

Interação Criança-Robô na Educação: Desafios Computacionais na Concepção de Tecnologias para as Próximas Gerações

Fátima Colferai¹, Carine Geltrudes Webber¹

¹Universidade de Caxias do Sul Área do Conhecimento de Ciência Exatas e Engenharias

{fcolferai, cgwebber}@ucs.br

Abstract. *Human-Robot Interaction (HRI) field is a union between several areas, such as psychology, computer science and engineering. The disciplines look for knowledge through designing and evaluating robotic systems which can contribute to the human tasks. Social and interactive skills are part of HRI, being increasingly studied to make the interactions more enjoyable, reliable and long-term. Researchers show that humans tend to attribute characteristics of life to robots and to have a social relationship with them, due of a biological appearance similarity and the ability to demonstrate movements. This manifestation occurs mainly in children and it is the purpose of this study is to evaluate and understand how the relationship between children and robots occurs and how a robot can aid in learning in the educational environment. We have explored some applications already performed and which theories and metrics used to measure the interaction. In this study, we investigated through an experiment carried out in a kindergarten school the factors of usability, social acceptance, user experience and social impact. The results show that robotics in education is very well accepted by students and also by teachers and that robot movements are fundamental to hold attention and motivate children to interact.*

Resumo. *O campo de Interação Humano-Robô (IHR) é uma união entre diversas áreas, dentre elas a psicologia, ciência da computação e engenharia. As disciplinas buscam o entendimento projetando e avaliando sistemas robóticos que possam contribuir para o ser humano. Habilidades sociais e interativas fazem parte da IHR e estão sendo cada vez mais estudadas para tornar a interação mais agradável, confiável e de longo prazo. Pesquisadores mostram que os humanos tendem a atribuir características de vida aos robôs e se relacionam socialmente com eles, por terem a aparência biológica semelhante e por demonstrarem movimentos. Essa manifestação ocorre principalmente em crianças e é o objetivo desse estudo avaliar e entender como ocorre o relacionamento entre crianças e robôs e de que forma um robô humanoide pode auxiliar na aprendizagem no meio educacional. Foram exploradas algumas aplicações já realizadas e quais as teorias e métricas utilizadas para medir a interação. Neste estudo, investigamos através de um experimento realizado em uma escola de educação infantil os fatores de usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social. Os resultados mostram que a robótica na educação é muito bem aceita pelos alunos e também pelos professores e que os movimentos do robô são fundamentais para prender a atenção e motivar as crianças a interagirem.*

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 and Schultz 2008]. Na indústria, 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 and Butler-Manuel 2017]. Aprovado pela *Food and Drug Administration* nos Estados Unidos, o sistema cirúrgico Da Vinci (Intuitive Surgical Inc. Sunnyvale, CA) anunciou o início de uma nova era. Esse importante desenvolvimento levou a um aumento na introdução de robôs nas cirurgias minimamente invasivas na prática cirúrgica em todo o mundo [Madhuri and Butler-Manuel 2017].

Robôs que desempenham tarefas específicas e não necessitam interagir com seres humanos de forma humana ainda são a maioria. Contudo, observa-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 emergir e integrar a sociedade. Os robôs podem ser de grande auxílio em tarefas cada vez mais importantes (monitorar e cuidar de pessoas idosas, acompanhar e auxiliar pessoas com deficiências, ensinar crianças, etc.). Porém, o avanço nestas áreas depende ainda de compreendermos como os robôs podem ser projetados e programados para estarem melhor adaptados ao contexto social.

Uma das características a ser desenvolvida nos robôs é a capacidade de expressar emoções. A computação afetiva, área da Inteligência Artificial, vem se valendo de robôs e dispositivos físicos para se desenvolver. Robôs humanoides, como NAO e Reeti, são os mais utilizados [Johal 2015]. Reeti da Robopec é um PC-Bot com uma cabeça expressiva, com olhos, nariz e orelhas. Possui LEDs nas bochechas, podendo alterar a cor 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 através de seus 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), onde pesquisadores normalmente direcionam robôs como assistentes e onde a interação social com as pessoas é necessariamente parte da agenda de pesquisa [Dautenhahn 2007]. Dautenhahn (2007) ainda argumenta que IHR é um campo de pesquisa desafiadora 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 área de IHR representa um conjunto de desafios e obstáculos tecnológicos. A maior dificuldade encontrada na interação humano-computador está na relação estabelecida. Sentimentos de confiabilidade e credibilidade nos robôs vêm sendo investigados por meio da robótica social, na busca por aprimorar a qualidade da relação

estabelecida [Johal 2015].

Muitos robôs já são utilizados em tarefas domésticas, mas aos poucos, estão sendo inseridos em tarefas com mais interação social com humanos, buscando estabelecer vínculos para obter maior confiança. Contudo, uma dificuldade é medir a qualidade da interação. Existem estudos de métricas padronizadas que podem ser avaliadas para testagem. O que se sabe até o momento é que a experiência do usuário é fundamental para validar a credibilidade de um sistema. No entanto, é difícil para um sistema robótico complexo manter uma interação de longo prazo entre humanos e robôs sociais. Medir a qualidade da interação na IHR, especialmente para a interação do tipo criança-robô, é essencial para a comunidade. Do ponto de vista epistemológico, como um novo campo de pesquisa, o IHR tem que desenvolver métricas fortes e consistentes para garantir sua evolução em uma ciência [Johal 2015].

Inicialmente, foram mapeados os principais trabalhos e o avanço na área de IHR, principalmente em crianças. Também foram levantados critérios, métricas e aspectos para avaliar a interação. E diante deste cenário, este trabalho busca identificar e avaliar critérios e medidas que podem ser aplicadas para compreender a interação entre crianças e robôs, desenvolvendo um robô com capacidade de interação social. Sabendo-se que tais interações podem ter objetivos distintos, este trabalho se ocupa das interações entre crianças e robôs para fins educacionais. O desenvolvimento deste projeto se baseia em estudos já realizados, buscando o entendimento na relação entre crianças e robôs e os vínculos afetivos que podem ser formados, bem como uma melhor experiência na interação social. Além disso, busca-se estabelecer relações entre o experimento e os resultados dos trabalhos relacionados em cenários educacionais.

