

# OS LABORATÓRIOS REMOTOS E A APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19

## REMOTE LABORATORIES AND THE LEARNING OF STUDENTS WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Lenilda Batista de Souza <sup>1</sup>  
George Lauro Ribeiro Brito <sup>2</sup>  
Patrick Letouzé Moreira

**Resumo:** Na atual era pandêmica da Covid-19, quase todas as instituições de ensino foram forçadas a passar por uma transformação abrupta, de ensino presencial para ensino remoto, on-line, em um curto período e em um ritmo acelerado. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar e apresentar algumas questões relativas à execução de atividades de laboratório remoto e verificar como podem ser melhorados os métodos educacionais tradicionais e contribuir no processo de aprendizagem de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Para isso, a metodologia empregada foi a pesquisa bibliográfica de literatura com abordagem qualitativa por meio da qual foram examinados 34 artigos encontrados nas bases de dados Wiley InterScience, Science Direct–Elsevier, ACM Digital Library, IEEE Xplore e Harvard Library, tendo como recorte temporal os últimos 12 anos. Como resultado, as evidências demonstraram que os laboratórios remotos poderão melhorar os métodos de ensino e proporcionar melhorias na aprendizagem destes estudantes.

**Palavras-chave:** Coronavírus. Covid-19. Laboratório Remoto. Tecnologias Assistivas e Autismo.

**Abstract:** In the current COVID-19 pandemic phase, almost all educational institutions have been forced to undergo an abrupt transformation from face-to-face teaching to remote teaching, online, in a short period of time and at an accelerated pace. Thus, this paper aims to identify and present some issues related to the performance of remote laboratory activities and verify how traditional educational methods can be improved and contribute to the learning process of students with Autism Spectrum Disorder (ASD). For this purpose, the literature search methodology was used with a qualitative approach through which thirty-four articles found in the Wiley InterScience, Science Direct–Elsevier, ACM Digital Library, IEEE Xplore and Harvard Library databases were analyzed, having as a time frame the last twelve years. As a result, evidence has shown that remote laboratories can improve teaching methods and provide improvements in the learning of these students.

**Keywords:** Assistive Technologies and Autism. Coronavirus. Covid-19. Remote Laboratory.

- 
- 1** Mestranda em Modelagem Computacional de Sistema pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Graduada em Geografia (UEPB). Bacharel em Direito (IEPO). Professora da Secretaria da Educação (Seduc). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3775301563935821>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1998-169X>. E-mail: [lenilda@mail.uft.edu.br](mailto:lenilda@mail.uft.edu.br)
  - 2** Doutor em Engenharia Elétrica. Docente Associado da Universidade Federal do Tocantins. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8779620606534106>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9356-4443>. E-mail: [gbrito@uft.edu.br](mailto:gbrito@uft.edu.br)
  - 3** Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília. Professor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7580955452994028>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7728-3254>. E-mail: [patrickletouze@gmail.com](mailto:patrickletouze@gmail.com)

## Introdução

A crise sanitária instaurada pela pandemia da Covid-19 (SARS-CoV-2 ou doença do coronavírus), identificada pela primeira vez em Wuhan, na China, em dezembro de 2019, fez com que a maioria dos países passasse por um bloqueio total ou parcial para controlar a disseminação viral, o que levou muitas instituições de ensino a aderir ao ensino remoto imediatamente para quase todas as atividades de aprendizagem, apoiadas pelas tecnologias existentes, como o computador, que têm permitido a continuação dos dizeres em diferentes níveis de ensino (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Nesse sentido, as plataformas de aprendizagem e os canais educacionais tornaram-se recursos ideais para mediar o processo de ensino e aprendizagem neste chamado de 'novo normal'. No entanto, quando se trata de ciências experimentais, o desafio é ainda maior, pois requer trabalho experimental e não é possível comparecer às salas do laboratório. Nesta situação, agora mais do que nunca os laboratórios acessíveis pela internet são a melhor opção para oferecer o componente experimental nas disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática.

Entre as vantagens dos laboratórios remotos, uma é a possibilidade de serem fornecidos a muitos estudantes em todo o mundo, os quais não teriam acesso aos equipamentos caso seu uso se restringisse apenas ao laboratório físico, oferecendo uma experimentação real, através da manipulação de equipamentos por meio da internet (NEDUNGADI *et al.*, 2018). Uma outra vantagem seria a disponibilidade 24 horas por dia, 7 dias por semana, diferentemente dos físicos que geralmente só estão disponíveis por curto período de tempo, por razões logísticas e econômicas.

Além disso, as ferramentas desses laboratórios podem ser benéficas no processo de aprendizagem de estudantes com necessidades específicas, seja pela facilidade de acesso, por não precisarem se deslocar até o espaço físico, seja pela possibilidade de uma experiência de ensino personalizada que atenda às suas especificidades (MURRAY; ARMSTRONG, 2009). Por consequência, o laboratório remoto pode ser visto também como uma forma de tecnologia assistiva para estudantes com transtorno do espectro autista (TEA).

Diante da crescente importância dessa temática, este artigo tem como objetivo identificar as questões relativas à execução de atividades em laboratórios remotos na pandemia e verificar como eles podem melhorar os métodos educacionais tradicionais, atuando como uma tecnologia assistiva eficiente e eficaz que possa ser implementada no âmbito da educação no Estado do Tocantins de forma a ampliar o acesso dos estudantes.

Assim, o problema que essa pesquisa se propõe a responder é: os laboratórios de experimentação remota seriam uma forma de tecnologia assistiva eficiente, no contexto da pandemia da Covid-19, no ensino de estudantes com necessidades especiais de aprendizagem, dentre eles os que possuem autismo?

Esta pesquisa classifica-se, quanto à finalidade, como pesquisa teórica básica, com objetivos de caráter descritivo e abordagem quali-quantitativa, estando fundamentada em procedimentos de revisão narrativa de literatura (pesquisa bibliográfica).

Estes procedimentos foram divididos em etapas, quais sejam: identificação da questão norteadora; definição dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos; seleção dos estudos da revisão; avaliação dos estudos; e interpretação dos resultados.

