

Uma Análise da Regulação da Distância entre Humanos e Robôs pela Proxêmica

Lucas Strozi Solci¹, Helio Azevedo²

strozisolci@gmail.com, helio.azevedo@cti.gov.br.br

¹ Faculdade de Psicologia
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Campinas/SP

² Divisão de Sistemas Ciberfísicos – DISCF
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – Campinas/SP

Abstract. *The theory of proxemics argues for the importance of people regulating the distance they keep from each other, allowing the construction of boundaries of personal space that, when violated, generate discomfort. The spread of robots in modern society directs their social interaction with human beings. This interaction demands that the rules of proxemics be respected. To deepen this view, a systematic search was carried out in the PsycInfo database with the keywords “psychology* AND proxemic*” covering the period of five years (2017 to 2022). This search revealed a total of 56 references. Of this total, 18 were selected and 38 rejected for being out of scope. The types of relationship-based studies found were: Avatar-Person (22.2%), Robot-Person (27.8%), Person-Person (27.8%) and Absent (22.2%). The presence of studies based on Avatar-Person relationships, even though smaller than that of Person-Person relationships, can be explained by the fact that the use of avatars allows for the collection of objective data on proxemics. In fact, among the arguments supporting the use of avatars in proxemic studies are: ecological validity of environments (study environments undergo no alteration), ability to record real-time responses, and estimates of high accuracy of involuntary reactions during communication with virtual partners.*

Resumo. *A teoria da proxêmica argumenta pela importância das pessoas regularem a distância que mantêm umas das outras, permitindo a construção de fronteira de espaço pessoal que, quando violada, gera desconforto. A disseminação de robôs na sociedade moderna cada vez mais direcionada para interação social com seres humanos, demanda que as regras de proxêmica sejam respeitadas. Para aprofundar essa questão foi realizada uma pesquisa sistemática na base PsycInfo com as palavras-chave “psychology* AND proxemic*” cobrindo um período de 5 anos (2017 a 2022). Essa pesquisa revelou um total de 56 referências. Desse total, 18 foram selecionadas e 38 rejeitadas por estarem fora do escopo. Os tipos de relações-base encontrados nos estudos foram: Pessoa-Avatar (22,2%), Pessoa-Robô (27,8%), Pessoa-Pessoa (27,8%) e Ausente (22,2%). A presença dos estudos com base na relação Pessoa-Avatar, mesmo sendo menor do que a da relação Pessoa-Pessoa, pode ser explicada pelo fato de que a utilização de avatares permite a coleta de dados objetivos sobre proxêmica. De fato, entre os argumentos que sustentam a utilização de avatares nos estudos de*

proxêmica estão: validade ecológica dos ambientes (ambientes de estudo não sofrem nenhuma alteração), capacidade de registrar respostas em tempo real e as estimativas de alta acurácia das reações involuntárias durante a comunicação com parceiros virtuais.

1. Introdução

A psicologia evolutiva visa compreender os comportamentos do ser humano pela perspectiva da seleção natural ao longo da história. A partir dessa perspectiva, o comportamento adaptativo é entendido como uma resposta a pressões seletivas no ambiente. Essas pressões podem ser biológicas, como a necessidade de sobrevivência e reprodução, ou culturais, como normas e valores sociais. Nesse contexto, o estabelecimento de fronteiras sociais tanto individuais quanto grupais representa um dos comportamentos adaptativos que o ser humano aprimorou por milhares de anos com o intuito de proteger o seu habitat, aumentando a probabilidade de sobrevivência da raça humana [Young, 2021].

