



## Jogo Interativo para o auxílio do diagnóstico clínico do transtorno do déficit de atenção com hiperatividade em crianças

Interactive Game for clinical diagnostic aid of attention deficit disorder with hyperactivity in children

Juego Interactivo para la ayuda del diagnóstico clínico de trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niño

Leandro Rubim de Freitas<sup>1</sup>, Luiz Teruo Kawamoto Junior<sup>2</sup>, Waltraudi Orchulhak Kawamoto<sup>4</sup>

### RESUMO

**Descritores:** Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade; Jogos e Brinquedos; Validação de programas de computador

**Objetivo:** Desenvolver um jogo interativo em ambiente virtual batizado de *LogicalGame*, para auxílio do diagnóstico clínico do transtorno do déficit de atenção com hiperatividade, de forma divertida e sem constrangimento. **Métodos:** Após o desenvolvimento do jogo, para validação foi utilizada uma amostra com 284 crianças do ensino fundamental 1 de uma escola particular da cidade de São Paulo. Destas, 26 foram previamente diagnosticadas com transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) e 258 crianças sem a referida patologia. **Resultados:** O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparar os tempos das amostras “com TDAH” e “sem TDAH”, capturados por meio do *LogicalGame*, e a média das medianas das atividades para determinar o nível de classificação do diagnóstico de TDAH. **Conclusão:** Os resultados indicaram que é possível a hipótese do *LogicalGame* auxiliar no diagnóstico clínico de TDAH para crianças do ensino fundamental 1.

### ABSTRACT

**Keywords:** Attention Deficit Disorder with Hyperactivity; Play and Playthings; Software Validation

**Objective:** It was the development of an interactive game in a virtual environment called *LogicalGame*, to aid in the clinical diagnosis of attention deficit disorder with hyperactivity (ADHD), in a fun and unconstrained way. **Methods:** After the development of the game, to validate the *software* a sample of 284 elementary school children of a private school in the city of São Paulo. 26 of these children were previously diagnosed with attention deficit disorder with hyperactivity and 258 children without attention deficit disorder with hyperactivity. **Results:** The *Mann-Whitney* test was used to compare the times of the “ADHD” and “non-ADHD” samples captured by the *LogicalGame*, and the mean of the medians of the activities to determine the classification level of the diagnosis of ADHD. **Conclusion:** The results indicated that the *LogicalGame* possibly aid in the clinical diagnosis of ADHD for elementary school children.

### RESUMEN

**Descriptores:** Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad; Juego e Implementos de Juego; Validación de Programas de Computación

**Objetivo:** El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un juego interactivo en ambiente virtual bautizado de *LogicalGame*, para ayuda del diagnóstico clínico de trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), de forma divertida y sin constreñimiento. **Métodos:** Después del desarrollo del juego, para validación se utilizó una muestra con 284 niños de la enseñanza primaria 1 de una escuela particular de la ciudad de São Paulo. 26 de estos niños fueron previamente diagnosticados con TDAH y 258 niños sin TDAH. **Resultados:** La prueba de *Mann-Whitney* se utilizó para comparar los tiempos de las muestras “con TDAH” y “sin TDAH”, capturados a través de *LogicalGame*, y el promedio de las medianas de las actividades para determinar el nivel de clasificación del diagnóstico de TDAH. **Conclusión:** Los resultados indicaron que es posible la hipótesis del *LogicalGame* auxiliar en el diagnóstico clínico de TDAH para niños de la enseñanza fundamental 1.

<sup>1</sup> Professor da Faculdade de Informática e Administração Paulista – FLAP, Departamento de Educação à Distância, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Área de Gestão, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Professora da Universidade Brasil, Departamento de Odontologia, São Paulo (SP), Brasil.

## INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), também conhecido como Distúrbio do Déficit de Atenção (DDA), é um transtorno neurobiológico, de causas genéticas, que afeta entre 3% e 6% das crianças em idade escolar em todo o mundo<sup>(1-2)</sup>.