As buscas foram feitas em novembro de 2021 nas bases de dados do Google Scholar, IEEE Xplore, Wiley InterScience, Science Direct–Elsevier, por sua importância e abrangência, compreendendo 2009 a 2021. Foram utilizados os descritores: a) “*Remote laboratory*” e “*Assistive technology*”; b) “*Remote laboratory*” e “*Covid-19*”; e c) “*Remote laboratory*” e “*autism*”, pela importância dessas bases na disponibilização de artigos referentes à educação e a laboratórios remotos com multidisciplinaridade e de um número representativo de periódicos de diferentes áreas.

Ao final, foram selecionados 34 artigos (Tabela), que foram lidos na íntegra e de seus conteúdos foram retirados os dados para resultados e discussão desta pesquisa.

**Tabela.** Quantitativo de artigos por bases de dados

Base de dados	Artigos	Informação on-line
Google Scholar	17	<a href="https://scholar.google.com.br/">https://scholar.google.com.br/</a>
IEEE Xplore	12	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>
Wiley	02	<a href="https://online.library.wiley.com/">https://online.library.wiley.com/</a>
Elsevier	03	<a href="https://www.elsevier.com/pt-br">https://www.elsevier.com/pt-br</a>
Total	34	

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Sendo assim, este artigo está dividido em três seções. A primeira seção abordará os laboratórios remotos, desde seus conceitos até exemplos dos laboratórios e o seu uso em um contexto de pandemia. Na segunda seção, será trazido o tema das Tecnologias Assistivas e como elas podem contribuir na vida do estudante. E por fim, a terceira seção debaterá a experimentação remota como uma forma de Tecnologia Assistiva no ensino de pessoas com autismo.

## O Laboratório remoto e o seu uso em um contexto de pandemia

Os laboratórios remotos foram introduzidos inicialmente em processos de ensino de engenharia e assim foram integrados às estruturas de *e-learning* oferecidas nesta área (JO, H.; JO, R., 2020). Mas, atualmente, o uso de laboratórios remotos está se espalhando por todos os níveis educacionais: de escolas primárias ao ensino superior, do ensino profissionalizante às universidades e da autoeducação às faculdades técnicas (ZAPPATORE; LONGO; BOCHICCHIO, 2015), sendo utilizados dessa forma para apoiara aprendizagem autônoma dos estudantes.

Nesse cenário, a utilização de um laboratório remoto pode suprir a necessidade de implantação de um laboratório físico no próprio local em que o estudante reside ou pode funcionar nos casos em que há falta de disponibilidade de equipamentos de laboratório para que sejam construídos, fornecendo aos estudantes maior flexibilidade de acesso a experimentos (MAITI; MAXWELL; KIST, 2013).

O termo “Laboratório Remoto” descreve experimentos de laboratório que podem ser controlados e monitorados remotamente a partir de uma localização distante (TRENTSIOS; WOLF; FRERICH, 2020). Isso oferece inúmeras vantagens em cenários de educação em comparação com um laboratório físico (EWERT *et al.*, 2017).

Ao utilizarem a experimentação remota, os estudantes lidam com aparatos físicos reais e obtêm dados reais desses experimentos, ou seja, ocorre da mesma forma que os experimentos executados em laboratórios práticos tradicionais. Assim, os sistemas utilizados permitem que os estudantes visualizem e controlem os equipamentos a distância por meio de câmeras e sensores, podendo baixar esses dados em tempo real através de um laboratório de informática, na sala de aula ou até mesmo em casa (THO; YEUNG, 2016).

Dessa forma, os estudantes aprendem sobre as complexidades do mundo real, como, por exemplo, a lidar com erros de medição, cuja simulação está longe de ser trivial (ERDOSNE TOTH; MORROW; LUDVICO, 2009; TRENTSIOS; WOLF; FRERICH, 2020).

Além disso, considerando que os laboratórios físicos envolvem altos custos associados a equipamentos, espaço e equipe de manutenção (GOMES; BOGOSYAN, 2009), a experimentação remota acaba sendo uma alternativa sustentável por ser necessário um número menor de laboratórios remotos para atingir um maior número de estudantes, levando a uma menor quantidade de recursos utilizados e de trabalho necessário para se manter em pleno funcionamento (BALAMURALITHARA; WOODS, 2009).

Assim, a utilização no cenário atual seria uma forma de manter a qualidade do ensino que era ofertado antes da pandemia, ou seja, sem comprometer o resultado da aprendizagem, visto que a utilização de um laboratório físico por alunos nesse momento seria de muita dificuldade em

virtude do impedimento de se ter um distanciamento social adequado devido à natureza do curso laboratorial, além de outras precauções de segurança.

Dessa forma, o aluno e o professor poderiam interagir normalmente e, assim, através de um trabalho colaborativo, essas formas de aprendizagem seriam solidificadas, pois o tempo e a distância não seriam um obstáculo para o sucesso das metas e objetivos de ensino (HERRERO-VILLAREAL; ARGUEDAS-MATARRITA; GUTIÉRREZ-SOTO, 2020).

Porém, em consonância com o que ocorre no “mundo físico” entre as instituições de ensino com mais recursos e aquelas com maiores limitações, o acesso efetivo às tecnologias nas residências aprofundaria ainda mais a desigualdade histórica que já existe no ambiente educacional, em que uma parte tem fácil acesso a uma ampla variedade de recursos tecnológicos e uma outra parte encontra dificuldade em obter apenas um.

Em qualquer caso, as TICs terão um papel importante na era pós-pandemia, sendo mais que uma “muleta transitória”, mas, sim, se tornando um elemento essencial para o desenvolvimento da flexibilidade organizacional do ensino e o desenvolvimento de novas sinergias que conduzem as Instituições (PARDO-KUKLINSKI; COBO, 2021). Principalmente por mostrarem que o uso de tais ferramentas pode ser uma solução capaz de preservar a integridade e a continuidade do processo de ensino e, ao mesmo tempo, garantir a segurança absoluta de todos os participantes.