Ainda considerando a perspectiva da psicologia evolutiva, esse comportamento também é derivado de uma intenção de co-sobrevivência. Ou seja, a proximidade e o estabelecimento de distâncias sociais entre os membros de um grupo visam proteger o grupo como um todo, permitindo com que vários indivíduos de uma mesma tribo se encontrem em um ambiente, mantendo uma distância confortável entre si e diminuindo conflitos internos. Outro ponto importante para a sobrevivência humana é a visão da proxêmica como um meio regulador da densidade para a distribuição de recursos. De fato, as pessoas tendem a se organizarem em grupos que suportam a quantidade de recursos disponíveis, uma vez que os seres humanos expressam desconforto e emoções negativas relacionadas à alta densidade populacional. Esse desconforto pode ser relacionado a uma sobrecarga cognitiva nas funções executivas, fornecendo uma base biológica para esse tipo de comportamento [Young, 2021].

Esse comportamento, existente por toda a história do homem, foi cunhado de proxêmica em 1966 pelo antropólogo americano Edward T. Hall em sua obra “A Dimensão Oculta” [Hall, 1966]. Segundo Hall, a proxêmica pode ser definida como um comportamento não verbal que engloba a distância interpessoal, direção do olhar, postura corporal, posição dos ombros, etc. Entendendo o aspecto da distância interpessoal como sendo o comportamento não verbal mais expressivo, Hall (1966) o descreve como um conjunto de espaços circulares divididos em: espaço íntimo (0.15m-0.45m), espaço pessoal (0.46m-1.5 m), espaço social (1.6m-3.7m) e espaço público (mais que 3.7m).

Cada um dos espaços descritos é adequado para diferentes tipos de interações. Um exemplo é o social, o mais comum dos citados, onde acontecem as conversas no dia-a-dia. Porém, como evidenciado pelo próprio Hall, as distâncias desses espaços dependem muito da cultura dos indivíduos. Sendo assim, o comportamento proxêmico reflete regras implícitas associadas às leis sociais de cada cultura manifestadas inconscientemente pelos indivíduos, podendo ser influenciada por vários fatores como:

gênero, idade, estereótipo e etnia [Menshikova; Saveleva; Zinchenko, 2018]. Apesar de os trabalhos de Edward Hall serem, em muitos casos, meramente especulativos com métodos baseados em observações, pesquisas mais recentes concordam em grande parte com o autor [Hecht *et al.*, 2019].

Com o passar do tempo, os estudos sobre a proxêmica passaram a contar com o apoio de recursos tecnológicos, o que é evidenciado pela utilização de ferramentas como Realidade Virtual e Avatares [Pazhoohi *et al.*, 2018]. Os resultados de tais estudos demonstraram sua relevância para o comportamento humano criando oportunidades para diversas formas de aplicação dos conhecimentos desse fenômeno, como por exemplo, na interação entre humanos e robôs.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar o estado da arte da proxêmica. A abordagem envolve uma pesquisa sistemática aderente à estratégia apresentada na seção 2. *Método*. O resultado dessa pesquisa é detalhado na seção 3. *Análise da Pesquisa Sistemática*. Na sequência uma discussão sobre alguns dos trabalhos é realizada na seção 4. Finalmente na seção 5 os resultados mais importantes são apresentados juntamente com sugestões para trabalhos futuros.

2. Método

O processo desta pesquisa sistemática envolveu os seguintes passos [Gough; Oliver; Thomas, 2017]: determinar o tema de pesquisa, obter a lista das referências, importar as referências para uma base local, análise das referências e classificação dos resultados. A seguinte configuração de busca foi utilizada:

- chave : *psychology* AND proxemic**
- Base *PsycInfo*
- Período de 2017 a 2022.

Para realizar a análise, as referências foram classificadas considerando os grupos presentes na Tabela I.

Tabela 1. Grupo e Subgrupo de pesquisa: detalha as características utilizadas para classificar as referências identificadas na busca.