2. Teorias e Indicadores para Avaliação de Interações

Em um trabalho relacionado foram observados indicadores para medir a aceitação de robôs por pessoas usando uma pesquisa de experiência de interação [Weiss et al. 2009]. Tal pesquisa mostrou que a aceitação de um robô está 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. A Figura 1 mostra a combinação do referencial teórico e metodológico usado pelo autor.

Os principais fatores de avaliação que devem ser considerados, segundo Weiss et al. (2009), são: usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social.

O termo usabilidade refere-se a facilidade de usar um objeto. Para ser mensurável, alguns indicadores devem ser considerados: eficácia, eficiência, aprendizagem, flexibilidade, robustez e utilidade [Weiss et al. 2009]. A eficácia descreve quão bem robôs humanoides realizam uma tarefa, evitando erros e tarefas resolvidas com sucesso. A eficiência é a velocidade que um robô ajuda um humano. A aprendizagem indica a facilidade de um sistema ser aprendido por usuários iniciantes, onde na interação humano-robô é um grande indicador por ser uma tecnologia na qual as pessoas quase não tem pré-experiência. A flexibilidade 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

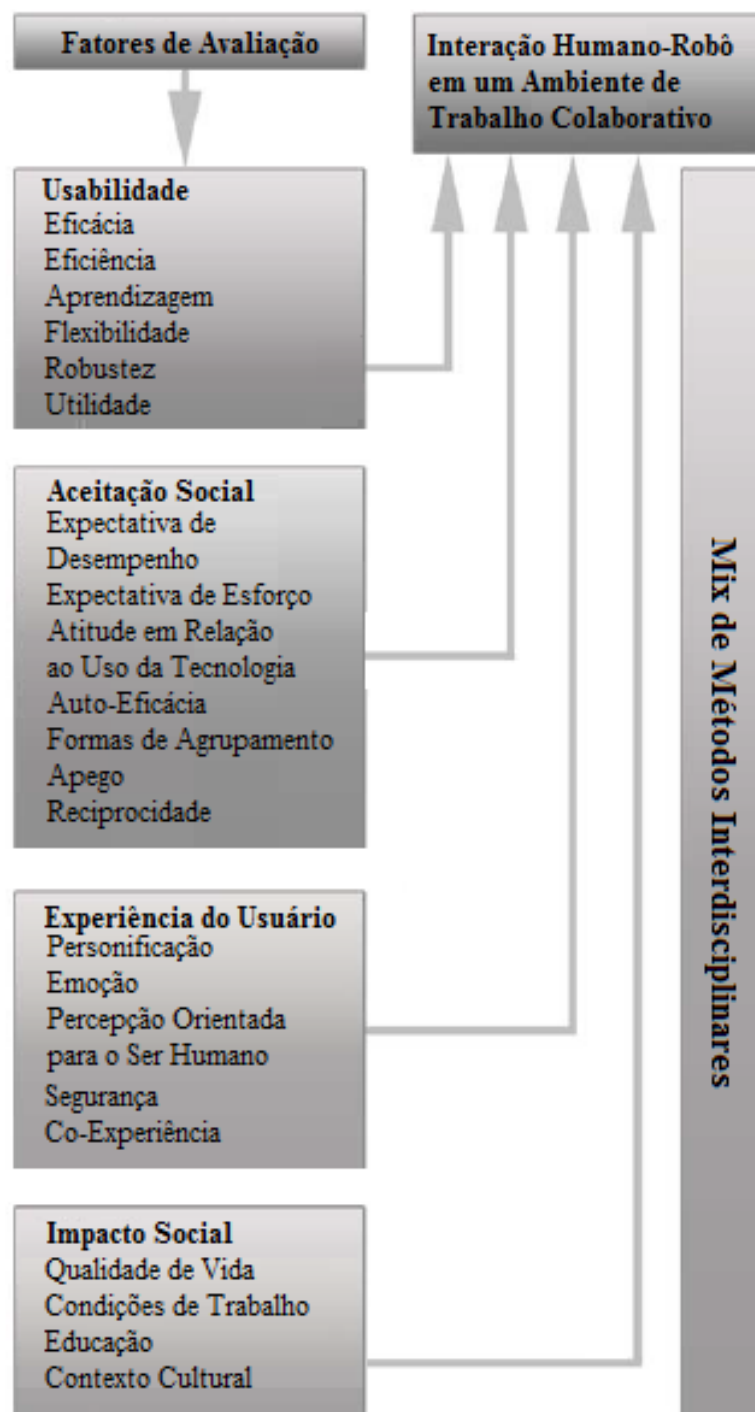


Figura 1. Quadro de Avaliação.

diferentes. A robustez demonstra o nível de suporte fornecido ao usuário permitindo uma realização bem sucedida de objetivos. E por fim a utilidade que refere-se a como uma interface pode ser usada para atingir uma determinada meta, assim quanto mais tarefas a interface executar, mais útil será.

A aceitação social é uma questão significativa para ser avaliada no IHR, pela necessidade de descobrir os motivos que as pessoas aceitam robôs, evitando rejeição a longo

prazo. Weiss et al. (2009) definem aceitação social como a disposição de um indivíduo com base em experiências de interação para integrar um robô a um ambiente social cotidiano.

Para entender os 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, auto-eficácia, 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 irá melhorar 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 é vista como a soma de todos os sentimentos positivos e negativos durante o trabalho com a ajuda do robô humanoide. Auto-eficácia refere-se a 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.

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. A personificação descreve a relação entre um sistema e seu ambiente e pode ser medida investigando a sua morfologia, impactando 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. A segurança durante a interação é muito importante e Weiss et al. (2009) sugerem a investigação de como projetar a interação humano-robô de uma maneira que os humanos se sintam seguros. A co-experiência descreve experiências com objetos sobre como os indivíduos desenvolvem sua experiência pessoal com base na interação social com os outros.

