

Jogo Digital - Aspectos Psicofisiológicos no Processo de Imersão

Rosilane Ribeiro da Mota, Francisco Carlos de Carvalho Marinho

Universidade Federal de Minas Gerais; Departamento de Fotografia, Teatro e Cinema; Brasil



Figura 1: Sensor fisiológico para medição da EDA [Afectiva 2013]

Resumo

Uma das formas de realizar o mapeamento de informações relacionadas ao fenômeno da imersão do jogador é através do uso de interfaces biométricas, que medem respostas psicofisiológicas vinculadas às alterações emocionais dos jogadores disparadas por estímulos externos previamente selecionados. Procurou-se estabelecer alterações no processo imersivo, analisando variações da EDA, a partir de alterações visuais e sonoras controladas em um jogo digital de tiro em primeira pessoa. Optou-se pela análise qualitativa dos aspectos imersivos e quantitativa em relação às alterações psicofisiológicas ocorridas durante a interação com o jogo. A população estudada foi de 42 estudantes de cursos de graduação. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram testes psicológicos de autorrelato para os construtos de empatia e impulsividade, entrevistas e questionários aplicados antes e após a interação por 10 a 15 minutos com o jogo com uso do sensor fisiológico não-invasivo Q Sensor, além de anotações e filmagem registrados durante essa interação. Nessas condições, concluiu-se que o processo imersivo do jogador é influenciado pela informação estética, analisada por meio dos elementos audiovisuais do jogo.

Palavras-chave: Imersão, Experiência do Jogador, Psicofisiologia, EDA.

Contato dos autores:

rosilanerm@gmail.com

chicomar.francisco@gmail.com

1. Introdução

Compreender os papéis dos agentes no processo artístico não é mais função só da filosofia da arte e da estética, mas de todas as ciências que lidam com a mente humana. As ciências cognitivas, da neurociência à psicologia comportamental, lançam luzes sobre como ocorre o perceber, o fazer, o inventar e o emocionar com aquilo que é criado. É fundamental entender como

os seres humanos se emocionam e ficam imersos em determinados processos de arte para que se possa senão dominar, pelo menos entender as possibilidades de construção de linguagens esteticamente expressivas advindas dos mundos virtuais escritos com processos computacionais.

Nesse sentido, com o propósito de ampliar e expandir a experiência sensorial, imersiva e interativa do usuário e de viabilizar sua participação como coautor no desenvolvimento de narrativas interativas, especificamente jogos digitais, sensores biométricos podem ser utilizados para captarem informações relacionadas à sua experiência emocional e afetiva. Duas linhas de pesquisa surgem a partir dessa necessidade, uma que vai ao encontro da obtenção da informação e outra que a utiliza para melhorar a experiência do usuário. Em jogos digitais, ambas as linhas de pesquisa têm expandido sistematicamente. A compreensão dos dados psicofisiológicos obtidos durante a interação do jogador pode fornecer subsídios para a construção de uma linguagem estética significativamente mais expressiva na medida em que os fenômenos intrínsecos ao processo de imersão são mais bem compreendidos. Descrever e avaliar a experiência do jogador ajudaria na escolha de quais elementos de linguagem utilizar no projeto do jogo para proporcionar uma experiência diferenciada, psicologicamente e esteticamente mais qualificada.

Para entender o comportamento dos jogadores, sob a luz de elementos da psicofisiologia, foram analisados alguns elementos de linguagem de um jogo digital, especificamente som e textura nessa pesquisa, que podem afetar o desempenho imersivo dos jogadores, a partir de observações captadas da atividade eletrodérmica (EDA). Ou seja, como o próprio corpo pode indicar como ocorre o envolvimento com o jogo. Parte-se do pressuposto de que determinadas emoções e estados psicológicos podem ser medidos por dispositivos biométricos e que os jogos digitais são instrumentos disparadores de emoções nos jogadores, entrelaçadas com a narrativa e com a jogabilidade.

Com base nisso, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar possíveis correlações existentes entre elementos estéticos de um jogo de tiro em primeira pessoa e a EDA do jogador, durante o processo imersivo de sua interação com o jogo. E, com o intuito de promover a interação, foi desenvolvido um jogo de tiro em primeira pessoa, com possibilidade de ativação ou desativação dos elementos de textura e de som durante sua execução.

2. Experiência do Jogador

Em relação aos jogos digitais, o ato de jogar com o propósito de se entreter é analisado sob parâmetros diversos ainda não padronizados, mas dentre os quais comumente encontra-se na literatura a imersão, a narrativa e a jogabilidade, como principais aspectos relacionados à qualidade da obra. Sabe-se que os fatores que promovem a experiência prazerosa são individuais e dependentes do momento e contexto do ser humano (cultural, social, fisiológico e psicológico, dentre outros), mas com o propósito de intensificá-la, estudos em diversas áreas apontam para a definição de dois conceitos: a própria imersão e o fluxo da interação da pessoa com a obra, que é também denominado experiência ótima [Csikszentmihalyi 2008].

O fluxo é definido como um estado psicológico de satisfação do sujeito que está totalmente imerso em uma atividade, caracterizado pelo total envolvimento e êxito na operação realizada, independente da idade, sexo, cultura ou classe social. O simples executar da atividade é recompensador, sendo que o sujeito não espera recompensa em troca no futuro, pois ela já é a execução da própria atividade no sentido autotélico [Csikszentmihalyi *apud* Mendonça 2012].