Grupo	Subgrupo	Observação
<i>Tipo</i>	<i>Experimento</i> <i>Pesquisa</i> <i>Ambos</i> <i>Outro</i>	<i>O artigo descreve um experimento, uma pesquisa conceitual ou ambas as situações.</i>
<i>Metodologia</i>	<i>Tecnológico</i> <i>Tradicional</i>	<i>A presença ou ausência de instrumentos tecnológicos na metodologia das referências analisadas</i>
<i>Sujeito</i>	<i>< número de Sujeitos ></i> <i>Ausente</i>	<i>Número de sujeitos pesquisados(a), individual ou coletivamente, de caráter voluntário.</i>

<i>Idade</i>	<i><faixa de idade> Ausente</i>	<i>Apresenta a faixa etária como, por exemplo, 4-12, 4-6, 6-17.</i>
<i>Relação</i>	<i>Pessoa x Pessoa (PP) Pessoa x Robô (PR) Pessoa x Avatar (PA) Ausente</i>	<i>Estudo com base na relação entre pessoas; Estudo com base na relação entre seres humanos e Robôs; Estudo com base na relação entre seres humanos e Avatares</i>

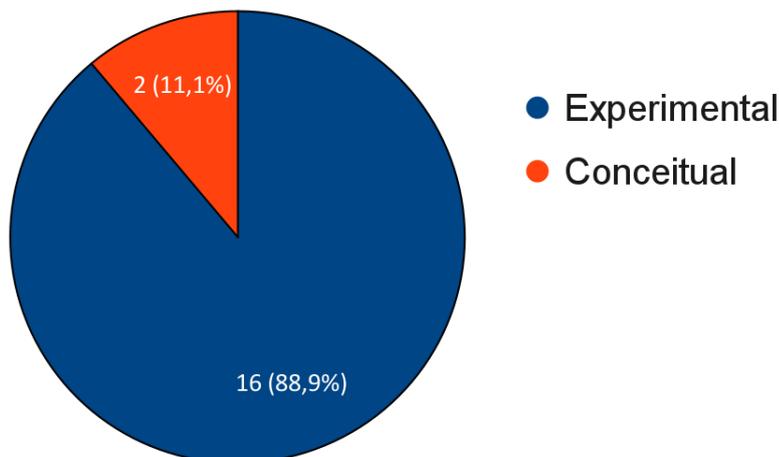
3. Análise da Pesquisa Sistemática

A pesquisa sistemática identificou um total de 56 referências, dos quais 38 foram rejeitadas por estarem fora do escopo, restando 18 para leitura completa.

3.1. Grupo “Tipo”

As referências identificadas foram classificadas como: Experimental, Conceitual, Ambas ou Outro. Entende-se pesquisa conceitual como uma abordagem com enfoque na análise e interpretação de conceitos, teorias e ideias existentes, não envolvendo coleta de dados empíricos. Já a pesquisa experimental é uma abordagem que envolve a manipulação de variáveis independentes em um ambiente controlado para avaliar seu efeito sobre uma variável dependente [Weiner *et al.*, 2003]. Conforme apresentado no Gráfico 1, foram identificadas 16 publicações que utilizaram abordagens experimentais e apenas 2 que utilizaram abordagens conceituais. Esses dados sugerem que a maioria das publicações examinadas neste estudo utilizou abordagens experimentais, o que pode indicar um maior enfoque em investigações empíricas e testes de hipóteses.

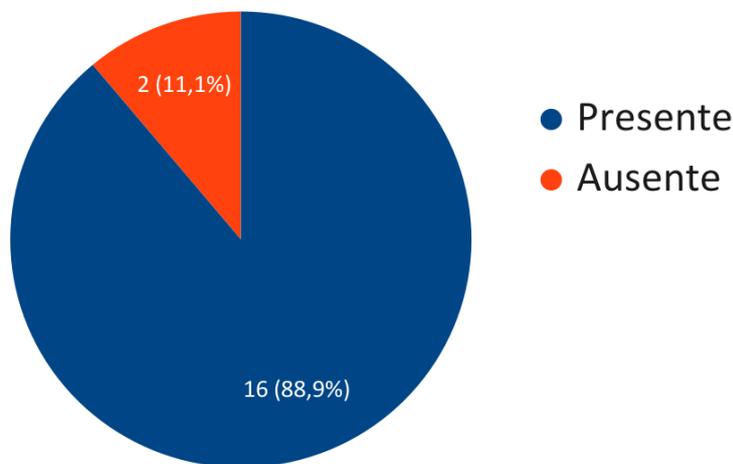
Gráfico 1. Esse gráfico representa os tipos de pesquisa de cada publicação.



