Utilização de um Jogo Sério e Naïve Bayes para Auxiliar na Avaliação Cognitiva do Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade

Angela Paula Zão Bastos[1], Fábio Santos [2], Leila Andrade[3], Paulo Mattos[4]

[1]Núcleo de Tecnologia Educacional de Niterói/SEEDUC – Rio de Janeiro –RJ - Brasil
[1, 2, 3]Departamento de Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO – RJ - Brasil

[4]Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IPUB-UFRJ – RJ - Brasil

angelapaulazbastos@yahoo.com.br; fabio.gabriel@uniriotec.br; leila@uniriotec.br; paulomattosmd@gmail.com

Resumo. *Este artigo relata a pesquisa e aplicação de um Jogo intitulado Jogo do Supermercado aliado ao classificador bayesiano Naïve Bayes para auxiliar no processo de avaliação cognitiva do Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) em crianças e adolescentes. Até o momento não existe um marcador biológico capaz de diagnosticar ou identificar a origem do TDAH.. O estudo foi realizado com 141 crianças e adolescentes na faixa de 10 aos 17 anos de uma amostra não-clínica, oriundas de três escolas públicas revelou resultados com elevados valores preditivos na avaliação cognitiva do TDAH.*

Abstract. *This paper reports the research and application of a game titled Game Supermarket coupled with Bayesian classifier Naïve Bayes to assist in the evaluation of cognitive disorder Attention Deficit / Hyperactivity Disorder (ADHD) in children and adolescents. So far there is no biological marker that can diagnose or identify the source of ADHD .. The study was conducted with 141 children and adolescents ranging from 10 to 17 years from a non-clinical sample, from three public schools showed results with high predictive values in the cognitive assessment of ADHD.*

1. Introdução

O Transtorno do Déficit de Atenção/ Hiperatividade (TDAH) é um transtorno com características nucleares de desatenção, hiperatividade e impulsividade. Essas características afetam o desenvolvimento acadêmico, os relacionamentos familiares e sociais e a vida laboral. O transtorno aparece na primeira infância e se não for tratado pode apresentar sintomas na vida adulta, interferindo na vida acadêmica, profissional, afetiva e social. Estima-se que 60% a 70% das pessoas que tiveram TDAH na infância mantêm o transtorno na vida adulta (Amaral, 2001; Barckley, 2002; Mattos & Franco, 2001; Travella, 2004).

Apesar do TDAH não ser uma disfunção executiva ele apresenta algumas características devido ao comprometimento de áreas cerebrais responsáveis pelas funções executivas. As funções executivas compreendem atividades de desempenho relacionadas a ações voluntárias, independentes, autônomas, auto-organizadas e orientadas para metas específicas. A utilização de escalas de avaliação na aferição de sintomas do TDAH e no detalhamento do perfil sintomático deve ser considerada como ferramenta auxiliar no diagnóstico clínico, não substituindo a entrevista clínica.

Um dos desafios da Psiquiatria e Psicologia é como estabelecer critérios para identificar se um paciente é portador ou não do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). O diagnóstico de TDAH percorre uma série de fases tais como: exames, ferramentas de rastreio, entrevistas com o paciente e seus familiares. Até o momento não existe nenhum teste neuropsicológico padronizado, desenvolvido, testado e utilizado para realizar o diagnóstico de TDAH (ANDRADE, 2007).

O uso de escalas e questionários permite a obtenção de dados mais homogêneos, a quantificação dos sintomas, o estabelecimento de perfis estereotipados e um manejamento facilitado. Nesta pesquisa utilizamos o questionário SNAP-IV(SWANSON, 1992; SWANSON et al.,1999) é um questionário de domínio público, construído a partir dos sintomas do Manual e Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – IV Edição (DSM-IV) da Associação Americana de Psiquiatria. O questionário pode ser usado para avaliar crianças e adolescentes. O SNAP-IV é composto de 18 questões que englobam perguntas relativas a nove sintomas de desatenção, seis de hiperatividade e três de impulsividade, sendo as duas últimas categorias englobadas num único domínio (hiperatividade/impulsividade).