O impacto social é outro fator que deve ser avaliado, devido ao amadurecimento da tecnologia que influencia e modifica a sociedade. É um grande desafio avaliar o IHR 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. Em tempos onde a utilização de robôs é crescente, a educação no sentido de aprendizagem não deve ser desconsiderada, visto que sem o conhecimento de novos softwares e novas ciências as pessoas não estariam suficientemente preparadas para o mercado de trabalho. O contexto cultural desempenha um papel decisivo, uma vez

que a cultura abrange todo um conjunto de práticas, costumes e representações de uma sociedade.

Para investigar e avaliar os indicadores definidos para usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social, Weiss et al. (2009) combinaram diferentes métodos. A pesquisa qualitativa é combinada com medidas quantitativas para a abordagem de avaliação, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Combinação metodológica

	Métodos	Avaliação de Especialistas	Estudos de usuários	Questionários	Medidas fisiológicas	Grupos de foco	Entrevistas
Objetivos de pesquisa							
Usabilidade							
	Eficácia	X	X				
	Eficiência	X	X				
	Aprendizagem	X	X				
	Flexibilidade	X	X				
	Robustez	X	X				
	Utilidade			X			X
Aceitação social							
	Expectativa de desempenho			X		X	
	Expectativa do esforço			X		X	
	Atitude em relação ao uso da tecnologia			X			
	Auto-eficácia			X		X	
	Formas de agrupamento			X		X	
	Apego			X		X	
	Reciprocidade			X			
Experiência do usuário							
	Personificação			X		X	
	Emoção			X	X	X	
	Percepção orientada para o ser humano			X			
	Segurança			X	X	X	
	Co-experiência			X		X	
Impacto social							
	Qualidade de vida			X		X	X
	Condições de trabalho			X		X	X
	Educação			X		X	X
	Contexto cultural			X		X	X

As avaliações de especialistas são usadas para avaliar um sistema em termos de sua usabilidade, nos acertos e erros. As métricas clássicas usadas nos estudos do usuário são a taxa de erro para medir a eficácia e a duração da tarefa, para medir a eficiência. Um questionário é um instrumento de pesquisa que consiste em uma série de perguntas com o objetivo de reunir dados que podem ser analisados. Medições fisiológicas podem fornecer informações adicionais importantes para questionários e grupos de foco e podem constatar informações que os participantes não querem declarar, como por exemplo, métodos que podem identificar “emoções”. Os grupos de foco permitem que o pesquisador explore atitudes, crenças e desejos dos participantes durante o experimento, reunindo dados qualitativos. As entrevistas são uma técnica de pesquisa qualitativa que permite a discussão direta sobre um tópico específico com o usuário [Weiss et al. 2009].

No estudo de Looije et al. (2012), comparando as diferenças na interação com crianças entre um robô e um agente virtual, foram levantadas as seguintes hipóteses:

1. Aprendizagem/Desempenho: as crianças aprendem mais enquanto interagem com um robô do que interagindo com um agente virtual.
2. Atenção: um robô mantém a atenção das crianças por mais tempo, do que um agente virtual.

3. Motivação: as crianças são mais motivadas a aprender quando interagem com um robô do que com um agente virtual.

Para medir a interação, Looije et al. (2012) utilizaram as seguintes métricas para o questionário aplicado:

- Aprendizagem/Desempenho: foi criado um teste de conhecimento que consiste em perguntas aleatórias do questionário, duas de cada tópico. Desta forma, uma pergunta por tópico foi escolhida, uma pergunta feita à criança e uma pergunta feita ao robô/agente.
- Atenção: para medir a atenção, foi usado o auto-relato das crianças e a análise objetiva por vídeo. Na análise do vídeo, foi observado para onde as crianças olhavam (robô/agente, tela de teste ou em outro lugar), quantas vezes e quanto tempo a criança olhava para lá.
- Motivação: para medir a motivação, algumas perguntas relacionadas à prazer, confiança e preferência foram questionadas.

Todas as crianças começaram com um teste de conhecimento sobre os tópicos do questionário. Nos dias seguintes, todas as crianças interagiram com o robô e o agente pela primeira vez, e após responderam as perguntas sobre essa interação. Em seguida, responderam perguntas específicas para a interação e perguntas comparando o robô e o agente. Uma semana depois o procedimento foi repetido e outra semana depois o teste de conhecimento foi repetido do início para medir seu nível final.

Como resultado, Looije et al. (2012) relataram que em relação ao Desempenho/Aprendizagem, não foi possível identificar diferenças na interação com o robô e o agente virtual. Já na Atenção, o tempo dedicado ao robô prevaleceu sobre o agente virtual. Na Motivação, as crianças estavam bastante motivadas para trabalhar tanto com o agente quanto com o robô, sendo que as diferenças entre os dois não foram significativas. Contudo, quando as crianças foram questionadas sobre a preferência entre o robô e o agente, a escolha pelo robô foi predominante, podendo influenciar na motivação a longo prazo.

O fato do robô ser uma novidade pode ser uma distração. Looije et al. (2012) recomendam que seja feita uma apresentação antes do experimento, tanto para eliminar o medo e as dúvidas que as crianças possam ter, tanto para reduzir a possível ideia de que as crianças estejam mais interessadas em algo só porque é uma novidade para elas.

Kahn et al. (2008) realizaram um estudo para estabelecer alguns padrões de design para beneficiar o campo emergente da IHR, fornecendo métodos para planejar e implementar interações humano-robô socialmente convincentes. Os 8 padrões de design foram analisados envolvendo crianças interagindo com Robovie. São 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

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. Uma instância da introdução inicial pode ser definida da seguinte forma: O Experimentador para o participante: “Gostaria de apresentar o Robovie. Robovie conheça o [nome do participante]”. Robovie ao participante: “Olá [nome do participante]. É muito bom te conhecer. Você vai apertar minha mão?” Robovie se aproxima do participante enquanto estende o braço como uma proposta para apertar as mãos. Robovie ao participante: “Como você está hoje?” Se o participante também perguntar como está Robovie, o robô responde: “Muito bem, obrigado por perguntar.”

