

resposta automática, o jogador deve fazer o oposto ao solicitado quando aparecer o personagem indicado.

4. Avaliação

Com a finalidade de validar a jogabilidade, além de verificar se os jogos são capazes de realizar a estimulação das FE pretendidas, foram realizadas duas avaliações distintas, sendo uma de jogabilidade e outra com juízes especialistas do domínio. A atividade com os juízes especialistas foi realizada primeiro e, em seguida, as sugestões advindas desta primeira avaliação foram implementadas no Exergame. Então, após o término deste desenvolvimento, foi realizada a avaliação com uma criança utilizando o jogo para avaliar a jogabilidade. Quanto aos aspectos éticos é importante mencionar que o projeto descrito neste artigo foi avaliado pelo comitê de ética com parecer favorável. As subseções a seguir descrevem esses dois momentos de avaliação.

4.1. Análise de Juízes Especialistas

A fase de análise por juízes especialistas foi realizada junto à dois profissionais com experiência em neuropsicologia, onde cada atividade do jogo foi avaliada por estes. Quanto a experiência na área de especialização, o Juiz A possui 9 anos de experiência, já o Juiz B é especialista há 13 anos. A avaliação dos juízes ocorreu na sala do Grupo de Pesquisa Neuropsicologia Clínica e Experimental da PUCRS. Primeiro, foi realizada uma apresentação e demonstração de cada uma das atividades presentes no jogo para os juízes. A avaliação foi gravada em áudio e, após a avaliação, cada comentário sobre os jogos foi cuidadosamente analisado e discutido com a equipe de desenvolvimento. Houve algumas reformulações, descritas na seção de resultados.

Além disso, os juízes avaliadores receberam um instrumento dividido em duas etapas. Uma etapa tinha como objetivo verificar qual a Função Executiva (Memória de Trabalho - MT, Controle Inibitório - CI e Flexibilidade Cognitiva - FG) o juiz julgava predominante em cada um dos sete mini-games. A outra etapa consistia em questionar os juízes sobre 3 diferentes temas alusivos a cada uma das sete atividades (mini-games) e sobre a narrativa lúdica criada, especificamente, para explicar o que é o controle inibitório às crianças participantes do projeto. Assim, as questões apresentadas aos juízes eram: 1) As descrições e instruções estão claras; 2) Atividades adequadas para crianças do público alvo e 3) Há coerência entre a atividade (mini-game) e o objetivo.

As respostas sobre as questões destacadas ocorriam através do julgamento em escala de 0 até 5, onde 0 – discordo totalmente, 1 – discordo, 2 - discordo parcialmente, 4 - concordo, 5 - concordo totalmente. Neste contexto, para calcular a concordância dos julgamentos dos dois juízes, aplicou-se o índice Kappa (FONSECA, 2013), representado pela seguinte fórmula: $k = (\Sigma fa - \Sigma fe) / (N - \Sigma fe)$, na qual Σfa é o somatório do acordo observado entre os dois juízes. Já o Σfe é o somatório devido ao acaso. O emprego do índice nos dados coletados é apresentado na seção 5.

4.2. Avaliação da Jogabilidade

Para avaliar a jogabilidade do Exergame foi realizada uma aplicação piloto, de 5 sessões, com uma criança que nunca teve contato com o projeto ou mesmo com o jogo, a criança participante é um menino de 10 anos de idade.

A avaliação empírica, utilizando de uma variação do método de *Think Aloud* (LEWIS, C., 1982), possibilitou verificar a curva de dificuldade dos jogos, que traça o quão complexa cada atividade tende a ficar conforme o jogador progride entre os níveis, bem como, uma averiguação acerca das regras e das narrativas, observando se elas eram assimiladas pela criança. Além disso, foi possível detectar possíveis problemas técnicos que deveriam ser resolvidos. As aplicações ocorreram em cinco sessões de uma hora de duração, sempre às quartas-feiras, sendo uma vez por semana, no horário das 18h30min. Todas as sessões foram registradas em vídeos (por duas câmeras e a captura de tela do jogo para que fosse possível acompanhar o desempenho da criança) e acompanhadas de pelo menos dois membros da equipe de desenvolvimento. Cada uma das sessões de avaliação possuía como objetivo principal testar todas as jogabilidades presentes no jogo. Enquanto esse processo ocorria, o jogo era alterado com base nas observações do teste realizado na semana anterior. Assim, na primeira aplicação do jogo, a equipe explicou brevemente à criança o intuito do projeto, as atividades previstas para o dia e o cronograma dos próximos encontros.

