
Acesso ao Computador: Comparação do Desempenho de Jovens com Diferentes Dispositivos de Entrada

Computer Access: Comparison of Youth Performance with Different Input Devices

GLÁUCIA SANCHES GUIMARÃES

Universidade Estadual Paulista – UNESP -Campus Marília

MARCELO GRANDINI SPILLER

Universidade Estadual Paulista – UNESP -Campus Marília

LÍGIA MARIA PRESUMIDO BRACCIALLI

Universidade Estadual Paulista – UNESP - Campus Marília

Resumo: Há diferentes dispositivos para facilitar o acesso ao computador, porém, poucos estudos para verificar a eficácia dos mesmos. O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho de jovens ao utilizarem dispositivos de acesso ao computador. Participaram do estudo cinquenta jovens saudáveis com idades entre 15 e 25 anos. Para a coleta de dados foi utilizado computador com tela sensível ao toque, mouse e o *Camera Mouse*. Foram utilizados três softwares para avaliar tempo de reação e acurácia dos participantes: *Discrete Aiming Task*, *Tracking Task* e *Single Switch Performance Test*. Os resultados demonstraram que nas atividades de precisão e tempo de reação, o mouse e a toque na tela foram os dispositivos que geraram os melhores desempenhos. Conclui-se que, o *Camera Mouse* foi o dispositivo que gerou os piores desempenhos.

Palavras-chave: Recursos para computador; Acesso; TIC.

Abstract: There are different types of devices to facilitate access to a computer, however, only few studies are aimed at verifying their efficacy. The objective of this study is to compare the performance of young subjects while using different computer access devices. Fifty healthy youngsters, aging between 15 and 25, took part in the study. Three softwares were used to evaluate the participants' reaction time and accuracy: *Discrete Aiming Task v.2.0*, *Tracking Task v.2.0* and *Single Switch Performance Test (SSPT)*. Results attested that in precision and time reaction activities, the mouse and the touch-screen were the devices generating the best performances. It is concluded that, within the devices used, the *Camera Mouse* software was the one generating the worst performances.

Keywords: Resources to computer; Access; TIC.

GUIMARÃES, Gláucia Sanches; SPILLER, Marcelo Grandini; BRACCIALLI, Ligia Maria Presumido. Acesso ao computador: comparação do desempenho de jovens com diferentes dispositivos de entrada. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 146-156, mai./ago. 2017.

1 Introdução

O uso de computadores no ambiente escolar tem se popularizado, e as escolas têm procurado se adequar para a implantação de laboratórios de informática.

Nesse sentido, a legislação brasileira prevê escolas inclusivas que tenham como concepção a implantação de projetos de tecnologias da informação e comunicação que tenham como base os princípios do desenho universal (BRASIL, 2015).

Desenho universal é definido como

concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem utilizados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva. O conceito de desenho universal tem como pressupostos: equiparação das possibilidades de uso, flexibilidade no uso, uso simples e intuitivo, captação da informação, tolerância ao erro, mínimo esforço físico, dimensionamento de espaços para acesso, uso e interação de todos os usuários (ABNT, 9050, 2015, p.4)

O conceito de desenho universal tem sete princípios que são adotados mundialmente: 1) uso equitativo; 2) uso flexível; 3) uso simples e intuitivo; 4) informação de fácil percepção; 5) tolerância ao erro; 6) baixo esforço físico; 7) dimensão e espaço para acesso e uso (CONNELL et al., 1997).