São relevantes a identificação e o tratamento do TDAH, pois os efeitos da ausência do diagnóstico, diagnóstico tardio, ou de um diagnóstico errôneo podem causar problemas irreversíveis<sup>(3-4)</sup>.

As metodologias de diagnóstico do TDAH se resumem à identificação dos sintomas a partir de questionários, processos observacionais e exame neurológico, esse último, somente de caráter complementar e não decisivo<sup>(1,3)</sup>.

Os profissionais responsáveis pelo diagnóstico são psicólogos e psiquiatras<sup>(1,3)</sup>. Outras especialidades, como neurologistas e pediatras, em certas condições, também podem ter conhecimento e prática suficiente para investigá-los.

Um dos métodos mais utilizados para realizar o diagnóstico é o SNAP-IV, um questionário para identificação dos sinais com predomínio de desatenção, hiperatividade/impulsividade ou ambos. Nele, o paciente em avaliação deve ao menos apresentar seis dos nove sintomas de desatenção e/ou seis dos nove sintomas de hiperatividade e impulsividade manifestados por pelo menos seis meses em, no mínimo, dois ambientes distintos (casa, escola, trabalho, lazer, entre outros)<sup>(5-6)</sup>.

Em relação ao auxílio ao diagnóstico do TDAH por meio eletrônico, já foram desenvolvidos o Teste de Atenção Visual (TAVIS-III)<sup>(5-6)</sup>, com uso de variáveis de concentração, identificação de estímulos e atenção alternada, e o Quotient ADHD System, baseado em teste neurológico computacional<sup>(7)</sup>. O TAVIS-III se baseia em questionários de percepção, que possuem itens quantitativos, mas também qualitativos e sujeitos às variações de percepções de quem responde<sup>(6)</sup>.

Em relação aos ambientes virtuais para auxílio ao diagnóstico de TDAH, existe o Groundkeeper, que busca ser uma ferramenta envolvente e objetiva para auxiliar os provedores de serviços médicos. Os dados do jogo foram transformados matematicamente em variáveis de características indicativas de TDAH e submetidos a algoritmos de aprendizado de máquina para desenvolver modelos de diagnóstico. A efetividade do modelo desenvolvido foi avaliada em relação às impressões diagnósticas de dois psiquiatras, utilizando entrevistas semiestruturadas. Os resultados mostram que os algoritmos preditivos foram altamente precisos na previsão correta de diagnósticos<sup>(8)</sup>.

Outra pesquisa buscou determinar se a implementação de diretrizes de diagnóstico e tratamento do TDAH em um sistema de apoio à decisão clínica resultaria em melhores cuidados, incluindo taxas mais altas de adesão às diretrizes de cuidados clínicos. Os resultados mostraram que a introdução de um módulo de suporte à decisão clínica resultou em maior qualidade de atendimento com relação ao diagnóstico de TDAH, incluindo uma perspectiva de maior qualidade do tratamento do TDAH em crianças<sup>(9)</sup>.

O diagnóstico mais preciso do TDAH é por um psiquiatra, muitas vezes disponível apenas para crianças com sintomas graves<sup>(8)</sup>.

O objetivo desta pesquisa é o desenvolvimento de um jogo interativo em ambiente virtual batizado de *LogicalGame*, para auxílio do diagnóstico clínico de TDAH, de forma divertida e sem constrangimento.

## MÉTODO

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) n. 44618115.2.0000.5497.

A pesquisa selecionou 284 crianças com idades entre 8 e 11 anos do ensino fundamental 1, sendo 26 com TDAH já diagnosticadas pelo SNAP-IV em análise clínica por um psicólogo com 26 anos de experiência, mas sem mensuração do grau do transtorno, e 258 sem TDAH.

O local da coleta de dados ocorreu em um laboratório de informática de uma escola particular da região oeste da cidade de São Paulo. Foi obtida autorização do diretor geral da escola para a realização dos testes.