Ainda é importante frisar que, além disso, esses Laboratórios Remotos fornecem vantagens adicionais, como auxiliar e melhorar a aprendizagem de estudantes com necessidades especiais, promovendo uma maior acessibilidade e aumentando a segurança na hora da experimentação por esses estudantes (HERADIO *et al.*, 2016).

A título de exemplificação pode-se citar o laboratório remoto de aquários localizado na *Universidade de Deusto*, onde foi criado um acesso a um aquário real. Nele é possível alimentar os peixes, acender e apagar as luzes e, se o submarino estiver na água e estiver carregado, é possível controlá-lo.

O objetivo por trás desta experimentação remota é para que estudantes do ensino fundamental sejam responsáveis pela vida desses peixes, mesmo que não estejam sob um perigo real. Os professores podem saber quais grupos de alunos os alimentaram corretamente, quais alunos não se esqueceram e quais alunos coordenaram corretamente para que ninguém os alimentasse demais.

Diante disto, desde a década de 1990, em virtude da multiplicidade de assuntos, as universidades e empresas desenvolveram vários laboratórios remotos nesse lapso de tempo, os quais tinham diferentes propósitos, experimentos e métodos de acesso (Quadro 1).

**Quadro 1.** Exemplos de laboratórios remotos usados por instituições de ensino em todo o mundo

Laboratório remoto	Desenvolvido por	Informação on-line
WebLab-Deusto	Universidade de Deusto	<a href="http://weblab.deusto.es/website/">http://weblab.deusto.es/website/</a>
VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality)	Instituto de Tecnologia Blekinge (BTH)	<a href="http://www2.isep.ipp.pt/visir/">http://www2.isep.ipp.pt/visir/</a>
The Grid of Online Lab Devices Ilmenau	Technische Universität Ilmenau (TU Ilmenau)	<a href="http://goldi-labs.net/">http://goldi-labs.net/</a>
NetLab	University of South Australia	<a href="https://netlab2.unisa.edu.au/index.xhtml">https://netlab2.unisa.edu.au/index.xhtml</a>
UNILABS	Consortium of Universities in Spain	<a href="http://unilabs.dia.uned.es/">http://unilabs.dia.uned.es/</a>
Internet Accessible Remote Laboratories	Northern Illinois University	<a href="http://niu.edu/remotelab/">http://niu.edu/remotelab/</a>
iLabs	Instituto de Tecnologia de Massachusetts	<a href="http://icampus.mit.edu/projects/ilabs/">http://icampus.mit.edu/projects/ilabs/</a>

**Fonte:** Adaptada pelos autores, conforme Grout (2017).

Dessa forma, para acessá-lo é necessário um computador com conexão na internet. O primeiro passo seria fazer o login usando um nome de usuário e senha, que darão acesso a recursos específicos, como uma série de experimentos, documentação e instruções sobre como um experimento pode ser usado. O administrador do laboratório pode estabelecer quem pode acessar, quando o acesso estaria disponível e quais recursos estão disponíveis para cada usuário.

Assim, o uso de laboratórios remotos como recursos educacionais oferece aos estudantes com necessidades educacionais especiais a oportunidade de obter experiência prática valiosa em diferentes áreas de conhecimento, sentir seu envolvimento no processo educacional e obter motivação para continuar desenvolvendo novos conhecimentos e habilidades em diferentes cenários de aquisição de conhecimento no processo de ensino e aprendizagem.

## **Laboratório remoto como tecnologia assistiva na era da Covid-19**

A Tecnologia Assistiva é um componente crítico de manutenção da saúde, do bem-estar e da materialização dos direitos das pessoas com deficiências. Essas tecnologias e seus serviços associados também são fundamentais para garantir que os indivíduos com limitações funcionais tenham acesso a importantes serviços de saúde e a informações de serviço social, especialmente na pandemia, pois essas pessoas podem estar em maior risco do que a população em geral.

O isolamento social e o distanciamento físico marginalizaram ainda mais muitos indivíduos dentro deste grupo populacional. Assim, temos a oportunidade de aprender com esse cenário para desenvolvermos sistemas ainda mais inclusivos, que atenderão as pessoas com deficiência de forma mais eficaz no futuro.

Entre os benefícios da experimentação remota, podem ser citados reforço da teoria aprendida, aquisição de competências práticas, oportunidades para se envolver em processos de investigação, desenvolvimento de habilidades sociais, desenvolvimento de competências individuais e de trabalho em equipe, utilização de equipamentos específicos e ferramentas de software relevantes para o “mundo do trabalho” da pós-graduação, apoio aos resultados de aprendizagem necessários e melhoria da qualidade da oferta educacional (GROUT, 2014).

Nesse sentido, as “pessoas” (*people*) são os estudantes e funcionários que colaboraram dentro do ambiente de laboratório. A “infraestrutura física” (*physical infrastructure*) é o próprio laboratório físico. O “equipamento de laboratório padrão” (*standard laboratory equipment*) é o equipamento utilizado em laboratório, mas não projetado especificamente para atuar como Tecnologia Assistiva (TA).

As “tecnologias assistivas” (*assistive technologies*) são as tecnologias que certos estudantes usam para a realização dos seus estudos, podendo ser citados como exemplos o áudio e os dispositivos de gravação e reprodução de vídeo. E por fim, o “material de aprendizagem” (*learning material*) são as notas de laboratório e o suporte material (em formatos de áudio e visual) que o aluno usa para completar os experimentos de laboratório e suas atribuições.

A Tecnologia Assistiva pode trazer grandes benefícios para um indivíduo, podendo ser considerada adequada para deficiências visuais, auditivas, de aprendizagem e de mobilidade. Ela não precisa necessariamente ser de “alta tecnologia”, o que normalmente teria como base um software e hardware eletrônico programado. Por exemplo, uma bengala seria considerada de “baixa tecnologia”, mas é uma TA adequada para algumas formas de deficiência motora. Portanto, a escolha deve ser cuidadosamente considerada para atender aos requisitos do usuário final (GROUT, 2017). O quadro 2 cita exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais.