Como uso equitativo entende-se que o produto ou ambiente pode ser utilizado por todos com segurança e conforto, elimina qualquer forma de segregação ou estigma e tenha um design atraente para todos. Quanto ao uso flexível o design deve abranger uma gama de preferências e habilidades individuais do usuário. Deve atender indivíduos com habilidades diferentes e oferecer diferentes maneiras de uso, por destros ou canhotos, além de propiciar precisão, destreza e respostas eficazes para indivíduos com tempos de reação diferentes a estímulos. Em relação ao uso simples e intuitivo quando se elimina a complexidade desnecessária, é fácil de entender independente da capacidade linguística e escolaridade do usuário, fornece sugestões e feedback adequado durante e após a execução da tarefa. Informação de fácil percepção: essa característica do ambiente ou elemento espacial faz com que seja redundante e legível quanto a apresentações de informações vitais. As informações são consideradas de fácil percepção quando são apresentadas de diferentes formas (pictórico, verbal, tátil), de forma a ser compreendida por pessoas com diferentes habilidades (cegos, surdos, analfabetos, entre outros). O design comunica eficazmente a informação necessária para o usuário, independentemente das condições ambientais ou habilidades sensoriais do usuário. Em relação à tolerância de erro deve-se minimizar perigos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais. Quanto ao baixo esforço físico o projeto pode ser utilizado de forma eficiente e confortável, com um mínimo de fadiga. O usuário deve manter uma posição corporal neutra, minimizar ações repetitivas e sustentação do esforço físico. No último princípio, dimensão e espaço para aproximação e uso, é ressaltado que o ambiente ou produto deve ter dimensão e espaço apropriado para aproximação, alcance, manipulação e uso, independentemente da estatura, postura e mobilidade do usuário (ABNT, 2015; CONNELL et al., 1997).

Nessa perspectiva, as novas ferramentas digitais devem superar a exclusão ao engendrar um movimento de inovação rumo à construção de uma sociedade verdadeiramente inclusiva (CONFORTO; SANTAROSA, 2002).

Novos dispositivos de entrada têm sido desenvolvidos com o intuito de tornar mais dinâmico e natural a interação homem/ máquina. Recentemente, tela sensível ao toque, acionador pela interação corporal e dispositivos de acesso por voz tem sido incorporado em telefones celulares e outros dispositivos baseados em tecnologia como Microsoft Kinect (CHOU; HUANG; TSAI, 2015).

Uma das interfaces comumente utilizada nos dias atuais é a *touchscreen* ou tela sensível ao toque, que é feita por meio do toque dos dedos na área de exibição. Este recurso tem sido aplicado em vários dispositivos, tais como computadores, caixas eletrônicas, aparelhos celulares e *tablets* (PARK; LEE; KIM, 2011). A tela sensível ao toque é capaz de decodificar milhares de pontos, passando informações do toque, como o arraste, o toque simples ou duplo, ao sistema eletrônico do dispositivo (WILKIE; MAK; SAKSIDA, 1994).

Os dispositivos mais recentes de acesso ao computador são baseado em webcams ou sensores infravermelhos. Esse tipo de interface parece ser uma forma mais natural de apontar, da mesmo forma como as pessoas tendem a olhar para o objeto que deseja interagir e não exigem que do usuário qualquer contato com o corpo (RAYA et al., 2010).

Por intermédio da *webcam* é possível substituir o mouse e o teclado. O método de controle do cursor baseado na câmera pode ser realizado das seguintes formas: por meio do rastreamento ocular do usuário, com um ponto fixado em uma região de sua face, por meio de movimentos da cabeça, pelos gestos das mãos e, ainda, por meio de óculos especiais com ponteira a laser (ARAI; MARDIYANTO, 2010).

O *Camera Mouse*, é um software gratuito que se utiliza da *webcam* para auxiliar o usuário no controle do cursor do mouse. A partir de um ponto fixado na face do indivíduo, torna-se possível a detecção do movimento de sua cabeça e, conseqüentemente, o controle do cursor. O clique do mouse é acionado quando o usuário permanece por alguns segundos com o cursor parado em uma determinada região da tela que deseja operar. Este tempo de espera pode ser alterado nas configurações do programa. O software foi desenvolvido para facilitar o acesso ao computador de pessoas com paralisia cerebral, atrofia muscular, esclerose lateral amiotrófica, esclerose múltipla, traumatismo cranioencefálico, entre outros distúrbios neurológicos. Normalmente, é utilizado por indivíduos que não possuem controle das mãos, mas que conseguem mover a cabeça de forma voluntária e com maior coordenação. Esse software pode ser utilizado com programas de entretenimento, educação, comunicação, navegadores da web, porém funciona melhor com aplicativos que exijam apenas um clique esquerdo no mouse e que não tenham alvos muito pequenos que dependam de grande precisão (CAMERA MOUSE, 2015).

