



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
COLEGIADO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
CAMPUS SENHOR DO BONFIM

MILCA DA SILVA CUNHA VILAS BOAS

**O USO DE ROBÔS NO TRATAMENTO DO AUTISMO:
UMA BREVE INTRODUÇÃO**

Senhor do Bonfim
2015

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
COLEGIADO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
CAMPUS SENHOR DO BONFIM

**O USO DE ROBÔS NO TRATAMENTO DO AUTISMO:
UMA BREVE INTRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia, Campus
Senhor do Bonfim, como requisito para
obtenção do título de Licenciado em Ciência
da Computação. Orientador: Prof. Dr.
Vagson Luis de Carvalho Santos

Senhor do Bonfim
2015

O USO DE ROBÔS NO TRATAMENTO DO AUTISMO: UMA BREVE INTRODUÇÃO

Milca da Silva Cunha Vilas Boas¹

Vagson Luis de Carvalho Santos²

Resumo: Indivíduos com o Transtorno do Espectro Autista (TEA) sofrem consequências diretas e indiretas relacionadas a déficits de interação social. Jovens com TEA frequentemente reportam um desejo de se relacionar mais com outros jovens e isso é o reflexo de uma interação social pobre e mais solidão do que os demais em sua faixa etária. Este artigo resume, brevemente, o estado da arte das pesquisas em robótica assistiva, a qual tem sido considerada para diagnose e terapia de crianças e jovens autistas. Apresentamos também resultados de projetos que, comprovadamente representam o desenvolvimento do campo em melhorar a interação social desses grupos através de robôs assistentes.

Palavras-chave: Computação afetiva, Interação social, Terapia para autismo, Robótica assistiva.

Abstract: Individuals with Autism Spectrus Disabilities suffer direct and indirect consequences related to social interaction deficits. Youth with ASD often report a desire for more peer social interaction, and may also express poor social support and more loneliness than their typically developing peers. This review summarizes, briefly, the state of researches that have been made in autistic children's therapy, which has been considered on the diagnose and treatment for them. We also present projects results which represent a scientific development field in improving their social interaction through social assistant robots.

Keywords: Affective Computing, Social Interaction, Autism therapy, Assistive Robotics.

¹ Licencianda em Ciência da Computação pelo Instituto Federal Baiano de Educação Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Senhor do Bonfim.

² Professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Senhor do Bonfim. Doutor em Física pela Universidade Federal de Viçosa.

INTRODUÇÃO

“Autismo é uma deficiência neurológica caracterizada por dificuldades de comunicação e cognição social, que co-ocorrem com comportamentos estereotipados e repetitivos” (BERHAMN *et al.*, 2006). O autismo abrange uma variedade de sintomas, muitos dos quais aparecem antes da criança completar três anos de idade. Crianças com autismo são incapazes de interpretar estados emocionais de outras pessoas, de reconhecer raiva, arrependimento ou intenções de manipulação³. “Suas habilidades de fala são frequentemente limitadas e elas sentem dificuldade em iniciar ou manter uma conversa. Demonstrem, também, uma preocupação intensa em um único sujeito, atividade ou gesto” (RODIER, 2000, p.56).

De acordo com a Associação Americana Não-Governamental Autism Speaks⁴:

O TEA também pode ser associado a deficiência intelectual, dificuldades na coordenação motora e de atenção, problemas físicos e de saúde, como distúrbios do sono, gastrointestinais. Alguns indivíduos com TEA possuem altas habilidades em música, matemática e arte. (AUTISM..., 2014)

Indivíduos com TEA sofrem também de uma profunda deficiência de funcionalidades básicas em habilidades de reciprocidade social. Para eles, déficits de socialização são a maior fonte de prejuízo independentemente de habilidades cognitivas ou de linguagem.

Entretanto, déficits de habilidades sociais não se remetem ao desenvolvimento físico. De fato, esses prejuízos e angústias aumentam à medida que a criança se aproxima da adolescência por causa da atmosfera social que se torna mais complexa, fazendo com que a criança se torne mais consciente de suas desabilidades sociais (AUTISM..., 2014).