**Quadro 2.** Exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais

Artigos baseados em reconhecimento de fala de aplicações para alunos deficientes	Autor	Ano	Descrição do aplicativo
Laboratório remoto	Dobriborsci <i>et al.</i>	2018	Laboratório de acesso remoto no Departamento de Sistemas de Controle e Ciência da Computação na ITMO University. Tem o objetivo de fornecer informações para alunos com deficiência sobre Engenharia Elétrica e Eletrônica, Teoria de Controle, Sistema Identificação e assuntos afins.
Novo laboratório remoto controlado pelo cérebro	Markan <i>et al.</i>	2014	Projeto, implementação e avaliação de um novo sistema de laboratório remoto controlado pelo cérebro sem fazer qualquer alteração física visível para os alunos com deficiência física de movimento severo. Sinais neurais foram usados para disparar comandos com a ajuda de dispositivos sem fio de fones de ouvido de eletroencefalografia.
Sistema de reconhecimento de voz	Darabkh <i>et al.</i>	2017	Apresentar um sistema de reconhecimento de fala que permite a alunos com deficiência no braço controlar computadores por voz, como uma ferramenta de ajuda no processo educacional. E envolve duas abordagens distintas: a primeira abordagem é baseada na detecção de atividade de voz e no melhoramento do Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), enquanto no segundo a abordagem é baseada na “discret wavelet transform” junto com o algoritmo MFCC modificado.

Fonte: Adaptada pelos autores, conforme Yayla *et al.* (2020, 2021).

A *National Disability Authority of Ireland* define Tecnologia Assistiva como o campo que diz respeito às ferramentas práticas que podem oferecer suporte funcional às necessidades das pessoas que vivenciam dificuldades relacionadas com a deficiência ou com o envelhecimento. Abrangendo, assim, um amplo espectro de tecnologias, de baixa a alta, como, por exemplo, andadores, cadeiras de rodas, aparelhos auditivos, aparelhos visuais e aparelhos de comunicação.

Entre os exemplos no campo tecnológico, podem ser citados o software de reconhecimento de voz, que converte a fala em texto, e o software de leitura de tela, que transforma o texto em

palavra falada e pode ser usado por indivíduos com deficiência visual. O Quadro 2 apresenta alguns exemplos com exemplos de tecnologias assistivas (YAYLA *et al.*, 2020).

Além disso, é necessário mencionar que os sistemas operacionais de computador já vêm com opções de acessibilidade. O Quadro 3 identifica os recursos de acessibilidade para os sistemas operacionais mais populares. Assim, eles poderiam ser vistos como uma forma de Tecnologia Assistiva.

**Quadro 3.** Exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais

Sistema operacional	Recurso	URL com mais informações
Microsoft Windows	Acessibilidade do Windows	<a href="https://www.microsoft.com/en-us/accessibility/windows">https://www.microsoft.com/en-us/accessibility/windows</a>
Apple iOS	Acessibilidade nos dispositivos IOS	<a href="https://www.apple.com/br/accessibility/">https://www.apple.com/br/accessibility/</a>
Android	Acessibilidade no Android Central	<a href="https://www.androidcentral.com/basic-accessibility-settings-android">https://www.androidcentral.com/basic-accessibility-settings-android</a>

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Atualmente, foram desenvolvidos e implantados padrões que visam a permitir que os desenvolvedores de sites criem páginas na web acessíveis. O The World Wide Web Consortium (W3C) fornece diretrizes e padrões por meio da Web Accessibility Initiative (WAI) (GROUT, 2017).

A WAI, por exemplo, desenvolve estratégias, diretrizes e recursos para ajudar a tornar a internet acessível a pessoas com deficiência. Seu objetivo é criar um único padrão compartilhado para acessibilidade de conteúdo que atenda às necessidades de indivíduos, organizações e governos internacionalmente.

Portanto, visto que já existe essa habilidade de desenvolver abordagens personalizadas ao acessar um recurso on-line, a implantação e o desenvolvimento de um laboratório remoto podem ser adaptados para o usuário, proporcionando uma interface singularizada (WUTTKE *et al.*, 2019), levando em conta as necessidades específicas daquele estudante que está acessando, melhorando, assim, a qualidade da oferta educacional especial (PARKHOMENKO *et al.*, 2018).

Conforme dito anteriormente, a pandemia de Covid-19 tem causado implicações de longo alcance para todos os setores da sociedade, mas é mais provável que as pessoas com deficiência tenham sido desproporcionalmente afetadas por restrições de movimento, acesso a cuidados e à capacidade de exercer seus direitos fundamentais (ARMITAGE; NELLUMS, 2020).

Uma atenção especial deve ser dada às necessidades de indivíduos com condições complexas que podem não ser capazes de acessar fontes de mídia tradicionais nos formatos atualmente entregues. Esta é uma área do crescimento do setor privado que deve ser aproveitada por desenvolvedores e governos nacionais.

Os usuários de tecnologia assistiva devem ter um envolvimento significativo e participativo de auxiliar os provedores de serviços a entender as necessidades únicas desses indivíduos e garantir o desenvolvimento de serviços sólidos, eficazes e resilientes.

Na pandemia, houve alguns resultados positivos para pessoas com deficiência, pois, ao terem acesso à internet, elas foram capazes de participar da sociedade como nunca antes, porque as barreiras físicas e de comunicação em grande parte desapareceram, como na educação, trabalho e compras, e muitas atividades de lazer foram conduzidas on-line.

## **O uso de Tecnologias Assistivas em alunos com Transtorno do Espectro de Autismo**

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma deficiência de desenvolvimento caracterizada por deficiências persistentes na interação social e pela presença de padrões repetitivos e restritos

de comportamentos, interesses ou atividades (MANUAL..., 2014). O autismo tem início na infância e persiste na adolescência até a fase adulta.

As crianças com esse transtorno geralmente têm dificuldade em reconhecer as expressões faciais e entender as emoções associadas, imitar ou usar expressões emocionais, entender e controlar suas próprias emoções. Elas também apresentam dificuldades para ajustar seu comportamento às situações sociais, o que muitas vezes as levam a ser excluídas (SHI *et al.*, 2017).

