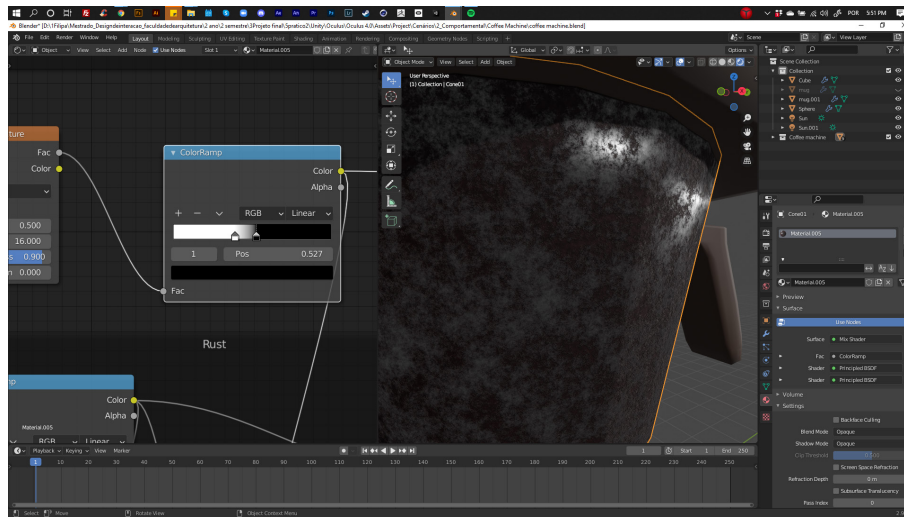
Apêndice G- Capturas de ecrã Blender

G1

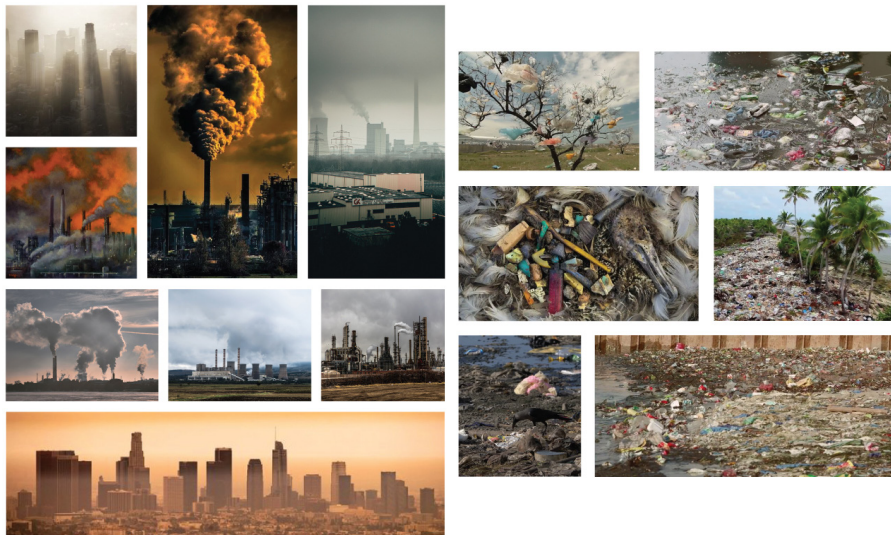


[Continuar a ler](#)

G2



Apêndice H- Moodboard cenário terrestre



[Continuar a ler](#)

Apêndice I- Moodboard cenário marítimo



[Continuar a ler](#)

Apêndice J- Modelo de formulário de consentimento informado (pré-testes)

J1

Formulário de Consentimento Informado

Gostaria de o(a) convidar a participar nesta pré-teste da experiência interativa desenvolvida no âmbito da investigação do Projeto Final de Mestrado, conduzido por Filipa Vinagre, aluna do Mestrado de Design de Interação da Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa.

Neste formulário de consentimento informado encontra todas as informações que lhe permitem compreender o projeto, bem como, quais os objetivos do presente estudo. Por favor, leia o conteúdo e se persistirem algumas questões não hesite em contactá-las.

1. Título

Experiências interativas em ambientes virtuais para o ensino de conceitos complexos: o caso dos níveis de design visceral, comportamental e reflexivo de Norman

2. Participação

A sua participação neste estudo de usabilidade é voluntária, sendo que terá a liberdade de o abandonar a qualquer momento, e de retirar ainda que esse estado podendo avaliar a experiência interativa e não a si enquanto participante voluntário, deste modo, não existirão respostas corretas ou erradas, mas sim a sua opinião.

