



INTERAÇÃO CRIANÇA-ROBÔ: ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE ACEITAÇÃO DE ROBÔS E EXPERIÊNCIAS DE INTERAÇÃO

Child-robot interaction: analysis and evaluation of robot acceptance indicators and interaction experiences

Fátima Colferai*

Roberta Dall Agnese da Costa**

Carine Geltrudes Webber***

Resumo: Este trabalho visa identificar, avaliar e relacionar fatores e indicadores que possam ser aplicados na compreensão da interação entre crianças e robôs no contexto educativo. Apoiados na legislação educacional atual, que determina a incorporação de temas relativos à tecnologia e a computação em todas as etapas da Educação Básica, foi planejada e executada uma atividade pedagógica baseada em diferentes experiências sensoriais e cognitivas com um robô humanoide. Participaram da atividade dezenove crianças entre quatro e cinco anos de uma Escola de Educação Infantil privada, os professores titulares das turmas e a professora de robótica. Para avaliar a proposta optou-se por dois tipos de questionários: um aplicado às crianças participantes da pesquisa e outro às professoras titulares das turmas e a professora de robótica. Na avaliação, o resultado com as crianças foi satisfatório, pois pode-se perceber o seu envolvimento nas atividades com um robô, tornando-a lúdica. Por fim, considera-se que a incorporação da robótica em sala de aula estimula a curiosidade das crianças em entender como o robô funciona, desenvolvendo crianças com um potencial crítico e interesse em conhecer a área da tecnologia, da robótica e da programação, e ampliando assim o escopo da aprendizagem.

Palavras-chave: Interação criança-robô. Tecnologias de Informação e Comunicação. Atividade Pedagógica.

Abstract: This work aims to identify, evaluate and relate factors and indicators that can be applied in understanding the interaction between children and robots. Supported by current educational legislation, which determines the incorporation of themes related to technology and computing in all the stages of basic education, a pedagogical activity based on different sensory and cognitive experiences with a humanoid robot was planned and carried out. Nineteen

* Bacharel em Ciência da Computação. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. CEP 95070-560 - Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

** Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Rio Grande do Sul, BR. Professora Colaboradora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul. <https://orcid.org/0000-0002-3015-7709>. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. CEP 95070-560 - Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

*** Docteur en Informatique/PhD Computer Science, Université Joseph Fourier, Grenoble, Rhône-Alpes, FR. Professora Permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul. <https://orcid.org/0000-0001-7778-6740>. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. CEP 95070-560 - Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

children between four and five years old from a children's education private school, the class teachers and the robotics teacher took part in the activity. To evaluate the proposal, two types of questionnaires were chosen: one applied to the children taking part in the research and the other to the class teachers and the robotics teacher. In the children's evaluation the result was satisfactory, since it was possible to observe their involvement in activities with the robot, making it playful. Finally, evidences showed that incorporating robotics into the classroom stimulates children's curiosity in understanding how the robot works, thus developing children with a rational thinking and interest in getting to know the area of robotic technology and programming, thus enlarging the usual learning scope.

Keywords: Human-robot interaction. Indicators Robots Children. Pedagogical activity.

1 Introdução

Dentre os avanços tecnológicos nos últimos anos, observa-se o crescimento de aplicações que fazem uso da robótica, tanto no meio acadêmico e científico quanto em nível industrial e comercial. Atualmente, a robótica é usada em vários segmentos da sociedade (GOODRICH; SCHULTZ, 2008). Na indústria, por exemplo, a utilização desta tecnologia permite desempenhar tarefas repetitivas e mesmo perigosas, substituindo o trabalho braçal de um ou mais seres humanos em tarefas pesadas. Na área da saúde, os robôs são usados para análises detalhadas, no diagnóstico de doenças e em procedimentos cirúrgicos menos invasivos. O sistema robótico Da Vinci, que vem sendo utilizado desde 2005 em cirurgias, é um exemplo de aplicação na área da saúde (MADHURI; BUTLER-MANUEL, 2017).

Robôs que desempenham tarefas específicas e não necessitam interagir com seres humanos ainda são a maioria. Contudo, considera-se que nos próximos anos robôs com características físicas humanas e com habilidades encontradas nos seres humanos (comunicação verbal, expressão de emoções, acompanhamento e auxílio nas tarefas humanas) irão se popularizar e integrar a sociedade. Considera-se, portanto, que os robôs podem ser de grande auxílio em tarefas cada vez mais importantes, como monitorar e cuidar de pessoas idosas, acompanhar e auxiliar pessoas com deficiências, ensinar crianças, dentre outras. Porém, o avanço nessas áreas depende ainda da compreensão de como os robôs podem ser projetados e programados para estarem melhores adaptados ao contexto social.

No contexto educativo, um dos objetivos de incorporar a robótica em sala de aula é facilitar as tarefas do dia a dia de um professor, além de acrescentar conhecimento, compreender melhor a relação entre uma criança e um robô, culminando com o provocar a curiosidade da robótica nas crianças. Grande parte dos estudos realizados na área de interação humano-robô tem como foco a utilização com humanos adultos, na qual as métricas usadas para avaliação de aceitação social são bem definidas, em razão do nível de entendimento e compreensão dos responsáveis.

Uma das características a ser melhor desenvolvida nos robôs é a capacidade de expressar emoções. Neste sentido, a computação afetiva, área da Inteligência Artificial, vem se valendo de robôs e dispositivos físicos para se desenvolver. Robôs humanoides, como por exemplo, o NAO e Reeti, são os mais utilizados (JOHAL, 2015). Reeti da Robopec é um PC-Bot com uma face expressiva, com olhos, nariz e orelhas. Possui LEDs nas bochechas, podendo alterar as cores para expressar melhor suas emoções. Além disso, possui microfones, câmeras e sensores de toque. NAO é um robô humanoide da Aldebaran. Também possui sensores, câmeras e

microfones. Não é tão expressivo quanto o robô Reeti, mas consegue exibir posturas corporais, movimentado braços e pernas.

Os robôs NAO e Reeti têm a finalidade de mostrar as capacidades expressivas e introduzir aspectos humanos em uma interação com o humano. Essa relação utiliza a ideia de interação entre humanos e robôs, por envolver as duas partes. A área é conhecida como interação humano-robô (IHR) (em inglês, Human-Robot Interaction), na qual os pesquisadores frequentemente direcionam robôs como assistentes e pesquisam, fundamentalmente, as interações sociais (DAUTENHAHN, 2007).

Dautenhahn (2007) ainda argumenta que IHR é um campo de pesquisa desafiador na interseção da Psicologia, Ciência cognitiva, Ciências sociais, Inteligência artificial, Ciência da computação, Robótica, Engenharia e interação humano-computador. Por integrar tantas áreas de conhecimento, a IHR representa um conjunto de desafios e obstáculos tecnológicos. Neste momento, um dos grandes desafios encontrados quando se considera interação humano-robô está na relação estabelecida. Especificamente neste campo, os sentimentos de confiabilidade e credibilidade dos robôs vêm sendo investigados por meio da robótica social, na busca por aprimorar a qualidade da relação estabelecida (JOHAL, 2015).