Em seguida foi realizado o cadastro da criança no jogo e foram apresentadas duas cenas de narrativa lúdica presentes no jogo, contextualizando o universo ficcional. Em seguida, foi exibida a parte da narrativa que aborda questões referentes ao Controle Inibitório. Calibrou-se o Kinect para a altura da criança, de modo a proporcionar a experiência de jogo adequada. Devido ao tempo limitado para a aplicação, não foi possível à criança experimentar todas os sete mini-games, porém, todas as narrativas foram exibidas. Neste primeiro dia, as atividades escolhidas para jogar foram: **Explorador, Pulando Asteroides e Laboratório Estelar.**

Entre a segunda e a quarta sessão, a criança pôde sempre jogar todas as setes atividades, por pelo menos cinco minutos cada. Também era permitido que acessasse o tutorial do jogo sempre que necessário. Na quinta e última sessão da aplicação piloto, as sete atividades foram novamente jogadas pela criança. Ao final, após todas as atividades terem sido experimentadas, foi exibida a cena de narrativa do Encerramento, onde é dado o contexto de fechamento do jogo, a fim de entregar a criança uma sensação de conclusão e de dever cumprido. Esta sessão deu fim à etapa da aplicação piloto. Ao longo das semanas foi possível perceber uma melhora no desempenho da criança nas atividades do jogo, o que se caracterizou pela redução na quantidade de jogadas erradas, ainda que a dificuldade estivesse crescendo progressivamente.

5. Resultados das avaliações

Esta seção apresenta os resultados das avaliações realizadas pelos juízes e pela observação da jogabilidade da criança enquanto realizada a utilização do jogo.

5.1 Análise de Juízes Especialistas

A Tabela 01 demonstra qual a FE os juízes julgavam predominante em cada uma das sete atividades (mini-games). Pode-se observar que há concordância dos juízes que as atividades estimulam o CI, exceto na atividade “Decifrando Códigos”, onde um avaliador indicou MT como FE predominante e, outro, CI.

No primeiro questionamento sobre se “As descrições e Instruções estão claras” em cada uma das atividades, pode-se observar na Tabela 02 que não ocorreu uma concordância entre os juízes somente na atividade (mini-game) Decifrando Códigos.

Assim, a Tabela 03 demonstra o resumo do índice Kappa desta atividade. Os valores das células diagonais indicam o número de observações de concordância entre os dois juízes. Então, nas demais células estão contidas as discordâncias. Já o total de frequências esperadas (devido ao acaso), obtém-se somando as multiplicações entre o total da linha pelo total da coluna correspondente e, então, dividindo-se esse produto pelo total de observações, logo:

- Somatório de $f_a = 5+1+1 = 7$
- Somatório de $f_e = ((0 \times 0)/8) + ((0 \times 0)/8) + ((1 \times 1)/8) + ((2 \times 1)/8) + ((6 \times 5)/8) = 4,125$
- **Cálculo de Kappa: $(7-4,125) / (8-4,125) = 0,74$**

Tabela 01 – FE predominante na atividade de acordo com os juízes.

Sequência	Mini-Game	Juiz A	Juiz B
1	Pulando Asteroides	CI	CI
2	Decifrando Códigos	MT	CI
3	Túnel Acelerador de Partículas	CI	CI
4	Explorador	CI	CI
5	Arte Galáctica	CI	CI
6	Laboratório Estelar	CI	CI
7	Desafio dos Opostos	CI	CI

Conforme destacado em (FONSECA, 2013), quando o valor de Kappa fica entre 0.40 e 0.75 o acordo entre os juízes pode ser considerado “satisfatório a bom”. Cabe ressaltar que o valor calculado nesta questão ficou próximo de 0.75, já considerado excelente.

Tabela 02 – Concordância entre os juízes referente - pergunta 1

Atividade	Juiz A	Juiz B
Narrativa	5	5
Pulando Asteroides	3	3
Decifrando Códigos	5	4
Túnel A. de Partículas	5	5
Explorador	5	5
Arte Galáctica	5	5
Laboratório Estelar	5	5
Desafio dos Opostos	4	4

Já no segundo e terceiro questionamentos, sobre se os mini-games (atividades) são, respectivamente, “Adequados para crianças do público alvo” e se “Há coerência entre a atividade e objetivo”, é possível observar que os juízes concordaram em todas as questões, atribuindo o valor 5 - Concordo totalmente. Estes valores são apresentados nas Tabela 04 e Tabela 05.

Tabela 03 – Índice Kappa: 0,74 de concordância entre juízes na pergunta 1

		Juiz B - Respostas					
		R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	Total
Juiz A Respostas	R 1						0
	R 2						0
	R 3			1			1
	R 4				1		1
	R 5					1	5
Total		0	0	1	2	5	8

Quando calculado o índice Kappa geral, ou seja, considerando todas as questões e respostas reunidas, o valor resultante é de 0,78. Isso indica uma excelente concordância entre os juízes (FONSECA, 2013). Assim, após a análise da ponderação dos juízes e do áudio que registrou a sessão de avaliação, a equipe de desenvolvimento do projeto realizou uma série de adequações nos jogos, que serão descritas a seguir.