3. Objetivos do estudo

Neste estudo ser-lhe-á introduzido o tema dos Três Níveis de Processamento e de Design através de um vídeo de cerca de 2 minutos de duração. Terá ainda a oportunidade de interagir com uma experiência interativa em realidade virtual, onde serão apresentados conteúdos informativos e tarefas que o(a) guiarão na interação com o cenário virtual.

Com base na interação verificada pretende-se obter dados acerca da eficácia e eficiência na compreensão da informação transmitida, bem como, na resolução de cada tarefa apresentada. Será ainda dada atenção às emoções que esta experiência interativa consigo provocar, bem como ao atual nível de interação.

4. Estrutura do presente estudo

Este estudo terá aproximadamente 10 minutos e encontra-se dividido em três partes.

A 1ª parte, com cerca de 5 minutos diz respeito à apresentação do presente formulário seguido da reprodução do vídeo mencionado no ponto 3.

Na 2ª parte, com cerca de 10 minutos, será usado o head-mounted display Oculus Quest 2, que permitirá a realização da experiência interativa em realidade virtual.

[Continuar a ler](#)

J2

Na 3ª parte deste estudo, com cerca de 5 minutos, serão realizados um questionário onde serão registradas as emoções que teve com a experiência e um momento de conversa que lhe permitirá, enquanto participante de pré-teste, deixar qualquer comentário e/ou sugestões sobre a experiência.

5. Procedimentos

Antes de iniciar o presente estudo e, dado o consento padrão, todo o equipamento a ser usado passará por um rigoroso processo de desinfecção que será procedido na presença do participante voluntário.

Uma vez que este estudo recorre à realidade virtual, o que impede a visão do participante para o ambiente real, será assegurado que o espaço em que este se encontra não apresente qualquer objeto na área jogável, visando que esse fator não venha a atrapalhar a experiência do participante.

6. Confidencialidade e privacidade

Será solicitada a sua autorização para a gravação deste estudo. Caso o permita, na primeira parte deste estudo será gravado o áudio e o vídeo do computador durante a experiência.

Lembrando que é assegurada a confidencialidade e privacidade, onde os dados recolhidos serão tratados somente no contexto desta investigação, não sendo em caso algum fornecidos a terceiros. De igual modo, será assegurado o anonimato do participante voluntário durante todo o processo de análise dos resultados.

Autorização

Li o presente formulário e concordo com todos os pontos acima referidos, e com a minha participação nesta investigação. Conheço e compreendo o propósito deste projeto e comprometo-me a manter o equipamento limpo e danificar. Caso tenham sido feitas, as minhas questões foram respondidas de forma clara e objetiva, e acerto que os dados recolhidos integram o estudo em curso.

Assinto a gravação deste estudo: Sim (____) / Não (____)

Nome do Participante _____

Assinatura do Participante _____

Assinatura da Investigadora _____

Data ____/____/____

Apêndice K- Questionário SAM dos pré-testes no Google Forms

K1

Fase de pré-testes da experiência interativa | SAM

verifapag@gmail.com (não partilhado) mudar de conta

*Obrigatório

Tomei conhecimento e aceito participar nesta avaliação. *

Tomei conhecimento e aceito participar

Seguinte Limpar formulário

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. Denunciar abuso - Termos de utilização - Política de privacidade

Google Formulários

Fase de pré-testes da experiência interativa | SAM


verifapag@gmail.com (não partilhado) mudar de conta

*Obrigatório

Escala SAM | Instruções

Apresentamos em seguida alguns exemplos que passam ser mais difíceis para conseguir perceber melhor cada uma das escalas.