Neste sentido, este trabalho busca identificar, avaliar e relacionar fatores e indicadores que possam ser aplicados para compreender a interação entre robôs e crianças. Para tanto, desenvolveu-se uma atividade pedagógica envolvendo a compreensão de um conhecimento relativo à Educação Infantil e, para apoiá-la, foi realizada a programação de um robô humanoide com a interação planejada. Para avaliar a proposta optou-se por dois tipos de questionários: um aplicado às crianças participantes da pesquisa e outro às professoras titulares das turmas e a professora de robótica. Os questionários foram organizados em fatores de avaliação que, por sua vez, eram compostos de indicadores. Os indicadores foram expressos em perguntas, feitas oralmente às crianças, e textualmente às professoras.

2 Referencial teórico

2.1 Indicadores para Avaliação de Interações

Weiss *et al.* (2009), em um trabalho relacionado, definiram indicadores para medir a aceitação de robôs por pessoas, considerando uma pesquisa de experiência de interação. Tal pesquisa mostrou que a aceitação de um robô está fundamentalmente relacionada à disposição do usuário em integrar o robô em ambientes sociais cotidianos.

O quadro de avaliação teórica e metodológica, conhecido como USUS, proposto por Weiss *et al.* (2009), foi desenvolvido para avaliar a usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social e tem como finalidade permitir uma experiência positiva do usuário para aumentar a aceitação social em relação aos robôs. Assim, os principais fatores de avaliação que devem ser considerados, segundo Weiss *et al.* (2009), são: usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social. A seguir cada um dos fatores de avaliação são explicados e relacionados com a presente pesquisa.

O termo usabilidade refere-se à facilidade de usar um objeto. Para ser mensurável, alguns indicadores devem ser considerados: eficácia, eficiência, aprendizagem, flexibilidade, robustez e utilidade. A eficácia descreve quão bem robôs humanoides realizam uma tarefa, evitando erros e promovendo tarefas resolvidas com sucesso. A eficiência refere-se à velocidade que um robô auxilia um humano. A aprendizagem indica a facilidade de um sistema ser aprendido por usuários iniciantes, em que na interação humano robô é um grande indicador

por ser uma tecnologia na qual as pessoas quase não têm experiência anterior. A flexibilidade, por sua vez, descreve o número de maneiras possíveis de como o humano pode se comunicar com o robô, de forma que o robô possa se adaptar a situações diferentes. A robustez demonstra o nível de suporte fornecido ao usuário permitindo uma realização bem-sucedida de objetivos. E por fim, a utilidade que se refere a como uma interface pode ser usada para atingir uma determinada meta, assim quanto mais tarefas a interface executar, mais útil será (WEISS *et al.* 2009). Dentre todos estes fatores, a usabilidade é considerada a mais importante pois melhora o engajamento social do robô, facilitando o seu uso por usuários iniciantes, por meio da comunicação falada e gestuais (FONG; NOURBAKHS; DAUTENHAHN, 2003).

A aceitação social é uma questão significativa para ser avaliada na interação humano-robô, em função da necessidade de descobrir os motivos que levam as pessoas a aceitar robôs, evitando rejeições, possíveis a longo prazo. Aceitação social define, portanto, qual a disposição de um indivíduo, com base em experiências de interação, para integrar um robô a um ambiente social cotidiano (WEISS *et al.* 2009). Alguns estudos têm analisado como as pessoas, em especial as crianças, percebem os robôs e quais os tipos de comportamento elas exibem quando interagem com os robôs (FONG, NOURBAKHS, DAUTENHAHN, 2003; MOYLE *et al.*, 2013). Tais estudos foram conduzidos por meio de entrevistas guiadas, porém informais, e desenhos feitos pelas crianças sobre os robôs e suas histórias. Descobriu-se assim que as crianças associam os robôs com formas geométricas de características humanas (antropomorfismo) ou animais. Ainda, as crianças atribuem livre arbítrio aos robôs, incluindo-os em contextos sociais e familiares, atribuindo estados emocionais, preferências e gênero. Por isso, tem se tornado cada vez mais clara a percepção de que os humanos se engajam e criam laços com dispositivos tecnológicos, especialmente com os robôs (MATARIC, 2013).

Para entender aspectos de como os humanos podem ser influenciados socialmente em suas rotinas de trabalho por um robô, alguns indicadores são definidos: expectativa de desempenho, expectativa de esforço, atitude em relação ao uso da tecnologia, autoeficácia, formas de agrupamento, apego e reciprocidade. A expectativa de desempenho é determinada como o grau em que um indivíduo acredita que o uso do sistema melhorará seu desempenho no trabalho. Expectativa do esforço mostra como um sistema será fácil de usar, incluindo o grau de esforço, dificuldades e compreensão no uso. A atitude em relação ao uso da tecnologia, por sua vez, é vista como a soma de todos os sentimentos positivos e negativos durante o trabalho com a ajuda do robô humanoide. Neste sentido, um aspecto importante a ser avaliado é se a personalidade do robô afeta o desempenho do usuário em uma tarefa (FEIL-SEIFER; SKINNER; MATARIC, 2007). Autoeficácia refere-se à percepção de uma pessoa quanto a sua capacidade de atingir o objetivo. As formas de agrupamento surgem para levantar uma questão se os seres humanos podem compartilhar certas características com robôs, como acontece em um grupo de humanos. O apego informa se existem laços de afeto entre a pessoa e o objeto. A reciprocidade é a resposta positiva ou negativa dos indivíduos em relação às ações do outro (WEISS *et al.* 2009).

A experiência do usuário trata os aspectos de como as pessoas usam um produto interativo. Para classificar robôs socialmente interativos, alguns fatores são avaliados: personificação, emoção, percepção orientada para o ser humano, segurança e co-experiência. Por definição, a personificação descreve a relação entre um sistema e seu ambiente e pode ser medida investigando a sua morfologia e o impacto nas expectativas sociais. A emoção é um ponto importante na interação social e deve ser incorporada na avaliação e no design dos robôs. Os usuários podem sentir satisfação quando um produto atende as suas expectativas e a alegria da emoção é sentida quando essas expectativas são superadas. Na percepção orientada para o ser humano, os robôs sociais devem ser capazes de rastrear recursos humanos, interpretar a fala

humana e reconhecer expressões faciais. Isso por que os robôs sociais precisam ser pró-ativos, a fim de buscar nos seres humanos os elementos que necessitam para preencher variáveis cognitivas, tais como sentimentos, motivações, entre outras (BREAZEAL, 2002). A segurança durante a interação é muito importante, por isso existem investigações sobre como projetar a interação humano-robô de uma maneira que os humanos se sintam seguros. A coexperiência descreve experiências com objetos sobre como os indivíduos desenvolvem sua experiência pessoal com base na interação social com os outros (WEISS *et al.* 2009).

O impacto social é outro fator que deve ser avaliado, devido ao desenvolvimento da tecnologia que influencia e modifica a sociedade. Ainda é um grande desafio avaliar o impacto da interação humano-robô para este fator, mas com alguns indicadores, este processo pode ser facilitado. São considerados os seguintes indicadores: qualidade de vida, condições de trabalho, educação e o contexto cultural. A qualidade de vida humana é determinada por vários tipos de liberdade e relações humanas estáveis. As condições de trabalho incluem todos os aspectos que afetam o trabalho de uma pessoa e como os empregadores cuidam de seus funcionários. O desenvolvimento tecnológico afeta as condições de trabalho, pois pode ser usado para aumentar a eficiência e a produtividade, mas por outro lado, pode substituir o trabalho de um humano por um robô, pelo fato de o robô realizar algumas tarefas físicas muito mais rápido que um humano (WEISS *et al.* 2009).