GameFlow	Teoria de Fluxo
Jogo	Atividade que pode ser finalizada
Concentração	Habilidade de se concentrar em uma atividade
Desafios e Habilidades do jogador	Habilidades percebidas devem se equiparar com os desafios e os dois devem superar um determinado limite
Controle	É viável exercer controle sobre as ações durante a atividade
Objetivos claros	A atividade tem objetivos claros
Feedback	A atividade fornece <i>feedback</i> imediato
Imersão	Envolvimento profundo sem esforço Preocupação sobre o eu e noção de tempo reduzida
Interação social	Não abordado na teoria do fluxo

Quadro 1: Mapeamento dos elementos do modelo GameFlow para os elementos da teoria de fluxo de Csikszentmihályi [Sweetser e Wyeth 2005]

Em jogos digitais, a imersão do jogador é avaliada por Sweetser e Wyeth [2005] em relação ao seu

envolvimento sem esforço com o jogo e às experiências vivenciadas com ele, reduzindo sua percepção de tempo. O estado de fluxo discutido anteriormente é constante e inerente ao próprio tipo de mídia (Quadro 1), principalmente pelo fato de os jogos digitais possuírem elementos importantes que caracterizam tal estado: são direcionados aos objetivos ou subobjetivos, utilizam desafios para motivar o jogador, requerem habilidades para o cumprimento das atividades propostas e informam ao jogador sobre seu progresso no jogo (feedback imediato com indicação do status e pontuação, dentre outros). O equilíbrio entre os desafios presentes no jogo e as habilidades do jogador definem então esse fluxo e, consequentemente, a imersão do jogador. A meta é que o jogador fique imerso o maior tempo possível, sem se frustrar (nível de desafios muito elevado) ou se entediar (nível de desafios muito baixo).

3. Atividade Eletrodérmica

Os pioneiros nos estudos sobre a atividade eletrodérmica (EDA) são Féré em 1888 e Trachanoff em 1889, que observaram modificações nos sinais elétricos na pele a partir de estímulos sensoriais e emotivos. Desde então, outras pesquisas foram feitas para estabelecer procedimentos padronizados para medições da EDA, fundamentadas nos trabalhos de Tursky e O’Connel em 1966 e de McCleary em 1950 sobre técnicas de medições e sobre o próprio mecanismo da alteração da EDA [Martin e Venables 1980]. Segundo esses autores, EDA é definida como o fenômeno pelo qual as propriedades elétricas da pele são alteradas quando o ser humano é estimulado sensorialmente e emotivamente. A partir do estímulo, ocorre a transmissão da informação para o cérebro que ativa vários circuitos neurais para o processamento e execução de alterações corpóreas cardiovasculares e eletrodérmicas, sendo esse processo conhecido como *arousal*. Silveira [1993] define *arousal* como a “relação da ativação dos sistemas fisiológicos inervados pelo sistema nervoso autônomo”.

A EDA é avaliada em termos tanto do nível tônico quanto das respostas fásicas. O nível tônico representa a estabilidade do nível da EDA durante período de relaxamento e as respostas fásicas são episódios momentâneos do aumento da atividade das glândulas sudoríparas causados pelo aumento da ativação do Sistema Nervoso Simpático (SNS), a partir de um estímulo interno ou externo à pessoa. Após a análise dos sensores disponíveis, foi identificado um sensor comercializado chamado Q Sensor (Figura 1) [Affectiva 2013] e que foi utilizado com bons resultados em várias pesquisas, desde aplicações com dispositivos móveis [Weddle e Yu 2013] a avaliações afetivas com crianças [Leite *et al.* 2013]. Esse sensor utiliza o posicionamento dos eletrodos no pulso, mas as correlações significativas com os dedos das mãos indicadas em artigos científicos estabelecem a possibilidade de avaliação de alterações de nível de

condutividade elétrica da pele, assim como a identificação de respostas mediante estímulos ou eventos externos.

O sensor obtém três tipos de informação: a EDA, a temperatura dos eletrodos e as variações nos três eixos x, y e z indicadas pelo acelerômetro. A EDA é medida por meio da verificação da condutividade da pele mediante uma diferença de tensão gerada nos eletrodos, que varia com a resistência da pele, de modo a não gerar uma densidade da corrente elétrica acima da máxima indicada de 10 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ em pesquisas realizadas por Edelberg, Greiner e Burch citados por Poh, Swenson e Picard [2010]. A tensão é alterada em tempo real por meio de um circuito desenvolvido pelos autores que compara as tensões para manter constante a potência de saída dos eletrodos em 5 μW .

4. Metodologia

Essa pesquisa foi realizada com base em experimentos em laboratórios de informática para os quais foi desenvolvido um jogo de FPS com especificidades para habilitação e desativação do som e da textura pelo pesquisador durante a sessão do experimento. 42 estudantes de cursos de graduação jogaram durante 15 minutos (máximo). A EDA e a temperatura dos eletrodos foram medidas e gravadas pelos *softwares* disponibilizados pela Affectiva [2013] para comunicação com o Q Sensor, dispositivo de medição biométrica não invasiva. Além dos dados fisiológicos, foram aplicados testes psicológicos, questionários e entrevistas semiestruturadas.

O processo metodológico adotado foi submetido e aprovado pelo COEP-UFMG (Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais), constando dos seguintes itens: TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido); questionários prévios e posteriores; entrevistas semiestruturadas prévias e posteriores; testes psicológicos de autorrelato para os construtos de empatia (IE, Inventário de Empatia) e de impulsividade (BIS-11, *Barratt Impulsiveness Scale*); estabelecimento da linha de base dos dados do Q Sensor por 10 minutos; interação com o jogo de 10 a 15 minutos ou ao término das 3 fases do jogo; filmagem e anotações durante o experimento; análise dos dados coletados com o *software* IBM SPSS.

Antes de iniciar o experimento, os jogadores recebiam o TCLE, no qual poderia ou não ser autorizado o registro dos dados, inclusive de vídeo e fotos do jogador. Se autorizado, questionários elaborados com base no GEQ (*Game Experience Questionnaire*) [Brockmyer *et al.* 2009] eram aplicados. Os questionários aplicados no início do experimento tiveram o propósito de mapear os dados de identificação do jogador, do contexto e de suas preferências relacionadas aos jogos digitais, dos elementos que eles julgavam serem mais e menos

atrativos, da influência das experiências anteriores com jogos em aspectos comportamentais e seu contexto social. O tempo de preenchimento dos questionários também foi estimado para permitir a estabilização do sensor fisiológico utilizado no experimento, o que exigia um mínimo de 10 minutos segundo a documentação disponibilizada pelo fabricante.