Exemplo 1:



E1 - Que nível de agitação sentiu? *


1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. Denunciar abuso - Termos de utilização - Política de privacidade

Google Formulários

K2

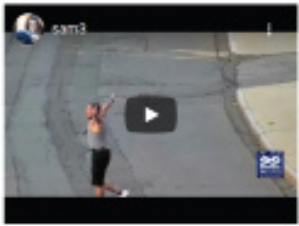
Exemplo 2



E2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Exemplo 3



E3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anterior Seguinte Limpar formulário

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. Denunciar abuso - Termos de utilização - Política de privacidade

Google Formulários

[Continuar a ler](#)

K3

Fase de pré-testes da experiência interativa | SAM

vetilipa@gmail.com (não partilhado) [Mudar de conta](#)

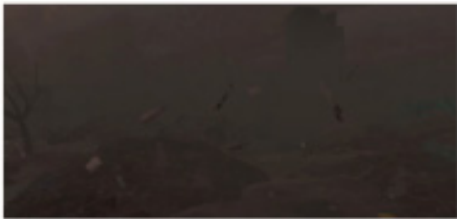
Escala SAM para o registo emocional

Depreimo que cada escala tenha sido transmitida de forma clara para si.

Podemos agora que registe o seu nível emocional com base na sua experiência feita em cada um dos três cenários desta experiência interativa.

Para o auxiliar será apresentada um print de cada cenário.

1º Cenário



1.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.2 - Que nível de prazer sentiu? *

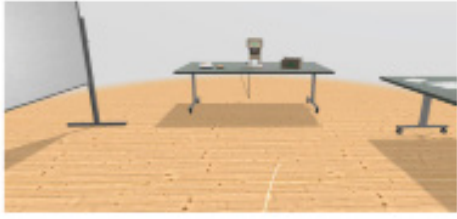
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

K4

2º Cenário



2.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

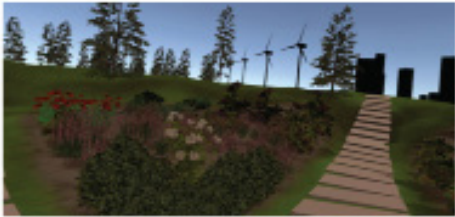
2.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

K5- Positivo

K5- Negativo

3º Cenário



3.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anterior **Próximo** [Linkar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Saiba mais](#) [Termos de privacidade](#) [Política de cookies](#)

Google Formulários

3º Cenário



3.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anterior **Próximo** [Linkar formulário](#)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Saiba mais](#) [Termos de privacidade](#) [Política de cookies](#)

Google Formulários

Apêndice L- Três vídeos apresentados na secção de instruções no método SAM

L1- Ativação

https://drive.google.com/file/d/1bhyh95asmd-ZcbSE_uiR49FLLVGEZFux/view?usp=sharing

L2- Valência

<https://drive.google.com/file/d/19h5PXSiyconC8KxDucTojJbpqLOPUt7s/view?usp=sharing>

L3- Dominância

<https://drive.google.com/file/d/1zu04SnbnBD0oVcsjKcK1bexqiB9CzCVY/view?usp=sharing>

Apêndice M- Tabela com os relatos dos participantes nos pré-testes de usabilidade

	Visceral	Comportamental	Reflexivo
P1	<ul style="list-style-type: none"> - Microplásticos a saírem das embalagens que caem e, depois aparecem nas mãos do jogador (sistema háptico). - Colocar som no peixe para olharem para ele. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir interação: Interagir só com a mão no objeto, teletransportar só com o raycast. - Som do quadro mais nítido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peças de plástico na mão do estudante. - Peças a caírem no chão.
P2	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em entender a voz da narradora. - Sentiu-se um pouco distraída pelo ambiente, face à voz da narradora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não deixar peças ativas até ser necessário. - Corrigir interação com as mãos. - Placeholder das peças só aparece quando se pega nestas. - Permitir que o jogador verifique se a máquina funciona corretamente. 	-----
P3	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em entender a voz da narradora devido aos trovões. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de instrução sobre opção de arrastar objeto com o stick. - Não vê sentido no placeholder, basta estar fora da máquina. - Permitir que o estudante verifique se a máquina funciona corretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ter peças na mão.
P4	<ul style="list-style-type: none"> - Mais lixo no oceano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir interação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar voz narradora.
P5	<ul style="list-style-type: none"> - Voz da narradora mais alta e nítida. - Garrafas a boiar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Duplicar barreiras. - Placeholder mais transparente. 	-----

[Continuar a ler \(Apêndice L\)](#)

[Continuar a ler \(Apêndice M\)](#)

Apêndice N- Guião da narrativa no ambiente de tutorial

Narradora:

Olá, fico feliz em saber que este desafio foi aceite, este é um espaço de preparação onde vou explicar como funciona este mundo.