Nos casos mais graves, podem apresentar deficiências até mesmo para reconhecer um comportamento convencional simples, como associar objetos com lugares específicos ou a conduta necessária para executar uma simples tarefa (MAIA, 2020).

Estudos mostram que, nos últimos anos, o número de crianças diagnosticadas com TEA tem aumentado. De acordo com o Centro de Controle de Doenças e Prevenção (CDC), órgão vinculado ao governo dos Estados Unidos, em 2004, estimou-se 1 caso para cada 125 crianças nos Estados Unidos, já em 2020, foi estimado 1 caso para cada 54 crianças americanas, representando um aumento de 131%.

Dados estatísticos mundiais estimam que 1 em cada 64 crianças no Reino Unido, 1 em cada 38 crianças na Coreia do Sul e mais de 10 milhões de crianças da população em geral na Índia foram diagnosticadas com TEA (KOHLI, M.; KOHLI, S., 2016). Segundo a Organização Mundial da Saúde (BRASIL, 2019), estima-se que uma em cada 160 crianças tenha TEA, o que leva a um cálculo de uma população de aproximadamente dois milhões de pessoas no Brasil.

Mesmo com os problemas que podem advir de diferentes fontes, estudos apontam que o uso da tecnologia tem modificado a forma de ensinar e a forma como as grades curriculares estão sendo formuladas, de modo que tais esforços não tiram o protagonismo do docente (CARLOS, L., 2020). Assim, a utilização da tecnologia poderia ser uma maneira segura para motivar e envolver as crianças na aprendizagem interativa de atividades a fim de promover suas habilidades cognitivas e sociais.

Os laboratórios remotos podem ser ferramentas de simulações e experimentos virtuais promissores no processo de intervenção de estudantes autistas. Vários estudos mostram que a maioria das pessoas com TEA apresenta uma afinidade natural com a tecnologia e uma atitude positiva para uma formação baseada em computador. O Quadro 4 mostra exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais – TEA.

**Quadro 4.** Exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais – TEA

Autor(es)/Ano	Descrição
Caballé <i>et al.</i> (2014)	Projetaram um dispositivo, SmartBox, para medição de emoções de alunos a distância, bem como o desenvolvimento de estratégias afetivas baseadas nas capacidades de estimulação. O objetivo era coletar dados emocionais de diferentes fontes para fornecer as respostas afetivas mais adequadas que influenciem positivamente o estudo e os resultados dos alunos a distância e, em última análise, aprimorem o processo de e-Learning.
Wick <i>et al.</i> (2020)	Apresentaram um projeto de computação vestível a partir das necessidades e dificuldades perceptivas, físicas e emocionais, enfrentadas por pais e crianças autistas em seu cotidiano, identificadas na pesquisa de campo. Foi utilizada a abordagem do Design Centrado no Humano (DHC), que leva em consideração os interesses e necessidades do usuário, colocando-o no centro do projeto.
Alam <i>et al.</i> (2018)	Desenvolveram um sistema inteligente para coletar automaticamente dados de sinais e sintomas de várias crianças autistas em tempo real e classificá-las. O subsistema BRB incorpora parâmetros de representação de conhecimento, como peso da regra, peso do atributo e grau de crença. O sistema IoT-BRB classifica as crianças com autismo com base no sinal e sintoma coletados pelos nódulos sensoriais penetrantes.

<p>Khullar, Singh e Bala (2019)</p>	<p>Projetaram um protótipo de hardware baseado em multi sensores relacionados à visão, audição, olfato e equilíbrio físico. O protótipo ACHI é baseado em tecnologia assistiva para indivíduos hipersensíveis com autismo que é capaz de buscar e detectar as informações sensoriais usando sensores eletrônicos, tomar uma decisão usando a lógica fuzzy com base na informação sensorial obtida e, então, transmitir as informações geradas pela internet, também sendo capaz de gerar alertas aos cuidadores.</p>
-------------------------------------	--

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

Existem várias vantagens práticas no uso da tecnologia no ensino de estudantes com TEA, incluindo o potencial para fornecer intervenções personalizadas, adequadas para uma ampla variedade de habilidades, a possibilidade de ser utilizada em diferentes velocidades e locais, além de ter as repetições que as pessoas com TEA desejam.

Entre os estudos já realizados, podem ser mencionados aqueles que medem as respostas sensoriais em tempo real de crianças com TEA, visto que elas têm dificuldade para serem compreendidas através de métodos manuais, e que podem ser usados no ambiente educacional.

Mas é necessário ter cuidado com a rápida obsolescência da tecnologia e com a complexidade desses instrumentos, de modo que seus mecanismos não oponham uma barreira ao usuário, como, por exemplo, se o programa for desenvolvido apenas para uso em smartphones, o tamanho da tela e os requisitos do *touchscreen* podem criar uma experiência difícil ou frustrante para algumas pessoas.

A pandemia de Covid-19 proporcionou uma experiência natural e demonstrou que pelo menos algumas crianças com TEA e que têm cognição intacta tiveram um bom desempenho na aprendizagem remota. A questão é como apoiar a saúde mental de crianças com TEA ao expô-las ao currículo oculto do qual elas precisarão para navegar na vida além dos anos escolares.

A aprendizagem remota pode continuar a ser apropriada para algumas escolas de ensino médio, mas não se isso frustrar os objetivos de longo prazo (ou seja, faculdade, interesses profissionais) desses estudantes. A imersão contínua e a exposição à aprendizagem presencial podem ser necessárias para construir resiliência e competência tanto formal quanto extracurricular.

Para Chiapin (2018), os materiais tecnológicos têm um forte estímulo visual e é justamente essa característica que os torna extremamente benéficos para os estudantes com autismo. Os vídeos, jogos com imagens e cores, os desenhos e fotografias, entre outros, são atraentes e captam a atenção das crianças.