Apresentamos neste artigo os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo investigar a aplicabilidade e adequação de um jogo sério, especialmente desenvolvido para fins cognitivos, aliado ao classificador Naïve Bayes na avaliação cognitiva do TDAH. A pesquisa tem como participantes crianças e adolescentes na faixa etária entre 10 e 17 anos de idade, oriundos de três Escolas Públicas do Município de Niterói.

2. O Jogo do Supermercado

O Jogo do Supermercado é um Jogo Sério que foi concebido para auxiliar na avaliação do TDAH. Ele foi definido após a investigação do processo de diagnóstico realizado por neuropsicólogos através da utilização de testes neuropsicológicos. Esses testes, na sua maioria, envolvem percursos semelhantes com labirintos e/ou execução de tarefas específicas. O Jogo do Supermercado foi inspirado no Teste do Mapa do Zoológico (*Zoo Map Test).* O teste do Mapa do Zoológico faz parte de uma bateria de seis testes e dois questionários, o BADS (Avaliação do Comportamento das Disfunções Executivas). É um instrumento neuropsicológico para avaliação de disfunção executiva que envolve a realização de tarefas de planejamento e execução em um percurso num labirinto. Esse teste padronizado e patenteado é realizado em papel, e conta com duas versões. Esse é um teste para avaliar a capacidade de formular e implementar um plano de forma independente (condição de alta demanda) e seguir o plano pré-formulado (condição de baixa demanda) (WILSON et al,2003).

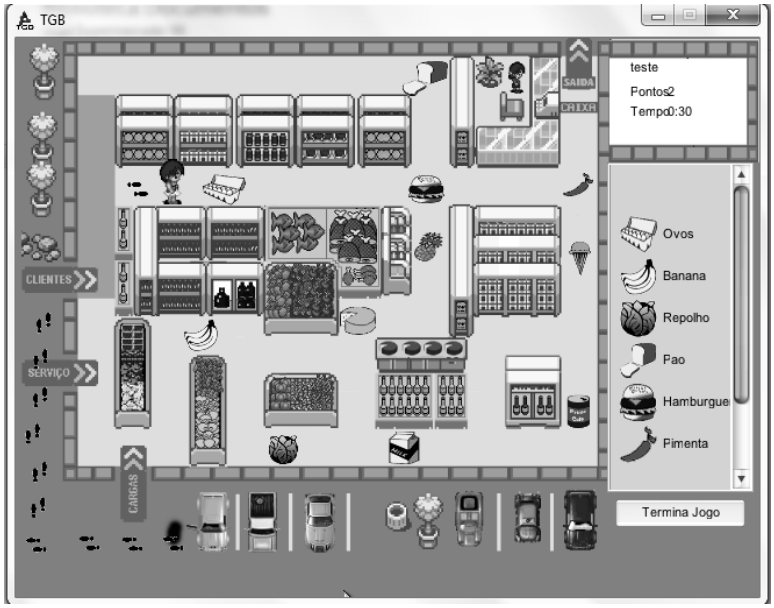

Figura 1. Tela do Jogo do Supermercado

O jogo possui dois Modos de utilização. O Modo 1 é composto por 10 fases e foca a capacidade de planejamento do jogador. Os itens presentes na lista de compras podem ser adquiridos em qualquer ordem, mas o jogador deve se planejar para executar a ações no menor tempo possível e não quebrando nenhuma regra básica. O Modo 2 tem como tarefa primordial, avaliar a capacidade de execução do jogador. Os itens da lista de compras devem ser adquiridos na ordem exata que aparecem na lista no menor tempo possível.

Os dados capturados no Jogo do Supermercado em cada fase de ambos os Modos (tempo e pontuação) são armazenados em um arquivo para posterior avaliação do mecanismo de Inteligência Artificial proposto.

3. Método

3.1. Amostra

A pesquisa foi realizada no período de Outubro de 2009 a Fevereiro de 2011 com crianças e adolescentes na faixa de 10 a 17 anos, com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UNIRIO, através do Protocolo: 0014/2010, FR 385301, CAAE: 6518.0.000.313-10 .