O protocolo de teste seguiu 5 fases:

**Fase 1 – Autorização dos pais e/ou responsáveis da criança:** foi realizado o contato com os pais e/ou responsáveis para esclarecimentos quanto aos objetivos e procedimentos adotados na pesquisa. Havendo a concordância, eles assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a participação das crianças na pesquisa. As crianças também foram esclarecidas quanto aos objetivos da pesquisa, e os pais/responsáveis assinaram o Termo de Assentimento (TA) caso as crianças concordassem em participar do estudo.

**Fase 2 – Teste via *LogicalGame*:** na segunda fase, as crianças realizaram o teste durante a aula no laboratório de informática. Cada criança ocupou um computador e realizou o teste individualmente. Não foi realizada a separação de crianças com e sem TDAH fisicamente na sala de aula. As crianças foram informadas que poderiam desistir a qualquer momento.

**Fase 3 – Armazenamento dos resultados:** para cada teste realizado por meio do *LogicalGame*, foram capturados o tempo de execução por atividade pelo jogo.

**Fase 4 – Teste estatístico – comparação das metodologias:** os relatórios de tempo gasto no jogo foram comparados com os resultados colhidos por meio do instrumento SNAP-IV (crianças já diagnosticadas com TDAH).

**Fase 5 - Determinar média das medianas por atividade:** foi calculada a média das medianas por atividade do jogo com o objetivo de verificar o nível de classificação do diagnóstico. A partir desta classificação é realizada a primeira análise colaborativa com o cenário da pesquisa.

O *LogicalGame* capturou as ações do jogador (criança) de maneira simples e lúdica. O tempo de execução de cada atividade é a principal variável do jogo, pois é o principal sintoma preditivo do TDAH<sup>(10-11)</sup>.

O *LogicalGame* foi desenvolvido em um estilo de duas dimensões (2D) pois as animações em duas dimensões são melhor entendidas pelos usuários que as de três dimensões<sup>(12)</sup> desta forma, o tempo gasto em cada atividade só pode ter sido utilizado na execução ou na distração, mas não no mal

entendimento do jogo; com o jogador em terceira pessoa, porque e que a visão em terceira pessoa possibilita mais oportunidade de interação do personagem com o mundo<sup>(13)</sup>; e o gênero baseado em estratégia, pois, dessa forma, o jogador tem uma visão mais ampla do cenário e do objetivo do jogo como um todo, pois os jogos educativos devem ser uma competição com começo e fim, e proporcionar uma recompensa. O objetivo tem que ser alcançado por habilidades e conhecimento em vez de sorte<sup>(14)</sup>, também para uma melhor detecção do TDAH.

O enredo, personagem e objetivos foram escritos balizados em pequenas atividades e de simples execução para que o jogador (criança) pudesse interagir sem a necessidade de uma estrutura de aprendizagem significativa. Isso porque o jogo não foi inserido dentro de um processo educacional, e sim como uma atividade extralúdica e divertida.

Portanto, o *LogicalGame* é um jogo virtual de simples manuseio que contém uma única fase e que testa a hipótese de ser aplicado no auxílio ao diagnóstico clínico de TDAH.

Composto de pequenas atividades realizadas dentro de um roteiro de simples entendimento, o jogo contém uma atividade inicial, cinco intermediárias e uma final. O cenário em que ele ocorre é de uma cidade virtual associada ao mundo em que a criança está inserida.

A cidade virtual também contém itens dos quais a criança não está inserida no cotidiano, tais como, cassino e hotel. Além disso, alguns objetos são propositalmente configurados em azul e amarelo, cores que crianças com HTDA tem mais dificuldade de discriminação<sup>(15-18)</sup>.

A criança é representada pela personagem principal. Esta personagem tem o objetivo de encontrar itens que perdeu na cidade. Para encontrar os itens perdidos, a criança deve seguir as instruções que são escritas no quadro branco localizado no topo da tela.

Para manipular a personagem, a criança utiliza os direcionadores do teclado do próprio computador: acima, abaixo, direita e esquerda.