Além de todas as dificuldades inerentes ao próprio desenvolvimento mental e social, deve-se considerar que, segundo Shea *et. al.* (2013, p.113), “há um baixo número de professores que possuem treinamento e experiência necessários ao trabalho com indivíduos com TEA que

³ Aqui, entende-se que o indivíduo com autismo não reconhece intenções de manipulação, o que o leva a ser facilmente enganado por outros.

⁴ Os sites citados ao longo deste artigo foram escolhidos por possuírem um banco de dados bastante atualizado sobre autismo e, informações, consideradas pela autora, valiosas para a compreensão do tema tratado no texto.

não acompanha o crescimento dramático em diagnósticos”, o que dificulta o acesso de crianças autistas à escola. Para os autores, “o número desses indivíduos que precisam de assistência é um desafio, tanto para a escola como para o sistema de saúde”. Por isso, tanto no âmbito acadêmico quanto nas relações interpessoais, há uma necessidade de entender melhor novas práticas e promover conquistas.

Apesar dos dados da realidade serem bastante precisos no que se refere ao grande número de crianças diagnosticadas com autismo, é visível o fato de ainda haver uma falta de informação na área educacional, não somente no que diz respeito aos sintomas clínicos mais básicos e condições psicológicas dos indivíduos com TEA, mas especialmente sobre as terapias em desenvolvimento que estão sendo feitas para melhorar as habilidades sociais e comportamento dessas crianças e adolescentes. Dentre esses tratamentos, destacamos o uso de robôs na terapia do autismo, que consiste num campo consideravelmente novo e ainda em desenvolvimento, o que torna suas práticas e resultados desconhecidos por grande parte da comunidade educacional.

Assim, partindo das bases da nossa formação em licenciatura e levando em consideração a interação entre a educação e a robótica, assim como um grande interesse pessoal no assunto- uma vez que mais de uma criança na família possui diagnóstico de TEA. Buscamos, através de dados e referenciais, contribuir com uma discussão sobre o tema, realizando um breve sumário das pesquisas que feitas nos últimos anos, por meio de uma revisão bibliográfica.

O fato de estarmos realizando apenas um levantamento bibliográfico sobre o tratamento de autismo usando robôs se deve à impossibilidade de aplicar uma pesquisa deste porte, tanto na cidade de Senhor do Bonfim quanto no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), *campus* Senhor do Bonfim. Isso se deve à exigência de uma infraestrutura especial necessária e de custo elevado, de uma equipe de psicólogos, engenheiros da computação e pesquisadores da área, como também, uma infinidade de aparatos robóticos.

Nosso trabalho está organizado da seguinte forma: na seção “O Autismo e sua Origem” será apresentada uma das teorias neurobiológicas que visa explicar a origem do autismo. Na seção seguinte, demonstraremos “O papel da robótica na terapia do autismo” e como isso pode ajudar a melhorar o comportamento social desses indivíduos, bem como os propósitos clínicos

desse tipo de terapia⁵. Na última seção, mostraremos dois tipos de estudos em robótica para a terapia do autismo utilizando os seguintes robôs: o não-humanóide NAO⁶ e o humanóide Kaspar. Esses estudos, realizados pelo Departamento de Psicologia da Universidade de Notre Dame, nos Estados Unidos, e pelo Grupo de Pesquisa de Sistemas Adaptáveis da Universidade de Hertfordshire, Inglaterra, respectivamente, fazem considerações importantes sobre a contribuição dessas experiências no campo da terapia do autismo. Dentre os principais resultados dessas investigações, damos destaque aos que se referem ao aumento do desenvolvimento das habilidades sociais e comunicativa dos autistas participantes.

Esta revisão bibliográfica foi baseada numa busca sistemática de trabalhos publicados nos últimos dez anos englobando estudos em neurobiologia e robôs assistentes-sociais e suas aplicações em terapias para autismo. Os artigos examinados continham como palavras-chave (1) Autismo ou Asperger (2) Intervenção Terapêutica, Desenvolvimento Social, Autonomia e (3) Computação Afetiva, Robótica.