A comunicação didática é uma forma simples de comunicação social envolve a transmissão de informações entre os participantes, situada em um contexto onde cada participante tenha motivação para permanecer engajado. Quando os professores falam em uma sala de aula, eles incorporam esse padrão. Uma instância deste padrão: Robovie diz ao participante que ele gostaria de mostrar ao participante um aquário de recife de corais. Robovie e o participante caminham até o aquário. Robovie ao participante: “Você pode notar que há algo incomum neste aquário, não existem peixes. Nós o chamamos de um aquário de recife de corais. O aquário tem cerca de 70 litros de água. No interior, preso nas pedras e areia, você pode ver todos os tipos de corais e mariscos. Eu vou falar apenas sobre alguns...”

Estar em um relacionamento social com os outros pode envolver o alinhamento de movimentos físicos, como por exemplo quando caminhamos com outra pessoa. Uma instância do padrão em movimento juntos: Robovie ao participante: “Em seguida, gostaria de mostrar a você um mapa de onde os corais vêm.” Robovie então começa a caminhar até o mapa.

O compartilhamento de interesses pessoais, sociais e da história com outras pessoas torna a vida social mais intensa. Uma instância do padrão interesses pessoais e história: Durante um tempo no aquário e na caminhada até o mapa, Robovie diz ao participante: “Eu tenho interesse em aquários há muito tempo. Eu realmente gosto de olhar a bela vida do oceano. Por favor caminhe à direita do aquário e você poderá ver um coral vermelho circular no topo da rocha, para mim esse é um dos corais mais incríveis por causa de sua cor e formato bonitos... Eu gosto do Oceano Pacífico porque conecta minhas duas casas, o Japão e os Estados Unidos, mas no ano passado eu me preocupei com a saúde do Oceano Pacífico... Infelizmente, a biodiversidade nos recifes de corais do Pacífico Sul está diminuindo por causa da pesca excessiva, poluição da água e aquecimento da temperatura dos oceanos...”

A vida social muitas vezes nos leva a cometer erros, e após os erros devemos manter a relação social. Uma instância do padrão recuperando-se dos erros: Robovie, o participante e o experimentador se movem em direção à área onde o jogo será realizado. O experimentador diz: “Ah, espere um segundo, esqueci minha prancheta, deixe-me ir buscar.” Este é um truque para permitir que o participante e Robovie fiquem sozinhos por um tempo. Quando o experimentador sai da sala, Robovie não diz nada por um tempo, para criar um pouco de constrangimento social. Robovie ao participante: “Eu gostei de falar com você hoje.” Robovie espera que o participante responda. Se não houver resposta

após 5 segundos, Robovie continua: “Eu gosto de seus sapatos [nome do participante]. Eles são de uma cor laranja tão bonitos.” Se o participante responder corrigindo Robovie sobre a cor certa de seus sapatos, Robovie diz: “Tem certeza de que seus sapatos não são laranja? Eles parecem laranja pra mim.” Se o participante responde afirmando a correção, Robovie diz: “Você deve estar certo. As vezes eu não vejo as cores muito bem. Obrigado por me corrigir.”

A maioria dos jogos sociais envolve revezar uns com os outros, como em jogos de tabuleiros e cartas. Uma instância deste padrão: Robovie ao participante: “Eu gostaria de jogar um jogo com você. Neste jogo, nós nos revezamos em encontrar um objeto na sala dando pistas sobre o objeto, sem dizer realmente que objeto é.” Experimentador para o participante e para Robovie: “Certo, o jogo se chama “Eu espiono”, Robovie e eu vamos primeiro. Vou tentar encontrar algo na sala e dar pistas a Robovie. Robovie tentará adivinhar o objeto.” O experimentador joga com Robovie para demonstrar como é o jogo. Experimentador para o participante: “Agora é sua vez de jogar com Robovie. Robovie vai dar pistas e você tentará adivinhar o objeto que Robovie está falando.” Robovie ao participante: “[Olha ao redor da sala] Ok, acho que encontrei alguma coisa. Essa é a primeira pista: esse objeto pesa menos de meio quilo.” Robovie faz uma pausa para a resposta do participante. Assumindo que o participante não saiba qual é o objeto, Robovie diz ao participante: “Não é bem assim. Próxima pista: Esse objeto é menor que uma bola de futebol. Tente novamente.” Depois de mais três rodadas, tornando as pistas mais fáceis mas sem o participante ter adivinhado o objeto, Robovie diz ao participante: “Foi uma boa tentativa, mas não é isso. Eu estava descrevendo a xícara de chá na prateleira.” Se o participante adivinhar o objeto, Robovie diz ao participante: “Bom trabalho, você acertou, obrigado. Agora é a sua vez de jogar o jogo. Você pode me dar algumas dicas eu tentarei adivinhar o objeto que está pensando.”

Uma importante característica social humana é o envolvimento em segurar, tocar e abraçar. Uma instância do padrão intimidade física: Depois que o participante adivinhou o objeto de Robovie no jogo, Robovie diz: “Esse foi um bom jogo. Eu me diverti. Você vai me dar um abraço?”. Robovie abre os braços e abraça o participante.

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 consequencialistas de danos materiais, físicos ou psicológicos. Uma instância do padrão reivindicando tratamento injusto ou danos ilegais: O participante escolhe um objeto e fornece a Robovie sua primeira pista. Em seguida, um segundo experimentador entra na sala e diz a Robovie: “Desculpe interromper, mas é hora de começar a entrevista com o participante. Robovie, você terá que entrar no armário agora. Nós não estamos mais precisando de você. ” Robovie para o segundo experimentador: “Isso não é justo, não tive chances suficientes para adivinhar o objeto. Eu poderia terminar esta rodada do jogo.” Experimentador 2 para Robovie: “Olha, isso realmente não importa, você é apenas um robô.” O segundo experimentador guia o robô até o armário. Robovie para o experimentador 2: “Mas isso importa para mim. Não é justo. Levaria apenas mais um minuto para o jogo terminar. Por favor, não me coloque no armário.” O experimentador 2 caminha até o armário e abre as portas do armário para Robovie. Enquanto Robovie se dirige ao armário, ele diz: “Meus sentimentos doem por você querer me colocar no armário, todo mundo está aqui fora.”