No estudo de Betke; Gips e Fleming (2002) foi testada a eficiência do *Camera Mouse* com um grupo de vinte pessoas sem deficiências. Em primeiro lugar, para cada usuário foi feita uma breve explicação de como o software funcionava, e, em seguida, eles passaram a praticar a movimentação do cursor durante um minuto. Após este período, foi solicitado que cada usuário jogasse um jogo. Depois destas atividades, cada usuário digitou frases em um programa de

teclado ortográfico. No final do estudo, concluiu-se que o grupo aprendeu rapidamente como utilizar o *Camera Mouse* para construir frases ou jogar jogos.

Alguns estudos com indivíduos adultos sem deficiência indicam desvantagens no uso de rastreadores oculares devido à sensibilidade aos movimentos da cabeça do usuário, por serem barulhentos, por terem a precisão do apontar limitada devido ao tamanho da fóvea humana, por dependerem de calibração e por terem o efeito toque Midas¹ (VERTEGAAL, 2008), além de custo mais elevado.

Apesar de atualmente haver diferentes dispositivos para facilitar o acesso ao computador, observa-se que existem poucos estudos que verificam a eficácia de uso dessas ferramentas.

No presente estudo, pretende-se avaliar o desempenho, em relação a acurácia e tempo de atividade, de adolescentes e jovens adultos durante o uso de três dispositivos de entrada: mouse, tela sensível ao toque e o software *Camera Mouse*.

2 Método

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP de Marília/SP e teve parecer favorável nº 957/2014. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O estudo tem um delineamento metodológico de pesquisa quase-experimental, tipo de estudo com rigor científico semelhante a pesquisa experimental, porém não apresenta grupo controle e a amostra não é definida de forma aleatória. Nesse tipo de estudo, a comparação pode ser realizada com o mesmo grupo de sujeitos, considerando o antes e depois da intervenção (PORTNEY; WATKINS, 2008).

2.1 Participantes

Participaram do estudo 50 adolescentes e jovens adultos saudáveis de ambos os sexos, sendo 9 do sexo masculino e 41 do sexo feminino, com média de idade de 21,36 ($\pm 2,25$) anos. Foram excluídos do estudo aqueles indivíduos que apresentavam qualquer tipo de deficiência diagnosticada.

2.2 Local

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Desempenho Motor (LADEMO) do Departamento de Educação Especial da Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília.

¹ Toque de Midas= Efeito causado pela sobrecarga da função de entrada visual do olho com a tarefa de saída motora, que provoca, por parte dos usuários, a seleção inadvertida ou ativa qualquer alvo que ocorra a fixação dos olhos.

2.3 Equipamentos e materiais

Para a coleta de dados foi utilizado computador com tela sensível ao toque, mouse e o software *Camera Mouse*².

Para avaliar tempo de reação e acurácia dos participantes foram utilizados três softwares: *Discrete Aiming Task v.2.0*³, *Tracking Task v.2.0*⁴ e *Single Switch Performance Test (SSPT)*⁵. O *Discrete Aiming Task v.2.0* é um software desenvolvido pelo Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki que possui recursos para analisar cinematicamente o cursor do mouse e avalia a acurácia. O *Tracking Task v.2.0*, também desenvolvido pelo Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki foi utilizado para analisar a tarefa de rastreamento associada ao tempo de reação a tarefa e acurácia. O software *Single Switch Performance Test (SSPT)*, é um software livre desenvolvido na *University of Pennsylvania* que avalia o tempo necessário para ativar um alvo, para liberar o clique do mouse e a velocidade de repetição da ativação.

2.4 Procedimentos de coleta de dados

Cada participante foi posicionado sentado em uma cadeira, com postura e mobiliário ergonomicamente adequados para realização da atividade proposta no computador alocado em uma mesa a sua frente.

O monitor do computador utilizado foi posicionado de forma que o centro da tela ficasse posicionado a uma distância correspondente ao alcance máximo de cada participante. O alcance máximo é uma forma de mensuração antropométrica que consiste em determinar um eixo hipotético do membro superior centrado na articulação do ombro e a partir desse ponto desenha-se um raio que é igual ao comprimento do membro superior (NOWAK, 1996; JAROSZ, 1996). Essas medidas foram necessárias para garantir que todos os participantes tivessem acesso ao alvo quando fizessem o uso da tela sensível ao toque.

