

Análise da experiência do usuário numa abordagem psicofisiológica: exposição a um game-ebook

Análisis de la experiencia del usuario en un abordaje psicofisiológico: la exposición a un game-ebook

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
(Brasil)

Karen Cristine Teixeira
Luciano Caminha Junior
Diego Schmaedech Martins
Emilio Takase
kkmclean@gmail.com

Resumo

O objetivo foi verificar, em relação à experiência do usuário, os efeitos psicofisiológicos da interação com um game-ebook de treinamento profissional. Participaram 35 trabalhadores de indústria que responderam à escala de humor de Brunel pré e pós-interação. Enquanto jogavam tinham sua variabilidade da frequência cardíaca (VFC) monitorada. O humor apresentou correlações com desempenho, o indicador tensão apresentou a maior delas ($r = -0,36$). A VFC foi sensível às diferentes tarefas, a passagem da animação para a leitura aumentou a estimulação simpática e parassimpática, enquanto a leitura para o mini-game produziu incremento parassimpático. Constataram-se também correlações moderadas com desempenho: para homens o LF na linha de base apresentou correlação de 0,51, enquanto para mulheres o D2 durante a base apresentou $r = 0,68$. Constatou-se que o game-ebook obteve sucesso em modificar positivamente o humor, diminuindo tensão e fadiga.

Unitermos: Variabilidade da frequência cardíaca. Jogos eletrônicos educativos. Experiência do usuário.

Resumen

El objetivo fue verificar, en relación a la experiencia del usuario, los efectos psicofisiológicos de interacción con un game-ebook de entrenamiento profesional. Participaron 35 trabajadores industriales que respondieron a escala de estado de ánimo de Brunel pré y post-interacción. Mientras jugaban fue monitoreada su variabilidad de frecuencia cardíaca (VFC). El estado de ánimo mostró correlaciones con el rendimiento, el indicador tensión mostró el más elevado ($r = -0,36$). La VFC fue sensible a las diferentes tareas, la transición de la animación para lectura aumentó la estimulación simpática y parasimpática, mientras que la lectura para mini-game produjo un incremento parasimpático. Se comprobaron las correlaciones moderadas con el rendimiento: para los hombres el LF en la línea de base se presentó una correlación de 0,51, mientras que para las mujeres el D2, durante la base, presentó $r = 0,68$. Se constató que el game-ebook logró cambiar positivamente el estado de ánimo, reduciendo tensión y fatiga.

Unitermos: Variabilidad del ritmo cardíaco. Juegos electrónicos educativos. Experiencia del usuario.

Recepção: 23/08/2015 - Aceitação: 05/10/2015

EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 20, Nº 209, Octubre de 2015. <http://www.efdeportes.com/>

1 / 1

Introdução

Os chamados serious games se diferenciam dos demais por não apresentarem como propósito principal a diversão e o entretenimento e são definidos como competições físicas ou mentais, com regras específicas, que objetivam produzir diversão ou recompensa ao participante (Zyda, 2005). A efetividade do processo de aprendizagem pela simulação é o objetivo principal dessa categoria de games e há outras características concernentes ao jogo eletrônico que auxiliam na promoção do engajamento do jogador, além da diversão (Prensky, 2001).

A análise da experiência do usuário pode ser realizada através de uma abordagem qualitativa na forma de entrevistas e grupos focais, mas é a abordagem quantitativa na forma de questionários que formam a base tradicional de testes de EU (Nacke, Drachen & Göbel, 2010). Os questionários têm se focado prioritariamente nos aspectos de divertimento dos jogos eletrônicos, no entanto dimensões como tensão, frustração e afeto negativo recentemente tem ganhado espaço (Nacke et al, 2010). Entretanto, a necessidade de respostas que fossem além das auto-reportadas pelos sujeitos incentivou o desenvolvimento de outros métodos de investigação da EU.