Por isso, ao possibilitar que crianças autistas utilizem esses recursos, a escola consegue motivá-las, ao mesmo tempo que proporciona aprendizados capazes de ampliar o desenvolvimento cognitivo e socioemocional dos educandos. Entre os inúmeros benefícios que a tecnologia, por meio de diversos aplicativos, jogos e brincadeiras presentes no ambiente virtual beneficia os educandos autistas, cabe citar:

- a) favorecem o processo de alfabetização;
- b) estimulam a fala;
- c) despertam a atenção e a concentração;
- d) motivam à participação e à integração social;
- e) fornecem suporte para a realização de tarefas diárias;
- f) promovem o entendimento do funcionamento do ambiente ao redor; e
- g) propiciam a expressão de emoções.

A tecnologia pode auxiliar no dia a dia por meio de softwares que ajudem quem tem autismo a conseguir cumprir tarefas sociais, entender linguagem não verbal, serem alfabetizados, aumentar a motivação ou interesse por atividades pedagógicas ou acadêmicas, internalizar rotinas e regras, auxiliar na percepção do tempo e do espaço, proteger de sons ou estímulos visuais indesejados, além de acalmar determinados jovens com autismo quando eles devem se dirigir a estabelecimentos comerciais ou em momentos de lazer em família, entre outros (BRITES, 2019).

Em consonância, muitas pesquisas têm mostrado a eficiência de técnicas metodológicas

usando equipamentos de informática como tablets, notebooks, smartphones e computadores, em busca de melhorar a aprendizagem e a interação dos alunos com TEA (SILVA; SOARES; BENITEZ, 2017).

Entre os recursos utilizados, o tablet foi identificado como o recurso que melhor favoreceu a manipulação e a interação do aluno no ambiente pedagógico, qualificando as estratégias de mediação, pois o formato dessa tecnologia permite que o usuário o utilize em qualquer lugar e em qualquer posição, além de ser um manuseio intuitivo, uma vez que sua manipulação ocorre de maneira direta, ou seja, com o toque do dedo. Inclusive, já estão disponíveis no mercado alguns modelos de tablet destinados especificamente a crianças com TEA.

Nas aulas remotas durante a pandemia, por exemplo, podem ser desenvolvidas atividades escolares por meio de aplicativos de fácil acesso encontrados na Google Play, podendo os pais ajudar a criança em suas casas fazendo o download dos aplicativos, deixando a criança um pouco mais familiarizada, o que funcionaria como um dever de casa, além do proposto pela professora na aula remota.

Sendo assim, os programas utilizados em computadores, tablets ou smartphones se bem usados podem de forma efetiva auxiliar na compreensão e no processo de ensino e aprendizagem do aluno portador de TEA. A importância do desenvolvimento de técnicas que possam colaborar para o ensino de alunos com autismo se faz necessária, visto que alguns professores não conseguem trabalhar ainda com meios tão modernos, sendo que a busca por uma integração escolar e social partirá desta busca em aprendizagem também do docente em se aprimorar para auxiliar seus alunos.

Diante disso, fica evidente afirmar que a tecnologia, nesses casos, é de suma importância porque irá trazer ao estudante autista maior comodidade na aprendizagem. O laboratório remoto certamente fará com que sejam diminuídas as dificuldades encontradas por eles durante as interações entre professor e estudantes à medida que se comunicam por meio de uma tecnologia.

## Considerações Finais

O cenário atual da educação apresenta novos desafios que exigem a combinação de estratégias e ferramentas com uma visão mais sustentável. Nesse sentido, o experimento remoto permite superar alguns obstáculos e limitações enfrentadas por laboratórios práticos e pelo modelo tradicional de ensino que foca nos alunos de um modo geral, não atendendo em muitos casos às suas individualidades, aumentando, assim, a acessibilidade da oferta educacional.

Esses laboratórios são agora mais do que apenas recursos educacionais avançados. Seu potencial é útil para a internacionalização da educação porque fornecem oportunidades de compartilhar conhecimento, equipamentos especializados e software. Formulando dessa forma experimentações que podem ser fornecidas a uma ampla gama de estudantes e centros de ensino do mundo inteiro que não têm acesso a equipamentos modernos em sua cidade.

Assim, eles poderiam ser personalizados de modo a atender as necessidades do indivíduo que o está utilizando, como, por exemplo, no caso das pessoas que têm TEA, atuando de forma direta nas habilidades que precisam ser desenvolvidas por pessoas que têm esse transtorno, considerando as especificidades que esse grupo detém.

O uso de laboratórios remotos como recurso educacional oferece aos estudantes com necessidades educacionais especiais a oportunidade de obter experiência prática valiosa em diferentes áreas de conhecimento, sentir seu envolvimento no processo educacional e obter a motivação para continuar desenvolvendo novos conhecimentos e habilidades em diferentes cenários de aprendizagem no processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho tem implicações significativas para instituições de ensino e professores ao propiciar e oportunizar um ambiente de aprendizagem eficaz e individualizado aos estudantes, além de compreender os conceitos experimentais e habilidades que influenciam nos resultados educacionais.

Por fim, observa-se que ainda há muitos desafios a serem enfrentados em pesquisas futuras para a utilização da experimentação remota como auxílio nos processos de ensino e aprendizagem

de crianças autistas.

## Referências

ALAM, Eftekhar *et al.* An IoT-belief rule base smart system to assess autism. In: *Conferência Internacional Sobre Engenharia Elétrica E Tecnologia Da Informação E Comunicação (Icееict)*, 4, set. 2018, Dhaka, Bangladesh, **Proceedings** [...]. Bangladesh: IEEE, set. 2018, p.672-676, 13-15. DOI: p.672-676, 13-15 10.1109/CEEICT.2018.8628131. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8616747/proceeding> <https://ieeexplore.ieee.org/document/8628131/authors#authors> Acesso em: 19 nov. 2021.

ARMITAGE, Richard; NELLUMS, Laura B. The COVID-19 response must be disability inclusive. **The Lancet Public Health**, [S.l.], v.5, n.5, p.e257, 27 mar. 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30076-1](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30076-1) Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(20\)30076-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(20)30076-1/fulltext) Acesso em: 20 nov. 2021.