Em tempos em que a utilização de robôs é crescente nas mais diferentes áreas, a Educação, especificamente no sentido de ensino e aprendizagem, observou um crescente número de estudos que investigam a robótica educacional e seu impacto nas habilidades acadêmicas e sociais (ANWAR *et al.*, 2019). Cabe destacar, que a robótica já integra o contexto educativo há muito tempo. É possível citar, por exemplo, os trabalhos de Seymour Papert, que coordenou a criação do Logo, como uma das primeiras iniciativas de utilização do computador como recurso de ensino que repercutiram em pesquisas (GIORDAN, 2005). Em pesquisas mais atuais, diferentes possibilidades de combinações didáticas com o uso de robôs são avaliadas em sala de aula. Andrade e Oliveira (2019), por exemplo, analisaram uma proposta com robô Lego Mindstorms NXT, com o intuito de buscar a compreensão de suas funcionalidades e programações. Angeli e Valanides (2019) em uma pesquisa sobre os efeitos da aprendizagem com o robô Bee-Bot no pensamento computacional de crianças pequenas relataram ganhos de aprendizagem estatisticamente significativos entre a avaliação inicial e final das habilidades de pensamento computacional das crianças.

2.2 Planejamento da interação humano-robô

Kahn *et al.* (2008) realizaram um estudo para estabelecer alguns padrões de *design* para beneficiar o campo emergente da interação humano-robô fornecendo métodos para planejar e implementar interações humano-robô socialmente convincentes. Este método é composto por oito padrões de *design*, sendo eles: introdução inicial, comunicação didática, em movimento juntos, interesses pessoais e história, recuperando-se dos erros, alternar a vez em contexto de jogo, intimidade física, reivindicando tratamento injusto ou danos ilegais. Estes padrões de *design* foram considerados durante o planejamento da interação humano-robô e, por isso, são definidos a seguir de acordo com a literatura específica.

A introdução inicial é um aspecto essencial da interação social e envolve um repertório verbal e comportamental definido. Sua função é reconhecer o outro, perguntar educadamente sobre o outro e reconhecer fisicamente, que pode envolver o toque, por exemplo, um aperto de mãos, questionamentos sobre sentimentos, entre outros (KAHN *et al.*, 2008).

A comunicação didática é uma forma simples de comunicação social e envolve a transmissão de informações entre os participantes, situada em um contexto no qual cada participante tenha motivação para permanecer engajado. Por exemplo, quando os professores falam em uma sala de aula, eles incorporam esse padrão.

Estar em um relacionamento social com os outros pode envolver o alinhamento de movimentos físicos (movimentos juntos), como por exemplo quando caminhamos com outra pessoa. Uma instância do padrão em movimento juntos poderia ser executada quando o robô sugere mostrar algo para alguém, em uma posição espacial diferente daquela que estão.

O compartilhamento de interesses pessoais, sociais e da história com outras pessoas torna a vida social mais intensa. Se considerarmos a interação humano-robô, uma instância do padrão interesses pessoais e história poderia ser exemplificada em uma espécie de diálogo entre os interagentes, de forma que, o robô fornece informações sobre suas preferências no contexto da interação (BREAZEAL, TANANISHI, KOBAYASHI, 2008; KAHN *et al.*, 2008).

A recuperação de erros envolve um tipo de interação em que se incorre a um erro proposital no diálogo entre o robô e o humano. Assim, por exemplo, é possível programar o robô para indicar algo do contexto de forma equivocada, fazendo com que o humano precise corrigi-lo. Neste momento estabelece-se um tipo de interação em que o robô concretiza uma relação baseada no seu próprio erro (KAHN *et al.*, 2008).

Alternar a vez em um contexto de jogo é o que acontece na maioria dos jogos sociais, que envolve revezamento dos participantes, como jogos de cartas ou de tabuleiro. Em uma instância deste padrão, considerando a interação humano-robô, envolveria, por exemplo, alternar pistas em um jogo de adivinhação.

Outra importante característica social humano é o envolvimento em sensações como tocar, abraçar e segurar. No contexto da interação humano-robô, é chamada de instância do padrão de intimidade física. Um exemplo pode ser caracterizado quando, ao final de um jogo, o robô sugere um abraço, em função diversão motivada pela interação. Na psicologia moral, dois meios centrais são usados para estabelecer tratamento imoral, um baseado em justificativas deontológicas (filosofia moral, que significa ciência do dever e da obrigação) de justiça e direitos e outro baseado em justificativas de danos materiais, físicos ou psicológicos (KAHN *et al.*, 2008).

3 Procedimentos metodológicos

3.1 Universo da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida como trabalho de conclusão de curso da graduação em Ciência da Computação e aplicada em uma Escola de Educação Infantil. A Escola, do tipo privada, já possuía em seu currículo as atividades de robótica educacional desde o ano de 2017. Cabe destacar que, por determinação da legislação educacional atual, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os temas relativos à tecnologia e a computação devem ser trabalhados de forma transversal em todas as áreas do conhecimento e componentes curriculares, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (BRASIL, 2017).

As crianças participantes da pesquisa estavam organizadas em dois grupos, distintos em função da faixa etária: turma A – oito crianças de cinco anos de idade e turma B – onze crianças com quatro anos de idade. Durante a execução da atividade pedagógica com o robô, as crianças foram reagrupadas em duplas ou trios, respeitando as faixas etárias.

3.2 Planejamento da atividade pedagógica

Atualmente no Brasil, as experiências de aprendizagem proporcionadas às crianças na etapa da Educação Infantil são orientadas pela BNCC. Ela é um documento que define as habilidades essenciais para todos os alunos da Educação Básica (BRASIL, 2017). A Base estabelece que a Educação Infantil é uma etapa essencial para a construção da identidade e da subjetividade das crianças e estabelece seis direitos de aprendizagem: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se.

No planejamento da atividade de ensino, todos os direitos de aprendizagem foram considerados e, portanto, expressos sua na execução. O direito à convivência, à brincadeira e à participação foram garantidos com a promoção de uma situação em que as crianças pudessem brincar e interagir com os colegas (e com o robô), envolvendo-se em uma experiência de convivência em grupo. O direito à exploração foi um dos fundamentos da ação didática mais expressivos, pois as crianças foram convidadas a conhecer, examinar e descobrir uma proposta de aprendizagem cuja interação se dava com um robô humanoide. Já a expressão e o autoconhecimento foram garantidos por meio da avaliação individual e coletiva das crianças, com *feedbacks* imediatos sobre os erros e acertos.

Além dos direitos de aprendizagem, a BNCC na Educação Infantil organiza-se em Campos de experiência, nomeadamente: eu, o outro e o nós; corpo, gestos e movimentos; traços, sons, cores e formas; escuta, fala, pensamento e imaginação; e espaço, tempo, quantidades, relações e transformações. Destes, especificamente corpo, gestos e movimentos, envolvem experiências com diferentes linguagens, como a dança e a música; e escuta, fala, pensamento e imaginação realçam as experiências com a linguagem oral, como as conversas e as cantigas (BRASIL, 2017).