Na análise da EU a partir de sinais psicofisiológicos, infere-se estados psicológicos a partir da interpretação do comportamento do sistema nervoso dentro de determinado contexto (Mandryk, Inkpen & Calvert, 2006). Um aumento em indicadores de ativação simpática durante determinada tarefa, sugere que o indivíduo está mais mobilizado para a ação, envolvido na atividade que está realizando (Giakoumis et al, 2009). A interpretação desta mobilização, no

entanto, não deve ignorar os fatores ambientais e de contexto, o mesmo aumento nos indicadores de 37 ativação simpática podem ser fruto de elementos externos à atividade como ruídos no ambiente, movimentação do sujeito ou conversa com o pesquisador, sendo necessário portanto, controle destas variáveis intervenientes durante a realização de uma avaliação.

No contexto dos jogos eletrônicos a VFC vem sendo utilizada como indicador de estresse mental, performance cognitiva, dificuldade das tarefas e envolvimento no jogo. É percebido um predomínio em pesquisas que focam a relação que os componentes da VFC possuem com a carga de trabalho mental, este construto é utilizado como sinônimo de estresse mental e refere-se à quantidade de esforço cognitivo que determinada tarefa exige do indivíduo (Sun et al, 2012). Mukherjee e colaboradores (2011) encontraram correspondências entre esforço mental e VFC em diversos indicadores, mas relatam que os componentes do domínio do tempo se relacionam de forma mais forte com esse fenômeno.

A VFC tem se mostrado sensível também aos níveis de dificuldade da tarefa. Lin e colaboradores (2006) verificaram que mudanças de nível iniciante para intermediário e especialista acompanham mudanças significativas de mesma direção nos indicadores média da frequência cardíaca e no componente LF do domínio do tempo. Este fenômeno foi verificado também por Rowe, Sibert, Irwin, (1998). Mandryk, Inkpen e Calvert (2006) relatam que apesar da frequência cardíaca se alterar de acordo com o nível da tarefa em sujeitos inexperientes ou com pouca experiência, esse efeito não é percebido em usuários experientes. Estes resultados vão de encontro aos achados nas pesquisas de estresse mental, sendo a dificuldade da tarefa um promotor de exigência cognitiva. Elas partilham a noção de que maior nível de esforço cognitivo é acompanhado por mecanismos de modulação simpática no organismo, aumentando o indicador LF e a frequência cardíaca.

A relação entre desempenho no jogo e VFC também tem sido observada. Drucaroff e colaboradores (2011) verificaram que o indicador LF na linha de base é capaz de prever o desempenho em tarefa de 45 tomada de decisão. Cowley, Ravaja e Heikura (2012) verificaram que aumento no RMSSD durante o jogo acompanha melhores pontuações e aprendizagem final em um jogo eletrônico educativo. Leone e colaboradores (2012) observaram que durante uma partida de xadrez a frequência cardíaca é capaz de prever o desempenho dos jogadores e a qualidade da tomada de decisão no jogo.

Relacionando VFC e aspectos de imersão, Lin e colaboradores (2006) observaram que aumento na frequência cardíaca em diferentes momentos de um jogo eletrônico acompanhou a análise pessoal dos sujeitos sobre os momentos divertidos e imersivos. Algoritmos baseados na frequência cardíaca também se mostraram sensíveis à declaração de diversão por crianças (Mandryk, Atkins, Inkpen, 2006). Giakoumis e colaboradores (2009) verificaram que momentos de sonolência e tédio descritos em um questionário acompanharam aumento no indicador HF do domínio da frequência, enquanto que aumento na frequência cardíaca e no indicador LF associou-se a momentos de imersão, concentração e envolvimento no jogo.

Desta forma, o objetivo deste artigo é verificar, do ponto de vista da experiência do usuário, os efeitos psicofisiológicos da interação com um jogo eletrônico interativo de treinamento profissional para trabalhadores de indústrias. De que forma o conteúdo interativo sobre equipamentos de proteção individual (EPI) mobiliza os trabalhadores da indústria, focando a interação do usuário com a mídia e os efeitos que a mesma provoca no sujeito, ou seja, sua experiência.

Método

Participaram 35 trabalhadores da indústria, sendo 18 do sexo masculino e 17 do sexo feminino, com média de idade de 30,63 anos (DP = 7,44). Como critério de inclusão, os participantes deveriam possuir no mínimo um ano de trabalho no segmento da indústria, sendo a média de anos de trabalho dos participantes da amostra igual a 7,26 anos.