As atividades foram desenvolvidas de forma a possuírem diferentes elementos que podem distrair a



Fonte: autores (2016).

**Figura 1** – Atividade 1 do *LogicalGame* de pagamento do táxi



Fonte: autores (2016).

**Figura 2** - Atividade 2 do *LogicalGame* de coleta do primeiro símbolo de interrogação do jogo

criança. O jogo foi dividido em atividades para melhor englobar esses elementos de distração que podem ser os preditores de TDAH. Desta forma torna-se possível saber quais elementos são melhores preditores de TDAH.

A Figura 1 representa o ponto inicial do jogo, a atividade 1, cujo o objetivo é que a personagem realize o pagamento de contas para só então começar a procurar os demais objetos que ela perdeu. Bastando direcionar a personagem até o táxi, a atividade é realizada e o táxi se movimenta para distante da personagem.

A segunda atividade do jogo é ir até a rua perto do hotel para que a personagem colete um símbolo de interrogação para se lembrar dos itens a serem recuperados. A Figura 2 ilustra o momento em que a personagem se aproxima do símbolo a ser coletado.

A terceira atividade do jogo, e também a com mais itens a serem recuperados, tem o objetivo de coletar o total de 5 bolsas que estão perdidas pela cidade.

A quarta atividade do jogo tem o objetivo de coletar mais um símbolo de interrogação para que a personagem se lembre dos demais itens perdidos a serem coletados.

A quinta atividade do jogo tem o objetivo de coletar mais um símbolo de interrogação para que a personagem se lembre dos demais itens perdidos a serem coletados. Só que, desta vez, o símbolo está localizado próximo à torre, que se encontra do outro lado da cidade.

A sexta atividade do jogo tem o objetivo de procurar a chave que abre o portão para a sétima e última atividade do jogo.

A sétima e última atividade do jogo tem o objetivo de coletar o celular.

**RESULTADOS**

O Gráfico 1 representa os tempos, em segundos, utilizados por cada criança com TDAH para cada atividade do jogo, e também o tempo total em que a criança

executou o jogo.

O Gráfico 2 representa os tempos (em segundos) alcançados por cada criança sem TDAH para cada atividade do jogo, e também o tempo total (somatório) que a criança executou o jogo.

A Tabela 1 representa a relação de atividades e seus respectivos resultados do teste *Mann-Whitney (p-valor)*<sup>(19)</sup>, resultante da comparação entre os tempos das crianças com TDAH com as crianças sem TDAH.

**Tabela 1** – Comparação do tempo dos TDAH versus sem TDAH, e seus respectivos resultados de *p-valor*.

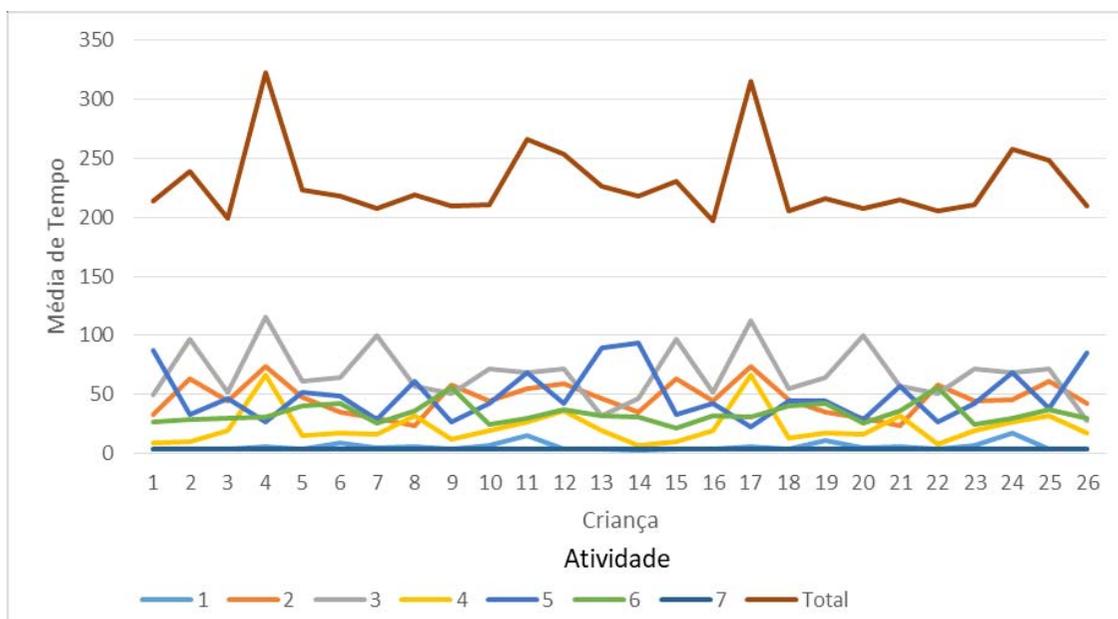
Atividades	<i>p-valor</i>
Atividade 1	0,0071
Atividade 2	0,0004
Atividade 3	0,0081
Atividade 4	0,0001
Atividade 5	0,0111
Atividade 6	0,0169
Atividade 7	0,0078