Para o planejamento da atividade ainda se buscou o referencial relativo à incorporação da brincadeira e da interação como eixos estruturantes dos processos de ensino e aprendizagem. Assim, a atividade pedagógica ganha o aporte teórico da ludicidade que, conforme afirma Luckesi (2000) perpassa a aplicação de um jogo em sala de aula, envolve um aprendizado construído com o agir e o interagir considerando a integralidade dos sujeitos. Além disso, a incorporação da tecnologia nas práticas lúdicas na Educação Infantil é apontada como uma necessidade por Polleto e Simão (2019), quando relaciona a ela, o desenvolvimento de atividades e trabalhos em grupos, estimulando os alunos para a aprendizagem. Especificamente o uso de robôs sociais como prática educacional, conforme apontado por Gomes (2007), estimula a criatividade dos estudantes em função da natureza dinâmica e lúdica da prática.

3.3 Recurso pedagógico: robô humanoide

O robô JD da empresa canadense E-Z (Figura 1) foi o escolhido para realizar a atividade pedagógica proposta. O JD é um robô humanoide que mede aproximadamente 30 cm de altura e possui várias funcionalidades que podem ser aplicadas e utilizadas em estudos na Educação, considerando estudos semelhantes de Cao *et al.* (2019) e Kinzler *et al.* (2019). O software utilizado para programar o robô é o E-Z Builder. O programa dispõe de diversos *plugins*, além de permitir a inclusão de novos *plugins*, que podem ser desenvolvidos em linguagem C#, e adicionados na plataforma.



Figura 1 - Imagem de divulgação do EZ-Robot JD Humanoid



Fonte: <https://www.ez-robot.com/> (2019).

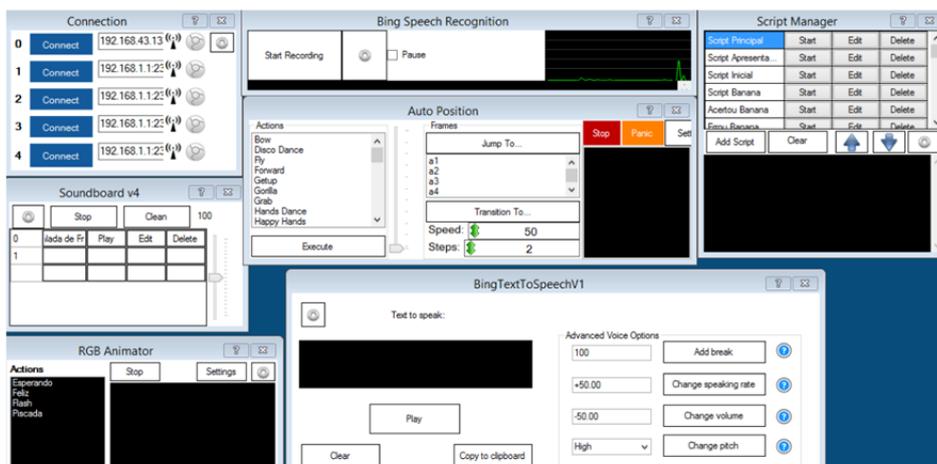
Utilizando-se o software EZ-Builder, criou-se um projeto que incorporou as funcionalidades do robô a serem usadas, além de bibliotecas nativas e externas. Para a comunicação entre as crianças e o robô foi utilizado o reconhecimento de fala em texto e a conversão de texto em fala. A conversão de texto em fala é utilizada para que o robô possa falar com as crianças, conforme definição de *script*. O reconhecimento de fala foi aplicado para interpretar a fala da criança durante a interação, principalmente nas respostas dadas pelas crianças no decorrer do jogo.

O idioma *default* do robô é o inglês. Porém, como o experimento precisava ser executado em português, foi necessário incorporar ao projeto um *plugin* que suportasse o idioma português. Para isso, o *plugin Bing Text To Speech* foi utilizado. O *plugin* usa a API *Bing Speech* da Microsoft. O *plugin Bing Text To Speech* utilizado foi previamente desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de Rosa *et al.* (2018) e aprimorado nesta pesquisa. Assim, todo texto enviado para a API da plataforma Microsoft, retorna como voz (arquivo de áudio) em português. O robô JD é capaz de executar o áudio em português. Este serviço requer uma conexão em tempo real com a internet. O *plugin* utilizado para reconhecimento de voz das crianças foi o Microsoft *Bing Speech Recognition* que está disponível de forma integrada na ferramenta E-Z Builder.

A programação no EZ-Builder é desenvolvida em uma linguagem de scripts, utilizando e gerenciando controles selecionados para o projeto. Os controles utilizados neste projeto, ilustrados na Figura 2, foram os seguintes: a. *Connection*: para conectar ao robô selecionado; b. *Bing Speech Recognition*: converte a fala das crianças para texto que, então, é avaliado pelo *script* a fim de atestar se a resposta é correta ou não; c. *Script Manager*: gerencia a criação e execução dos *scripts*; d. *Soundboard*: reproduz a música selecionada no robô, em paralelo aos movimentos inseridos no *script*; e. *Auto Position*: controla os movimentos do robô para que ele exiba gestos e dance; f. *RGB Animator*: controla os LEDs presentes nos olhos do robô, assumindo quatro estilos possíveis (esperando, feliz, *flash* e piscada); g. *Bing Text to Speech*: gera um áudio em português a partir de uma frase.



Figura 2 - Imagem do projeto de programação do robô JD



Fonte: as autoras (2019).

Graças a sua linguagem de *scripts* foi possível programar o robô mesclando componentes e, desta forma, definindo todo o percurso de interações com as crianças. O Quadro 1 exemplifica um *script* e exibe a primeira parte da interação criança-robô. As linhas de 1 até 5 definem o cabeçalho do *script* de apresentação. A linha 6 configura os LED's dos olhos do robô para o estilo feliz. A linha 7 define uma *string* contendo a saudação com o nome da criança. Nas linhas 8, 9 e 10 ocorre o controle e execução do áudio da *string* definida na linha 7. Na linha 11 e 12 o componente *auto position* ajusta a posição dos braços e pernas do robô para uma postura divertida. Finalmente, a linha 13 finaliza o *script* de apresentação.

Quadro 1 - *Script* de codificação da primeira interação do robô com as crianças

1	</Code>
2	</ScriptManagerConfig>
3	<ScriptManagerConfig>
4	<Title>Script Apresentacao</Title>
5	<Code>\$apresentacao = 0
6	ControlCommand("RGB Animator", AutoPositionAction, "Feliz")
7	\$tts = "Olá " + \$nomeDoAluno + ". É muito bom te conhecer."
8	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
9	\$EZBPlayingAudio = 1
10	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
11	ControlCommand("Auto Position", AutoPositionAction, "Bow")
12	WaitFor(\$AutoPositionStatus = 0)
13	\$apresentacao = 1

Fonte: as autoras (2019)

O conjunto completo dos *scripts* é apresentado no Apêndice A deste artigo.

3.4 Coleta, análise e interpretação dos dados

Para a coleta sistemática dos dados foram utilizados dois questionários: um aplicado oralmente às crianças e outro às professoras (tanto a titular das turmas quanto à professora de robótica). O questionário, enquanto instrumento de coleta de dados de pesquisas qualitativas, é definido conforme Gil (2009), e Massoni e Moreira (2017) como a técnica de investigação composta por um número de questões que são apresentadas às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. Na perspectiva de investigação sobre robôs sociais, Silva (2019) e Santos *et al.* (2019) já haviam utilizado questionários como ferramenta de obtenção de dados em pesquisas qualitativas.