Os trabalhadores foram previamente informados sobre a natureza da pesquisa e instruídos quanto a suas implicações éticas. Após a instrução verbal, procedeu-se a leitura dos Termos de Consentimento e assinatura dos participantes de acordo.

A coleta foi realizada nas instalações de uma indústria, em sala planejada para treinamento dos trabalhadores através de computadores. Primeiramente os participantes responderam a Escala de Estados de Humor Brasileira (BRUMS) e a uma ficha de identificação, para caracterização da amostra, contendo dados demográficos relacionados a idade, sexo, escolaridade, tempo de trabalho em indústrias e tempo de trabalho na indústria atual.

A Escala de Estado de Humor Brasileira – BRUMS (Rohlf's et al, 2008) objetiva a mensuração de estados de humor. O instrumento contém 24 palavras que descrevem indicadores de humor. O sujeito deve responder como se sente no momento, indicando o quanto cada uma das palavras, que se referem a sentimentos, descrevem seu estado atual numa escala ordinal que varia de zero (nada) a quatro (extremamente). Os resultados geram indicadores em seis fatores de humor: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor.

Em seguida os trabalhadores foram instruídos a colocar a cinta torácica do freqüencímetro cardíaco. O freqüencímetro Cardíaco Polar modelo RS600 foi utilizado para medir a VFC dos participantes. O freqüencímetro é capaz de registrar cada um dos intervalos de tempo entre cada batimento cardíaco em milissegundos (intervalo RR). Após a colocação da cinta torácica os participantes foram acomodados cada um em um computador com tela de vinte polegadas. Foi explicado o procedimento da coleta e então esta foi iniciada com uma linha de base da VFC de três minutos de duração. A linha de base, bem como a pós-atividade, permite a comparação do estado fisiológico do sujeito antes, durante e depois da aplicação do estímulo.

Foi fixado um tempo de três minutos para linha de base e pós-atividade, primeiramente pela necessidade dos participantes voltarem a seus postos de trabalho e, em segundo lugar, pois o tempo mínimo para o cálculo do índice do componente de baixa freqüência da VFC são dois minutos (Task Force, 1996). Após a linha de base os sujeitos iniciaram a interação com o game-ebook e assim permaneceram até seu término, sempre com sinal cardíaco sendo monitorado.

O game-ebook de treinamento sobre Equipamentos de Proteção Individual (EPI) - Consiste de 11 atividades interativas ambientadas num bairro industrial no qual o usuário deve explorar diferentes indústrias e conhecer os EPIs necessários para a execução das tarefas da indústria de forma segura. Cada atividade é precedida por uma breve explicação teórica sobre os EPIs envolvidos na tarefa, no formato livro, e acompanhada posteriormente de um momento de animação gráfica. O desempenho dos participantes no jogo é dado pela porcentagem de acertos em função do tempo demandado para resolução.

Terminada a interação com a mídia, os trabalhadores voltaram a responder o BRUMS. Os dados provenientes da coleta foram categorizados e analisados primeiramente de forma isolada e posteriormente cruzados para uma compreensão mais ampla da interação com a mídia. A tabulação de todos os dados foi realizada por meio do software Microsoft Excel, bem como a elaboração das tabelas apresentadas. Toda a análise estatística, tanto descritiva quanto inferencial foi realizada com o auxílio do software Stata SE 12.

Os indicadores de estados de humor foram analisados relacionando pré e pós-interação com a mídia. Foi gerada então estatística descritiva e foram comparados os dois momentos de forma absoluta e separados por sexo. Para a comparação dos momentos utilizou-se o teste de hipótese não paramétrico Wilcoxon para medidas repetidas. Para análise da VFC, os intervalos RR foram analisados e foram gerados os índices por meio do software Kubios HRV. Os índices foram posteriormente analisados quantitativamente por meio de estatística descritiva e inferencial.