Tabela 04 – Resposta dos juízes - pergunta 2 demonstrando 100% de concordância

Atividade	Juiz A	Juiz B
Narrativa	5	5
Pulando Asteroides	5	5
Decifrando Códigos	5	5
Túnel A. de Partículas	5	5
Explorador	5	5
Arte Galáctica	5	5
Laboratório Estelar	5	5
Desafio dos Opostos	5	5

Tabela 05 – Resposta dos juízes à pergunta 3 demonstrando 100% de concordância

Atividade	Juiz A	Juiz B
Narrativa	5	5
Pulando Asteroides	5	5
Decifrando Códigos	5	5
Túnel A. de Partículas	5	5
Explorador	5	5
Arte Galáctica	5	5
Laboratório Estelar	5	5
Desafio dos Opostos	5	5

A atividade **Pulando Asteroides**, com nota baixa na questão que busca avaliar se as instruções estão claras para o aluno (conforme a Tabela 02), demandou ajustes no tutorial do jogo, onde foi necessário alterar a palavra “pisar no asteroide” para “pular no asteroide”, visando especificar a ação da criança de não só mexer as pernas, mas pular em direção à cor solicitada. Ainda nesse tópico, foi modificada a ordem de apresentação dos elementos: asteroides e painéis de cores. Além disso, foi adicionado um vídeo demonstrativo de uma criança pulando nos asteroides de acordo com as cores certas. No momento seguinte, após apresentar o painel de cores erradas e os asteroides com as cores respectivas, mais um vídeo demonstrativo é proposto, de uma criança pulando nos asteroides sem cor, tal como deve ser realizado durante o jogo. No tutorial, há também um aumento da escala de asteroides coloridos, visando exaltar a cor presente nele. Além disso, os juízes indicaram colocar este jogo como quarto jogo a ser exercitado pelos alunos durante a estimulação cognitiva, pela complexidade envolvendo a jogabilidade.

Também o jogo **Desafio dos Opostos**, com uma nota baixa referente as instruções, passou por modificações, onde foram adicionadas animações ilustrativas do jogador realizando a ação de coletar o item correto e um de coletar o item oposto ao solicitado. Também novas falas (dos personagens) foram inseridas para ilustrar e deixar claro como são solicitadas as coletas. Houve uma discordância entre os juízes na atividade **Decifrando Códigos**, quando questionados sobre as instruções do jogo. Assim, neste jogo foi adicionada uma animação no tutorial que ilustra a ação do jogador – apertar o botão solicitado e apertar o botão especial, deixando mais evidente a ação que o jogador deve realizar quando solicitado. Conforme a análise do áudio dos juízes, o tutorial da atividade **Túnel Acelerador de Partículas** foi melhorado, visando demonstrar de forma mais clara o momento de inversão de câmera e comandos.

Assim, também o **Explorador Espacial** ganhou dois novos vídeos no tutorial, para elucidar a ação do jogador de coletar itens com as mãos esquerda e direita, e outra que demonstra como superar obstáculos presentes no jogo. Ainda, conforme destacado pelos juízes, devido a facilidade de entender esta atividade, ele passa a ser o primeiro a ser aprendido na lista de seleção de jogos, trocando de lugar com o Pulando Asteroides. Na atividade **Arte Galáctica**, no tutorial, foi adicionada uma animação ilustrativa para que a criança entenda a ação de parar a mosca, bem como o movimento da mão para acertar a bolinha. Conforme observado no áudio dos juízes, na atividade **Laboratório Estelar** devia ser melhorada a explicação da ação, sendo adicionados vídeos que ilustram o momento de coletar a vitamina e o momento de não coletar.

5.2 Avaliação da Jogabilidade

Finalizado a sessão de aplicação de teste de usuário com a criança, os vídeos coletados, bem como o gravado através da captura de tela, foram sincronizados em um único vídeo, para auxiliar na interpretação dos eventos ocorridos durante o teste. Assim, pode-se observar no mesmo instante as imagens da tela do jogo e das câmeras. A equipe de desenvolvimento reunia-se para analisar toda a experimentação gravada, registrando as ocorrências e viabilizando as modificações e correções necessárias (MOSSMANN, 2017).