Durante esta experiência existirão momentos onde poderás contemplar o ambiente ao teu redor, bem como interagir com os objetos que se encontram nos ambientes onde te encontrarás.

Porque não começamos por testar algumas formas de interação?

1. Estás a ver esse gravador à tua frente? Toca com a tua mão direita sobre ele para o ativares.

(inicia uma música cômica)

2. Ups ficheiro de música errado.. okay, vamos seguir em frente, estás a ver esse botão ao lado? Experimenta a tocar nele (voz interesseira).

(quando toca, o gravador voa devido à mola saltitante)

3. He, he, he, cof cof..

Bem, próximo nível

4. Aproxima a tua mão direita deste vaso e prime o botão grip para segurares nele.

Fácil hein?

5. Próximo passo: Enquanto segurares o vaso com a tua mão direita, usa o botão grip da tua mão esquerda para te teletransportares até àquela mesa.

(jogador teletransporta-se)

6. Ótimo, agora que chegaste aqui deixa o vaso sobre a mesa, para isso deixa de premir o botão grip com a tua mão direita sobre a mesa.

(aparece o place holder)

Perfeito, agora que aprendeste as interações básicas, podemos dar início à nossa experiência.

[Continuar a ler](#)

Apêndice O- Modelo do formulário de consentimento informado (testes)

01

Formulário de Consentimento Informado

Concorda de o(a) aceitar a participar neste teste de usabilidade interativa desenvolvida no âmbito da investigação do Projeto Final de Mestrado, conduzido por Filipa Vinagre, do curso do Mestrado de Design de Inovação da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

Neste formulário de consentimento informado encontra todas as informações que lhe permitem compreender o projeto, bem como, quais os objetivos do presente estudo. Por favor, leia-o com atenção e se perdurarem algumas questões não hesite em colocá-las.

1. Título

Experiências interativas em ambientes virtuais para o ensino dos níveis de design visceral, comportamental

2. Participação

A sua participação neste estudo é voluntária, sendo que terá a liberdade de o abandonar a qualquer momento. É de realçar ainda que este estudo pretende avaliar a experiência interativa e não a si enquanto participante voluntário, deste modo, não existindo respostas corretas ou erradas, mas sim a sua opinião.

3. Objetivos do estudo

Neste estudo ser-lhe-á introduzido o tema dos Três Níveis de Processamento e de Design através de um vídeoclip com cerca de 2 minutos de duração. Terá ainda a oportunidade de interagir com uma experiência interativa em realidade virtual, onde serão apresentados conteúdos interativos e tarefas que o(a) guiarão na interação com o cenário virtual.

Seguidamente ser-lhe-ão apresentadas três questionários. O primeiro pretende verificar o conhecimento que a experiência teve capacidade de lhe transmitir. O segundo permitirá um registo das respostas emocionais que esta experiência interativa lhe conseguiu provocar, bem como os seus níveis de interatividade. Por fim, o terceiro questionário procura dar-lhe a compreender o nível de envolvimento que a experiência conseguiu provocar enquanto se encontra nos ambientes virtuais.

4. Estrutura do presente estudo

Este estudo terá aproximadamente 30 minutos e encontra-se dividido em três partes.

A 1ª parte, com cerca de 5 minutos diz respeito à apresentação do presente formulário seguido da reprodução do vídeo mencionado no ponto 3. Na 2ª parte, com cerca de 10 minutos, será usado o head-mounted display Oculus Quest 2, que permitirá a realização da experiência interativa em realidade virtual.

[Continuar a ler](#)

02

Na 3ª parte, com cerca de 15 minutos, serão realizados três questionários: um questionário de escolha múltipla para verificar se a especificação necessária o conhecimento pretendido; um questionário onde serão avaliadas as emoções que teve com a experiência; e por fim, um questionário onde se verificará a sua envolvência com a experiência inovativa.

5. Procedimentos

Antes de iniciar o presente estudo e, dada o contexto pandémico, todo o equipamento a ser usado passará por um rigoroso processo de desinfeção que será procedido na presença do participante voluntário.

Uma vez que este estudo ocorre à realidade virtual, o que impede a visão do participante para o ambiente real, será assegurado que o espaço em que este se encontra não apresente qualquer objeto na área jogável, visando que este não venha a atrapalhar a experiência do participante.

6. Confidencialidade e privacidade

Será solicitada a sua autorização para a gravação deste estudo. Caso o permita, na primeira parte deste estudo será gravado o ecrã e o áudio do computador durante a experiência.