Para verificar se as diferenças entre o tipo de atividade (leitura do livro, mini-game e animação) provocaram

alterações significativas nas variáveis na VFC optou-se por realizar o teste de variância ANOVA nas médias dos indicadores de VFC. Por presumir normalidade nas variáveis realizou-se transformações matemáticas na variável médiaSDNN ($1/x^3$). Utilizou-se também o procedimento de análise de variância ANOVA para a verificação das diferenças entre atividades para ambas as variáveis. As variáveis foram transformadas através de exponenciação quadrática para assumirem distribuição normal médiaLF (x^2) e médiaHF (x^2).

Resultados e discussão

Com relação aos estados de humor, numa análise geral, observou-se que após a mídia houve diminuição nos indicadores raiva, confusão, depressão, fadiga e tensão. Devido ao tamanho da amostra, as variáveis de estado de humor pré e pós-interação não assumiram distribuição normal. Os atributos raiva ($p < 0,01$), confusão ($p = 0,02$), depressão ($p < 0,01$) e fadiga ($p < 0,01$) apresentaram diferenças estaticamente significantes antes e depois da prática do jogo.

Estes resultados refletem o efeito da prática de jogos eletrônicos de promover sensação de relaxamento nos indivíduos, inclusive em atributos psicológicos como o estado de humor. É importante observar que mesmo a prática do conteúdo interativo tendo promovido um efeito de relaxamento, ela não foi acompanhada de sensação de fadiga e confusão, associadas normalmente aos treinamentos profissionais com metodologia expositiva. Os dados demonstram uma alteração positiva do humor, o que beneficia a experiência do usuário e a aprendizagem (Wu, Tzeng & Huang, 2014; Bowman & Tamborini, 2012).

Já em relação aos dados psicofisiológicos, primeiramente observou-se o comportamento das variáveis do domínio do tempo: média da frequência cardíaca (FC); SDNN; RMSSD e pNN50. Percebe-se que os momentos de animação foram os que promoveram maior VFC em todas as variáveis, mas por outro lado, os momentos de leitura foram os que apresentaram menores índices de VFC. Com exceção da médiaPNN50 todas as variáveis apresentaram diferenças significativas entre o tipo de atividade (Tabela 1), o que demonstra que há diferentes respostas fisiológicas para cada demanda e atividade específica, sendo necessário ao sujeito efetuar a modulação do SNA (Lin, Hu, Mamiya & Omata, 2006).

Tabela 1. Estatística descritiva e ANOVA para tipo de atividade x domínio do tempo

Índices	Livro		Mini-game		Animação		F	p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP		
RR	764,41	4,53	774,32	6,08	763,79	6,2	12,01	< 0,01*
SDNN	44,94	3,14	44,15	2,22	54,4	9,72	17,75	< 0,01*
RMSSD	31,45	0,85	31,67	1,31	32,66	1,22	3,48	0,04*
PNN50	11,87	1,11	12,06	1,07	12,47	1,04	0,89	0,42

* Significância estatística

Em seguida observou-se o comportamento das variáveis do domínio da frequência LF e HF (Tabela 2). Assim como as variáveis do domínio do tempo, essas foram mensuradas para cada um dos momentos da mídia. Observa-se que o tipo de tarefa provocou variações significativas nestas variáveis. A variação mais expressiva é a alteração de estado provocada pela passagem da atividade "animação" para a atividade "leitura", nesta situação ambos os componentes apresentaram crescimento em magnitude.

A alteração conjunta de mesmo sentido durante a atividade de leitura sugere que nesta situação o aumento no componente HF (parassimpático) não se deu por relaxamento ou tédio, mas sim por aumento na demanda cognitiva da tarefa de leitura e compreensão (Luft, Takase & Darby, 2009). As variáveis médiaLF e médiaHF apresentaram diferenças significativas durante as diferentes tarefas. Isto indica que o usuário foi afetado de forma diferente em cada uma das atividades.

Este impacto reforça a idéia de que cada tipo de atividade provocou um efeito fisiológico diferente nos usuários, modulando sua experiência (Mukherjee, et al, 2011; Lin, Hu, Mamiya & Omata, 2006). O aumento do índice LF pode estar relacionado a momentos de imersão proporcionados pela experiência com o game-ebook, que levam o sujeito a uma maior concentração em relação às tarefas (Giakoumis et al, 2009).