Ressaltamos que este trabalho foi desenvolvido originalmente durante o intercâmbio da discente na Università degli Studi di Milano no ano acadêmico de 2013/2014, como requisito avaliativo da disciplina de Computação Afetiva e Comportamental.

O AUTISMO E SUA ORIGEM

O autismo na primeira infância constitui o mais devastador de um grupo de síndromes do desenvolvimento neurológico, chamadas de distúrbios pervasivos do desenvolvimento. No entanto, autismo não é uma doença única, mas sim uma síndrome com diversas causas. Apesar de as investigações sobre as características fundamentais da anatomia cerebral serem inconsistentes, acredita-se que o espectro do transtorno autista possua bases biológicas e seja hereditário, o que traz a oportunidade de descobrir a genética e as bases dos comportamentos sociais recíprocos.

⁵ Em anexo dispomos de uma tabela que ilustra quais são as categorias clínicas para a aplicação de robôs interativos.

⁶ NAO é, para todos os efeitos, um nome - não a abreviação de vários. O mesmo se aplica a Kaspar.

Dois estudos epidemiológicos de gêmeos autistas feitos por Bailey *et. al.* (1995) sugeriram que o autismo foi determinado predominantemente pela genética, embora os resultados concernentes a um fenótipo mais amplo de anormalidades cognitivas e possivelmente sociais fossem contraditórios. De acordo com essa pesquisa, riscos obstétricos e perinatais foram considerados como fatores etiológicos determinados ambientalmente. Os resultados também indicaram que o autismo fica abaixo de um alto grau de controle genético e sugere o envolvimento de múltiplos *loci* genéticos. Eles concluem que riscos obstétricos geralmente parecem ser consequência de um desenvolvimento anormal geneticamente influenciado, mais do que fatores etiológicos independentes.

Uma região candidata por centralizar características neuropatológicas, conhecida por ter poucos neurônios densamente concentrados em indivíduos com autismo é o lobo médio-temporal. Enquanto várias outras estruturas também mostram características histopatológicas, Behrmann *et. al.* (2006) evidenciaram uma base teórica para conectar déficits sociais em autistas a características patológicas da amígdala.

Segundo Nacewicz *et. al.* (2006), a amígdala possui um papel importante no processo emocional, mas as tentativas de ligar características patológicas a ela mostraram pouco consenso. No entanto, um estudo conduzido pelo Laboratório de Imagem Cerebral e Comportamento e o Departamento de Física Médica e Psicologia da Universidade de Wisconsin - Madison (EUA), avaliaram o volume da amígdala e o aprendizado não-social em adolescentes e adultos do sexo masculino a fim de examinar se variações na estrutura da amígdala se relacionam com a severidade dos sintomas. Alguns dos resultados mostraram que crianças com amígdalas menores eram mais lentas ao distinguir as expressões neutras das emocionais, e que a severidade dos déficits sociais interagem, junto com a idade, em prever padrões diferentes de desenvolvimento da amígdala no autismo.

Contudo, eles concluíram que esses resultados apoiam mais adequadamente um modelo de hiperatividade da amígdala que poderia explicar a maioria das descobertas sobre o autismo. Assim, “alguns dos déficits ocasionados pelo autismo podem ser secundários à restrição de estímulos sociais por causa da resposta exagerada da amígdala e medo social” (NACEWICZ *et. al.*, 2006, p. 1.417).

Por fim, há a crença popular de que o autismo está associado a traumas pré-natais, perinatais ou neonatais, mas de fato há pouca evidência científica que apoie este ponto de vista.

O PAPEL DA ROBÓTICA NA TERAPIA DO AUTISMO

De acordo com dados obtidos através da Comunidade de Pesquisa Participativa AASPIRE⁷,

embora as terapias para o tratamento do autismo em crianças tenham recebido grande atenção e venham sendo bastante discutidas, profissionais frequentemente subestimam os encaminhamentos para terapias, serviços e tecnologias para adultos com o espectro do autismo. (AASPIRE..., 2014)

Tais terapias, serviços ou tecnologias não são feitas para tratar ou curar o autismo, mas podem ajudar adultos a melhorar as atividades do dia-a-dia e a qualidade de vida. O objetivo é ajudar pacientes a direcionar desafios, aumentar estratégias de cópia, tratar problemas correlacionados ou obter suportes e acomodações necessárias.