No caso dos questionários aplicados após o experimento, foi solicitada ao participante a enumeração dos aspectos positivos e negativos dos testes com indicação de sugestões de melhorias sob seu ponto de vista, com destaque para a percepção dele da importância dos elementos que constituem o jogo e do estado de imersão em que ele atinge comumente nesse tipo de interação. Foram também solicitadas informações sobre os elementos distratores que o incomodaram e interromperam sua atenção no jogo, para análise posterior do impacto do ambiente correlacionado com os elementos do jogo. Todos os itens elaborados para os questionários foram avaliados em pré-testes com a inclusão das alterações necessárias detectadas e foram fundamentados nos trabalhos de Appelman [2007] e Brockmyer *et al.* [2009].

Em relação às entrevistas iniciais, eram verificadas com o participante do experimento as condições e procedimentos, assim como a confirmação da compreensão de todas as informações apresentadas. E, nas entrevistas finais, optou-se por registrar por escrito, sob a perspectiva do jogador, como ele identificava seu estado emocional e fisiológico após a interação com o jogo, de modo a estabelecer uma análise posterior com os sinais fisiológicos obtidos pelos sensores durante o experimento. Para os testes psicológicos, foram utilizados testes de autorrelato de mapeamento dos traços dos construtos empatia e impulsividade, publicados na base de periódicos eletrônicos de Psicologia – PEPSIC, que disponibiliza publicamente os testes psicológicos desenvolvidos em dissertações, teses e projetos de pesquisa, como resultado de parcerias estabelecidas entre a FENPB (Fórum de Entidades Nacionais da Psicologia Brasileira), a biblioteca do IP/USP (Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo) e o BIREME (Centro Latino Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde).

A análise dos dados coletados foi feita utilizando estatísticas descritivas geradas pelos testes não paramétricos de Mann-Whitney e Wilcoxon [Siegel e Castellan Jr 2006]. A opção por esses testes foi baseada nos critérios de uso dos testes em relação ao tipo de amostra do experimento. Para essa análise, separou-se a amostra de dados coletados em grupos categorizados de acordo com a alteração do estímulo visual ou sonoro e definiram-se situações de estudos sobre o impacto nos sinais fisiológicos para os testes estatísticos. Essas situações foram definidas com base em momentos do jogo (fases), quando existiam ou não ocorrências de ataque de inimigos ao personagem (avatar) que representava o jogador na narrativa, assim

como em relação às alterações dos estímulos visuais e sonoros.

Os dados obtidos pelo Q Sensor para cada participante foram separados em arquivos referentes a cada subintervalo de tempo relacionado com a ocorrência de habilitação ou não desses estímulos, indicados nas marcações do protocolo de aplicação do experimento. A geração de cada arquivo para cada participante foi automatizada por programas elaborados especificamente para essa pesquisa e desenvolvidos na linguagem de programação Perl. Essa etapa necessitou de uma preparação criteriosa das regras implementadas nos programas, visto que o volume de dados gravados pelo sensor em arquivos do tipo texto para cada participante era em média de 25 mil registros, correspondentes aos dez minutos médios de registro dos sinais fisiológicos. Além disso, era necessário organizar os registros para importação pelo software de análise estatística chamado IBM SPSS Statistics. Por isso, optou-se pela geração de novos arquivos do tipo de texto já integrando as respostas dos testes psicológicos de autorrelato aplicados aos valores obtidos pelo sensor.

Dawson *et al.* [2007], Martin e Venables [1980] e Boucsein [2011] propõem tempos padrões próximos de latência para resposta da EDA, assim como tempo de recuperação, cujo ciclo total padrão de latência até o repouso da EDA mediante estímulo interno ou externo variam de 12s a 19s. Os trabalhos realizados por esses autores que definiram tais intervalos são os utilizados como referência pelo Q Sensor, porém Poh, Swenson e Picard [2010] alertam pelo fato de as calibrações em tais trabalhos terem sido estimadas em condições distintas das projetadas para o sensor e Tao e Tan [2005] abordam também a questão de o nível de resposta se manter enquanto o estímulo estiver presente. Nestas condições, optou-se por analisar em testes preliminares a duração mínima dos ciclos, de modo que foi estabelecido o intervalo de 30s para análise comparativa da média e do desvio padrão do sinal da EDA antes e após o estímulo. O intervalo recortado para análise antes do estímulo representa o momento de estabilidade do sinal da EDA (momento 1), o que não quer dizer que o participante se encontra em estado de relaxamento dadas as condições do experimento. E o intervalo posterior, momento 2, apresenta o comportamento da resposta fisiológica alterado mediante o estímulo.

Para verificar se havia diferença significativa entre as situações estudadas e os grupos, foram utilizados os testes não paramétricos indicados anteriormente, que foram realizados por meio do software IBM SPSS Statistics em relação aos valores das médias e dos desvios padrão dos intervalos anterior e posterior aos estímulos, momento 1 e momento 2, respectivamente. Também foi utilizado o método de regressão linear para verificar se a tendência das medidas de EDA ao longo do tempo de jogo dos participantes foi significativamente positiva ou negativa. Para todos os

testes, o nível de significância levado em consideração foi de $\alpha = 0,05$, ou seja, 95% de confiabilidade de correlação, que representa o nível indicado para trabalhos científicos. Foram feitos também cálculos considerando o outro nível utilizado, de 90%, de modo a estabelecer quais correlações estariam próximas.

4.1 População Estudada

Todos os participantes interagiram por meio do avatar com inimigos em uma situação de ataque em um mesmo ambiente no jogo. Essa foi a primeira situação analisada. Os participantes foram divididos em cinco subgrupos de modo aleatório, mantendo próximos os tamanhos de cada grupo. Para cada subgrupo, foi realizado um estímulo estético com habilitação ou desativação da textura ou do som do jogo.

Porém, a amostra foi reduzida por diversos fatores: não comparecimento dos participantes ao agendamento do experimento; os testes psicológicos não foram concluídos por todos os participantes; a pele de alguns indivíduos não viabilizou a captura dos dados fisiológicos pelo sensor ou o mesmo não foi bem posicionado gerando erros discrepantes nas medidas; assim como alguns participantes não se dispuseram a concluir os questionários ou a responderem as questões das entrevistas por motivos pessoais. Dos 42 participantes concluintes de todas essas etapas, os grupos resultantes ficaram com 33 pessoas no grupo 1 no qual foi avaliado apenas o efeito do ataque de inimigos ao personagem no jogo digital sem alteração do estímulo de textura ou do som, 13 pessoas no grupo 2 no qual foi avaliada a textura sendo desativada durante o ataque, 17 pessoas no grupo 3 em que ocorreu a ativação da textura durante o ataque, 21 pessoas no grupo 4 com o estímulo de som sendo desativado durante o ataque e 18 pessoas no grupo 5 com a ativação do som durante o ataque.