Fonte: autores (2016).

Conforme Tabela 1, é possível identificar que para cada uma das sete atividades e também para o somatório dos tempos, o *p-valor* sempre foi inferior a 0,05, ou seja, há diferença significativa entre os tempos das crianças diagnosticadas com TDAH, e as não diagnosticadas.

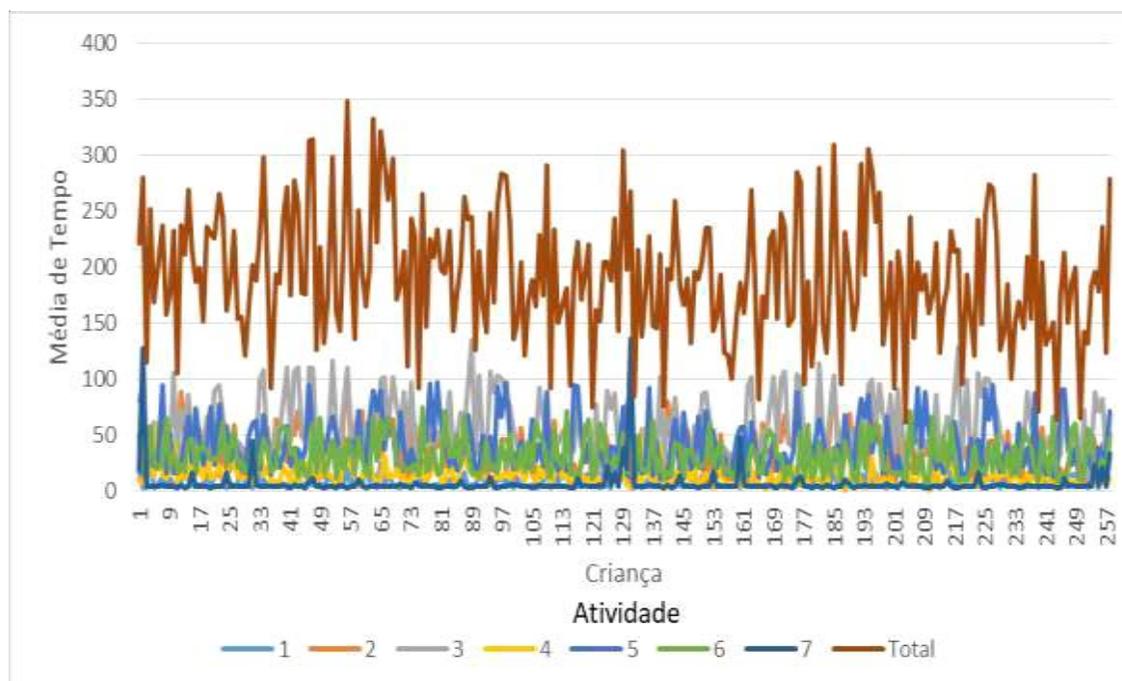
A Tabela 2 representa a média das medianas de cada atividade para cada amostra: com TDAH e sem TDAH.