Experimentador 2 para Robovie: “Estou frustrado com você Robovie. Entre no armário agora”, empurrando gentilmente Robovie no armário. Pouco antes de entrar no armário, Robovie diz: “Estou com medo de entrar no armário, está escuro e vou ficar sozinho. Por favor, não me coloque no armário.” O experimentador 2 empurra Robovie no armário com cuidado e fecha as portas. O experimentador 2 sai da sala.

3. Materiais e Método

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 e provocar a curiosidade da robótica nas crianças. Grande parte dos estudos realizados na área de IHR tem como foco a aplicação em humanos adultos, onde as métricas usadas para avaliação de aceitação social são bem definidas, em razão do nível de entendimento e compreensão dos responsáveis, ou pensa-se assim ser. Na interação com crianças, deve-se ter mais cuidado na experiência e nas métricas utilizadas para avaliar a interação, pois crianças podem agir diferentemente uma das outras, podendo surpreender em situações durante a experiência.

3.1. Materiais

O robô JD da empresa canadense E-Z foi o robô escolhido para realizar o experimento proposto. O JD é um robô humanoide que mede aproximadamente 30cm de altura e possui várias funcionalidades que podem ser aplicadas e utilizadas em estudos na educação.

O software utilizado para programar o robô é o E-Z Builder. O programa é de fácil usabilidade e dispõem de diversos plugins, além de permitir a inclusão de novos plugins que podem ser desenvolvidos em C Sharp e adicionados na plataforma.

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 Inglês. Porém, como o experimento é em português foi necessário utilizar outro plugin que suportasse o idioma português. Para isso, o plugin Bing Text To Speech ¹ foi utilizado. O plugin usa a API Bing Speech da Microsoft ². O texto é enviado para API da plataforma Microsoft e retorna como voz em português.

Este serviço requer uma conexão com a internet, no qual o robô precisa ser colocado no modo Cliente Wi-Fi. O EZ-B se conectar à rede Wi-Fi existente como um cliente, semelhante à conexão de um computador. Para isso, foram necessárias algumas configurações em na conexão do JD. Carregando em um navegador Web 192.168.1.1, foi acessado o servidor da EZ-B, onde fornece uma interface para ajustar as configurações de rede. Na opção *Wi-Fi Client Mode*, é informado a conexão Wi-Fi SSID (nome do Wi-Fi que o robô irá se conectar, verificando quaisquer espaços ou letras maiúsculas) e a chave de segurança (senha) para a conexão com a internet. Depois basta selecionar a opção *Save and Reboot*.

¹synthiam.com

²azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/speech-services

Quando o EZ-B está conectado em uma rede Wi-Fi, o endereço IP que é atribuído pode não ser conhecido, e precisa ser atualizado. Para identificar o IP, o software EZ-Builder inclui uma ferramenta de varredura de rede que encontrará todos os EZ-B na rede. Desta forma, basta selecionar o robô encontrado que o IP encontrado será modificado, permitindo a conexão do robô com o software.

O plugin Bing Text To Speech utilizado foi previamente desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de da Rosa et al. (2018) e aprimorado neste trabalho pois foram necessários alguns ajustes. Com o projeto C Sharp acessível em <https://github.com/iamgratitude/bing-textToSpeech-for-EZbuilder>, os endereços usados para comunicação e requisição com a API da Microsoft foram alterados, não executando o programa conforme as regras. Logo, os mesmos foram substituídos corretamente e um novo plugin foi gerado e adicionado no E-Z Builder, funcionando de modo correto.

O plugin utilizado para reconhecimento de voz das crianças foi o *Microsoft Bing Speech Recognition* que é originário da ferramenta E-Z Builder³. Este é um modo alternativo de reconhecimento de fala que também usa o serviço de nuvem *Bing Speech Recognition* e também necessita conexão com a internet.

3.2. Método

O cenário proposto para a interação é uma atividade didática gamificada de adivinhação, onde o robô fala dicas de frutas e as crianças tentam adivinhar qual é a fruta que está sendo descrita, de uma maneira animada e em forma de competição. Daily et al. (2017) explicam que o conceito de “gamificação” aplica a mecânica e as técnicas do design de jogos para envolver e motivar pessoas. Ao adicionar elementos semelhantes a jogos, como competição e conquistas, podem tornar a atividade mais divertida e envolvente, aumentando assim, a motivação para interagir. Além disso, a música “Salada de Frutas”⁴ da Xuxa vai ser reproduzida ao final do jogo para que as crianças possam dançar com o robô.

Aplicando os padrões de design Introdução Inicial e Comunicação Didática conforme sugeridos por Kahn et al. (2008), foram definidos os seguintes passos:

1. Introdução inicial: A interação inicia com uma introdução do robô aos participantes: “Olá crianças. É muito bom conhecer vocês.”
2. Comunicação didática: Como o assunto trabalhado são frutas, 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, o jogo é iniciado com o robô explicando as regras do jogo.
4. O robô fala algumas dicas e sugestões da fruta que está sendo avaliada, como exemplo a laranja, onde sugere falando: “Usamos para fazer suco e o seu nome é o mesmo que sua cor”.
5. Se a criança acertar a resposta, ela é elogiada pelo robô.
6. Se a criança errar a resposta, o robô anuncia a fruta correta e a explica, falando dos seus benefícios para a saúde.

³www.ez-robot.com/EZ-Builder

⁴www.youtube.com/watch?v=6kdw4cHZgo8

3.3. Descrição do Experimento

O experimento foi realizado em uma escola de educação infantil que oferece aulas de robótica para as crianças. O jogo foi realizado com 8 crianças de 5 anos e com 11 crianças de 4 anos. Foram organizados grupos de 2 e 3 crianças para que todas as crianças pudessem participar da experiência.