4.2 Jogo Desenvolvido

Foi desenvolvido um jogo de tiro em primeira pessoa, que atendesse às condições necessárias para o propósito deste trabalho. A equipe que compôs a construção do jogo foi formada por membros do grupo de pesquisa Imaginari0 da UFMG. Os requisitos que deveriam ser atendidos pelo jogo foram os seguintes:

- A duração mínima do jogo deveria ser de 10 minutos;
- A ativação e a desativação da textura e do som deveriam ocorrer por teclas de atalho;
- Os personagens e elementos de cenário quando sem texturas deveriam aparentar formas geométricas básicas (esferas, cilindros, paralelepípedos, etc);
- A apresentação da mecânica do jogo deveria ocorrer em uma fase inicial de treinamento;
- Os corredores entre as salas deveriam ser estreitos para estimular ansiedade;

- A iluminação deveria ser reduzida para aumentar a necessidade de atenção, assim como ser um fator estressor;
- O jogo deveria possuir nível de dificuldade que viabilizasse a interação de iniciantes;
- O jogo deveria estimular o interesse de jogadores experientes;
- O ataque dos inimigos deveria estimular comportamento de ataque e defesa no jogador.

O jogo foi proposto com três fases com duração média estimada de 5 minutos cada uma medida durante a realização de testes iniciais. As fases que compõem o jogo são: treinamento (Figura 3), nível de dificuldade moderado (Figura 4) e nível de dificuldade avançado (Figura 5).



Figura 2: Tela da fase de treinamento do jogo digital



Figura 3: Tela da fase 2 do jogo digital



Figura 4: Tela da fase 3 do jogo digital

5. Análise dos Resultados

Dentre os 42 jogadores que concluíram todo o experimento, metade disse gostar de jogos do tipo FPS e a outra metade disse não gostar ou não possuir habilidade. De acordo com o estímulo para estudo ao qual cada jogador foi submetido, foram formados os grupos dos dados registrados nomeados de G1 a G5. Como alguns jogadores foram analisados em relação a mais de um estímulo e nem todos os que foram selecionados concluíram o experimento, os tamanhos

das amostras entre os grupos apresentou variações (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação dos grupos de estudo

Grupo	Descrição	N	%
G1	Análise do início do ataque	33	78,6
G2	Análise da desativação do som	21	50,0
G3	Análise da ativação do som	18	42,3
G4	Análise da desativação da textura	13	31,0
G5	Análise da ativação da textura	17	40,5

Os primeiros instrumentos analisados foram os testes psicológicos aplicados para avaliar os construtos de impulsividade e empatia. Em seguida, avaliou-se os dados psicofisiológicos obtidos, especificamente a EDA medida em cada jogador durante todo o experimento.

5.1 Testes psicológicos

Ernst Barratt propôs em 1959 um modelo teórico para avaliação da presença de manifestações da impulsividade em pesquisas acadêmicas, assim como em análises clínicas. O construto impulsividade é definido por ele como a predisposição para reagir rápido e de modo não planejado, mediante estímulo interno ou externo, sem considerar as consequências negativas dessas reações tanto para quem reage quanto para quem é o foco da reação [Stanford *et al.* 2009]. Esse modelo foi revisto e aprimorado ao longo dos anos, com sua última revisão realizada por Stanford e outros [2009]. No Brasil, o teste foi traduzido e adaptado por Malloy-Diniz e outros [2010], que indicam que esse é o teste de autorrelato ou autopreenchimento de impulsividade mais comum em uso na atualidade, traduzido e adaptado para diversas culturas e idiomas.

A avaliação geral da impulsividade foi primeiramente avaliada em três níveis de baixa a alta impulsividade [Stanford *et al.* 2009], de tal modo a verificar qual era o perfil que mais se destacava dentre os participantes da pesquisa. Para a amostra dos jogadores, foi observado então que a maioria deles (57,1%) encontrava-se dentro da normalidade da impulsividade em relação à média da população estabelecida na normatização do teste BIS-11.

Depois, foi feita a avaliação dos subdomínios e fatores definidos pelos autores do teste para os jogadores em relação aos dados normatizados para a amostra de referência. O primeiro valor observado foi o escore total médio dos jogadores: 62,52. Com base nas médias gerais normativas do teste, 62,3 ($\pm 9,79$), a avaliação da impulsividade sugere que a média dos jogadores demonstrou possuir impulsividade dentro do esperado para a predisposição para reagir rápido e de modo não planejado, mediante estímulos interno ou externo, sem considerar as consequências negativas

dessas reações tanto para eles quanto para quem ou o que gerou a reação.

Apesar disso, alguns jogadores apresentaram impulsividade fora do intervalo de confiança. Por essa razão, o resultado foi complementado com a análise dos subdomínios e fatores discriminados na Tabela 2, que também apresentaram valores dentro do limite esperado para intervalo de confiança de 95%, com mínimos e máximos de alguns jogadores fora do intervalo médio.

Tabela 2: Estatísticas descritivas da BIS-11 para os subdomínios e fatores da impulsividade

Subdomínios	Fatores	Média obtida (Referência)	Desvio Padrão	Mín.	Máx.
		18,24 (16,7 ± 3,9)	4,42	12	29
Impulsividade atencional	Atenção	10,69 (10,4 ± 2,76)	2,93	5	18
	Instabilidade cognitiva	7,55 (6,4 ± 1,81)	1,86	4	12
		20,76 (22,0 ± 3,80)	4,38	14	30
Impulsividade motora	Motora	14,48 (15,0 ± 3,04)	3,64	9	22
	Perseverança	6,29 (6,9 ± 1,71)	1,42	4	10
		23,52 (23,6 ± 4,66)	5,07	15	34
Impulsividade por não planejamento	Autocontrole	12,93 (12,1 ± 3,14)	3,60	7	20
	Complexidade cognitiva	10,60 (11,5 ± 2,47)	2,47	6	16

A comparação entre os intervalos dos valores obtidos e os intervalos de referência foi realizada para análise dos subdomínios. Para o subdomínio *impulsividade atencional* e seus fatores, foi observado que os jogadores obtiveram intervalo de valores igual ou superior ao intervalo dos valores de referência, o que indica maior dificuldade dos jogadores dessa amostra em se concentrarem ou focarem sua atenção em uma tarefa em relação à amostra de referência do teste. Dentre os dois fatores que compõem esse subdomínio, os que mais contribuíram para o valor acima da média foram os valores da *instabilidade cognitiva*, visto que os valores da *atenção* estão praticamente dentro do intervalo de referência. Assim, os resultados sinalizam que os jogadores dessa amostra focam de modo geral na tarefa que estão executando, mas possuem tendência ao surgimento de pensamentos paralelos, ou de escape, sobre questões não relacionadas com essa tarefa.