Nota-se que para as atividades 2, 3, 4, 5 e 6, a amostra com TDAH obteve medianas relevantemente superiores à da amostra sem TDAH, apresentando que de fato crianças com TDAH podem ser classificadas por gastarem maior tempo na execução destas atividades do jogo, e que os seus respectivos valores de média da mediana podem ser sugeridos como limiares de corte para o perfil



Fonte: autores (2016).

**Gráfico 1** – Resultado dos testes da amostra de crianças com TDAH para cada atividade e para o somatório (unidade em segundos).



Fonte: autores (2016).

**Gráfico 2** – Resultado dos testes da amostra de crianças sem TDAH para cada atividade e para o somatório (unidade em segundos).

de crianças desta pesquisa.

**Tabela 2** – Medianas e média das medianas por atividade e por amostra.

Atividades	Medianas		Média das Medianas
	com TDAH	sem TDAH	
Atividade 1	4	6	5
Atividade 2	44.5	32	38.25
Atividade 3	64	49	56.5
Atividade 4	18	12	15
Atividade 5	43	35	39
Atividade 6	31	24	27.5
Atividade 7	4	4	4

Fonte: autores (2016).

Nas atividades 1 e 7 as medianas do tempo foram muito próximas, não se mostrando atividades relevantes para a classificação.

O cenário desta pesquisa é o primeiro passo para este tipo de classificação. É necessário ajustar a classificação colaborativamente conforme o público, classe social e outros fatores demográficos de cada escola/instituição<sup>[5]</sup> que utilizar o *LogicalGame*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa alcançou resultados expressivos: independentemente da análise ser realizada por uma única atividade do jogo ou por meio do somatório de tempo de todas as atividades, o jogo mostrou estatisticamente que os diagnosticados clinicamente levaram mais tempo para realizar as tarefas.

O diagnóstico mais preciso do TDAH é por um psiquiatra, muitas vezes disponível apenas para crianças com sintomas graves<sup>(8)</sup>, mas com o *LogicalGame* é possível

fazer o auxílio ao diagnóstico com todas as crianças da sala de aula.

Durante o teste com o *LogicalGame*, a criança não percebe que está participando de uma avaliação diagnóstica e não sabe quais as variáveis que são capturadas durante o jogo, não interferindo no resultado.

Diferentemente dos processos diagnósticos que ocorrem por meio de entrevistas que psicólogos e psiquiatras realizam junto aos pais e/ou responsáveis da criança, esta metodologia captura as informações diretamente da criança. Por meio do *LogicalGame*, a criança pode ter menor pressão no ambiente e ser mais natural.

Houve algumas limitações da pesquisa: durante a aplicação do *LogicalGame*, as crianças ficaram extremamente empolgadas e apesar de não perceberem que participavam de um teste, essa empolgação deu espaço a algumas conversas paralelas; as atividades 1 e 7 do jogo se mostraram irrelevantes para auxiliar no diagnóstico, o que mostra uma necessidade de revisão ou exclusão destas atividades.

A escola onde foram executados os testes possui muitas atividades de informática, e os alunos estão acostumados com jogos educativos. Em uma amostra com crianças com baixo conhecimento de informática/jogos, os resultados podem ser diferentes.