Em função dos participantes da pesquisa tratarem-se de crianças, os métodos escolhidos para as coletas de dados foram adaptados para se tornarem acessíveis e envolventes a elas. Estes métodos, conhecidos na literatura como métodos centrados na criança (*child-friendly methods*) incluem, muitas vezes, atividades inspirados na cultura juvenil (NIND *et al.*, 2019).

Assim, nesta pesquisa, por envolver sujeitos que ainda não estão completamente alfabetizados e, em decorrência disso, não são plenamente capazes de ler as perguntas do questionário, estas foram apresentadas a eles, individualmente, pelas professoras, por meio de entrevistas. Assim, apoiando-se em Nind *et al.* (2019, p. 97) e em sua defesa na possibilidade utilizar questionários junto com fontes secundárias “para ajudar a desenvolver uma descrição completa quando se está respondendo a uma questão de pesquisa complexa”. No caso desta pesquisa, entende-se as entrevistas individuais como fontes secundárias em função da condição dos respondentes.

Considerando ainda o contexto dos métodos centrados na criança, da mesma forma, as métricas para a avaliação dos indicadores pressupunham concordância ou discordância sobre a questão apresentada, possibilitando ainda a construção de argumentos por aquelas crianças que se sentiam confortáveis para tanto. Estas métricas derivam de uma adaptação aos métodos focados na interação em sala de aula baseados em análises de processo-produto, definidas por Nind *et al.* (2019). Neles, ressalta-se a necessidade de incluir métricas constantes em designs de pesquisa, de forma que, podem ser confiáveis e objetivamente observadas.

Assim, nesta pesquisa, por considerar crianças de duas faixas etárias, as métricas de concordância e discordância foram mantidas a fim de equalizar o processo de avaliação protagonizado pelas crianças. Isto porque pressupõe-se que crianças de faixas etárias diferentes têm habilidades cognitivas, socioemocionais e motoras diferentes, que poderiam interferir nos resultados, caso fosse considerada apenas a pesquisa baseada em análise da conversação (BRASIL, 2017; NIND *et al.*, 2019).

Ludke e André (1986) definem a entrevista como uma das principais técnicas de trabalho em quase todos os tipos de pesquisas em Educação, ressaltando o caráter de interação que a permeia. Considerando a proposta de interação, e apoiadas no exposto por Dentz (2011), o trabalho com a práxis humana demonstra que só é possível agir a partir de certas condições dadas, ou seja, as respostas das crianças só serão obtidas por meio de interações, de modo que, com o conhecimento da intencionalidade pedagógica, é possível agir criativamente. Assim, importa ressaltar que o fato de fazer perguntas a elas não restringe a criatividade de suas respostas, pelo contrário, questões bem formuladas permitem a expressão da criatividade.

Após a realização da atividade pedagógica, as professoras titulares das turmas A e B aplicaram, por orientação dos pesquisadores, os questionários de coleta de dados em suas

turmas: cada criança respondeu oralmente as dezenove questões. Os questionários foram elaborados para atender os métodos propostos para medir os objetivos da pesquisa considerando o método de combinação do referencial teórico e metodológico, assim as perguntas às crianças foram elaboradas considerando os fatores de aceitação social, experiência do usuário e impacto social, já as perguntas elaboradas às professoras consideravam a usabilidade do recurso pedagógico. Cabe destacar que, as crianças participantes da pesquisa se tornaram também sujeitos de avaliação da atividade pedagógica pois, conforme ressaltado por Dias e Teixeira (2018), os alunos da atualidade requerem um olhar ainda mais cuidadoso do professor, uma vez que têm mais informação e, portanto, outra capacidade de avaliação da aprendizagem.

No questionário aplicado às crianças, os fatores aceitação social, experiência do usuário e impacto social estavam expressos em indicadores, revelados a elas por meio de perguntas de concordância ou discordância. Cabe destacar que, algumas crianças responderam objetivamente quanto à concordância ou discordância, ou seja, sim ou não. Outras, entretanto, elaboravam argumentos que fundamentavam suas avaliações, indicando novas possibilidades de complementação dos indicadores. Estas novas possibilidades não foram exploradas no texto deste artigo, por delimitação intencional das pesquisadoras.

Assim, considerando a estrutura do questionário, relativo ao fator aceitação social, os indicadores foram: expectativa de desempenho, atitude em relação ao uso da tecnologia, reciprocidade, expectativa de esforço, autoeficácia, formas de agrupamento e apego. Quanto ao fator experiência do usuário, os indicadores foram: personificação, emoção, percepção orientada para o ser humano, segurança, coexperiência. Já em relação ao impacto social os indicadores foram: educação; funcionamento do robô.

Já no questionário aplicado às professoras, contendo três questões sobre a usabilidade do recurso pedagógico, especialmente referente à integração de um robô humanoide em sala de aula, interação criança-robô e proposição lúdica da atividade. Neste questionário, da mesma forma que o anterior, as professoras titulares e a professora de robótica deveriam responder em concordância ou não (da mesma forma, com a possibilidade de construir argumentos) sobre os indicadores considerados na pesquisa.

4 Resultados e discussão

4.1 A proposta da atividade pedagógica

Em um estudo realizado por Kose-Bagci *et al.* (2009), foi constatado que para o estudo de jogos sociais e agradáveis, nos quais as crianças brincam com um robô, é requerida a elaboração de um ambiente em que a criança não tenha a impressão de estar sendo avaliada ou monitorada. A investigação deve propor prazer aos participantes, encorajando a experimentar a interação com o robô sociável de uma forma agradável. Estas condições proporcionam um ambiente relaxante que cria situações semelhantes às brincadeiras típicas das faixas etárias.

Assim, a primeira percepção observada na Escola foi que as crianças estavam animadas com a aula de robótica: enquanto o cenário era organizado e testado antes do início da proposta, era possível ouvi-las cantando a música que seria utilizada durante a atividade. Isto porque, a proposta da aula de robótica é integrada às atividades de rotina da Escola, de tal forma que, as professoras titulares das respectivas turmas já estavam desenvolvendo atividades que a complementariam. Neste sentido, cabe destacar que, conforme o estudo de Silva (2019), no Brasil, a robótica educacional vem sendo aplicada desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, promovendo a interação dos alunos com a tecnologia.



Considerando o exposto pelo estudo de Kose-Bagci *et al.* (2009), os Campos de Experiências definidos pela BNCC (BRASIL, 2017) e a importância dos aspectos lúdicos na Educação Infantil (ESTEVAN *et al.*, 2019, MCINNES, 2019), para que as crianças se sentissem mais ambientadas foi elaborado um ambiente adaptado ao contexto do jogo: foram reproduzidas e fixadas na parede figuras de frutas que, posteriormente, eram apresentadas pelo robô.

Vale lembrar que durante a execução da atividade pedagógica com o robô, as crianças foram reagrupadas em duplas ou trios, respeitando as faixas etárias. Logo que entravam na sala de aula ambientada para a atividade pedagógica, as crianças exibiam reações de surpresa e interesse, olhando atentamente a tudo que fazia parte da composição do cenário de ensino. Além disso, também se questionavam sobre as luzes que o robô emitia, os fios aparentes entre as articulações dos membros e seus movimentos, indicando curiosidade sobre seu funcionamento.