Tabela 2. Estatística descritiva e ANOVA para tipo de atividade x domínio da frequência

Índices	Livro		Mini-game		Animação		F	P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP		
LF	50,494	4,61	42,247	2,63	42,644	7,45	10,34	< 0,01*
HF	23,177	3,36	23,888	2,53	17,276	4,36	12,38	< 0,01*

* Significância estatística

Observa-se que os homens obtiveram um desempenho médio no jogo superior as mulheres, porém variaram mais internamente, alcançando o desempenho máximo e mínimo da amostra total. Os resultados dos escores masculinos e femininos foram em seguida comparados através do teste não-paramétrico de Wilcoxon para amostras independentes. O teste rejeita a hipótese nula de igualdade ($T = 2,51$ e $p = 0,01$), indicando diferenças significativas entre o desempenho dos homens e das mulheres. Em seguida analisou-se o desempenho geral em relação à escolaridade dos trabalhadores.

Tratando-se de amostras de tamanhos diferentes e dados não normais, optou-se por utilizar o teste para amostras independentes em mais de duas condições Kruskal-Wallis para análise da escolaridade. O teste não identificou diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes escolaridades ($\chi^2 = 4,41$ e $p = 0,49$), aceitando a hipótese nula de igualdade entre as diferentes condições. Este resultado indica que mesmo trabalhadores com menor formação escolar formal possuem condição de interagir com o jogo eletrônico em nível compatível com seus pares com maior instrução.

Os resultados da análise dos dados de estados de humor apontaram para diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) em quatro (raiva, confusão, depressão e fadiga) dos seis atributos de humor na comparação entre os momentos pré-interação com o jogo e pós. Apenas os indicadores Tensão e Vigor não apresentaram diferenças significativas. Estes resultados apontam para um efeito de restauração do indivíduo no período da prática do jogo (Bowman & Tamborini, 2012). Pode-se inferir que o intervalo de uma hora entre as atividades rotineiras de serviço provocariam resultados similares mesmo sem a prática do jogo, não sendo, portanto o jogo em si, mas o intervalo de descanso, que provocariam estes efeitos.

No entanto, durante todo o período da experiência o sujeito não esteve num descanso passivo, mas sim numa dinâmica de treinamento profissional. Isso sugere que o jogo eletrônico foi eficaz ao proporcionar conhecimento de uma maneira suave, sem fatigar o sujeito ou provocar cansaço (Mukherjee et al, 2011; Sun et al, 2012). Características estas que compõem as principais queixas dos treinamentos empresariais tradicionais no formato expositivo.

A análise dos dados fisiológicos foi realizada tendo como parâmetro a característica da atividade que estava sendo realizada, leitura do livro, mini-game ou animação. A partir da análise gráfica observou-se que estas tarefas provocavam efeitos distintos na experiência do jogador, modulando-a de forma consistente durante todo o processo do jogo (Mandryk et al, 2006). Os momentos de leitura foram os que provocaram maior estimulação simpática e menor VFC, enquanto os momentos de animação obtiveram maior VFC e redução na estimulação simpática. Este efeito sugere que enquanto a atividade de leitura ativava o indivíduo para uma demanda cognitiva mais exigente, os momentos de animação provocavam efeito contrário relaxando o indivíduo (Giakoumis et al, 2009).

A comparação estatística dos tipos de atividade demonstraram que as diferenças entre os momentos foram

significativas ($p < 0,05$) para todos os indicadores do domínio do tempo com exceção da variável pNN50. A análise do domínio da frequência foi de encontro aos achados do domínio do tempo apontando diferenças significativas entre as tarefas nas variáveis LF e HF ($p < 0,05$). Nas atividades de leitura observou-se um efeito conjunto de aumento de LF e HF. Este efeito sugere que a atividade de leitura provocou mobilização do indivíduo e que esta mobilização está relacionada ao aumento da demanda cognitiva que a tarefa por natureza provoca (Cowley, Ravaja & Heikura, 2012; Drucaroff et al, 2011).