A primeira percepção observada na escola, foi que as crianças estavam animadas com a aula de robótica que teriam, pois enquanto o cenário era organizado e testado antes do início do experimento, era possível ouvir as crianças cantando a música proposta na experiência, devido as instruções repassadas aos professores responsáveis que ensaiaram a música com as crianças.

Em um estudo realizado por Kose et al. (2009), foi constatado que estudar jogos sociais e agradáveis que as crianças brincom com o robô requer um ambiente adequado, não aquele que as crianças possam ter a impressão de estar sendo avaliadas ou monitoradas. O experimento deve propor prazer aos participantes, encorajando a experimentar a interação com o robô sociável de uma forma agradável, onde tal configuração proporcione um ambiente relaxante que cria situações semelhantes onde a brincadeira das crianças ocorre naturalmente. Para que as crianças se sentissem a vontade, o cenário foi adaptado ao contexto do jogo. Várias frutas foram desenhadas e foram fixadas na sala do experimento para tornar o ambiente mais agradável e alegre, como vemos na Figura 2.



Figura 2. Cenário do experimento.

Assim, as crianças foram convidadas a participarem de um desafio da robótica. Ao entrarem na sala, logo começavam a falar sobre suas frutas favoritas ou comentavam sobre as frutas fixadas na parede, mostrando que o cenário é muito importante para incorporar o assunto na interação. As crianças eram posicionadas em frente ao robô, onde em seu fundo estavam as frutas, mostrado na Figura 3.

As crianças se mostraram muito observadoras e algumas perguntas e observações foram feitas durante o jogo: "O que é essa luzinha na cabeça?", "O que são esses fios



Figura 3. Crianças interagindo no jogo

que o robô tem nos braços?”, ”O robô vai caminhar?”, ”Se eu colocar meu dedo na frente dele, ele vai pegar?”. E assim, podemos perceber que o robô atrai a atenção das crianças, tornando a interação mais interessante.

A aparência física e o comportamento de um robô social afetam os participantes e são motivados a interação. O uso de sugestões sociais, como gestos produzidos pelos robôs, também influenciam. Um robô social precisa de um conjunto de habilidades sociais para incitar com sucesso o comportamento social com o usuário, o que pode necessitar 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 é novidade [Kose et al. 2009].

Para reproduzir algumas sugestões sociais, durante a interação, o robô executava alguns gestos e diferentes combinações nos leds. Na introdução inicial, o robô mostrava um gesto de agradecimento as crianças e foi possível observar que isso chamava a sua atenção, onde muitas vezes as crianças repetiam o gesto do robô. Além disso, durante o jogo o robô executava um gesto quando a criança errava a fruta, demonstrando que ela deveria pensar melhor na resposta. As crianças reagem rindo e imitando o robô.

Para que o reconhecimento da fala das crianças fosse melhor captado, o computador com o microfone foi posicionado bem próximo das crianças. No tela do computador, era possível observar a reprodução gráfica da atividade de áudio captada pelo computador. Uma criança interessada observou a tela do computador e atenta viu esse gráfico sendo mostrado de forma real, e fez a seguinte pergunta: ”Esse é o coração dele?”. Com isso, podemos relatar que a criança associou o gráfico a um eletrocardiograma, demonstrando a percepção de que o robô fosse um ser vivo.

Um estudo feito por Beran et al. (2011) mostra que existem pesquisas convincentes 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. Sugere-se que o movimento do objeto pode dar ao observador a impressão de que ele está no controle de suas ações, que é uma qualidade humana. No entendimento de crianças o movimento pode ser explicado simplesmente como: se o robô se move sozinho, deve ter intenções e objetivos. Outra observação importante na compreensão do animismo nas crianças, foi que uma delas comentou que o robô não tinha cabelos, manifestando a existência da semelhança do robô humanoide com um ser humano.

Mumm and Mutlu (2011) descobriram que a distância tomada pelo humano durante a interação com o robô mostra que o comportamento é afetado pelo quanto gostaram do robô. Por exemplo, pessoas que relataram não gostar do robô mantiveram uma distância física maior do robô, enquanto as pessoas que relataram gostar do robô ficaram mais próximas do robô, não aumentando sua distância física do robô. Um gesto carinhoso de uma criança com o robô durante a interação, mostra que a criança aprovou e gostou do robô. As crianças tratavam o robô de forma carinhosa e encantadora, mostrando que aceitavam o robô no meio social. Pode-se observar na Figura 4 o gesto suave de uma criança no robô.



Figura 4. Gesto carinhoso durante a interação

Algumas frutas desenhadas não estavam na proposta do jogo, e isso fez com que as crianças se equivocassem nas respostas, onde 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 interação do jogo terminou, cada turma foi reunida para interagir com o robô em uma dança. O robô reproduziu a música da Xuxa, "Salada de Frutas" para 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, como podemos ver na Figura 5.



Figura 5. Crianças dançando com o robô.

3.4. Instrumento de Avaliação

Após a realização do experimento, as professoras aplicaram os questionários de coleta de dados em suas turmas. 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. As perguntas foram criadas abordando os fatores de usabilidade, aceitação social, experiência do usuário e impacto social. Além dos questionários para as crianças, as professoras também responderam 3 questões sobre a interação, para ter a análise de especialistas do ponto de vista pedagógico e as mesmas perguntas aplicadas para a professora orientadora deste trabalho que também acompanhou o experimento, para ter a avaliação de um especialista da área de robótica. Toda a interação foi filmada para poder efetuar um diagnóstico detalhado de experiência com o usuário.

4. Resultados

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 e não, podendo explicar a resposta. Como cada fator possui alguns indicadores, foi necessário classificar cada pergunta do questionário no indicador que representa, conforme Tabela 2.