Cabe destacar que, em experimentos com robôs sociais, a aparência física e o comportamento do robô afetam os participantes, que são motivados à interação (AMORIM; CARDOSO, 2019). O uso de sugestões sociais, como gestos produzidos pelos robôs, também influencia. Um robô social precisa, portanto, de um conjunto de habilidades sociais para incitar com sucesso o comportamento social com o usuário. Para tanto, considera-se necessário o uso de sugestões e gestos sociais para motivar e manter os participantes envolvidos e interagindo com o robô por mais tempo, não só nos primeiros momentos enquanto o robô representa uma novidade (KOSE *et al.*, 2009).

Assim, para reproduzir algumas sugestões sociais, durante a interação, o robô executava gestos e diferentes combinações nas cores dos LEDs. Na introdução inicial, o robô executava um gesto de agradecimento as crianças, inclinando o corpo para frente. Em resposta, as crianças repetiam o gesto de cumprimento ao robô, indicando que a interação inicial foi bem-sucedida. Além deste, durante o jogo, o robô executava um gesto indicando o erro da resposta da criança, sugerindo uma nova tentativa, repensando a resposta anterior. Cabe destacar que, ao programar o robô para ele fornecesse o *feedback* para os alunos, buscou-se estimular também a autonomia das crianças que, fundamentalmente a partir da interação com o robô, poderiam analisar sua aprendizagem. Neste sentido, cabe destacar que, diferentes graus de autonomia relativos à aprendizagem são definidos por Dickinson (1987), envolvendo diferentes fatores, nomeadamente, decisão de aprender; método de aprendizagem; ritmo; quando/onde; materiais; monitoramento; avaliação interna e externa. No caso desta pesquisa, ressalta-se o grau de autonomia relativo à avaliação e autoavaliação da aprendizagem, mais especificamente.

Como as crianças estavam em duplas ou trios, elas permaneceram atentas e concentradas na interação com o robô. Para que o reconhecimento da fala das crianças fosse mais bem captado, um computador com um microfone foi posicionado bem próximo a elas. Na tela do computador, era possível observar a reprodução gráfica da atividade de áudio captada pelo computador. Uma das crianças observou a tela do computador, com a reprodução do gráfico, e indagou sobre se tratar do "coração do robô". Presume-se que ela tenha relacionado o gráfico com a imagem de um eletrocardiograma, indicando a construção de uma relação de personagem animado para o robô.

Um estudo feito por Beran *et al.* (2011) mostra que existem pesquisas sugerindo que crianças exibem animismo (tendência de atribuir características humanas a um objeto para parecer vivo) em relação aos robôs. Segundo o autor, quando um objeto inanimado mostra movimento, as pessoas podem percebê-lo como um ser vivo (BERAN *et al.*, 2011). Sugere-se que o movimento do objeto pode proporcionar ao observador a impressão ele controla suas ações, o que é uma qualidade humana.

Ademais, sobre a interação entre pessoas e robôs, Mumm e Mutlu (2011) descobriram que a distância tomada pelo humano durante a interação com o robô indica que o comportamento é afetado pelo quanto gostaram do robô. Por exemplo, pessoas que relataram não gostar do robô mantiveram uma distância física maior, enquanto as pessoas que relataram gostar do robô ficaram mais próximas, não aumentando sua distância durante a interação. Um gesto carinhoso de uma criança com o robô durante a interação, mostra que a criança aprovou e gostou do robô.

Durante a atividade pedagógica, as crianças tratavam o robô de forma afetuosa e encantadora, mostrando que aceitavam o robô no meio social, por meio de gestos como toques e sorrisos. Assim que a interação da atividade de vocabulário com as frutas finalizou, as turmas foram reunidas para interagir com o robô por meio uma música e dança, trazendo o contexto do campo de experiência corpo, gesto e movimento para a atividade (BRASIL, 2017).

Algumas frutas desenhadas na parede não estavam na proposta do jogo, e isso fez com que as crianças se equivocassem em algumas das respostas: muitas vezes falavam a fruta sem ter ouvido antes as dicas do robô. Analisavam as frutas que estavam na parede e ainda não tinham sido faladas e rapidamente respondiam, demonstrando que o jogo tem características de competição.

Assim que a execução do jogo terminou, cada turma foi reunida para interagir com o robô em uma dança. O robô reproduziu a música intitulada Salada de Frutas, com o objetivo de complementar o estudo de padrão de design analisado por Kahn *et al.* (2008), acrescentando conteúdo ao contexto. Durante a reprodução da música, o robô fazia movimentos no ritmo da música e alternava a combinação dos LEDs nos olhos. As crianças dançaram animadas com o robô, sempre tentando imitar os movimentos que o robô executava.

Para definir a sequência didática da atividade pedagógica foram aplicados os padrões de design Introdução Inicial e Comunicação Didática conforme sugeridos por Kahn *et al.* (2008), e definidos os seguintes passos: 1. Introdução inicial: A interação inicia com uma introdução do robô aos participantes; 2. Comunicação didática: O robô pergunta se as crianças gostam de comer frutas e comenta que elas são muito importantes na alimentação, para mostrar a criança que ele está animado sobre o assunto; 3. Após a introdução, a atividade é iniciada com o robô explicando as regras; 4. O robô fala algumas dicas e sugestões da fruta que está sendo considerada; 5. Se a criança acertar a resposta, ela é elogiada pelo robô. Se a criança errar a resposta, o robô anuncia a fruta correta e a explica, falando dos seus benefícios para a saúde.

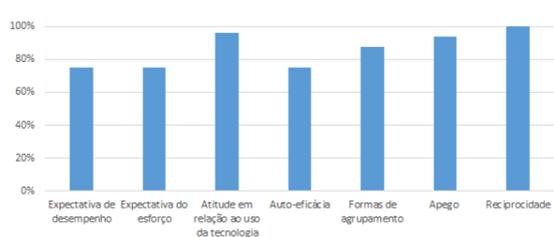
4.2 Análise dos questionários

O questionário foi o método proposto para avaliar a aceitação social, a experiência do usuário e o impacto social. Ele foi elaborado com perguntas que se classificavam nos fatores e seus respectivos indicadores, com respostas de sim ou não.

A turma A era composta por oito crianças, com cinco anos de idade. A aceitação social das crianças em relação ao robô foi considerada bastante satisfatória, conforme se pode observar pelo gráfico de aceitação (Figura 4). Dentre os indicadores considerados, a reciprocidade foi o indicador que teve maior percentual de aceitação nas respostas. A Autoeficácia, por sua vez, foi o indicador que demonstrou menor percentual. Considerando agora o fator experiência do usuário, o indicador que obteve a avaliação mais baixa foi o de percepção orientada para o ser humano, relativo à percepção humana do robô, de modo que sua fala e reconhecimento sejam entendidos. Os outros indicadores demonstraram aceitação completa, conforme observado na Figura 5.

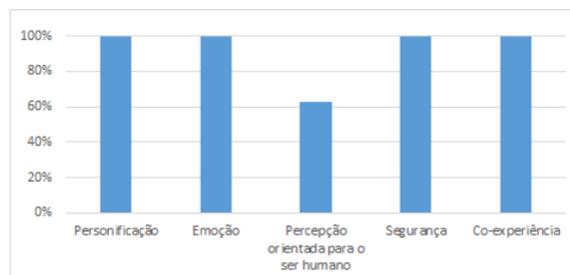


Figura 4 - Aceitação social da turma A.