Lembrando que é assegurada a confidencialidade e privacidade, então os dados recolhidos serão tratados somente no contexto desta investigação, não sendo em caso algum fornecidos a terceiros. De igual modo, será assegurado o anonimato do participante voluntário durante todo o processo de análise dos resultados.

Autorização

Li o presente formulário e concordo com todos os pontos acima referidos, e com a minha participação nesta investigação. Conheço e compreendo o propósito deste projeto e comprometo-me a manusear o equipamento sem o danificar. Caso tenham existido, as minhas questões foram respondidas de forma clara e objetiva, e aceito que os dados recolhidos integrem o estudo em curso.

Autorizo a gravação deste estudo: Sim (____) / Não (____)

Estou grávida: Sim (____) / Não (____)

Nome do Participante _____

Assinatura do Participante _____

Assinatura da Investigadora _____

Data ____/____/____

Apêndice P- Questionário testes finais no Google Forms

P1

Fase de avaliação da experiência interativa

Agradecemos ter aceite o desafio ao jogar esta experiência interativa.

Esta fase está dividida em três partes:

1ª PARTE
Através de respostas de escolha múltipla iremos verificar se a experiência transmitiu o conhecimento pretendido.

2ª PARTE
Através de uma escala iremos avaliar as suas emoções que teve com a experiência. Existirão vídeos com excertos da experiência que o(a) auxiliarão nesta avaliação.

3ª PARTE
Através de uma segunda escala, iremos avaliar a sua envolvimento com a experiência.

Relembramos que qualquer registo efetuado não possui resposta certa ou errada por parte do participante. O objetivo desta avaliação é testar esta experiência interativa e não a prestação do participante.

98filipa@gmail.com (não partilhado) Mudar de conta

*Obrigatório

Tomei conhecimento e aceito participar nesta avaliação. *

Tomei conhecimento e aceito participar

Seguinte Página 1 de 6 Limpar formulário

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

P2

Fase de avaliação da experiência interativa

98filipa@gmail.com (não partilhado) Mudar de conta

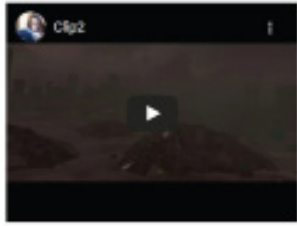
*Obrigatório

Os três níveis

Nesta sessão serão apresentadas 4 sessões da experiência interativa que acabam de jogar.

Podemos que, com base nos conteúdos apresentados antes e depois a experiência (jogos de design Norman, e Economia Circular), indique qual dos 3 níveis considera o mais adequado a esta sessão apresentada acima.

1.



1.1 - Em que nível enquadrar o vídeo acima? *

Visual

Comportamental

Reflexivo


1.2 - Que elementos do(s) fez(iz) você escolher o nível que selecionou? *

A sua resposta

[Continuar a ler](#)

P3

2.



2.1 - Em que nível enquadra o vídeo acima?

Visual

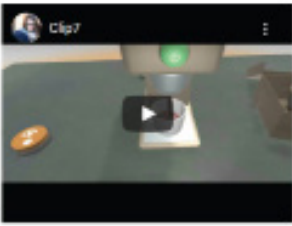
Comportamental

Reflexivo

2.2 - Que elemento(s) o fez (fizeram) escolher o nível que selecionou? *

A sua resposta: _____

3.



3.1 - Em que nível enquadra o vídeo acima? *

Visual

Comportamental

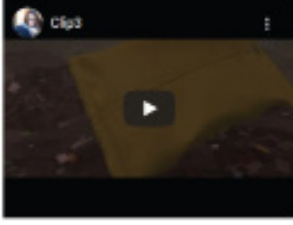
Reflexivo

3.2 - Que elemento(s) o fez (fizeram) escolher o nível que selecionou? *

A sua resposta: _____

P4

4.



4.1 - Em que nível enquadra o vídeo acima? *

Visual

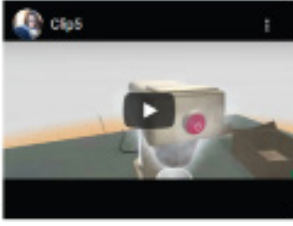
Comportamental

Reflexivo

4.2 - Que elemento(s) o fez (fizeram) escolher o nível que selecionou? *

A sua resposta: _____

5.