As escolas inseridas nessa pesquisa são o Instituto de Educação Professor Ismael Coutinho, o Colégio Estadual Aurelino Leal e o Colégio Estadual Pinto Lima. As três escolas estão localizadas no Município de Niterói onde seus alunos provêm de comunidades carentes do Município.

Na primeira fase do estudo, participaram 22 professores que receberam orientações sobre o TDAH e o preenchimento do SNAP-IV, que foi o questionário utilizado para a avaliação dos alunos. Foram preenchidos 141 questionários SNAP-IV pelos professores e 32 pelos pais, sendo que todos os alunos que participaram do estudo foram autorizados por seus respectivos responsáveis.

Na segunda fase, foi realizada uma oficina de jogos com o objetivo de avaliar as habilidades das crianças e adolescentes com computadores. Constatou-se que todos apresentavam uma grande intimidade com as ferramentas computacionais, informação importante para a validade do nosso trabalho. Como o objetivo era avaliar o TDAH através de um jogo computacional, esta questão emergiu porque inabilidades relacionadas ao ambiente computacional poderiam acarretar em resultados interpretados como déficits neuropsicológicos pelo algoritmo de aprendizagem de máquina, produzindo resultados incorretos.

Na terceira fase do estudo, o Jogo do Supermercado foi aplicado individualmente para cada aluno sob supervisão de um especialista. O jogo produziu dados de pontuação acumulada e o tempo gasto de cada aluno que foram utilizados para processamento.

3.2 Dados

Uma das primeiras análises dos dados foi à tentativa de compor uma relação entre os escores de tempo e pontos e o resultado da avaliação do SNAP-IV preenchido pelos professores e pelos pais. Na tabela 1, podemos observar que os escolares classificados como Controle no SNAP-IV obtiveram médias de tempo muito próximas aos escolares classificados como TDAH. A maior discrepância de valores entre TDAH e Controle encontra-se nos valores referentes à pontuação. É oportuno observar que alguns escolares classificados como TDAH obtiveram pontuação negativa, ou seja, não

conseguiram fazer um planejamento ou execução conforme solicitado nas regras do jogo.

Tabela 1: Comparativo entre tempo e pontuação + SNAP-IV professores

Tempo M1	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
6 min 28 s - 19 min 22 s	Controle	11 min 04 s
07 min 25 s - 18 min 52 s	TDAH	11 min 01 s
Pontuação M1	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
20 – 71	Controle	56
(-)11 – 73	TDAH	48
Tempo M2	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
5 min 05 s - 14 min 47 s	Controle	07 min 05 s
04 min 58 s - 12 min 43 s	TDAH	07 min 36 s
Pontuação M2	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
14 – 82	Controle	41
(-)21 – 69	TDAH	31

Na análise do Modo 2 – Execução os resultados foram muito próximos as do Modo 1. A média de tempo entre TDAH e Controle foi muito próxima. Os valores referentes à pontuação entre TDAH e Controle foram novamente o ponto mais relevante, foram 10 pontos de diferença na média entre escolares classificados como TDAH e classificados como Controle. Mais uma vez alguns escolares classificados como TDAH obtiveram pontuação negativa.

Esses resultados coincidem com um estudo brasileiro com crianças de uma amostra não-clínica, realizado por Amaral e Guerreiro (2001), no qual foi verificado que portadores de TDAH, geralmente apresentavam escores mais baixos que os controles em variadas tarefas.

A segunda análise na Tabela 2 demonstra os questionários respondidos pelos Pais. Quando confrontamos o questionário respondido pelos pais e o tempo e pontuação do jogo podemos observar que um escolar identificado como *Controle* pelos Pais obteve pontuação negativa no Modo 2 do jogo. Este escolar foi classificado pelos professores como TDAH diferindo da opinião dos pais. Os outros dados obtidos através dos questionários respondidos pelos pais são muito próximos dos questionários respondidos pelos professores.