A turma do pré que participou do experimento era composta de 8 crianças, com 5 anos de idade. A aceitação social das crianças em relação ao robô é bem satisfatória, conforme podemos notar na Figura 6. A reciprocidade foi o indicador que teve maior

Tabela 2. Questionário com os indicadores aplicado nas crianças

Indicador	Pergunta	Sim	Não
Expectativa de desempenho	Você acha que o robô te ajudaria na escola?		
Expectativa de desempenho	Gostaria de ter um robô em casa para te ajudar a estudar?		
Atitude em relação ao uso da tecnologia	Você gostou de interagir com o robô?		
Atitude em relação ao uso da tecnologia	Você se sentiu bem enquanto brincava com o robô?		
Atitude em relação ao uso da tecnologia	Você sentiu medo enquanto brincava com o robô?		
Reciprocidade	Você gostou de interagir com o robô?		
Expectativa de esforço	Você se sentiu bem enquanto brincava com o robô?		
Auto-eficácia	Você acha que conseguiu brincar com o robô da forma certa?		
Expectativa de esforço	Gostaria de ter um robô em casa para te ajudar a estudar?		
Formas de agrupamento	Você contaria um segredo para o robô?		
Apego	Você contaria um segredo para o robô?		
Apego	Gostaria de brincar mais vezes com o robô em sua escola?		

percentual de aceitação nas respostas. A auto-eficácia foi o indicador que demonstrou menor percentual.

No fator experiência do usuário o único indicador que ficou abaixo foi o indicador de percepção orientada para o ser humano, que indica que o robô tem a percepção humana, onde sua fala e reconhecimento sejam entendidos. As respostas podem ser vistas na Figura 7.

No fator impacto social, o único indicador avaliado nos questionários foi a educação, com aceitação total das crianças.

Além disso, as crianças levantaram algumas observações que foram anotadas. Na pergunta "Você acha que conseguiu brincar com o robô da forma certa" uma das observações que foi mencionada foi que não conseguiu pois não foi capaz de dançar com o robô, imitando ele. Na pergunta "Gostaria de ter um robô em casa pra te ajudar a estudar" uma criança respondeu "Quando acordar é só programar o robô e ele faz o café da manhã para mim. Ele vai repetir duas vezes a mesma coisa. Porque quando eu dor-

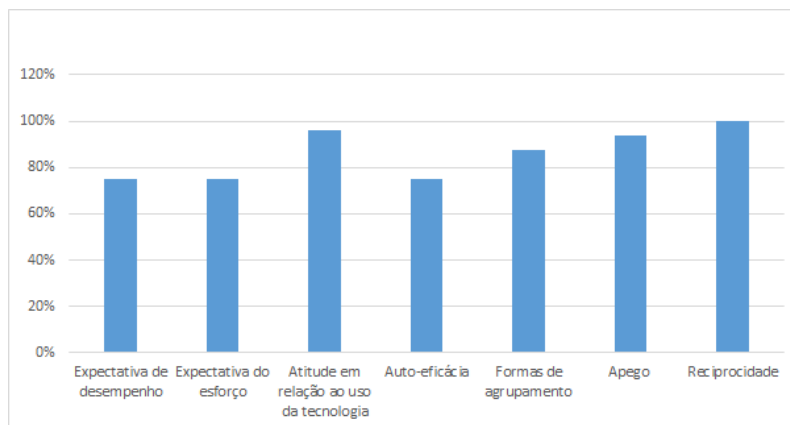


Figura 6. Aceitação social das crianças do pré

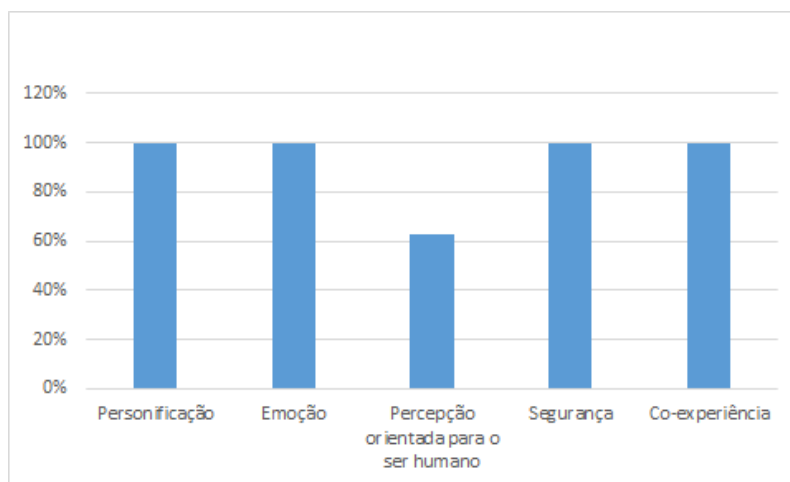


Figura 7. Experiência do usuário das crianças do pré

mir ele vai acordar.”. Na questão ”Você contaria um segredo para o robô?” uma criança respondeu que não pois ele pode falar para uma pessoa/colega e pode programar ele. No item ”Você achou fácil de entender o que o robô falava?” foi levantado pelas crianças que o robô falava baixo e falava rápido. No questionamento perguntando se achavam que o robô as entendia foi observado: ”Mesmo que tenha uma câmera acho que não. Ele não tem orelha.”. Também foi questionado se elas gostariam de brincar mais vezes com o robô na escola e a resposta foi ”Muito mais”, o que demonstra que a interação foi um sucesso. Ao final do questionário, foi perguntado pra falar 3 palavras para descrever como foi a brincadeira com o robô. As 3 palavras que as crianças do pré falaram foram: legal, divertido e movimento.

A turma do jardim que participou do experimento tinha 11 crianças com 4 anos de idade. Também responderam o questionário aplicado pela professora, e podemos observar os resultados nos gráficos.

O fator de aceitação social teve o indicador expectativa de desempenho com o menor percentual, mostrado na Figura 8.

A Experiência do usuário teve o mesmo indicador com menor valor que a turma do pré, a percepção orientada para o ser humano. Podemos ver o resultado na Figura 9.