3.2 Grupo “Sujeito”

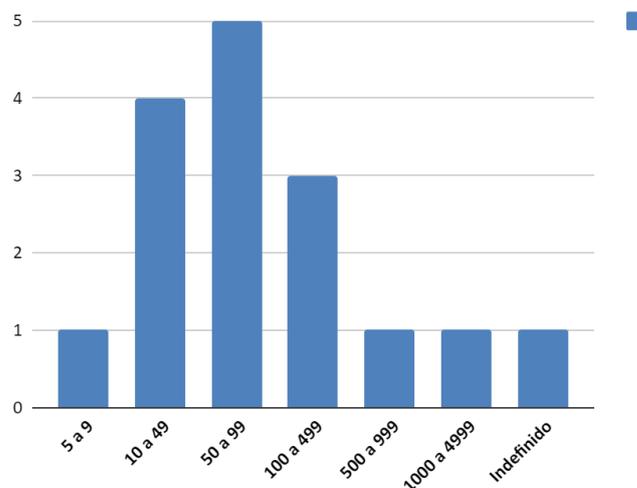
A partir da análise das referências foram feitas investigações da presença ou ausência de sujeitos de pesquisa. O gráfico 2 apresentado abaixo fornece essas informações. Os resultados indicaram que em 16 estudos temos a presença de sujeitos, enquanto que em 2 estudos não haviam sujeitos. Assim, a maioria das referências analisadas envolveu a participação de pessoas em sua pesquisa.

Gráfico 2. Esse gráfico apresenta a ausência ou presença de sujeitos nas publicações.



Por sua vez, no gráfico 3 foram ilustrados os números de pesquisas com base no tamanho da amostra. Os resultados sugerem que a maioria dos estudos analisados envolveu uma amostra de tamanho moderado, com cinco estudos apresentando entre 50 e 99 participantes.

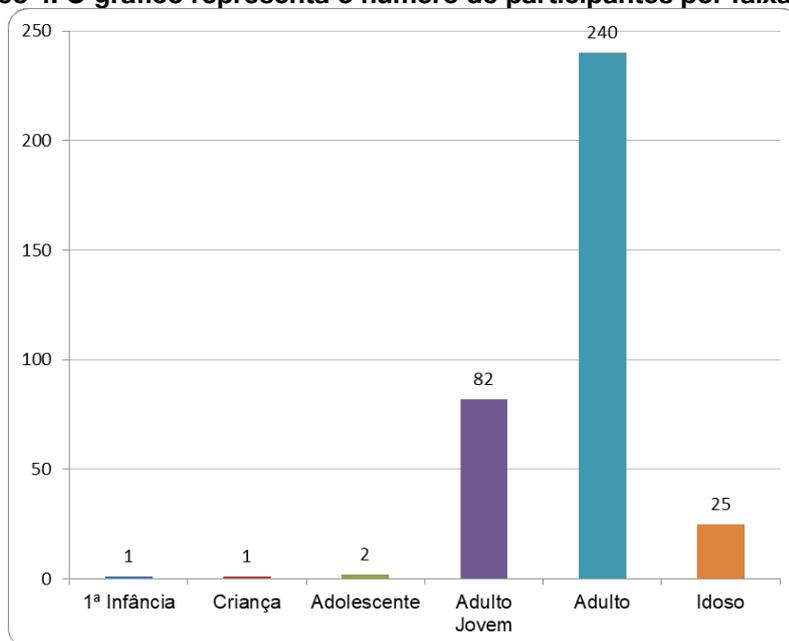
Gráfico 3. O gráfico ilustra o número de sujeitos presentes nas publicações que envolveram participantes em sua pesquisa.