Algumas das razões pelas quais pode-se considerar encaminhar pacientes adultos com TEA para terapias adicionais, serviços ou tecnologias assistivas é que muitos indivíduos que possuem fala limitada podem se beneficiar do uso da comunicação assistiva aumentada. Quadros com figuras ou aparelhos de texto-fala ajudaram incontáveis indivíduos que não conseguiam se comunicar efetivamente até aprenderem a usar a tecnologia assistiva (AASPIRE..., 2014).

A robótica é uma área com potencial para auxiliar no diagnóstico e tratamento do autismo que tem ganhado destaque nas últimas décadas. Feil-Serifer e Matarić (2005, p. 465) afirmam que o novo campo de pesquisa, conhecido como Robôs Socialmente Assistivos ou RSA, “tem como foco o design e a implementação de robôs que provejam assistência a humanos através de interação social em vez de interação física”.

⁷ AASPIRE = The Academic Autistic Spectrum Partnership In Research and Education/ Parceria Acadêmica de Educação e Pesquisa em Autismo. Foi iniciada por acadêmicos e autistas que desenvolvem e implementam pesquisas para o benefício da comunidade autista adulta.

Os autores afirmam ainda que “o objetivo principal de um sistema de RSA na terapia do autismo é encorajar crianças a desenvolver e utilizar habilidades sociais” (FEIL-SERIFER e MATARIC, 2005, p.467).

Para isso, (...) “robôs podem ser desenvolvidos para fazer parte de um número variado de tipos de interação, tais como capturar e manter atenção, evocar atenção conjunta e imitação e, mediar a vez de falar” (FEIL-SERIFER e MATARIC, 2005, p.467).

OBJETIVOS CLÍNICOS DOS ESTUDOS DA ROBÓTICA NA TERAPIA DO AUTISMO

Segundo Scasselatti *et. al.* (2012, p. 289), um dos propósitos clínicos de se utilizar robôs na terapia do autismo é primeiramente, para diagnosticar e, em seguida, evocar determinados comportamentos pró-sociais.

Em um artigo bibliográfico analítico feito por Diehl *et al.* (2012, p. 03) os estudos na área de robótica na terapia do autismo foram delineados de acordo com: a) a resposta dos indivíduos com SDA a robôs ou comportamentos-robóticos em comparação com o comportamento humano; b) o uso de robôs a fim de modelar, ensinar e/ou praticar um habilidade; e c) o uso de robôs a fim de prover uma melhor resposta do desempenho. Segundo os autores,

[...] alguns indivíduos (não todos) com SDA preferem interagir com robôs do que com brinquedos passivos, [...] robôs que parecem robôs do que os que possuem características humanas, nas interações sociais e [...] respondem mais rápido quando incitados por movimentos robóticos do que por movimentos humanos. (DIEHL *et.al.* 2012, p. 04)

Contudo, eles afirmam que o diagnóstico da utilização dos robôs para tratamento de TEA é bastante limitado:

[...] até agora os estudos feitos tem mantido o foco na habilidade do robô em promover comportamentos específicos para intervenção ou a habilidade de promover, medir e/ou possivelmente classificar comportamento com propósitos de diagnóstico” (DIEHL *et. al.*, 2012, p. 06).

Neste caso, o robô poderia ser o objeto de atenção compartilhada de tal forma que poderia servir como “catalizador” para interações sociais com outro indivíduo, como também provocaria uma atenção em comum a ser direcionada para outra coisa. A criança poderá então, através destas oportunidades pró-sociais, generalizar estes comportamentos para além do contexto envolvendo o robô.

Além disso, no que concerne a sua função, o robô pode ser um líder que demonstra comportamento social e guia a interação, ou pode ainda ser um brinquedo que responde à criança, mediando o comportamento social entre a criança e outros indivíduos. Mais raramente, robôs podem agir como intermediários para crianças, permitindo-os expressar suas emoções ou vontades.