Fonte: a pesquisa (2019)

Figura 5 - Experiência do usuário da turma A.



Fonte: a pesquisa (2019).

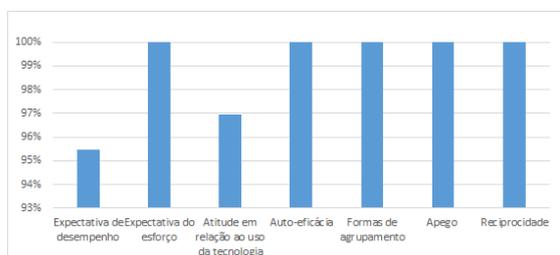
A atividade foi planejada para que o robô JD fosse o mais independente possível das ações humanas, ainda que fossem consideradas situações que o JD não entenderia o que as crianças falassem. Nessa condição, a ação correta do robô era disparada manualmente para que a interação tivesse continuidade corretamente, sem prejuízos às análises das crianças.

Como Fong *et al.* (2003) observaram, é essencial continuar melhorando as capacidades autônomas, mas não devemos descuidar o aprimoramento da relação humano-robô. Em trabalhos futuros, a captação de som pode ser melhorada com um bom microfone para beneficiar o reconhecimento de voz, evitando assim a intervenção humana durante a atividade. Por fim, no fator impacto social, o único indicador avaliado nos questionários foi a educação, com aceitação total das crianças.

A segunda turma a participar da atividade pedagógica foi a turma B, composta por onze crianças com quatro anos de idade. Da mesma forma, as crianças responderam ao questionário aplicado por suas professoras e seu resultado é expresso a seguir.

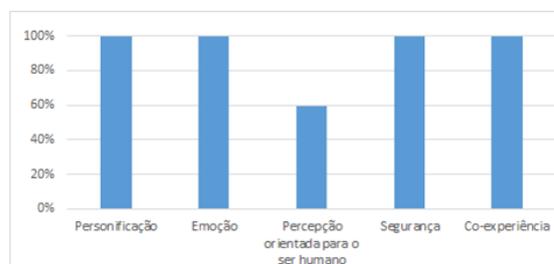
Considerando o fator de aceitação social, o indicador expectativa de desempenho teve o menor percentual, mostrado na Figura 6. Da mesma forma que na turma A, considerando a experiência do usuário, o indicador com menor avaliação foi a percepção orientada para o ser humano. Pode-se observar o resultado na Figura 7. Por fim, ao considerar impacto social, todas as crianças da turma B demonstraram interesse em conhecer e entender como funciona um robô.

Figura 6 - Aceitação social da turma B.



Fonte: a pesquisa (2019).

Figura 7 - Experiência do usuário da turma B.



Fonte: a pesquisa (2019).

As duas professoras titulares das turmas responderam a três questões referentes ao fator usabilidade do recurso pedagógico: potencial pedagógico, agradabilidade da interação robô e

criança e adequação à proposta lúdica. Todas as questões foram respondidas afirmativamente, indicando completa aceitação da atividade pedagógica pelas professoras.

Neste sentido, se considerarmos a análise de elementos importantes para o trabalho pedagógico como, por exemplo, o tempo de interação com a tecnologia, Looije *et al.* (2012) descobriram que ele é maior quando se utilizam robôs comparativamente à agentes virtuais. Além disso, este estudo relacionou o tempo de interação com a atenção, percebendo, da mesma forma, que a atenção para a atividade também é maior quando utilizado um robô para a aprendizagem.

5 Considerações finais

Neste artigo investigou-se alguns dos desafios da robótica na interação com crianças em sala de aula, nomeadamente a identificação, avaliação e a construção de relações entre fatores e indicadores que pudessem ser aplicados na compreensão da interação entre crianças e robôs no contexto educativo. Assim, a identificação dos fatores e indicadores foi feita com o apoio da literatura existente sobre a temática. Para a avaliação destes fatores, considerando as particularidades do universo infantil enquanto contexto de pesquisa, foram elaboradas questões cujas respostas revelavam graus de concordância ou discordância em relação aos indicadores. Por fim, a construção de relações entre fatores e indicadores foi realizada durante os diálogos com outros autores que investigam a interação criança-robô e as especificidades dela no contexto educativo no processo de discussão dos resultados.

Desta forma, é possível concluir que a incorporação na forma de humanoide e os movimentos realizados durante a interação prendem a atenção das crianças, criando nelas curiosidade e motivação. Alguns estudos, como os conduzidos por Fong (2003), identificaram que as crianças tendem a acreditar que os robôs são formas geométricas com características humanas (antropomorfismo). Além disso, verificaram que as crianças tendem a atribuir livre arbítrio aos robôs em suas histórias e incluí-los em contextos familiares e sociais. Também, as crianças podem atribuir aos robôs emoções, preferências e um gênero.

No experimento descrito, observou-se ao longo do processo de interação o interesse crescente das crianças sobre esses mesmos elementos do robô: estado emocional, gênero e livre arbítrio. Embora tais elementos não tenham sido aprofundados neste artigo, a incidência deles reflete achados comuns aos trabalhos precedentes. Tais aspectos tornam-se importantes à medida que as pesquisas na área já relatam que ao expressar uma emoção simples (alegria ou descontentamento), um robô pode tornar-se mais eficiente (e até persuasivo) em sua tarefa.

Outro aspecto importante na interação entre humanos e robôs é a autonomia dos robôs, tornando a atividade pedagógica ainda mais efetiva. No caso desta pesquisa, a autonomia do robô foi idealizada para estimular processos de autoavaliação da aprendizagem por parte das crianças. A concretização da interação humano-robô, especificamente com crianças, envolve diversas áreas exatas e humanas, concentrando estudos na robótica e na Psicologia infantil. É preciso considerar o desenvolvimento de um robô com ações inteligentes e estas ações sejam entendidas pelas crianças. A personalidade e aparência do robô tem impacto sobre o resultado da interação, conforme relatam outros estudos de Kahn (2012).

Ainda assim, o resultado do estudo realizado com crianças é satisfatório, pois pode-se observar seu envolvimento nas atividades com um robô no meio educacional, que foi validada pelos sujeitos da pesquisa por meio de questionários. Assim, conclui-se que incorporação da robótica em sala de aula estimula a curiosidade das crianças em entender como o robô funciona, desenvolvendo assim crianças com um potencial crítico e interesse em conhecer a área da

ESTEVAM, A.S. *et al.* A importância da ludicidade no processo de ensino-aprendizagem na Educação Infantil. **Revista de Educação ReAGES**, v. 1, n. 3, p. 15-19, 2019.

FONG, T.; NOURBAKHSI, I.; DAUTENHAHN, K. A survey of Socially Interactive Robots. **Robotics and Autonomous Systems**, v. 42, n. 3, p. 143 – 166, 2003.

FEIL-SEIFER, D.J., SKINNER, K.M., MATARIC, M.J. Benchmarks for evaluating socially assistive robotics. **Interaction Studies: Psychological Benchmarks of Human-Robot Interaction**, v. 8, n. 3, p. 423–439, 2007.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GOMES, M. Reciclagem cibernética e inclusão digital: uma experiência em informática na educação. In: LAGO, C. (Org.). **Reescrevendo a Educação**. Chapecó: Sinproeste, 2007.