3.3. Grupo “Idade”

As idades foram divididas em cinco faixas etárias: 1ª Infância, Criança, Adolescente, Adulto Jovem, Adulto e Idoso. Os participantes da 1ª Infância têm entre 0 e 4 anos de idade, enquanto as crianças têm entre 5 e 12 anos. Os adolescentes possuem entre 13 e 17 anos, enquanto os adultos jovens têm entre 18 e 24 anos. A categoria Adulto inclui participantes com idades entre 25 e 64 anos, finalmente a categoria Idoso inclui aqueles com 65 anos ou mais. A partir da análise do Gráfico 4 pode ser observado que, ao todo, foram registrados 351 participantes em estudos científicos, sendo a maioria deles (68%) adultos jovens e adultos e a minoria 1ª Infância, Criança e Adolescentes.

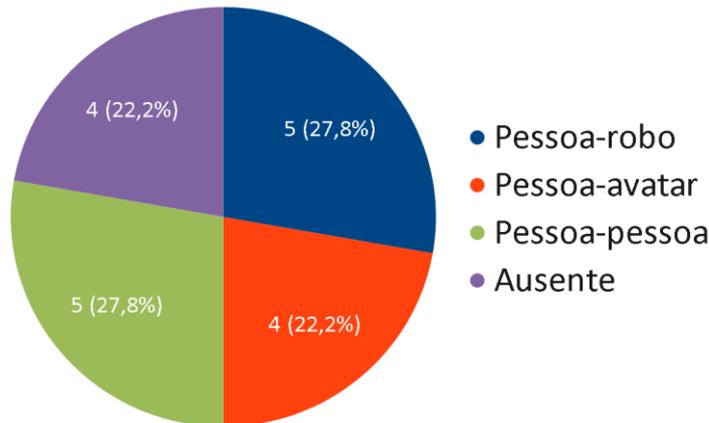
Gráfico 4. O gráfico representa o número de participantes por faixa etária



3.4. Grupo “Relação”

Uma relação se refere à interação entre diferentes tipos de agentes em um ambiente real ou virtual. Entende-se por Agente um robô, um avatar ou uma pessoa presentes em um ambiente comum. Nesse caso, foram analisadas as seguintes relações: Pessoa-Robô, Pessoa-Avatar, Pessoa-Pessoa ou Ausente. O gráfico 5 fornece informações sobre as relações estudadas nas publicações analisadas. Foram considerados um total de 18 estudos, e os resultados indicaram que a relação entre Pessoa-Pessoa foi igual a da Pessoa-Robô (5 estudos), seguido pela relação Pessoa-Avatar com o mesmo número dos Ausentes (4 estudos).

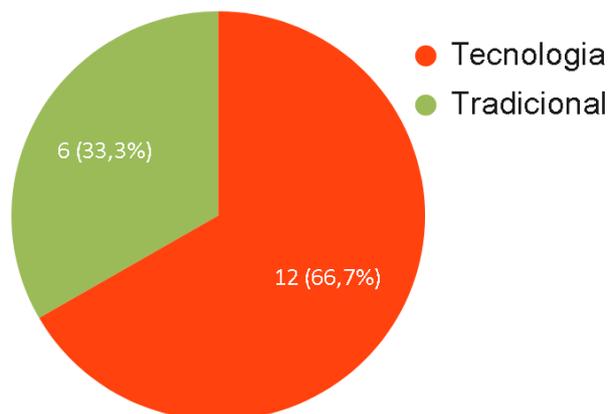
Gráfico 5. O gráfico apresenta os tipos de relações estudadas nas publicações



3.5. Grupo “Metodologia”

O gráfico 6 revela a presença de instrumentos tecnológicos na metodologia das referências analisadas nesta pesquisa sistemática. A metodologia utilizada pode ser classificada como “tradicional” ou “tecnológica”. Entende-se “tradicional” como uma metodologia que não utiliza instrumentos como vídeo, sensores de movimento, realidade virtual e robótica. Por outro lado, a metodologia tecnológica diz respeito à utilização dos mencionados tipos de instrumentos. De um total de 18 referências analisadas, 12 utilizaram instrumentos tecnológicos em sua metodologia, enquanto as outras 6 seguiram a abordagem tradicional.