Para este estudo foram adotados três dispositivos de entrada: mouse, tela sensível ao toque e o software *Camera Mouse*, que foram utilizados durante a realização de atividades nos softwares *Discrete Aiming Task v.2.0*, *Tracking Task v.2.0* e *Single Switch Performance Test (SSPT)*.

Inicialmente, cada participante praticou uma vez as atividades propostas utilizando os três tipos de dispositivos. Durante o treino e coleta com o *Camera Mouse*, o ponto que substituiu o cursor do mouse foi fixado na região da glabella do participante. Posteriormente ao treino, realizou-se sorteio para determinar a ordem de cada dispositivo e atividade que o participante deveria seguir.

Para realizar a calibração do *Camera Mouse*, o participante era posicionado adequadamente em frente ao computador, e em seguida a câmera embutida era ativada para que por meio da imagem pudessemos fixar o ponto na glabella que se transformaria em cursor. O *Camera Mouse*

² <http://www.cameramouse.org/>

³ <http://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm>

⁴ <http://okazaki.webs.com/softwaredownloads.htm>

⁵ <https://aacinstitute.org/sspt/>

foi programado para fazer o clique a cada 1 segundo em que o participante permanecesse com o cursor fixado no alvo desejado.

No *software Discrete Aiming Task* o participante realizou a tarefa de clicar dentro de duas placas finas alternadamente. Foi estipulado o número total de dois cliques para realizar a tarefa, e foram computados os acertos e erros nos alvos. Durante a utilização do *software Tracking Task* o participante teve como tarefa manter o cursor do mouse dentro de um círculo azul que muda diversas vezes de direção na tela do computador durante 10 segundos. Ao final, foi computada a porcentagem de tempo que o indivíduo conseguiu manter o cursor dentro do círculo. Para o *software Single Switch Performance Test (SSPT)* o participante deveria realizar o clique todas as vezes que aparecesse uma tela amarela no computador. No final da atividade foi obtido o tempo médio que cada participante levou para fazer o clique nas 10 telas.

2.5 Procedimentos de análise de dados

Foram avaliadas três situações problemas: mouse, tela sensível ao toque e o *software Camera Mouse*. Durante atividades com os softwares *Discrete Aiming Task v.2.0*, *Tracking Task v.2.0* e *Single Switch Performance Test (SSPT)* foi possível avaliar a acurácia e tempo de reação para realizar o clique do computador.

Com o *Discrete Aiming Task v.2.0* a medida do tempo para a realização da tarefa foi dada em segundos e em número de acertos no alvo. Na realização da atividade com o *Tracking Task v.2.0* foi considerada a porcentagem de tempo dentro do círculo durante a atividade proposta.

No teste com o *Single Switch Performance Test (SSPT)*, foi coletado o tempo médio de resposta de cada participante ao realizarem os cliques solicitados. Foram utilizados segundos como unidade de medida para a análise dos dados de tempo médio de resposta no *Single Switch Performance Test (SSPT)*.

2.6 Análise estatística

Foi realizada análise estatística descritiva por meio de mediana, média, desvio-padrão (dp), valor mínimo, valor máximo para as variáveis tempo total de resposta (s), número de acertos, tempo-círculo (%) e tempo médio de resposta (s). Para a comparação das variáveis estudadas verificou-se a similaridade entre os grupos por meio do teste Friedman para amostras dependentes. Quando houve diferença estatisticamente significativa, procedeu-se à comparação de dois a dois por meio do teste de comparação de Dunn. A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Adotou-se, para todos os testes, o nível de significância de 5% de probabilidade para a rejeição da hipótese de nulidade.

3 Resultados

Os resultados foram apresentados separadamente por software utilizado: 1) *Discrete Aiming Task v.2.0*; 2) *Tracking Task v.2.0* e 3) *Single Switch Performance Test (SSPT)*.

4.1 *Discrete Aiming Task v.2.0*

Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes ao tempo total para realizar a atividade de clicar nas duas placas durante a utilização de cada recurso. Observa-se que houve diferença estatística entre os três recursos.