5.1 - Em que nível enquadra o vídeo acima? *

Visual

Comportamental

Reflexivo

5.2 - Que elemento(s) o fez (fizeram) escolher o nível que selecionou? *

A sua resposta: _____

[Anterior](#) [Seguinte](#) página 2 de 6 [Limpar formulário](#)

Nunca envia os seus dados através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. [Desautorização](#) [Democratização](#) [Política de privacidade](#)

Google Formulários

P5

Fase de avaliação da experiência interativa


98filipa@gmail.com (não partilhado) Mudar de conta

*Obrigatório

Escala SAM | Instruções

Apresentamos em seguida alguns exemplos que possam ser mais óbvios para conseguir perceber melhor cada uma das escalas.

Exemplo 1




E1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Calmo (a) Agitado (a)

P6

Exemplo 2

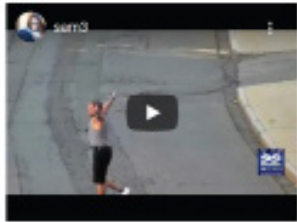


E2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Insatisfeito Prazer

Exemplo 3



E3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sentado (a) para situação Sentado (a) situação

Anterior Seguinte

Página 3 de 6

Limpar formulário

Nunca envie palavras passas através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Sobre o Google](#) [Política de Privacidade](#) [Termos de Serviço](#) [Ajuda](#)

Google Formulários

P7

Fase de avaliação da experiência interativa

www.pajp@gmail.com (não partilhado) Múltiplo de conta

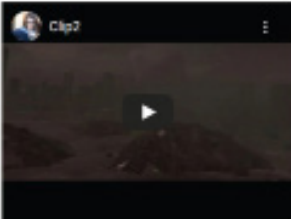
*Obrigatório

Escala SAM para o registo emocional


Esquemas que cada escala avalia são a facilidade de forma clara para si.

Podemos agora que registar o seu nível emocional com base nos exemplos de experiências aprendidas através, tendo sempre em atenção aos estímulos visuais e auditivos que estão presentes.

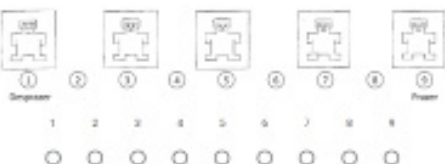
Clip1




1.1 - Que nível de agitação sentiu? *



1.2 - Que nível de prazer sentiu? *

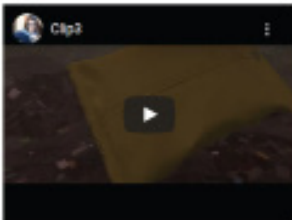


1.3 - Que nível de domínio sentiu? *




P8

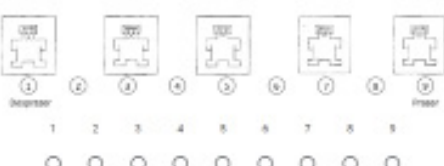
Clip2




2.1 - Que nível de agitação sentiu? *



2.2 - Que nível de prazer sentiu? *




2.3 - Que nível de domínio sentiu? *



P9

Clip3



3.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.2 - Que nível de prazer sentiu? *

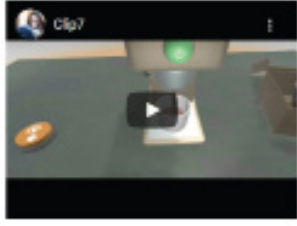
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

P10

Clip4



4.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

P11- Aço

Clips



5.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

P12- HDPE e PP

Clips



5.1 - Que nível de agitação sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.2 - Que nível de prazer sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.3 - Que nível de domínio sentiu? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Apêndice Q- Tabela das respostas abertas dos participantes nos testes de aprendizagem