Em relação ao subdomínio da *impulsividade motora*, a comparação indica que os jogadores apresentaram intervalo com valores iguais ou inferiores ao intervalo de referência. Então, pode-se compreender

que, em média, a amostra de referência age mais sem pensar previamente sobre a ação do que os jogadores dessa amostra, sendo mais significativa a comparação em relação ao fator *motora*, que indica agir subitamente. O fator *perseverança* não apresentou diferença considerável.

No que diz respeito ao subdomínio *impulsividade por não planejamento*, apenas pôde ser inferido que o traço dos jogadores da amostra analisada nesta pesquisa referente ao planejamento e pensamento criteriosos (fator *autocontrole*) apresentou intervalo de valores acima da média da amostra de referência do teste, indicando dificuldade em planejar. Pode ser considerado também que, em termos do fator *complexidade cognitiva*, o resultado foi oposto, o intervalo de valores foi igual ou inferior ao da amostra de referência, sugerindo que essa amostra de jogadores possui interesse mediante tarefas mentais desafiadoras.

Como a amostra de jogadores foi classificada em dois grupos em relação à preferência por FPS, foi realizada também a comparação por Mann-Whitney entre as variáveis do teste obtidas por grupo de preferência. Dos valores obtidos, apenas o fator *motora* foi significativo para valor de *p* menor do que 0,05 (95% de confiabilidade de correlação) e o *escore total* para *p* menor do que 0,1 (90% de confiabilidade de correlação). Esse resultado indica que os jogadores do grupo que gosta de FPS apresentam em média tanto o *escore total* quanto o fator *motora* acima dos pertencentes ao grupo que não gosta ou não possui habilidade em jogos do tipo FPS.

Como mencionado anteriormente, pode-se avaliar que o grupo que gosta de FPS apresenta 10,6% maior predisposição para reagir rápido e de modo não planejado, mediante estímulo interno ou externo, sem considerar as consequências negativas dessas reações tanto para quem reage quanto para quem é o foco da reação, com destaque para as ações súbitas que superam em aproximadamente 6% a tendência do grupo que não gosta de FPS.

Para o outro construto, a empatia, foi utilizado o *Inventário de Empatia* proposto por Falcone *et al.* [2008], no qual os autores dividem a avaliação dos resultados em componentes e dentro deles escalas. Para os autores, empatia se refere a “um construto multidimensional abrangendo componentes cognitivos, afetivos e comportamentais”, correspondendo à capacidade da pessoa em “compreender de forma acurada, bem como de compartilhar ou considerar sentimentos, necessidades e perspectivas de alguém, expressando este entendimento de tal maneira que a outra pessoa se sinta compreendida e validada”. Cada componente e escala é descrito em detalhes pelos autores e não serão reapresentados neste trabalho, de modo a focarmos na análise dos resultados obtidos.

Em relação ao componente *cognitivo* da empatia, na escala de *tomada de perspectiva*, os valores médios

obtidos pelos jogadores ficaram abaixo da média de referência com percentil 30, ou seja, apenas 30% da população de referência obtiveram valores abaixo dos obtidos por eles. Isso sugere que eles possuem dificuldade em compreender as perspectivas e os sentimentos das outras pessoas, principalmente em situações de conflito de interesses. Isso pode ser explicado pelo elevado índice de competitividade de jogadores, que em alguns casos podem não apresentar reações amenas em situações de perda de controle ou mesmo o não alcançar de metas relacionadas com a partida do jogo.

No caso da escala de *flexibilidade interpessoal*, os resultados médios dos jogadores estão dentro do intervalo médio da população de referência, mais especificamente 60% da população amostrada obteve valor inferior para essa escala em relação aos obtidos pelos jogadores analisados. Essa escala sugere que os jogadores possuem capacidade um pouco acima da esperada para tolerar comportamentos, atitudes e pensamentos dos outros, os quais são muito diferentes ou provocadores de frustração. Como em condições de desafios constantes tipicamente encontradas nos jogos digitais, a pessoa pode ser treinada a suportar situações que geram irritabilidade ou frustração, esse fato pode indicar uma possível explicação do resultado obtido estar acima da média.

Para o componente *afetivo*, os jogadores apresentaram *altruísmo* elevado e *sensibilidade afetiva* baixa, o que sugere um perfil interessante. Eles possuem elevada capacidade para beneficiar o outro, porém apresentam pouca atenção ou cuidado em relação às necessidades dos outros, o que pode estar relacionado com os resultados da impulsividade que refletem a dificuldade no planejamento e pensamento criterioso.

Por fim, também para a empatia foram avaliadas se existiam diferenças significativas entre os resultados do grupo que gosta e do grupo que não gosta ou não possui habilidade em jogos do tipo FPS. Nenhum dos resultados obteve significância ($p < 0,05$) ou valores próximos ($p < 0,1$). Apesar disso, é uma análise que deve ser melhor investigada no futuro, com outros parâmetros que a detalhem melhor. Isso porque o grupo das pessoas que *não gostam ou são indiferentes* à FPS apresentou valores ligeiramente maiores na maioria das variáveis, indicando a característica de eles serem mais empáticos ou não em relação aos que *gostam*. Ambos os testes possuem como foco a análise do traço dos jogadores, o que foi complementado com a análise de quais alterações da EDA ocorriam a cada estímulo.