Finalmente, há a possibilidade de se criar robôs autônomos que interagem socialmente com indivíduos durante sessões de terapia, porém,

este objetivo ainda não foi alcançado (...) em parte porque o controle de robôs ainda não alcançou o nível de sofisticação necessário para lidar com situações complexas, dinâmicas e imprevisíveis como aquelas encontradas em centros de cuidados e em ambientes de terapia. (SCASSELATTI *et. al.* 2012, p.285)

Nesse contexto, pesquisadores estão trabalhando na busca de construir arquiteturas de controle robótico robustas e flexíveis que possam contornar essas situações. (SCASSELATTI *et. al.* 2012, p.285)

ESTUDOS DE ROBÓTICA APLICADOS NA TERAPIA DO AUTISMO

A TERAPIA COM NAO

NAO [fig.1] é um humanóide de 58 cm projetado pela Aldebaran, uma companhia francesa de robótica. Entre outros protótipos, há uma versão especial do Nao que é “focada em

conquistar metas de aprendizado, no aumento das habilidades de comunicação e melhora do conhecimento diário obtido através disso” (ALDEBARAN..., 2014).

De fato, um grupo do Departamento de Psicologia da Universidade de Notre Dame, Indiana/USA, decidiu usar o robô NAO nas sessões de terapia em parte porque perceberam que crianças com a síndrome do autismo talvez possuíssem uma afinidade especial por tal dispositivo e, “em parte porque estas crianças tendem a ser mais orientadas a objetos do que a seres humanos” (THE FAMILY..., 2012).

Figs. 1 e 2: O robô NAO, que ajuda as crianças autistas em terapia a aprenderem a interpretar comportamentos sociais.



Fonte: <https://www.aldebaran.com/en/humanoid-robot/nao-robot>

Segundo um dos pesquisadores do grupo, “NAO simplifica o comportamento humano. As sessões de Análise de Comportamento Aplicado que eles conduzem tendem a ser programáticas e repetitivas porque as crianças precisam praticar e aprender a aprender⁸ habilidades”. Ainda segundo ele,

o que o robô traz para estas sessões é um elemento que é intrinsecamente interessante e motivador para as crianças. Adiciona sabor às sessões de terapia, mas o valor dele vai além disso (...) NAO permite-nos simular melhor e simplificar o comportamento humano para torná-lo mais compreensível (FCTD, 2012, p. 05).

Neste caso, o objetivo do uso do NAO é auxiliar os pesquisadores a determinar se a ajuda de um robô sofisticado pode aumentar a experiência da terapia para crianças com autismo, ultrapassando o espaço entre o mundo da interação humana - que tantas vezes os deixa

⁸ Nota da tradutora. Nesse caso, o termo traduzido foi “learn to learn”. Significa que a criança precisa identificar comportamentos repetitivos nos humanos, e aprender a interpretá-los, como acontece nas sessões de terapia com os robôs.

perplexos, ansiosos e frustrados, e o mundo da ciência e tecnologia que eles preferem (THE FAMILY..., 2012, p. 01).

Segundo os pesquisadores, a pesquisa feita com o robô NAO promoveu uma resposta positiva emocional bastante incomum tanto das crianças com autismo como de suas famílias.

A EXPERIÊNCIA COM O KASPAR

O grupo de Sistemas Adaptativos na Universidade de Hertfordshire iniciou o projeto KASPAR [Figs. 3 e 4] em 2005, estudando o potencial de um robô humanóide minimamente expressivo para a melhora da interação social e habilidades comunicativas em crianças autistas.

Figs.3 e 4: Kaspar, o robô social, possui uma aparência similar à das crianças em terapia, o que ajuda na identificação e imitação dos comportamentos sociais.



Fonte: <http://www.herts.ac.uk/kaspar/the-social-robot#>

Até agora, os membros da pesquisa desenvolveram o hardware e software do KASPAR, planejaram cenários e jogos para o uso do KASPAR em colaboração com professores e terapeutas para focalizar em necessidades terapêuticas e de desenvolvimento específicas para crianças individualmente, bem como desenvolveram e adotaram ferramentas e medidas para avaliar a efetividade do robô.