Comparando-se as médias durante a utilização da tela sensível ao toque, os indivíduos obtiveram o menor tempo para a realização da atividade, enquanto que com o uso do *Camera Mouse* apresentaram o maior tempo.

Tabela 1 - Resultados obtidos para a variável tempo total de resposta (s) durante o acionamento do *Discrete Aiming Task v.2.0* com os diferentes recursos de acesso ao computador.

	Mouse (s)	Tela sensível ao toque (s)	<i>Camera Mouse</i> (s)
Mínimo	0.73	0.29	2.19
Máximo	2.66	1.55	11.79
Média	1.40	0.87	4.20
Mediana	1.42	0.84	3.72
Desvio Padrão	0.40	0.27	1.75

*Teste Friedman $p < 0.0001$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do teste de comparação de Dunn, houve diferença significativa quando se comparou Mouse e Tela sensível ao toque, Mouse e *Camera Mouse* e Tela sensível ao toque e *Camera Mouse*, com valor de $p < 0.001$.

Na Tabela 2 encontra-se o número de acertos entre os recursos utilizados. Pode-se observar que o Mouse foi o recurso que obteve maior média de acertos.

Tabela 2 - Acertos durante o acionamento do *Discrete Aiming Task v.2.0* com os diferentes recursos de acesso ao computador

	Mouse	Tela sensível ao toque	<i>Camera Mouse</i>
Mínimo	0	0	0
Máximo	2	2	2
Média	2	1	1
Mediana	2	2	1

* Teste Friedman $p < 0.0001$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do teste de comparação de Dunn, foi observado que o Mouse demonstrou ter mais precisão para acertar o alvo quando comparado ao *Camera Mouse*, com $p < 0.001$. Nas comparações Mouse e Tela sensível ao toque e Tela sensível ao toque e *Camera Mouse* não houve significância estatística.

4.2 Tracking Task v.2.0

Na Tabela 3, encontram-se os dados referentes a porcentagem de tempo do cursor dentro do círculo durante a atividade com o *Tracking Task v.2.0* utilizando os diferentes recursos de acesso ao computador. Observa-se que houve diferença estatística entre os recursos utilizados.

O Mouse foi o recurso que obteve maior porcentagem de tempo dentro do círculo, enquanto o *Camera Mouse* foi o recurso que obteve o pior desempenho, com a média de apenas 23,9% do tempo dentro do círculo.

Tabela 3 - Resultados obtidos para a variável %tempo-círculo durante a utilização do *Tracking Task v.2.0* com diferentes recursos de acesso ao computador

	Mouse (%)	Tela sensível ao toque (%)	<i>Camera Mouse</i> (%)
Mínimo	58	15.2	1.5
Máximo	84.6	82	43.2
Média	76.4	67.7	23.9
Mediana	77.7	71.9	24.6
Desvio Padrão	5.8	15.1	10.6

*Teste Friedman $p < 0.0001$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do teste de comparação de Dunn, houve grande significância para as comparações entre Mouse e *Camera Mouse* e Tela sensível ao toque e *Camera Mouse*, com valor de $p < 0.001$. A comparação Mouse e Tela sensível ao toque obteve $p < 0.05$.

4.3 Single Switch Performance Test (SSPT)

Na Tabela 4, observam-se os resultados obtidos para a variável tempo médio de resposta. As menores médias de tempo foram obtidas durante a o acionamento com o uso do Mouse, seguido da Tela sensível ao toque e *Camera Mouse*.

Tabela 4 - Resultados obtidos para a variável tempo médio de resposta (s) durante o acionamento do SSPT com os diferentes recursos de acesso ao computador

	Mouse (s)	Tela sensível ao toque (s)	Camera Mouse (s)
Mínimo	0.24	0.36	0.63
Máximo	0.40	0.68	1.60
Média	0.30	0.46	1.12
Mediana	0.30	0.44	1.09
Desvio Padrão	0.04	0.07	0.22

*Teste Friedman $p < 0.0001$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do teste de comparação de Dunn, observa-se que houve significância para as comparações entre Mouse e Tela sensível ao toque, Mouse e *Camera Mouse* e Tela sensível ao toque e *Camera Mouse*, com valor de $p < 0.001$.