5.2 Dados psicofisiológicos

Cada jogador teve um arquivo gerado pelo Q Sensor durante a interação com o jogo desenvolvido, contendo o registro dos dados medidos. Esses arquivos foram nomeados automaticamente pelo sensor com data e

horário do experimento e, posteriormente, renomeados com a inclusão do número de identificação do jogador para as análises comparativas posteriores.

A partir dos arquivos do sensor, as informações foram reorganizadas por programas em Perl desenvolvidos com o propósito da integração com os dados dos testes psicológicos. Os registros que eram gravados por linha nos arquivos continham as seguintes informações: nome do jogador, data e hora da medição, valores medidos pelo sensor da temperatura do eletrodo ($^{\circ}\text{C}$) e da EDA (μS), além das variáveis de cada teste psicológico. Com base nesse arquivo, foram calculadas estatísticas descritivas para cada jogador e de acordo com o grupo de estudo (G1 a G5), os dados foram extraídos e gravados nos arquivos correspondentes ao grupo. Também foram gerados arquivos com os dados coletados para cada jogador durante todo o experimento, ou seja, arquivos individuais com os valores da sessão completa do experimento, de tal modo a analisar a variação do nível tônico da EDA ao longo da sessão.

Com base nos valores obtidos, a temperatura dos eletrodos não apresentou nem amplitude e nem desvio padrão que contribua para aumento ou redução da EDA [Martin e Venables 1980; Tao e Tan 2005]. Dessa forma, as alterações dos valores da EDA se devem apenas aos estímulos e serão analisadas em termos do valor médio e do desvio padrão, da raiz quadrada da variância e do comportamento dependente dessa variável, indicando alternância entre resposta tônica e fásica, ou vice-versa. Porém, é necessário avaliar se existe diferença significante estatisticamente, de modo a estender o modo como elas ocorreram neste experimento para o público-alvo analisado.

Tabela 3: Valores de p para comparação dos valores dos intervalos anterior e posterior aos estímulos de cada grupo de estudo

Comparações	Valor-p (Wilcoxon)				
	G1	G2	G3	G4	G5
mintemp2 – mintemp1	0,157	0,564	0,655	0,317	0,317
maxtemp2 – maxtemp1	0,544	0,008	0,210	0,632	0,184
mediatemp2 – mediatemp1	0,170	0,042	0,004	0,033	0,006
s2temp2 - s2temp1	0,032	0,007	0,396	0,861	0,056
mineda2 – mineda1	0,015	0,031	0,025	0,110	0,133
maxeda2 – maxeda1	0,216	0,281	0,087	0,033	0,117
mediaeda2 – mediaeda1	0,046	0,019	0,122	0,016	0,309
s2eda2 - s2eda1	0,007	0,050	0,913	0,753	0,193

Para verificar então se houve ou não diferença significativa entre as intervenções realizadas para cada grupo de estudo, foram utilizados os testes não paramétricos Mann-Whitney, Wilcoxon e Kruskal-

Wallis [Siegel e Castellan Jr 2006], visto que o tipo de amostra atendia aos critérios estabelecidos para uso desses testes. Para todos eles, o nível de significância levado em consideração foi de 0,05, ou seja, 95% de confiabilidade de correlação, que representa o nível indicado para trabalhos acadêmicos, destacados em negrito na Tabela 3. Foram feitos também cálculos considerando o outro nível utilizado, de 90%, de modo a estabelecer quais correlações estariam próximas, que foram sublinhados nessa tabela.

Como pode ser observado na Tabela 3, as medidas do mínimo, média e variância da EDA apresentaram diferenças significativas entre os momentos anterior e posterior ao ataque (coluna G1), além da variância da temperatura que também se mostrou significativa. Nessas condições, para o *estímulo do ataque*, pode-se dizer que houve aumento dos desvios padrão tanto da temperatura quanto da EDA, destacando que a temperatura é referente aos eletrodos com correlação estabelecida com as variações da temperatura da pele por Poh *et al.* [2010]. Além disso, a média da EDA reduziu após o estímulo. A Figura 5 mostra um exemplo desse padrão de alteração, o que sugere que o nível tônico tende a reduzir (traços em destaque vermelho na figura), com o aparecimento da resposta fásica após o estímulo (indicada pelo texto).

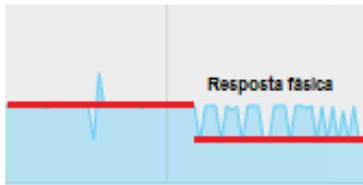


Figura 5: Tendência de redução nível tônico com surgimento resposta fásica

Como Nacke e Lindley [2008] indicaram, o desafio é experienciado como mais ativador do SNS com o surgimento de emoções positivas do que a frustração e o tédio. Alguns relatos registrados nas entrevistas (prévias e posteriores ao experimento) que também confirmaram isso sinalizaram o incômodo no início do jogo pela ausência de combate. Então, para a situação anterior, pode-se dizer que houve a alteração do processo imersivo. Como um dos resultados do teste BIS-11 indicou tendência dos jogadores a gostarem de atividades desafiadoras, principalmente para os que gostam de FPS, a redução do nível tônico reflete esse traço e o aumento do desvio padrão indicando a resposta fásica, sugere o aumento da condutividade elétrica da pele e, portanto, maior estimulação do SNS positiva ou negativamente.

O próximo grupo, coluna G2 da Tabela 3, apresentou diferenças significativas entre os intervalos anteriores e posteriores à *desativação do som*. Elas ocorreram para as medidas de média, do máximo e da variância da temperatura, além das medidas da EDA de mínimo, de média e da variância. Da mesma forma que na análise do grupo anterior, analisaremos apenas a

EDA, visto que a temperatura não apresentou discrepâncias que influenciassem as variações da EDA. Para os valores médios e para os desvios padrão da EDA entre os dois intervalos do G2, anterior e posterior à desativação do som, houve a retomada à aproximadamente o mesmo nível tônico, indicando o término do estímulo que ativou o SNS, o que sugere que o estímulo do som esteja relacionado à ativação e ao processo imersivo. Na Figura 5, é apresentado um exemplo desse tipo de alteração. Nos instrumentos utilizados neste experimento, questionários e relatos, alguns jogadores indicaram que a desativação do som alterou sua concentração no jogo e, portanto, seu estado de imersão [Brown e Cairns 2004]. Além disso, esses dados confirmam os resultados obtidos por Grimshaw *et al.* [2008], que indicavam que o som teve um efeito importante para aumentar a imersão nos experimentos realizados com o jogo comercial de FPS Half-Life 2.