Estudos prévios no campo da Inteligência Artificial e da Robótica mostram que um robô que parece real demais podem ser irritantes (Developing Kaspar, 2014). Por esta razão, o grupo

de pesquisa trabalhou bastante para dar ao KASPAR um aspecto humano, mas muito simplificado e uma aparência amigável de criança.

Os resultados da pesquisa com o KASPAR têm mostrado que robôs podem ser uma ferramenta previsível e segura para crianças com autismo, que habilita as crianças a aprenderem habilidades de interação e de comunicação. De acordo com o portal online de informações do projeto⁹, o grupo de pesquisa já realizou sessões com mais de 70 crianças autistas, de 4 a 16 anos, que possuem uma grande variedade de necessidades e competências. Cada sessão envolve a variação de cenários de jogos, especialmente dirigidas aos objetivos terapêuticos e educacionais de cada criança.

Dessa forma, muitas crianças que raramente interagem com outras pessoas, participam de jogos com KASPAR ou usam o robô para ajudá-los a interagir com outras crianças e adultos. Segundo o site, "professores e pais se impressionam com os resultados que testemunharam: alguns viram seus filhos interagirem, imitarem ou fazerem contato visual com outros pela primeira vez em suas vidas" (KASPAR..., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foi feita uma breve introdução do tema das pesquisas relacionadas ao uso de robôs no tratamento do autismo. Para isso, buscamos dados que demonstrem a importância de tais pesquisas, que como afirma Robins *et. al* (2005, p.04), em seu trabalho sobre se o uso de robôs assistentes podem ajudar na terapia e educação de crianças com autismo:

[...] a interação humano-humano é multi-modal e envolve não somente linguagem não verbal mas também uma rica linguagem corporal, gestos, etc., muitos destes expressados de um modo inconsciente. A evolução e o desenvolvimento humano conectou nosso sistema perceptivo e cognitivo para perceber a variedade de significados sociais.

⁹ <http://www.herts.ac.uk/kaspar/the-social-robot>.

Ainda de acordo com os autores, “diferente de como lidamos com objetos físicos, nós nos desenvolvemos em “leitores de mentes”¹⁰ habilidosos durante nossos quatro anos da infância, aprendemos a prever e a interpretar o comportamento humano em termos de estados mentais” . Dessa forma, “déficits nas habilidades em “leitura de mente”, como tem sido mostrados em pessoas com autismo, fazem com que o comportamento social das pessoas, seja visto como amplamente imprevisível” (ROBINS *et.al.*, 2005, p.104).

Similarmente, estudos psicológicos têm mostrado que “crianças com autismo preferem brinquedos com design simples e ambientes previsíveis que podem fornecer pontos iniciais para intervenções terapêuticas onde a complexidade desses brinquedos terapêuticos podem ser aumentada lentamente” (ROBINS *et.al.*, 2005, p.109).

Percebemos, ao longo das leituras realizadas, que o campo de pesquisa da robótica para diagnóstico e/ou tratamento para indivíduos autistas, embora fértil, ainda é bastante novo. A maioria dos resultados, contudo, é positiva e, dessa forma, podemos visualizar um longo caminho no desenvolvimento da robótica assistiva e sua aplicação nas pesquisas relacionadas ao autismo.

Por fim, apresentamos como perspectiva de trabalho futuro a possibilidade de criação de um aplicativo para reconhecimento de expressões faciais. Acreditamos, com base nos resultados das pesquisas realizadas, que a ferramenta também poderia servir como auxílio aos médicos no diagnósticos de crianças e seria muitas vezes menos custoso do que a construção ou a compra de um robô. Além disso, facilitaria o acesso desse tipo de tratamento para crianças, jovens e adultos autistas carentes, impossibilitados pela localização geográfica e pela condição financeira.

REFERÊNCIAS

ALDEBARAN - SOFIBANK GROUP. Disponível: <www.aldebaran.com/en>. Acesso em: 30 Jun 2014.

AMAZE - FULFILLING LIFE'S POTENTIAL. Disponível em: <<http://www.amaze.org.au/>>. Acesso em: 02 Jul 2014.