4 Discussão

O estudo avaliou-se o desempenho de jovens adultos sem deficiência no uso de três dispositivos de entrada: mouse, tela sensível ao toque e o software *Camera Mouse*. Desta forma, foi possível identificar quais são as dificuldades e facilidades dos participantes no uso de diferentes dispositivos de entrada para o computador o que poderá contribuir para o desenvolvimento de recursos com base no pressuposto do desenho universal.

O *Camera Mouse* foi o recurso que obteve a maior média de tempo para ativação do clique durante a tarefa no *Single Switch Performance Test (SSPT)*. Apesar de o pior desempenho ter ocorrido com *Camera Mouse*, o estudo indica que qualquer pessoa pode utilizar essa ferramenta para acessar o computador, porém deve ser considerada a necessidade de treinamento para melhorar a performance do usuário. Durante a análise do tempo médio de resposta dos participantes, o mouse foi o recurso que apresentou menor média de tempo, em segundo lugar a tela sensível ao toque e por último o *Camera Mouse*, sendo o recurso mais lento ao cumprir a tarefa.

Durante as atividades de precisão, tanto o mouse quanto a tela sensível ao toque se sobressaíram em relação ao *Camera Mouse*.

Estudo realizado com o *Camera Mouse* com pessoas sem deficiência corrobora com nossos resultados, pois mostrou que após explicação sobre o funcionamento e treinamento durante 1 minuto os participantes aprenderam rapidamente como utilizar o software para construir frases ou jogar jogos (BETKE; GIPS; FLEMING, 2002). Apesar de alguns autores afirmarem que esse tipo de interface parece ser uma forma mais natural de apontar (RAYA et al., 2010), os dados do estudo indicam que esse tipo de tecnologia ainda não foi incorporada no cotidiano das pessoas. A aquisição de habilidades no uso de uma nova ferramenta de acesso ao computador exige dos usuários treino e sistematização de uso.

O mouse foi o dispositivo em que os participantes apresentaram o melhor desempenho. Deve ser considerado que apesar do uso do mouse exigir movimentos precisos e treino

(ALMANJI; DAVIES; AMOR, 2015), essa é a ferramenta mais comum e que se encontra inserida no cotidiano das pessoas para acesso ao computador. Os participantes desse estudo são nativos tecnológicos, que provavelmente tem uma prática diária com o mouse que deve ter refletido na acurácia para clicar em ícones na tela.

A tela sensível ao toque é mais recente que o mouse, porém, não menos presente, pois, atualmente, a maioria dos celulares possui esta tecnologia. Uma vez que se tem que fazer o toque em ícones por meio de um recurso tão pequeno que é o celular, pode-se ter maior facilidade no momento de realizar o toque na tela de um computador que possui dimensões muito maiores da qual estão acostumados no dia a dia.

Possivelmente, o fato de a pesquisa ter sido realizada com jovens entre 15 e 25 anos, que nasceram em uma época em que o mouse já era muito utilizado e que presenciaram a crescente utilização da tela sensível ao toque, torna-os muito mais hábeis no momento de executar a tarefa de clique com estes recursos, porém o estudo indica que outros dispositivos, como o *Camera Mouse*, podem ser utilizados desde que haja treinamento e uso rotineiro. A proposta de dispositivos de entrada que não se faça necessário o uso das mãos traz vantagens no que se refere a uma interação homem-máquina mais natural, e a liberação das mãos para execução de outras tarefas. O acesso ao computador sem o uso das mãos permite que um maior número de pessoas, mesmo aquelas com limitações em membros superiores, possa realizar as atividades de forma independente e autônoma.