Gráfico 6. O gráfico apresenta a presença ou não de instrumentos tecnológicos na metodologia das referências.



3.6. Revistas

A partir da análise das referências foram identificadas quatorze revistas que publicaram trabalhos relacionados ao tema (Tabela 2.). Merece destaque a revista International Journal of Social Robotics, que publicou cinco trabalhos. As outras revistas apresentaram um número menor de publicações, com apenas uma publicação em cada. Esses dados indicam uma diversidade de periódicos que publicam sobre o tema, sendo o International Journal of Social Robotics o principal veículo de divulgação desses estudos.

Tabela 2. Essa tabela representa o número de trabalhos publicados por cada revista

Revista	Nº de Trabalhos
International Journal of Social Robotics	5
A handbook of theories on designing alignment between people and the office environment.	1
International Journal of Contemporary Hospitality Management	1
Computers in Human Behavior	1
Journal of Experimental Child Psychology	1
Journal of Computer Assisted Learning	1
Psychology in Russia: State of the Art	1
Psychology & Marketing	1
Marketing Letters: A Journal of Research in Marketing	1
Communication Reports	1
Psychological Research	1
Counselling & Psychotherapy Research	1
User Modeling and User-Adapted Interaction	1
PLoS ONE	1

4. Discussão de Trabalhos

Dentre os trabalhos revelados pela pesquisa, merecem destaque três. O primeiro deles intitulado “*Evolutionary psychology theory: Can I ever let go of my past?*” publicado pela revista *A handbook of theories on designing alignment between people and the office environment*, Este trabalho visa compreender os comportamentos do ser humano, em especial, os não verbais, tal qual a proxêmica pelas lentes da seleção natural ao longo da história, fornecendo uma perspectiva qualitativamente diferente sobre o fenômeno em comparação com as outras referências [Young, 2021].

No segundo trabalho, “*How Robots Influence Humans: A Survey of Nonverbal Communication In Social Human–Robot Interaction*”, publicado na revista *International Journal of Social Robotics*, estuda a proxêmica a partir de uma abordagem tecnológica de treinamento de máquina. À medida que os robôs se tornam mais comuns no dia-a-dia a interação humano-robô passou a exigir uma investigação para garantir que os robôs sigam normas sociais de convívio [Saunderson; Nejat, 2019].

Por outro lado ”O artigo “*The study of ethnic attitudes during interactions with avatars in virtual environments*”, publicado pela *Psychology in Russia: State of the Art*, apresenta uma abordagem diferente dos anteriores. Neste trabalho, os autores investigam questões de estereótipo envolvidos na proxêmica utilizando da realidade virtual como ambiente de interação [Menshikova; Saveleva; Zinchenko, 2018].

No que diz respeito ao tópico Relação, identificamos as seguintes: Pessoa-Robô, Pessoa-Avatar e Pessoa-Pessoa. A presença da relação Pessoa-Avatar em realidade virtual (RV), foi justificada pelo pesquisador Menshikova *et al* (2018) pelo fato da RV e avatares permitirem uma coleta de dados originais e confiáveis sobre o comportamento da proxêmica. Entre os argumentos que sustentam a utilização da RV nos estudos de proxêmica estão: a capacidade da RV em fornecer ambientes artificiais de estudo controlados que não sofrem alterações externa, registrar respostas e comportamentos dos participantes enquanto eles interagem com os avatares, permitindo uma melhor análise e interpretação dos resultados e coletar dados sobre as reações involuntárias dos participantes, como expressões faciais e linguagem corporal, com uma alta precisão. Por outro lado, como contraponto aos argumentos a favor da utilização da realidade virtual e avatares, essa tecnologia ainda é muito cara, sendo o preço considerado um impeditivo [Cummings; Bailenson, 2015].