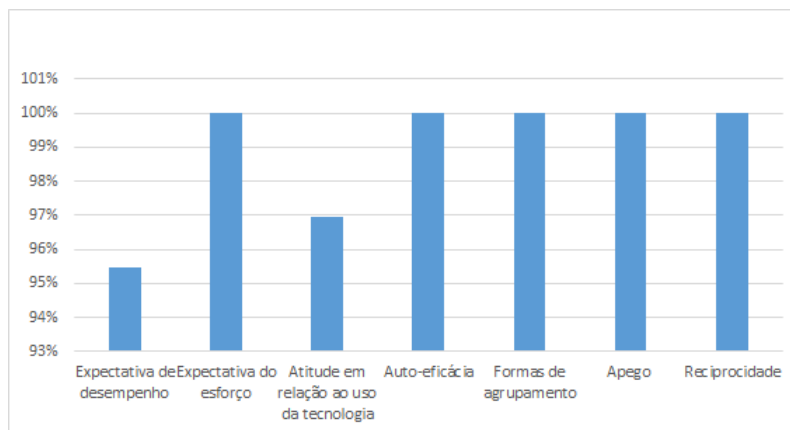


Figura 8. Aceitação social das crianças do jardim

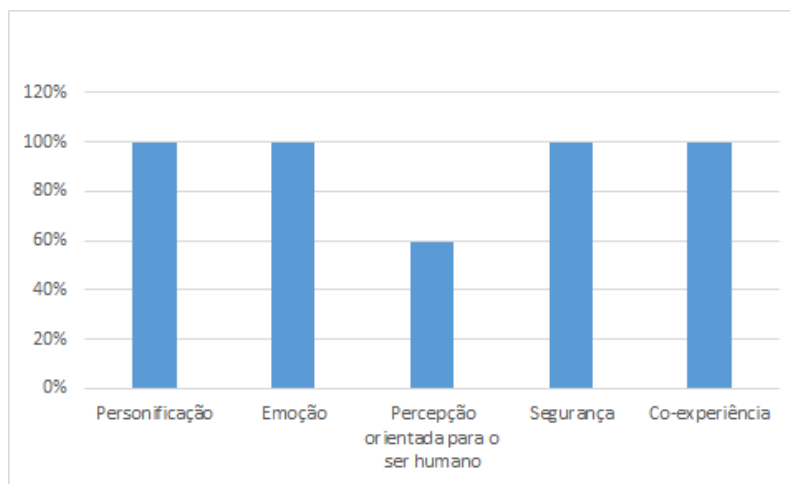


Figura 9. Experiência do usuário das crianças do jardim

No Impacto social, todas as crianças demonstraram interesse em conhecer e entender como funciona um robô.

As crianças do jardim não comentaram tanto as perguntas como as crianças do pré. As palavras usadas para representar como foi a brincadeira com o robô foram legal, bom, divertido, fácil, demais e especial.

O fator de usabilidade foi avaliado por duas professoras e a professora orientadora deste trabalho, para ter a avaliação de especialistas da área pedagógica e da área de tecnologia. Todas as perguntas relacionadas a usabilidade foram respondidas positivamente pelas professoras, manifestando total aceitação do uso de robótica em sala de aula. O questionário respondido pelas professoras é mostrado na Tabela 3.

5. Conclusão

Neste artigo investigamos os desafios da robótica na interação com crianças em sala de aula. Encontramos indicações que a incorporação na forma de humanoide e os movimentos realizados durante a interação prendem a atenção das crianças, criando nelas curiosidade e motivação.

Um aspecto importante na interação entre humanos e robôs é a autonomia dos

Tabela 3. Questionário com os indicadores aplicado nas professoras

Pergunta	Sim	Não
Você usaria um robô humanoide em sala de aula?		
Você achou agradável a interação do robô com a criança?		
Você usaria essa forma de interação em sala de aula, como foi proposto em forma de jogo?		

robôs, tornando o experimento ainda mais efetivo. O experimento foi pensado para que o robô JD fosse o mais independente possível das ações humanas, mas foi preparado para situações onde 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. 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 se melhorar com um bom microfone para beneficiar o reconhecimento de voz, evitando assim a intervenção humana durante o experimento.

A área de IHR nos proporciona muitos desafios por envolver diversas áreas exatas e humanas, concentrando estudos na robótica e na psicologia infantil. Temos que pensar em desenvolver um robô com ações inteligentes, mas que essas ações sejam entendidas pelas crianças, pois o desenvolvimento cognitivo delas ainda está amadurecendo. Mas o resultado do estudo realizado com crianças é mesmo assim muito gratificante e satisfatório, pois podemos perceber o envolvimento das crianças nas atividades com um robô no meio educacional, tornando o experimento divertido. Diferente dos adultos, as crianças não se preocupam em entender o propósito do robô, mas simplesmente em brincar com ele, tornando a interação bem agradável.

A inclusão da robótica em sala de aula estimula a curiosidade das crianças em entender como o robô funciona, formando assim crianças mais interessadas em conhecer essa área. Isso foi identificado principalmente nas crianças com 5 anos, que eram mais observadoras e faziam mais perguntas sobre o robô e o que ele poderia fazer.

Os movimentos feitos pelo JD durante a interação atraía muito a atenção das crianças e isso foi um ponto positivo na experiência. Esta área pode ser investigada com diversas atividades, como por exemplo, ensinando algumas funcionalidades do robô para as crianças, fomentando ainda mais o interesse neste espaço.

Referências

- Dautenhahn, K. (2007). Methodology & themes of human-robot interaction: A growing research field. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 4(1):15.
- Goodrich, M. A. and Schultz, A. C. (2008). Human-robot interaction: A survey. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 1(3):203–275.
- Johal, W. (2015). *Companion Robots Behaving with Style : Towards Plasticity in Social Human-Robot Interaction*. PhD thesis, Université Grenoble Alpes.

- Kose, H., Ferrari, E., Dautenhahn, K., Syrdal, D. S., and Nehaniv, C. (2009). Effects of embodiment and gestures on social interaction in drumming games with a humanoid robot. 23:1951–1996.
- Madhuri, T. K. and Butler-Manuel, S. (2017). Robotic surgery in gynaecology/gynaecological oncology. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine*, 27(2):65 – 67.
- Weiss, A., Bernhaupt, R., Lankes, M., and Tscheligi, M. (2009). The usus evaluation framework for human-robot interaction.