Considerações finais

Os resultados indicam que a experiência com o ebook provoca um efeito de restauração nos sujeitos, em relação aos estados de humor. Nos momentos relacionados à leitura das informações relativas aos EPIs foi possível verificar, através dos indicadores da VFC, ativação simpática e conseqüentemente cognitiva, sugerindo atenção e imersão na atividade. Já durante as animações os sujeitos experimentaram relaxamento, o que caracteriza o ebook como uma atividade que promove a modulação cardíaca e, da mesma forma, psicológica.

Para futuras pesquisas, a adição de análise de componentes emocionais em tempo real com categorias como alegria, tristeza, raiva ou tédio, pode acrescentar dados complementares. A partir deles é possível determinar, no fluxo do jogo, quais momentos provocam quais reações e determinar quão positiva ou negativa foi a experiência do jogador nestes períodos. Outro fator importante pode ser o controle de mais variáveis, como a aplicação do jogo fora do período de trabalho, para afastar a hipótese de o intervalo de trabalho se caracterizar como uma terceira variável em relação aos efeitos psicofisiológicos apresentados.

Bibliografia

- Bowman, N. D. & Tamborini, R. (2012). Task demand and mood repair: the intervention potential of computer games. *New Media & Society*, 0(0), 1-19.
- Cowley, B., Ravaja, N. & Heikura, T. (2013). Cardiovascular physiology predicts learning effects in a serious game activity. *Computers & Education*, 60(1), 299–309.
- Drucaroff, L. J., Kievit, R., Guinjoan, S. M., Gerschovich, E. R., Cerquetti, D. et al. (2011). Higher autonomic activation predicts better performance in Iowa gambling task. *Cognitive and behavioral neurology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, 24(2), 93-8.
- Giakoumis, D., Vogianou, A., Kosunen, I., Devlaminck, D., Ahn, M. et al. (2009). Multimodal monitoring of the behavioral and physiological state of the user in interactive. Genova: Proceedings of the eNTERFACE.
- Leone, M. J., Petroni, A., Fernandez Slezak, D. & Sigman, M. (2012). The tell-tale heart: heart rate fluctuations index objective and subjective events during a game of chess. *Frontiers in human neuroscience*, 6(273), 1-18.
- Lin, T., Hu, W., Mamiya, A. & Omata, M. (2006). Large display size enhances user experience in 3D games. Canada: Proceedings of Smart Graphics, 6th International Symposium, 257–262.
- Mandryk, R. L., Atkins, M. S. & Inkpen, K. M. (2006). A continuous and objective evaluation of emotional experience with interactive play environments. *CHI Proceedings*, 1027-1036.
- Mukherjee, S., Yadav, R., Yung, I., Zajdel, D. P. & Oken, B. S. (2011). Sensitivity to mental effort and test-retest reliability of heart rate variability measures in healthy seniors. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 122(10), 2059–66.
- Nacke, L. E., Drachen, A. & Göbel, S. (2010). Methods for Evaluating Gameplay Experience in a Serious Gaming

Context. International Journal of Computer Science in Sport (Special Edition), 9, s/p.

- Prensky, M. (2001). Digital Natives, digital immigrants. NCB University Press online, 9(5), s/p.
- Rohlfs, I. C. P. de M., Rotta, T. M., Luft, C. di B., Andrade, A., Krebs, R. J. & Carvalho, T. de (2008). A Escala de Humor de Brunel (Brums): Instrumento para Detecção Precoce da Síndrome do Excesso de Treinamento. Revista brasileira de medicina do esporte, 13(3), 176-181.
- Rowe, D. W., Sibert, J. & Irwin, D. (1998). Heart rate variability: indicator of user state as an aid to human-computer interaction. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 480-487.
- Sun, F., Kuo, C., Cheng, H., Buthpitiya, S., Collins, P. et al. (2012). Activity-aware mental stress detection using physiological sensors. Mobile Computing, Applications, and Services, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, 76, 211-230.
- Task Force of the European Society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. European Heart Journal, 17, 354-381.
- Wu, C., Tzeng, Y. & Huang, Y. M. (2014). Understanding the relationship between physiological signals and digital game-based learning outcome. Journal of Computers in Education, 1(1), 81-97.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. IEEE Computer Society, 38(9), 25-32.