5 Conclusão

Nas atividades de precisão com o *Discrete Aiming Task*, a tela sensível ao toque foi o recurso que obteve maior agilidade para completar a tarefa. Entretanto, durante a atividade com o *Tracking Task v.2.0*, que também avalia precisão, o recurso que obteve melhor desempenho foi o mouse ao apresentar maior porcentagem de tempo com o cursor dentro o círculo. O mouse foi o recurso com menor tempo médio de resposta e o *Camera Mouse* o maior tempo médio de resposta. Constatou-se que em todas as atividades realizadas, o *Camera Mouse* foi o recurso que demonstrou pior desempenho quanto ao tempo de reação e precisão durante as tarefas propostas. No entanto, os resultados obtidos indicam que o uso de dispositivo de entrada com controle do acionamento por alguma estrutura do corpo é viável, podendo ser mais eficaz com o treino. Para isso esse tipo de dispositivo poderia ser disponibilizado rotineiramente em laboratório de informática no ambiente escolar.

Referências

ALMANJI, A.; DAVIES, C.; AMOR, R. Examining Dynamic Control-Display Gain Adjustments to Assist Mouse-Based Pointing for Youths with Cerebral Palsy. *International Journal of Virtual Worlds and Human Computer Interaction*, v. 3, n. 1, 2015. Disponível em: <<http://vwhci.avestia.com/2015/001.html>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro, 2015.

ARAI, K.; MARDIYANTO, R. Camera as Mouse and Keyboard for Handicap Person with Troubleshooting Ability, Recovery, and Complete Mouse Events. *International Journal of Human Computer Interaction (IJHCI)*, v.1, n.3, p. 47, 2010.

BETKE, M.; GIPS, J.; FLEMING, P. The Camera Mouse: visual tracking of body features to provide computer access for people with severe disabilities. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, v.10, n.1, 2002.

BRASIL. Lei Brasileira de Inclusão No 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasil, 2015.

CAMERA MOUSE. About Camera Mouse, 2015. Disponível em: <<http://www.cameramouse.org/about.html>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

CHOU, C.-J.; HUANG, W.-N.; TSAI, M.-H. Browsing without Clicking – Two Proposals of Web Interface Design for Universal Accessibility. *Procedia Manufacturing*, v. 3, n. Ahfe, p. 6290–6297, 2015. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915008100>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

CONFORTO, D.; SANTAROSA, L. M. C. Acessibilidade à Web: Internet para Todos. *Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática – PGIE/UFRGS*, v.5, n. 2, p.87-102, 2002

CONNELL, B. R.; JONES, M.; MACE, R.; MUELLER, J.; MULLICK, A.; OSTROFF, E.; ET AL. (1997). Principles of Universal Design. Disponível in: <https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm>. Acesso em: 20 jun. 2016.

JAROSZ, E. Determination of the workspace of wheelchair users. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v.17, p. 123-33, 1996.

PARK, D.; LEE, J.; KIM, S. Investigating the affective quality of interactivity by motion feedback in mobile touchscreen user interfaces. *International Journal Human-Computer Studies*, n.69, p.839–853. Elsevier: 2011.

PORTNEY, L.G.; WATKINS, M.P. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall, 2008.

RAYA, R.; ROA, J. O.; ROCON, E; CERES, R.; PONS, J.L. Wearable inertial mouse for children with physical and cognitive impairments. *Sensors and Actuators*, v. 162, p. 248-259, 2010.

NOWAK, E. *The role of anthropometry in desing of work and life environments of disabled population*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v.17, p. 113-21, 1996.

VERTEGAAL, R. A Fitts' Law comparison of eye tracking and manual input in the selection of visual targets. *ICMI'08*, p. 241-248, 2008.

WILKIE, D. M.; MAK, T.; SAKSIDA, L. M. Pigeons' landmark use as revealed in a 'feature-positive', digitized landscape, touchscreen paradigm. *International Journal of Behavioural Processes*, n.32, p. 87-100, 1994.

Recebido em agosto de 2016

Aprovado para publicação em agosto de 2017

Gláucia Sanches Guimarães

Bolsista do Programa de Aprimoramento Profissional em Fisioterapia - Universidade Estadual Paulista - UNESP – Campus de Marília, SP, Brasil, galsg@hotmail.com

Marcelo Grandini Spiller

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação - Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Marília, SP, Brasil, m_grandini@yahoo.com.br

Lígia Maria Presumido Bracciali

Docente do Departamento de Educação Especial - Universidade Estadual Paulista - UNESP – Campus de Marília, SP, Brasil, bracci@marilia.unesp.br