Tabela 2: Comparativo entre tempo e pontuação + SNAP-IV pais

Tempo M1	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
6 min 36 s – 15 min 38 s	Controle	11 min 01 s
8 min 30 s – 19 min 22 s	TDAH	11 min 19 s
Pontuação M1	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
20 – 68	Controle	54
44 – 66	TDAH	54
Tempo M2	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
05 min 05 s – 11 min 19 s	Controle	07 min 29 s
05 min 36 s – 13 min 05 s	TDAH	07 min 40 s
Pontuação M2	**Avaliação SNAP-IV**	**Média**
(-)3 – 49	Controle	36
30 – 46	TDAH	36

A partir deste ponto fez-se necessária uma avaliação com bases em mecanismos computacionais mais eficazes que possam clarificar os resultados obtidos e a aderência do Jogo do Supermercado.

3.3 Processamento

O processamento de dados foi realizado com o WEKA que é um pacote de algoritmos para mineração de dados de uso livre. Trabalhamos com duas bases de dados, sendo a primeira com os dados do jogo (pontuação e tempo) nas diversas fases e o questionário SNAP-IV respondido pelos professores (BASPROF) e a outra base os dados do jogo cruzados com o questionário SNAP-IV respondido pelos Pais dos Alunos (BASPAIS).

Ao todo 115 escolares jogaram o Jogo do Supermercado, sendo que os escolares que pularam alguma fase do jogo ou tiveram tempo inferior a 10 segundos em alguma fase foram excluídos da pesquisa. Na primeira base de dados *BASPROF* trabalhamos com 94 instâncias e na segunda base de dados *BASPAIS* trabalhamos com 30 instâncias. A partir deste ponto foi feita uma seleção de atributos. Os atributos considerados foram as variáveis tempo e pontuação nas diversas fases do jogo e informações do jogador (sexo e idade). São 39 atributos, sendo 38 atributos para avaliação e 01 para predição : Sexo, Idade,Tempo : 10 tempos das 10 fases do Modo 1 do Jogo, Pontos : Pontuação de cada uma das 10 fases do Modo 1 do Jogo, Tempo : 08 tempos das 8 fases do Modo 2 do Jogo, Ponto : Pontuação de cada uma das 8 fases do Modo 2 do Jogo, Classe :

Classificação TDAH (TDAH e Controle). As métricas de desempenho utilizadas para avaliar os resultados desta pesquisa são a especificidade e a sensibilidade. A sensibilidade pode ser definida como a proporção dos indivíduos com a neuropatia, que tem um teste positivo para a neuropatia TDAH. A especificidade seria a proporção de indivíduos sem a neuropatia que tem um teste negativo (controle).

Como o *Jogo do Supermercado* possui 18 fases, quais as fases do jogo contribuem para uma avaliação cognitiva mais assertiva com o objetivo de alcançar índices mais elevados no que diz respeito a instâncias corretamente classificadas, sensibilidade e especificidade.

Durante os testes o classificador foi o Naïve Bayes e na primeira etapa não utilizamos nenhum filtro, na segunda etapa utilizamos 05 filtros durante os testes: Discretize, Normalize, PKIDiscretize, Relaggs e Standardize. Ao longo dos teste utilizamos vários conjuntos de atributos combinados entre si para buscarmos melhores resultados. Como ferramenta de análise usamos a validação cruzada (cross-validation), o número de dobras (folds) que dividimos os dados foram 10, no qual 90 % do conjunto de dados são treinados e o teste é realizado nos 10% restantes. Cada dobra é utilizada para teste uma vez. Este mecanismo é repetido 10 vezes produzindo um total de 100 iterações.

Na interpretação dos resultados oriundos do processamento dos dados analisamos a precisão (análise quantitativa) , a sensibilidade e especificidade (análise qualitativa). A precisão avalia as instâncias corretamente classificadas pelo processamento dos dados considerando que um resultado satisfatório tenha percentis iguais ou acima de 70%. A sensibilidade e a especificidade são dois parâmetros fundamentais para se estabelecer a validade de um teste diagnóstico, o método qualitativo ideal seria aquele que reunisse essas duas características na sua intensidade máxima. Consideramos como um resultado satisfatório os percentis iguais ou acima de 50% tanto na sensibilidade quanto na especificidade.