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual laboratories in Engineering Education: the simulation lab and remote lab. In: *Computer Applications in Engineering Education*, Wiley Online Library, v.17, n.1, p.108-118, mar. 2009. DOI: 10.1002/cae.20186 Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.20186> Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.861**, de 18 de julho de 2019. Altera a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, para incluir as especificidades inerentes ao transtorno do espectro autista nos censos demográficos. DOU de 19.7.2019. Brasília, DF: Presidência da República/ Secretaria-Geral/Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/lei/L13861.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13861.htm). Acesso em: 17 nov. 2021.

Brites, Clay. Como a tecnologia pode auxiliar crianças com autismo: Tendências em Educação. **Jornada Edu**, [S.l.:s.n.], 26 fev. 2019. Disponível em: <https://jornadaedu.com.br/tendencias-em-educacao/criancas-com-autismo/> Acesso em: 26 out. 2021.

CABALLÉ, Santi *et al.* A study of using SmartBox to embed emotion awareness through stimulation into E-learning environments. In: *International Conference On Intelligent Networking And Collaborative Systems*, 10-12 set. 2014, Salerno, Itália, **Proceedings** [...]. Itália: IEEE, 2014, p.469-474. DOI: 10.1109/INCoS.2014.9. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7057134> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7056704/proceeding>. Acesso em: 25 nov. 2021.

CARLOS, Lucas Mello. **Arquitetura para análise de aprendizagem no uso de laboratórios remotos**, 2020, 113p. | il., gráfs., tabs. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campos Araranguá, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216386> Acesso em: 22 nov. 2021.

CENTRO de Educação Infantil. **Como a tecnologia pode ajudar a crianças com autismo na sala de aula**. Plataforma SmartSchool, Tecnologia Escolar, [S.l.:s.n.], 2018. Disponível em: <https://smartschool.com.br/conteudos/como-a-tecnologia-pode-ajudar-criancas-com-autismo-na-sala-de-aula/> Acesso em: 25 maio 2021.

ERDOSNE TOTH, Eva; MORROW, Becky L.; LUDVICO, Lisa R. **Designing blended inquiry learning in a laboratory context**: a study of incorporating hands-on and virtual laboratories, 2009, 12p. *Innovative Higher Education*, [S.l.], v.33, n.5, p.333-344, mar. 2009. DOI: 10.1007/s10755-008-9087-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10755-008-9087-7> Acesso em: 24 nov. 2021.

GOMES, Luís; BOGOSYAN, Seta. Current trends in remote laboratories. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Liverpool, UK, v. 56, n. 12, p.4744–4756, dez. 2009. DOI: 10.1109/TIE.2009.2033293 Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5280206> Acesso em: 27 nov. 2021.

GROUT, Ian. **Laboratórios remotos de apoio ao acesso a laboratórios de engenharia elétrica e de informação (EIE) para alunos com deficiência.** *In: EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, 25, 30 maio-1 jun. 2014, Cesme, Turkey, Proceedings [...]. Turkey: EEE, 2014, p.21-24. ISBN:978-1-4799-4205-3. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6879377>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6879377> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6871740/proceeding> Acesso em: 27 nov. 2021.

GROUT, Ian. Remote laboratories as a means to widen participation in STEM Education. *Education Sciences*, **Limerick V94 T9PX**, Ireland, v.7, n.4, p.85, 3 nov. 2017. DOI:10.3390/educsci7040085. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/7/4/85> Acesso em: 17 nov. 2021.

HERADIO, Ruben *et al.* Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. **Computers & Education**, Taipei, Taiwan, v.98, p.14-38, jul. 2016. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.03.010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131516300677> Acesso em: 26 nov. 2021.

HERRERO-VILLAREAL, Diana; ARGUEDAS-MATARRITA, Carlos; GUTIÉRREZ-SOTO, Evelyn. Laboratorios remotos: recursos educativos para la experimentación a distancia en tiempos de pandemia desde la percepción de estudiantes. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, Argentina, v. 32, Número Extra: Selección de Trabajos Presentados a REF - ISSN 2469-052X (en línea), p.181-189, 18 nov. 2020. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30991> Acesso em: 25 nov. 2021.

JO, Hudyjaya Siswoyo; JO, Riady Siswoyo. Design and development of remote laboratory system to facilitate online learning in hardware programming subjects. *In: International Unimas Engineering Conference (ENCON)*, 13, 25-27 out. 2020, Kota Samarahan, Malaysia, **Proceedings [...]**. Malaysia: IEEE, 2020, p.1-5. DOI:10.1109/encon51501.2020.9299326. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9299326> Acesso em: 30 out. 2021.

KHULLAR, Vikas; SINGH, Harjit Pal; BALA, Manju. IoT based assistive companion for hypersensitive individuals (ACHI) with autism spectrum disorder, **Asian Journal of Psychiatry**, [S.:.], v.46, p.92-102, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2019.09.030> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876201819306847> Acesso em: 19 nov. 2021.

KOHLI, Manu; KOHLI, Swati. **Avaliação eletrônica e currículo de treinamento com base em procedimentos de análise de comportamento aplicados para treinar familiares de crianças diagnosticadas com autismo.** *In: Ieee Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, Agra, India, Proceedings [...], Índia: IEEE, 21-23 dez. 2016, p.1-6. DOI: 10.1109/R10-HTC.2016.7906785 Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7906785> Acesso em: 25 nov. 2021.

MAIA, Elisa Maria Bezerra. **Desenvolvimento de infográfico animado sobre transtorno do espectro autista.** 2020. 72f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5103> Acesso em: 25 nov. 2021.

MAITI, Amanda; MAXWELL, Andrew D.; KIST, Alexander A. **An overview of system architectures for remote laboratories.** *In: Ieee International Conference On Teaching, Assessment And Learning For Engineering*, 2, (TALE), 26-29 ago. 2013, Bali, Indonesia. Proceedings [...]. Indonesia: IEEE, 2013, p.661-666. DOI:10.1109/TALE.2013.6654520. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/>

document/6654520 <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6636319/proceeding>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MANUAL diagnóstico e estatístico de transtornos mentais [recurso eletrônico]: DSM-5/ **American Psychiatric Association**. Tradução Maria Inês Corrêa Nascimento *et al.* Revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli *et al.* – 5.ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2014. Disponível em: [https://www.academia.edu/42771704/AMERICAN\\_PSYCHIATRIC\\_ASSOCIATION\\_DSM\\_5](https://www.academia.edu/42771704/AMERICAN_PSYCHIATRIC_ASSOCIATION_DSM_5). Acesso em: 27 out. 2021.