Na segunda e na terceira sessão foi preciso reforçar algumas instruções de determinadas atividades, pois a criança aparentava ter incertezas sobre como proceder. Tal questão foi percebida principalmente na atividade do **Desafio dos Opostos** e no **Pulando Asteroides**. Em ambos os casos, a criança teve dificuldade em perceber a mudança de ação demandada durante as jogadas inibitórias. Na primeira atividade, ela não conseguia perceber a mudança de botão/asteroide, além de ficar com a impressão de que a regra da palavra dita na jogada se mantinha para a jogada seguinte. Na outra, a criança não conseguia identificar que seu "pulo" não havia sido validado e, por consequência, a jogada não seria validada. Para contornar estes problemas, a equipe acrescentou um tempo fixo entre as jogadas do **Desafio dos Opostos** e reforçou o *feedback* visual sobre o botão pressionado, evitando que se confundisse nesse aspecto.

Para o **Pulando Asteroides** a equipe acrescentou um quadro que informa quando o pulo foi "validado" pelo jogo. Além destes dois, também foram necessárias alterações na atividade do **Túnel Acelerador de Partículas**, onde a equipe percebeu que a criança não conseguia executar as jogadas em tempo, ainda que conseguisse ter a noção espacial correta, deslocando-se para a direita para mover o personagem para a esquerda, como a atividade exigia. Neste caso, foram acrescentadas flechas que indicam a localização dos obstáculos quando os mesmos se encontram fora do campo de visão do jogador.

6. Considerações Finais

Cientes de que melhorar/estimular as FE precocemente em crianças pode trazer benefícios a curto e longo prazo para o seu desenvolvimento, reflete-se o quanto é necessário investir em intervenções voltadas para a estimulação desse processo cognitivo. Dessa forma, o trabalho em questão apresenta a validação de um Exergame que exercita as FE, mais especificamente, o controle inibitório em crianças no Ensino Fundamental I. O presente projeto oportuniza o desenvolvimento de um Exergame para

ser utilizado em uma intervenção de estimulação. Esta proposta justifica-se primeiramente pela demanda de um programa inovador, com técnicas aprimoradas e apoiadas na compreensão acerca do desenvolvimento cognitivo na infância e adolescência. Possibilita, ainda, a utilização de atividades compatíveis com a faixa de desenvolvimento cognitivo esperado para cada idade e fase escolar.

Neste contexto, a realização da avaliação do Exergame intitulado “As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço” demonstrou a combinação de técnicas de avaliação, sendo a primeira feita por meio de especialistas e uma segunda através de testes com usuário. Essa avaliação permitiu, além de avaliar a jogabilidade, observar se as atividades eram adequadas às crianças do Ensino Fundamental I, realizando a estimulação pretendida. Após realizar a avaliação, os autores analisaram os dados e conduziram uma série de alterações no Exergame, conforme descrito nas seções anteriores. Em seguida pretende-se realizar, junto às escolas, um programa de intervenção de estimulação para a comunidade estudantil, através da utilização deste Exergame de estimulação cognitiva. O mesmo deverá ser validado, desta forma, com mais crianças e adaptado às necessidades gerais encontradas. Adicionalmente, estudos futuros sobre aplicabilidade clínica em diferentes transtornos do neurodesenvolvimento serão muito interessantes e úteis para a saúde mental e educação.

Referências

- BULL, R.; ESPY, K. A.; WIEBE, S. A. (2008) *Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years*. *Developmental neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 33, n. 3, p. 205–228.
- DIAMOND, A. (2013) *Executive functions*. *Annual review of psychology*, NIH Public Access, v. 64, p. 135.
- DIAMOND, A. (2015) *Effects of physical exercise on executive functions: going beyond simply moving to moving with thought*. *Annals of sports medicine and research*, NIH Public Access, v. 2, n. 1, p. 1011.
- FINCO, M. D.; REATEGUI, E.; ZARO, M. A.; SHEEHAN, D. D.; KATZ, L. (2015) *Exergaming as an alternative for students unmotivated to participate in regular physical education classes*. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, IGI Global, v. 5, n. 3, p. 1–10.
- FONSECA, R.; SILVA, P.; SILVA, R.. (2013) Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. *Laboratório de Psicologia 5.1*: 81-90.
- LEWIS, C. (1982). *Using the thinking-aloud" method in cognitive interface design*. *IBM TJ Watson Research Center*.
- MOSSMANN, J. B. et al. Evaluation of the Usability and Playability of an Exergame for Executive Functions Stimulation and Its Development Process. Springer, Cham, p. 164–179, jul 2017. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-58472-0_14>.
- PINTO, A. B. (2008) Desenvolvimento das funções executivas em crianças dos 6 aos 11 anos de idade. Tese (Doutorado) — Universidade do Porto, Porto.
- WELSH, J. A.; NIX, R. L.; BLAIR, C.; BIERMAN, K. L.; NELSON, K. E. (2010) The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of educational psychology*, American Psychological Association, v. 102, n. 1, p. 43.