Vale ressaltar que a presença de tecnologia não está presente somente a partir da realidade virtual, de fato, vários estudos apresentaram a utilização da proxêmica em um contexto de treinamento de máquina, relacionados especialmente à navegação segura de robôs, considerando os efeitos sociais nos ambientes em que eles atuam. Segundo Makridakis (2017) os robôs se tornam mais comuns no dia-a-dia, o que, de acordo com outros autores, passaram a exigir uma investigação para garantir que sigam as normas sociais [Saunderson; Nejat, 2019].

Além das questões relacionadas à tecnologia, também foram estudadas a faixa etária dos sujeitos de pesquisa. Foi evidenciado que a faixa etária é em sua grande maioria composta por pessoas adultas. É possível compreender esse fato por meio da análise do contexto em que a proxêmica é estudada, em outras palavras, o ambiente e questões específicas relacionadas à proxêmica podem ser mais comuns para adultos do que para outras faixas etárias. Por exemplo, as referências que abordaram o treinamento de robôs sociais, tem como intuito investigar a relação pessoa-robô em espaços públicos comuns no dia-a-dia, nos quais adultos são os agentes ativos predominantes, justificando os resultados encontrados [Ben-Youssef *et al.*, 2019].

No outro extremo, a análise das referências demonstrou um número muito pequeno de crianças estudadas. É possível que os pesquisadores possam ter mais recursos disponíveis para estudar adultos, em comparação com faixas etárias mais novas. Estudar crianças pode ser mais difícil por exigir mais investimento, além de demandar questões éticas mais rigorosas. Além disso, pode ser necessário consumir mais recursos para adaptar a metodologia de pesquisa que, em muitos casos, já tem um olhar padronizado para a idade adulta [Greene; Hogan, 2005].

Sobre a questão ética dos estudos com crianças, o diferencial desta para a faixa etária adulta gira em torno da vulnerabilidade. As crianças são mais propensas a se machucar psicológica e fisicamente, ou seja, são mais vulneráveis do que os adultos [Graham; Powell; Taylor, 2015]. Considerando que a ética na pesquisa tem como intuito a proteção dos sujeitos, quanto mais novos, mais rigorosa a ética deve ser e mais burocrático o processo de pesquisa será [Fleming; Zegwaard, 2018].

No que diz respeito aos participantes, não somente a idade, mas também a presença/ausência de sujeitos foi analisada. Sendo assim, foi observado que a grande maioria dos estudos incluía sujeitos, o que condiz com a análise dos tipos de pesquisa, a qual mostrou que a abordagem experimental era a mais comum, em detrimento da abordagem conceitual, que não envolve sujeitos. A pesquisa experimental preza pela obtenção de dados precisos e objetivos, sendo fundamental em diversos campos de estudo, inclusive na pesquisa de comportamentos não verbais, tal qual a proxêmica, legitimando os resultados encontrados [Menshikova; Saveleva; Zinchenko, 2018].

A partir desta pesquisa sistemática é possível concluir que atualmente existe uma predominância de estudos baseados em tecnologia na área de proxêmica, especialmente a relação pessoa-avatar em realidade virtual (RV), assim como na área da Inteligência Artificial. Enquanto a utilização da RV em estudos permite a coleta de dados originais e mais confiáveis sobre comportamento da proxêmica, a presença significativa de referências envolvendo robôs, indica que a proxêmica é também útil para melhorar a interação entre robôs e humanos em uma variedade de ambientes. No entanto, é importante ressaltar que a maioria das referências analisadas envolveu sujeitos adultos, enquanto o número de referências com crianças estudadas foi reduzido.