MURRAY, Iain; ARMSTRONG, Helen. **Acesso remoto ao laboratório para alunos com deficiência visual**. In: Conferência Internacional Sobre Redes E Serviços, 5, 20-25 April 2009, Valencia, Spain. Proceedings [...]. Spain: IEEE, 2009, p.566-571, DOI: 10.1109 / icns.2009.107. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4976820> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/4976718/proceeding> Acesso em: 25 nov. 2021.

NEDUNGADI, Prema *et al.* **Pedagogical support for collaborative development of virtual and remote labs**: Amrita VLCAP. In: AUER, Michael E. *et al.* (ed.). Cyber-physical laboratories in Engineering and Science Education. Springer, Cham., Online ISBN 978-3-319-76935-6, p.219-240, 27 abr. 2018. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76935-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76935-6_9). Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76935-6\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76935-6_9) Acesso em: 18 nov. 2021.

OLIVEIRA, Gabriella *et al.* **An Exploratory Study on the Emergency Remote Education Experience of Higher Education Students and Teachers during the COVID-19 Pandemic**. British Journal of Educational Technology, Publisher John Wiley & Sons, v.52, n.4, p.1357-1376, 21 abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13112> Disponível em: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/bjet.13112> Acesso em: 18 nov. 2021.

PARDO-KUKLINSKI, Hugo; COBO, Cristóbal. Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia. Outliers School. Barcelona, 74p. **Espacio Abierto**, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, v.30, n.3, p.246-248, jul. set. 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/122/12268654012/12268654012.pdf> Acesso em: 27 nov. 2021.

PARKHOMENKO, Anzhelika *et al.* Os laboratórios remotos como uma ferramenta eficaz de educação inclusiva em engenharia. In: Conferência Internacional Sobre Tecnologias De Perspectiva E Métodos Em Design De Memos (MEMSTECH), 14, 18-22 abr. 2018, Lviv, Ukraine. **Proceedings** [...]. Ukraine: IEEE, 2018, p. 209-214. ISSN: 2573-5373. DOI: 10.1109/MEMSTECH.2018.8365735. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8365735> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8360435/proceeding>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SHI, Yan *et al.* Uma IoT vestível experimental para gerenciamento do autismo baseado em dados. In: Conferência Internacional Sobre Sistemas E Redes De Comunicação (COMSNETS), 9, 04-08 jan. 2017, Bengaluru, India. **Proceedings** [...]. India: IEEE, 2017, p.468-471, 2017. ISSN: 2155-2509. DOI: 10.1109/COMSNETS.2017.7945435. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7945435> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7938017/proceeding> Acesso em: 28 out. 2021.

SILVA, Martony Demes da; SOARES, André Castelo Branco; BENITEZ, Priscila. Ambiente Digital para ensino e acompanhamento personalizado de estudantes com autismo: proposta com uso de dispositivos móveis. In: Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação – SBIE, 28, 30 out-02 nov. 2017, Recife, PE. **Anais do SBIE 2017**. Recife: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), 6, 2017, p.1047-1056. ISSN: 2316-6533. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.1047>. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/article/view/7633> <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/issue/view/171> <https://docplayer.com.br/68645077-Ambiente-digital-para->

ensino-e-acompanhamento-personalizado-de-estudantes-com-autismo-proposta-com-uso-de-dispositivos-moveis.html Acesso em: 30 out. 2021.

THO, Siew Wei; YEUNG, Yau-yuen. Technology-enhanced science learning through remote laboratory: System design and pilot implementation in tertiary education. **Australasian Journal of Educational Technology**, [S.:l.], v.32, n.3, p.96-111, 23 jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2203> Disponível em: <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/2203> Acesso em: 19 nov. 2021.

TRENTSIOS, Pascalis; WOLF, Mario; FRERICH, Sulamith. O laboratório remoto atende à realidade virtual – permitindo acesso imersivo a laboratórios de alta tecnologia de longe, 2020, 7p. **Procedia Manufacturing**, [S.:l.], v.43, p.25-31, 2020. DOI:10.1016/j.promfg.2020.02.104. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306818> Acesso em: 21 nov. 2021.

WICK, Carla Feder *et al.* Requisitos para projetos de computação vestível para crianças autistas com base no Design Centrado no Humano. **Human Factors in Design**, Florianópolis, SC, v.9, n.17, p.122-136, 15 dez. 2020, DOI: <https://doi.org/10.5965/2316796309172020122> Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796309172020122>. Acesso em: 24 nov. 2021.

WUTTKE, Heinz-Dietrich *et al.* The remote experimentation as the practical-oriented basis of inclusive Engineering Education. **International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)**, [S.:l.], v.15, n.5, p.4-17, 13 mar. 2019. DOI:10.3991/ijoe.v15i05.9752 Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/9752> Acesso em: 24 nov. 2021.

YAYLA, Ayse *et al.* Desenvolvimento de um laboratório remoto para um curso de design e análise de circuitos eletrônicos com acessibilidade aumentada utilizando tecnologia de reconhecimento de voz. *Aplicações Informáticas na Educação em Engenharia*, **Wiley Online Library**, v.29, n.4, p.897-910, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22340>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22340> Acesso em: 24 nov. 2021.

ZAPPATORE, Marco; LONGO, Antonella; BOCHICCHIO, Mario A. A coleção de referência bibliográfica GRC2014 para a comunidade de pesquisa de laboratório online. *In: Conferência Internacional De Engenharia Remota E Instrumentação Virtual (REV)*, 12, 25-27 fev. 2015, Bangkok, Thailand. **Proceedings** [...]. Thailand: IEEE, 2015, p.24-31. DOI:10.1109/REV.2015.7087258 Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7080986/proceeding> Acesso em: 18 nov. 2021.

Recebido em 31 de julho de 2022.

Aceito em 17 de outubro de 2022.