Para o mesmo elemento do jogo, o *som*, também foi analisado o estímulo inverso, a sua *ativação* (grupo G3). Com os valores de *p* da Tabela 3, apenas a média da temperatura e o valor mínimo da EDA apresentaram diferenças significativas estatisticamente. Mesmo para o nível de confiabilidade de 90% houve apenas a inclusão do valor máximo da EDA, sem resultados significativos para a média e a variância da EDA. Porém, para os jogadores deste experimento, houve uma redução no valor médio e aumento da variância da EDA, já indicado no exemplo da Figura 5. Portanto, essas condições sinalizam a alteração da imersão, mas não foram consubstanciadas estatisticamente, somente relacionadas com os jogadores que participaram do experimento realizado nesta pesquisa.

Para o elemento do jogo *textura*, os mesmos estímulos de *desativação* (grupo G2) e *ativação* (grupo G3) utilizados para o som também foram aplicados nos grupos G4 e G5, respectivamente. Porém, em nenhum deles houve diferença significativa para a média e a variância dos valores da EDA. Apesar disso, para a amostra do experimento, o comportamento foi similar. Para *desativação da textura*, houve redução da média e redução da variância (Figura 6) e, para *ativação da textura*, ocorreu também a redução da média e o aumento da variância (Figura 5).

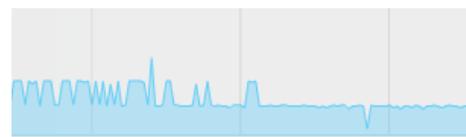


Figura 6: Nível tônico se mantém com interrupção da resposta fásica

Na Tabela 4, pode-se observar que o desvio padrão da EDA aumentou tanto para o *ataque*, quanto para a *ativação do som* e para a *ativação da textura*, com destaque para essa ordem no sentido do maior para o menor valor do desvio padrão, *ataque* com maior valor de desvio em relação à *ativação da textura* com menor

valor. Outro ponto importante observado foram as desativações dos estímulos, com a maior redução do desvio padrão mediante a *desativação do som* em relação à redução do valor do desvio padrão para a *desativação da textura*. Essas observações devem ser melhor investigadas, visto a sugestão de maior influência do som no processo imersivo do que a textura, o que poderia ser explicado pelos relatos também coletados, que sugerem que a desativação do som aumenta a dificuldade e a da textura, reduz.

Tabela 4: Comparação entre os valores médios do desvio padrão dos intervalos anterior e posterior aos estímulos de cada grupo de estudo

Comparações	G1	G2	G3	G4	G5
$\sqrt{s2temp2} - \sqrt{s2temp1}$	0,016	0,016	0,007	0,000	0,014
$\sqrt{s2eda2} - \sqrt{s2eda1}$	0,091	-0,058	0,070	-0,021	0,005

Também foi analisada se a tendência dos níveis tônicos da EDA dos participantes ao longo do tempo de interação com o jogo foi significativamente positiva ou negativa entre os grupos de preferência de FPS, conforme sinalizado como projeto futuro por Nacke e Lindley [2008]. Os grupos de FPS, os que gostam e os que não gostam, apresentaram tendências de medida de EDA aparentemente diferentes. Isto pode ser observado no Gráfico 1, o qual mostra o gráfico do tipo *Boxplot* dos coeficientes angulares das retas de regressões lineares de cada indivíduo para cada um dos grupos. Os coeficientes angulares que não se ajustaram a uma reta receberam valor igual à zero.

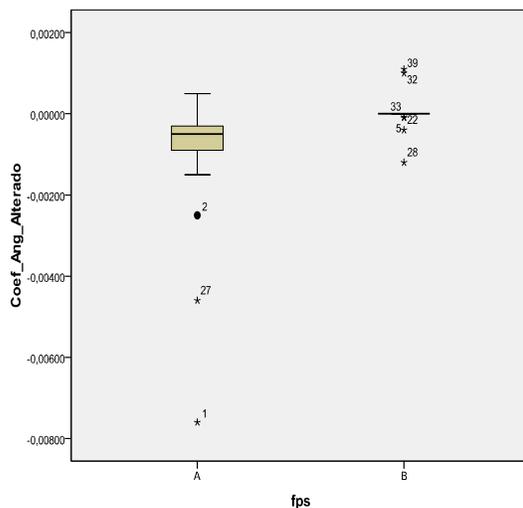


Gráfico 1: *Boxplot* do coeficiente angular da regressão linear das medidas da EDA para os participantes, segundo preferência por FPS

Como pode ser observado no Quadro 2, os grupos de preferências por FPS apresentaram coeficientes angulares diferentes. No Gráfico 1, os grupos foram indicados no eixo X, pela letra A para os que gostam de FPS e pela letra B para os que não gostam ou não

possuem habilidade com FPS. Pode-se visualizar no gráfico e na Figura 7, que ocorre redução dos valores de EDA com o passar do tempo para o grupo que gosta de FPS. E para o grupo que não gosta de FPS ou não possui habilidade, os valores se mantiveram mais estáveis (Figura 8). Isso sugere que a redução do nível tônico ao longo do tempo para os que gostam representa a ocorrência de relaxamento com a interação com o jogo, o que não ocorre para os que não gostam ou não possuem habilidade, sendo que para esses também não resulta em aumento de tensão.