¹⁰ Nota da tradutora. Aqui, o autor se refere a capacidade das crianças em interpretar expressões faciais que denotam a intenção de uma ação prestes a ser realizada, ou ainda, a capacidade de manipular as próprias expressões a fim de conseguirem suscitar determinada resposta.

AUTISM SPEAKERS - IT'S TIME TO LISTEN. Disponível em: <<http://www.autismspeaks.org/>>. Acesso em: 01 Jul 2014.

BEHRMANN M., *et. al.* **Configural processing in autism and its relationship to face processing.** Neuropsychologia, vol. 44, no. 1, pp. 110–29, Jan. 2006.

BILEY A. *et. al.* **Autism as a strongly genetic disorder: evidence from a British twin study.** Psychological Medicine, vol. 25, no. 1, pp. 63–77, 1995.

BREAZEL C. **Emotion and sociable humanoid robots.** Int. J. Hum. Comput. Stud., vol. 59, no. 1–2, pp. 119–155, Jul. 2003.

DIEHL J. *et. al.* **The Clinical Use of Robots for Individuals with Autism Spectrum Disorders: A Critical Review.** Res Autism Spectr Disord. 2012 ; 6(1): 249–262.

FAMILY CENTER ON TECHNOLOGY AND DISABILITY. **Robotics and Autism : Is the Future Nao?** News and Notes, no. 112, pp. 1–18, 2010. Disponível: <http://www.fctd.info/>. Acesso em: 29 Jun 2014.

FEIL-SEIFER D. e M. J. Matarić. “**Defining socially assistive robotics**” in Proc. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR’05), Chicago, IL, USA, June 2005, pp. 465–468.

HEALTHCARE TOOLKIT: **Patient Centered Care Tools for Autistic Adults.** Disponível em: <www.autismandhealth.org>. Acesso em: 28 Jun 2014.

KASPAR, **The social robot.** Disponível em: <<http://www.herts.ac.uk/kaspar>>. Acesso em: 25 Jun 2014.

NACEWICZ B. M., *et. al.* **Amygdala volume and nonverbal social impairment in adolescent and adult males with autism.** Arch. Gen. Psychiatry, vol. 63, no. 12, pp. 1417–28, Dec. 2006.

ROBINS B., *et. al.* **Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?** Univ Access Inf Soc (2005) 4: 105–120.

RODIER M. Patricia. **The early origins of autism.** Scientific American, 2000. 282 (2): 38-45.

SCASSELLATTI B. *et. al.* “**Robots for use in autism research**” Annu. Rev. Biomed. Eng., vol. 14, pp. 275–94, Jan. 2012.

SHEA Nicole M. *et. al.* **Perceived Autonomy Support in Children with Autism Spectrum Disorder.** Autism-Open Access, vol. 03, no. 04, 2013.

WHITE Williams S. *et.al.* **Social skills development in children with autism spectrum disorders: a review of the intervention research.** J. Autism Dev. Disord., vol. 37, no. 10, pp. 1858–68, Nov. 2007.

ANEXO

Table 1

Categories for clinical applications of interactive robots.

Category	Description	Examples of Potential Applications
Responses to robots or robot-like characteristics	Compares type, speed, and/or frequency of interactive responses to a robot or an interlocutor with robot-like characteristics in comparison to a human or non-robotic toy.	Studies do not have direct clinical applications, but provide insight on how children with ASD might respond differently to robots or robot-like characteristics
Eliciting behavior	Robot performs an action or interacts with the child for the purpose of inducing a target behavior	To obtain characteristic behaviors as part of a diagnostic evaluation; To promote prosocial behaviors (e.g., joint attention) with an interactive human partner
Modeling, teaching, or practicing skills	Robot serves as a tool for learning and practicing a target behavior or skill	Robot models a behavior for the child to imitate; Robot engages in scripted interaction with the child to practice a skill (e.g., initiating a conversation)
Providing feedback or encouragement	Robot is the purveyor of behavioral contingencies or social support during an activity	Robot gives positive reinforcement when child correctly executes a target skill; Robot provides encouragement and necessary prompts to encourage communication with another interactive partner

Fonte: Diehl *et.all*, 2013.