4. Resultados

A BASPROF composta pelos questionários respondidos pelos professores e os dados do jogo conseguiram resultados promissores comprovando a eficácia do jogo na avaliação cognitiva do TDAH. Nos filtros *FirstOrder, Relaggs*, *Normalize* e *Standardize* e não utilizando nenhum filtro a retirada da fase 1 do Modo 1 e Modo 2 (F1M1M2) proporcionaram os melhores resultados, apresentando percentis acima de 71% de instâncias corretamente classificadas, especificidades entre 78% e 80%, e sensibilidade com percentil de 61,5%.

A BASPAIS não alcançou resultados tão satisfatórios quanto a BASPROF, uma das dificuldades foi a massa de dados ser muito inferior contando com apenas 30 instâncias, quando se faz um processamento bayesiano quanto maior a base de dados melhor o aprendizado. O melhor resultado na BASPAIS foi o filtro *PKIDiscretize* não retirando nenhum atributo e alcançando o seguinte conjunto de métricas: 70% de instâncias corretamente classificadas e 77% de especificidade e 50% de sensibilidade.

Coincidentemente o *PKIDiscretize* não alcançou um mínimo de 70% de instâncias corretamente classificadas em nenhum dos atributos da BASPROF. Cumpre ressaltar que na análise dos questionários SNAP-IV fazendo-se uma comparação entre pais e professores, 06 resultados diferiram entre eles. Cinco alunos foram considerados com sintomas de TDAH pelos professores e pelos pais considerados como controle e 01 aluno considerado com sintomas de TDAH pelo professor foi considerado Controle pelo pai.

5. Conclusão

Na análise preliminar foi constatado que a pontuação no Jogo do Supermercado tanto no Modo 1 quanto o Modo 2 consegue refletir razoavelmente os resultados obtidos pelo questionário respondido pelos professores. É importante ressaltar que 06 questionários diferem a avaliação entre os pais e professores o que impacta diretamente no resultado final da amostra com os questionários respondidos pelos pais.

Dentro da literatura médica não encontramos uma base de conhecimento que defina qual o percentil ideal de instâncias corretamente classificadas, especificidade e sensibilidade em uma avaliação cognitiva. O nosso ponto de corte foi em percentis iguais ou maiores que 70% para instâncias corretamente classificadas, pois consideramos que uma classificação com este percentil está mais próxima de um resultado com 100% de fidedignidade. Quanto à sensibilidade e especificidade o percentil de 50% atende a ambas as métricas, porque quando uma métrica é muito alta a outra tende a baixar, fizemos uma nivelação das duas.

O emprego do Jogo do Supermercado revelou-se um instrumento com elevados valores preditivos na avaliação cognitiva do TDAH numa amostra não clínica de crianças e adolescentes.

Referências

ANDRADE, L. 2007, *Uso de Técnicas Inteligentes para Análise de Avaliações do Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade em um Jogo Computacional*. Dissertação (Doutorado), Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

BARKLEY, RA.,1997, "Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD", *Psychological Bulletin*, v.121 , pp.65-94.

MATTOS, P., 1998. "Uso de testes computadorizados em neuropsicologia". In:Gagliardi,R.J.; Reimao, R. (org.). *Clínica neurológica*. São Paulo, Lemos Editorial, pp. 319-322.

MATTOS P, SERRA PINHEIRO MA, RODHE, LA, PINTO D., 2006, "Apresentação de uma versão em português para o uso no Brasil do instrumento MTA-SNAP IV de Avaliação de sintomas de Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade e sintomas de transtorno desafiador e de oposição". *Rev Psiquiatr*, v. 28(3), pp.290-297.

RUSSELL, S.J. AND P. NORVIG, 2009, "Artificial intelligence: a modern approach", Prentice hall.

SWANSON J, LERNER M, MARCH J, GRESHAM FM.,1999, "Assessment and intervention for attention-deficit/hyperactivity disorder in the schools". *Lessons from the MTA study. Pediatrics Clinics of North América*; v.46:pp. 993–1009.

SWANSON JM. ,1992,"School-based assessments and interventions for ADD students". K. C. Publishing, Irvine, CA.

WILSON,B. A., ALDERMAN N.,BURGESS P. W.,EMSLIE H.,EVANS J. J.,2003, "Test Review – Chamberlain", *Journal of Occupational Psychology,Employment and Disability* – Review By Elayne Camberlain, pp. 33-37.