GOODRICH, M. A.; SCHULTZ, A.C. **Human–Robot Interaction: A Survey Foundations and Trends in Human Computer Interaction**. Now Publishers Inc. 2008.

JOHAL, W.B. **Companion Robots Behaving with Style: Towards Plasticity in Social Human-Robot Interaction**. 2015. Tese (Doutorado) Université Grenoble

KAHN, P. H. *et al.* Design patterns for sociality in human-robot interaction. In: ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, 2008.

KINZLER, M. *et al.* Cybersecurity Vulnerabilities in Two Artificially Intelligent Humanoids on the Market. In: **Workshop on Technology and Consumer Protection (ConPro ‘19), held in conjunction with the 40th IEEE Symposium on Security and Privacy**. 2019.

KOSE-BAGCI, H. *et al.* Effects of embodiment and gestures on social interaction in drumming games with a humanoid robot. **Advanced Robotics**, v. 23, n. 14, p. 1951-1996, 2009.

LOOIJE, R. *et al.* Help, i need some body the effect of embodiment on playful learning. In: **IEEE Roman: The 21st IEEE international symposium on robot and human interactive communication**, 2012.

LUCKESI, C.C. Educação, ludicidade e prevenção das neuroses futuras: uma proposta pedagógica a partir da Biossíntese. In: LUCKESI, C.C. (org.) **Ludopedagogia – Ensaios 1: Educação e Ludicidade**. Salvador: Gepel, 2000.

LUDKE, ME.; ANDRE, M.D. **A Pesquisa em educação abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MADHURI, T. K.; BUTLER-MANUEL, S. Robotic surgery in gynaecology/gynaecological oncology. **Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine**, v. 27, n. 2, p. 65-67, 2017.

MASSONI, N.T.; MOREIRA, M.A. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências:** projetos, entrevistas, questionários, teoria fundamentada, redação científica. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MATARIC, M.J. Socially Assistive Robotics. The Beckman Center. 2013. (71 min.) Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=naKNm9TOh58>>. Acesso em: 14 junho 2017.

MCINNES, K. Playful learning in the early years—through the eyes of children. **Education 3-13**, p. 1-10, 2019.

MOYLE, W., JONES, C., COOKE, M., O'DWYER, S., SUNG, B., DRUMMOND, S. Social robots helping people with dementia: Assessing efficacy of social robots in the nursing home environment. **IEEE International Conference on Human System Interaction (HSI)**, 2013, p.608–613, 2013.

MUMM, J.; MUTLU, B. Designing motivational agents: the role of praise, social comparison, and embodiment in computer feedback. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 5, p. 1643 – 1650, 2011.

NIND, M; CURTIN, A.; HALL, K. **Métodos de pesquisa para a Pedagogia**. Petrópolis: Vozes, 2019.

POLETTI, L.; SIMÃO, J.H.M.N. A importância do lúdico no desenvolvimento do ensino-aprendizagem e motor da criança nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Acadêmica Educação e Cultura em Debate**, v. 5, n. 1, p. 147-165, 2019.

ROSA, G.G. *et al.* Socially Assistive Robotics for the Blind: Evaluation of a Small Humanoid Robot. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, 2018.

SANTOS, J.M. *et al.* ROBÔ-TI: Robótica Educacional no Incentivo de Alunos do Ensino Médio na Área de Tecnologia da Informação. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 11, 2019.

SILVA, A.S. A robótica educacional como possibilidade para o ensino de conceitos de lógica de programação. 2019. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari.

WEISS, A. *et al.* The USUS evaluation framework for human-robot interaction. In: **AISB2009**: proceedings of the symposium on new frontiers in human-robot interaction. 2009. p. 11-26.

Recebido em agosto de 2019.

Aprovado em outubro de 2019.



Apêndice A – Empacotamento do código de interação do robô com as crianças

O Quadro 1 apresenta o *script* utilizado para questionamentos com as crianças participantes do experimento. As linhas 1 até 6 são de cabeçalho. A linha 7 indica o laço de repetição para a interação, se estendendo até a linha 47. As linhas 8, 14 e 18 configuram os LED's que correspondem aos olhos do robô, para que se ajustem à sua fala (linhas 11, 21, 28, 33 e 42). A linha 15 contém a instrução que inicializa o controle de áudio do robô, para que ele capte o som da fala das crianças. Se as crianças acertam a fruta na primeira fala, a mensagem do robô será aquela expressa na linha 20. Contudo, as crianças têm 3 tentativas. Acertando na primeira, o robô passará para o próximo *script* (próxima fruta). Caso não acertem na primeira, o *script* possibilita duas novas tentativas (linhas 27 e 32). A linha 41 e 42 sinalizam que a interação com a primeira fruta se encerrou, partindo para a próxima fruta. As linhas finais encerram os blocos de repetição e interação com o robô. Os demais *scripts* (com outras frutas) operam de forma similar.

Quadro 1 – *Script* do primeiro questionamento sobre as frutas

1	\$inicial = 1</Code>
2	</ScriptManagerConfig>
3	<ScriptManagerConfig>
4	<Title>Script Banana</Title>
5	<Code>\$banana = 0
6	\$tentativas = 0
7	repeatwhile(\$tentativas < 3)
8	ControlCommand("RGB Animator", AutoPositionAction, "Feliz")
9	ControlCommand("Auto Position", AutoPositionAction, "Gorilla")
10	\$tts = "É amarela e os macacos adoram comer"
11	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
12	\$EZBPlayingAudio = 1
13	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
14	ControlCommand("RGB Animator", AutoPositionAction, "Esperando")
15	ControlCommand("Bing Speech Recognition", StartListening)
16	WaitForChange(\$BingSpeech, 50000)
17	if (Contains(\$BingSpeech, "Banana"))
18	ControlCommand("RGB Animator", AutoPositionAction, "Piscada")
19	\$tentativas = 3
20	\$tts = "Muito bom! Você já começou bem e vi que você entende de frutas. Vamos para a próxima fruta."
21	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
22	\$EZBPlayingAudio = 1
23	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
24	ELSE
25	\$tentativas = \$tentativas + 1
26	if (\$tentativas == 1)
27	\$tts = "Tente adivinhar mais uma vez"
28	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
29	\$EZBPlayingAudio = 1
30	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
31	ELSEif (\$tentativas == 2)
32	\$tts = "Você tem mais uma chance para adivinhar a fruta."
33	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)



34	\$EZBPlayingAudio = 1
35	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
36	ELSE
37	\$tts = "Você não adivinhou a fruta. A fruta que eu estava pensando era a banana. Além de ser uma fruta muito boa, a banana ajuda no crescimento, nos dá energia e vitaminas."
38	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
39	\$EZBPlayingAudio = 1
40	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
41	\$tts = "Vamos para a próxima fruta."
42	ControlCommand("BingTextToSpeechV1", StartPlayingAudio, \$tts)
43	\$EZBPlayingAudio = 1
44	WaitFor(\$EZBPlayingAudio = 0)
45	endif endif
46	ControlCommand("Bing Speech Recognition", StopListening)
47	ENDrepeatwhile
48	\$banana = 1

Fonte: as autoras (2019).