5. Resultados e Caminhos Futuros

Dentre os resultados mais importantes deste trabalho temos:

- Constante presença da tecnologia como parte integrante da pesquisa, em particular, Realidade Virtual: Entre os argumentos que sustentam uma maior utilização da RV nos estudos de proxêmica estão: a capacidade da RV em fornecer ambientes artificiais de estudo controlados que não sofrem alterações externa; registrar respostas e comportamentos dos participantes enquanto eles interagem com os avatares, permitindo uma melhor análise e interpretação dos resultados e coletar dados sobre as reações involuntárias dos participantes, como expressões faciais e linguagem corporal, com alta precisão [Menshikova et al., 2018].
- Uso de proxêmica no desenvolvimento de robôs sociais: ainda segundo Makridakis [Makridakis, 2017] é cada vez mais comum o desenvolvimento de robôs sociais considerando proxêmica.
- Ainda reduzido número de pesquisas sobre proxêmica envolvendo crianças e adolescentes: O estudo nessa faixa etária é de extrema importância principalmente em um contexto de educação.

Considerando os resultados desta pesquisa, nosso grupo de trabalho planeja realizar um estudo real da Regulação da Distância entre Humanos e Robôs pela Proxêmica nas instalações do CTI Renato Archer.

7. Referencias

Ben-Youssef, A., Varni, G., Essid, S., & Clavel, C. (2019). On-the-Fly Detection of User Engagement Decrease in Spontaneous Human–Robot Interaction Using Recurrent and Deep Neural Networks. *International Journal of Social Robotics*, 11(5), 815–828. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00591-2>

Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2015). How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence. *Media Psychology*, 19(2), 272–309. <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740> North, M. M., North, S. M., & Coble, J. R. (1998). Virtual Reality Therapy: an Effective Treatment for the Fear of Public Speaking. *International Journal of Virtual Reality*, 3(3), 1–6. <https://doi.org/10.20870/ijvr.1998.3.3.2625>

Fleming, J., & Zegwaard, K. E. (2018). Methodologies, Methods and Ethical Considerations for Conducting Research in Work-Integrated Learning. *International Journal of Work-Integrated Learning*, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 205-213. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329356405_Methodologies_methods_and_ethical_considerations_for_conducting_research_in_work-integrated_learning> Acesso em: 2 abr. 2023.

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). *An introduction to systematic reviews* (2nd ed.). Sage Publications Ltd.

Graham, A., Powell, M. A., & Taylor, N. (2015). Ethical research involving children: Putting the evidence into practice. *Family Matters*, 96, 23-28.

Greene, S., & Hogan, D. (2005). *Researching Children's Experience*, SAGE, 70-80

Hall, E. T. (1966). *The hidden dimension*. Anchor Books.

Hecht, H., Welsch, R., Viehoff, J., & Longo, M. R. (2019). The shape of personal space. *Acta Psychologica*, 193, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.12.009>

Makridakis, S. (2017). The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures*, 90(90), 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>

Menshikova, G. Ya., Saveleva, O. A., & Zinchenko, Y. P. (2018). The study of ethnic attitudes during interactions with avatars in virtual environments. *Psychology in Russia: State of the Art*, 11(1), 20–31. <https://doi.org/10.11621/pir.2018.0102>

Pazhoohi, F., Silva, C., Lamas, J., Mouta, S., Santos, J., & Arantes, J. (2018). The effect of height and shoulder-to-hip ratio on interpersonal space in virtual environment. *Psychological Research*, 83(6), 1184–1193. <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0968-1>

Saunderson, S., & Nejat, G. (2019). How Robots Influence Humans: A Survey of Nonverbal Communication in Social Human–Robot Interaction. *International Journal of Social Robotics*, 11(4), 575–608. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00523-0>

Weiner, I. B., Freedheim, D. K., Schinka, J. A., & Velicer, W. F. (2003). *Handbook of psychology*. Wiley, 3-33.

XXV Jornada de Iniciação Científica do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - JICC'2023
PIBIC/CNPq/CTI - Outubro de 2023 – Campinas – São Paulo

Young Ho Lee. (2021). Evolutionary Psychology Theory. Routledge EBooks, 195–208.
<https://doi.org/10.1201/9781003128830-17>.