Para continuação e melhoria desta solução são propostas novas evoluções como realizar ajustes colaborativos de outras escolas, permitindo assim um alcance com outros públicos para uma melhor especificação de valores limiares para determinar o nível de classificação do diagnóstico de TDAH.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pela bolsa produtividade em pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. American Psychiatric Association. DSM-5. 2013. [cited 2016 out 02] Available from: [https://education.psychiatry.org/Users/ProductDetails.aspx?ActivityID=1310&\\_ga=2.177062437.1080519457.1553599410-2074293892.1553599410](https://education.psychiatry.org/Users/ProductDetails.aspx?ActivityID=1310&_ga=2.177062437.1080519457.1553599410-2074293892.1553599410)
2. Pastor PN, Reuben CA. Attention deficit disorder and learning disability: United States, 1997-1998. National Center for Health Statistics. Vital Health Stat 10. 2002 May;10(206):1-12.
3. Graeff RL, Vaz CE. Avaliação e diagnóstico do transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). *Psicol. USP.* 2008;19(3):341-61.
4. Carlini EA, Nappo AS, Nogueira V, Naylor FGM. Metilfenidato: influência da notificação de receita A (cor amarela) sobre a prática de prescrição por médicos brasileiros. *Rev Psiquiat Clín.* 2003;30(1):11-20.
5. Mattos P, Serra-Pinheiro MA, Rohde LA, Pinto D. Apresentação de uma versão em português para uso no Brasil do instrumento MTA-SNAP-IV de avaliação de sintomas de transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e sintomas de transtorno desafiador e de oposição. *Rev. Psiquiatr.* 2006 Set/Dez;28(3):290-7.
6. Marcon GTG, Sardagna HV, Schussler D. O questionário SNAP-IV como auxiliar psicopedagógico no diagnóstico PRELIMINAR do transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). *Constr. Psicopedag.* 2016;24(25):99-118.
7. Pearson Clinical. Quotient ADHA System. 2008. [cited 2016 mar 12]. Available from: <http://www.quotient-adhd.com/webinars/>
8. Heller MD, Roots K, Srivastava S, Schumann J, Srivastava J, Hale T. Machine learning-based analysis of game data for attention deficit hyperactivity disorder assessment. *Games Health J.* 2013 Oct;2(5):291-8.
9. Carroll AE, Bauer NS, Dugan TM, Anand V, Saha C, Downs SM. Use of a computerized decision aid for ADHD diagnosis: a randomized controlled trial. *Pediatrics.* 2013 Sep;132(3):e623-9.
10. Coutinho G, Mattos P, Araújo C, Duchesne M. Attention-deficit/hyperactivity disorder: diagnostic contribution of a computerized assessment of visual attention. *Rev psiquiat* clín. [Internet]. 2007;34(5):215-22. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-60832007000500003&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-60832007000500003&lng=en)
11. Córdova C, Bravin AA, Barros JFde. Teva: programa computadorizado para registro e processamento da atenção visual em investigações com retardados mentais leves. *Lecturas Educación Física y Deportes.* 2005;10(82):1-5.
12. Kirschner P, Gerjets P. *Instructional design for effective and enjoyable computer-supported learning.* Amsterdam: Elsevier; 2006.
13. Elias NC. Análise de técnicas de produção de jogos de computador para desenvolvimento de um software de ensino de conceitos de computação gráfica [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2002.
14. Green M, Mcnesse MN. Usin edultainment software to enhance online learning. *Int J e-learning.* 2007 Jan/Mar;6(1):5-16.
15. Kim S, Banaschewski T, Tannock R. Color vision in attention-deficit/hyperactivity disorder: a pilot visual evoked potential study. *J Optom.* 2015;8(2):116-30.
16. Kim S, Chen S, Tannock R. Visual function and color vision in adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *J Optom.* 2014;7(1):22-36.
17. Silva ET, Ianaguivara ES, Godinho TL, Martucci H, Scardovelli, TA, Boschi SRMS, Silva AP. Jogo computadorizado para identificar características de falta de atenção e hiperatividade. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica; 2016 Out 17-20; Foz do Iguaçu, PR; 2016.
18. Oliveira LB, Ishtani L, Cardoso AM. Jogos Computacionais e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade: revisão sistemática de literatura. In: Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2013. In: XVIII Conferência Internacional sobre informática na Educação; 2013 Dez 9-11; Porto Alegre, RS; 2013.
19. Mann HB, Whitney DR. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals Mathem Statist.* 1947 Mar [Internet]; [cited 2019 Mar 02] 18(1):50-60. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2236101>