Teste	Coefficiente Angular Alterado
Mann-Whitney U	71
Wilcoxon W	302
Z	-4,068401413
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Quadro 2: Teste Mann-Whitney para comparar coeficientes angulares dos grupos de preferência por FPS



Figura 7: Variação EDA durante toda a sessão da interação com o jogo para participante do grupo que gosta de FPS



Figura 8: Variação EDA durante toda a sessão da interação com o jogo para participante do grupo que não gosta de FPS ou não possui habilidade

6. Conclusão

O conhecimento do fluxo imersivo nas interações com jogos digitais é fundamental para a construção e revisão do processo de produção de tais obras, assim como para a análise de como ocorre a consumação da experiência até o seu desfecho. Os dados foram coletados por meio de testes psicológicos de autorrelato para os construtos de empatia e impulsividade, questionários e entrevistas, aplicados em jogadores utilizando o Q Sensor. Com base nas análises dos dados, foi possível constatar alterações significativas da EDA para situações de ataque e desativação do som. E, no caso da desativação da textura, ativação do som ou da textura, observações foram registradas, apesar de as diferenças não serem significativas. Nas respostas obtidas a partir dos questionários, das entrevistas e dos relatos dos jogadores, foi constatado que a intervenção com alteração do elemento do som gerava maior ativação ou desativação do Sistema Nervoso Simpático do que em situações similares com alterações da textura. Em relação aos construtos de empatia e impulsividade, foi constatado que jogadores que gostam de FPS apresentaram tendência a maior impulsividade do que os que não gostam ou não possuem habilidade e, para a maioria dos jogadores, independente da preferência por

jogos do tipo FPS, foram obtidos níveis de altruísmo elevados. Movimentações posturais e gestos foram exemplificados como forma de expressão de envolvimento emocional e fisiológico do jogador com o jogo, estabelecendo mostras de estarem inseridos em processo imersivo. O fato das alterações estéticas gerarem alterações dos sinais psicofisiológicos aponta para a necessidade de estudos mais aprofundados com o uso de outros tipos de medidas psicofisiológicas, além da análise em outros gêneros de jogos. Os resultados apresentados podem ser utilizados na construção de um jogo ou mesmo na avaliação de seu uso em outros processos, tal como no processo terapêutico.

Referências

- AFFECTIVA, 2013. *Q User Manual* [online] Affdex Portal. Available from: qsensor-support.affectiva.com [Accessed 23 July 2014].
- APPELMAN, R., 2007, Experiential Modes of Game Play. In: *Proceedings of DiGRA 2007 Conference*, Tokyo, 815-822.
- BOUCSEIN, W., 2011, *Electrodermal Activity*. New York: Springer, 624 p.
- BROCKMYER, J.H., FOX, C.M., CURTISS, K.A., MCBROOM, E., BURKHART, K.M. AND PIDRUZNY, J.N., 2009, The development of the Game Engagement Questionnaire: A measure of engagement in video game-playing. In: *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 624-634.
- BROWN, E. AND CAIRNS, P., 2004, A Grounded Investigation of Game Immersion. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Viena, 1297-1300.
- CSIKSZENTMIHALYI, M., 2008, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper Perennial Modern Classics, 336 p.
- DAWSON, M.E., SCHELL, A.M. AND FILION, D.L., 2007, The Electrodermal System. In: *Cacioppo, J.T., Tassinari, L., Louis, G. and Berntson, G. Handbook of Psychophysiology*. 3th., New York: Cambridge University Press, 159-181.
- DE KORT, Y.A.W., ISSSELSTEIJN, W.A. AND POELS, K., 2007, Digital Games as Social Presence Technology: Development of the Social Presence in Gaming Questionnaire (SPGQ). In: *Proceedings of PRESENCE 2007*, Barcelona, 1-9.
- FALCONE, E.M.O., FERREIRA, M.C., LUZ, R.C.M., FERNANDES, C.S., FARIA, C.A., D'AUGUSTIN, J.F., SARDINHA, A. AND PINHO, V.D., 2008, Inventário de Empatia (I.E.): desenvolvimento e validação de uma medida brasileira. In: *Periódicos Eletrônicos em Psicologia*, Porto Alegre.
- GRIMSHAW, M., LINDLEY, C.A. AND NACKE, L., 2008, Sound and immersion in the first-person shooter: mixed measurement of the player's sonic experience. In: *Games Computing and Creative Technologies: Conference Papers*. Paper 7, Bolton.
- LEITE, I., HENRIQUES, R., MARTINHO, C. AND PAIVA, A., 2013, Sensors in the Wild: Exploring Electrodermal Activity in Child-Robot Interaction. In: *Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, Tokyo, 41-48.
- MALLOY-DINIZ, L.F., 2010, Tradução e adaptação cultural da Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11) para aplicação em adultos brasileiros. In: *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, 99-105.
- MARTIN, I. AND VENABLES, P.H., 1980, *Techniques in psychophysiology*, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- MEHRABIAN, A. AND EPSTEIN, N., 1972, A measure of emotional empathy. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, Nova Jersey, v. 40, n. 4, 523-543.
- MENDONÇA, R.L. AND MUSTARO, P.N., 2012, Immersion: Immersion and Emotion in Digital Games. In: *Proceedings of the XI Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment (SBGAMES), 2-4 November 2012 Brasília*. IEEE, 102-113.
- NACKE, L. AND LINDLEY, C.A., 2008, Flow and immersion in First-Person Shooters: Measuring the player's gameplay experience. In: *Future Play '08 Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share*, ACM, New York, Nov. 2008, p. 8-88.
- POH, M., SWENSON, N.C. AND PICARD, R.W., 2010, A Wearable Sensor for Unobtrusive, Long-Term Assessment of Electrodermal Activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, v. 57, n. 5, 1243-1252.
- SIEGEL, S. AND CASTELLAN J.R., N.J., 2006, *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 448 p.
- SILVEIRA, J.C.C., 1993, *Psychophysiological Studies of Hostility in Normal Subjects and Psychiatric Patients*, 271f. Thesis (Ph.D.), University of London, Institute of Psychiatry, London.
- STANFORD, M.S., MATHIAS, C.W., DOUGHERTYB, D.M., LAKEA, S.L., ANDERSONA, N.E. AND PATTONA, J.H., 2009, Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. In: *Journal of Personality and Individual Differences*, Philadelphia, v. 47, n. 5, 385-395.
- SWEETSER, P. AND WYETH, P., 2005, GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment*, New York, v. 3, number 3, p.3.
- TAO, J. AND TAN, T., 2005, Affective Computing: A Review. In: *Proceedings of 1st International Conference in Affective Computing and Intelligent Interaction*, Beijing, v. 3784, 981-995.
- WEDDLE, A.B. AND YU, H., 2013, How Does Audio-Haptic Enhancement Influence Emotional Response to Mobile Media? In: *Fifth International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 158-163.