Q1

		Resposta aberta					
		Clip1		Clip2 positivo		Clip2 negativo	
		1.1	1.2	2.1	2.2	2.1	2.2
P1	Visceral		Os elementos apelam à emoção com a sua variedade de efeitos repentinos, tanto sonoros, auditivos e visuais, com um ambiente mais envolvente e "assustador".	Reflexivo	Momento de reflexão após a escolha de opções que levaram a esta finalidade.		
P2	Visceral		Temporada.	Reflexivo	Bem tempo.		
P3	Visceral		Ter rapidamente uma resposta negativa do ambiente.	Reflexivo	Achar que esse é o melhor caminho a seguir por ser o socialmente aceite.		
P4	Visceral		O reflexo pago.	Reflexivo	O espaço fez-me refletir na forma que o mundo tomaria se a economia circular fosse um conceito aplicado de forma geral.		
P5	Visceral		O meu instinto a estar alarmado com base no som alto e grave do tremão.	Comportamental	O facto das nossas ações levarem-nos a um fim.		
P6	Visceral		Lixo, o ambiente cheio de poluição, e a temperatura residual e da poluição, com uma a climas repentinos.	Reflexivo	Consequência dos meus atos mas também devo queirer me ganhar.		
P7	Visceral		Som e luz repentina que assustaram-me.	Reflexivo	Logo depois de ser de como consequência das ações pessoais.		
P8	Visceral		Por causa do ambiente da temporada e do som alto.	Reflexivo	Se fizer algo, há uma consequência.		
P9	Visceral		O ambiente negativo criou um impacto direto.	Reflexivo	A escola foi um momento de reflexão no qual não me esqueci no o tempo da degradação, mas também o de reciclagem.		
P10	Visceral		Ver o lixo todo acumulado à minha volta, e ao escuro, acastanhado, e morto do ambiente.	Reflexivo	Desilusão ao ver que não faz refletir e dá-me-me falta pelos meus atos.		
P11	Visceral		O ambiente à minha volta.			Reflexivo	O facto de olhar para os objetos, na minha casa e ter uma reflexão negativa.
P12	Visceral		Ambiente escuro, sujidade, abundância de lixo.			Reflexivo	As peças nos minutos finais.

[Continuar a ler](#)

Q2

	Clip3		Clip4		Clip5	
	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Continuação	Comportamental	Feedback dado pelo objeto virtual após selecionar esta opção, ou seja, ao clicar no botão obtive-se o resultado da máquina de café.	Visceral	Memória em que sempre confundidos com um objeto de repouso, não estando à espera e provocando um "vazio" e surpresa.	Comportamental	Após clicar no botão há um feedback negativo da máquina.
	Reflexiva	O café a sair quando se cerra no botão.	Visceral	Clião com perturbação.	Visceral	O fumo escuro da máquina e o botão vermelha.
Comportamental	Saber que tenho um objetivo e que tenho de fazer certos movimentos que não são muito naturais, mas que posso escolher um certo caminho para atingir esse objetivo.		Visceral	Craza-me desconforto imediato.	Visceral	Craza-me desconforto imediato.
Comportamental	A interação com o botão.		Visceral	O objeto amarelo a aparecer na zona cara.	Comportamental	A máquina não se encontrando a funcionar corretamente como esperada.
Reflexiva	Arranja a máquina.		Visceral	O plástico na cara ser degradável.	Visceral	A car vermelha e o vapor a sair da máquina a indicar que está algo de errado.
Comportamental	Máquina do café a funcionar bem.		Visceral	O pa com azeiton-me, não estava à espera.	Comportamental	A máquina de café, estava estragada e deixou-me frustrado a por que chegou várias vezes.
Comportamental	Receber o feedback da minha interação.		Visceral	Embalagem vir contra nós.	Comportamental	Pelo o facto da máquina estar estragada, fiz-noa reagir de forma frustrado.
Comportamental	Ação de tirar o café.		Visceral	Quando o objeto se aproxima, avestrei-me.	Visceral	rujo da máquina.
Comportamental	Para tirar o café já se espera que o comportamento natural para o fazer seja clicar no botão grande verde.		Visceral	O saco a aparecer na face sem um impacto.	Reflexivo	A máquina de café avaria, a questão de porque, e como resolvi-lo tem a ver com esse nível.
Comportamental	Sinto que posso clicar no botão inconscienciermas e mi sair café da máquina.		Visceral	Fiz-me impressão ter flu na cara.	Reflexivo	Tive de pensar primeiro o que o fumo significava antes de poder pagar o retirar o filtro ferrugem.
Comportamental	A ação de colocar a máquina a funcionar.		Visceral	Embalagem.	Comportamental	A máquina a necessitar de concerta.
Comportamental	Botão clicável.		Visceral	Susto de levar com a embalagem na cara.	Visceral	Vermelho, fumo, algo que está a correr mal.

