



IMPACTOS DOS LABORATÓRIOS REMOTOS NA APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA): ESTUDO DE CASO NA ESCOLA MUNICIPAL HENRIQUE TALONE PINHEIRO

IMPACTS OF REMOTE LABORATORIES ON THE LEARNING OF STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD): A CASE STUDY AT HENRIQUE TALONE PINHEIRO MUNICIPAL SCHOOL

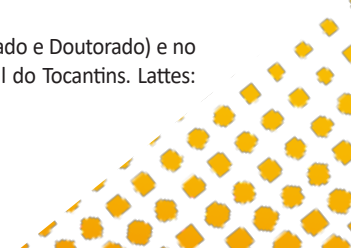
Lenilda Batista de Souza 1
George Lauro Ribeiro de Brito 2

Resumo: A leitura, nesses tempos em que somos bombardeados por informações e o pensamento faz-se raro, apresenta-se como alternativa que ajuda o leitor a se construir, a imaginar outras possibilidades, a sonhar, a expandir seus horizontes. O presente estudo discute, nesse sentido, práticas docentes alinhadas às necessidades de jovens do século XXI a partir da inserção de acadêmicos do curso de Letras em um Projeto de Extensão Universitária, o Jovem Aprendiz. Assim, no intuito de aguçar e aprimorar o desejo de alunos adolescentes pela leitura e ampliar a sua competência linguística, aplicou-se um projeto de leitura e produção textual, mais especificamente de crônicas, com uma turma de alunos, com idade entre 15 e 19 anos. As análises indicam que quando os alunos têm clareza dos objetivos e veem sentido naquilo que lhes é proposto, as chances de os objetivos de aprendizagem serem atingidos se ampliam, trazendo subsídios interessantes tanto para a formação docente como para a permanência dos jovens na escola.

Palavras-chave: Aprender com sentido. Protagonismo Juvenil. Leitura. Produção textual. Formação Docente.

Abstract: Reading, in times where we are bombarded with information and thinking becomes rare, presents itself as an alternative which helps readers to self-construct, imagine new possibilities, dream, and expand their horizons. In this context, the present study discusses teaching practices aligned to teenagers' necessities in the 21st century through the insertion of scholars of the Languages course in a University Extension Program, the Jovem Aprendiz. Therefore, with the intention of stimulating and developing teenage students' desire to read and improving their reading skills, a reading and writing project was executed utilizing chronicles with a class of students between the ages of 15 and 19. The analysis indicates that when students fully comprehend the objectives and perceive what is being proposed as purposeful, the chances of the learning objectives being realized are increased, which brings interesting resources to teacher education, as well as to the permanence of teenagers in school.

Keywords: Meaningful Learning. Juvenile Protagonism. Reading. Writing. Teacher Education.

-
- 1 Mestre 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
 - 2 Doutor em Engenharia Elétrica, Orientador no Programa de Pós-graduação em Governança e Transformação Digital (Mestrado e Doutorado) e no Programa de Pós-graduação em Administração Pública - PROFIAP (Mestrado). 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
- 

Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por déficits na comunicação, deficiências sociais e comportamentos repetitivos (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2013). A décima primeira versão da Classificação Internacional de Doenças (CID-11), em vigor desde 2022, unificou os distúrbios do espectro em um único diagnóstico, de código 6A02, com subdivisões específicas para prejuízos na linguagem funcional e deficiência intelectual (OMS, 2020).

Nos EUA, aproximadamente 1 em cada 36 crianças de 8 anos (cerca de 4% dos meninos e 1% das meninas) é diagnosticada com TEA (CDC, 2023). Na cidade de Palmas, Tocantins, a obtenção precisa de dados sobre autismo é dificultada por desafios como a ausência de laudos médicos com códigos da CID para estudantes com TEA. Contudo, dados do censo escolar no período de 2018 a 2022 do estado do Tocantins e do município de Palmas, abrangendo as esferas administrativas federal, estadual, municipal e privada e a zona urbana e rural, mostram aumento do número de estudantes com autismo nas escolas, seguindo a tendência nacional e mundial, como se observa na Tabela 1:

Tabela 1. Número de estudantes com TEA em classe comum, no Estado do Tocantins e no município de Palmas, no período de 2018 a 2022

	2018	2019	2020	2021	2022
Tocantins	584	1.403	1.670	1.877	2.672
Palmas	159	345	423	467	704

Fonte: INEP (2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Tabulado pela autora (2023).

Há, no estado do Tocantins, um número expressivo de estudantes com deficiência: 14.006 matrículas na Educação Básica (INEP, 2022). Dentro desse quantitativo, 2.672 estudantes são diagnosticados com autismo. A cidade de Palmas registrou um total de 2.617 matrículas na Educação Especial em Classes Comuns (INEP, 2022). Dentre os estudantes matriculados, 704 são diagnosticados com autismo (INEP, 2022). Diante desses dados, é fundamental refletir sobre os processos inclusivos de ensino para esses indivíduos, buscando estratégias de apoio que permitam a aplicação mais eficiente de recursos, de acordo com suas necessidades específicas. Este artigo tem como objetivo apresentar os

Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados e o impacto da utilização de laboratórios remotos na aprendizagem de estudantes autistas matriculados no 4º ano na Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro, em Palmas, Tocantins. De forma mais específica, o estudo investigou como a utilização desses laboratórios afeta os resultados de aprendizagem, engajamento e experiência educacional geral de estudantes com autismo. Ao explorar esses aspectos, é possível obter informações valiosas sobre a efetividade e os benefícios do uso de laboratórios remotos para estudantes com TEA.

O estudo se justifica pela necessidade de atualizar métodos de ensino, incorporando tecnologias de informação e comunicação para uma educação mais adequada aos estudantes. Com o aumento de estudantes autistas nas escolas, há a demanda por abordagens inovadoras para atender a essa necessidade.

Os laboratórios remotos surgem como uma possibilidade promissora para proporcionar aos alunos com TEA acesso a experiências práticas e interativas de aprendizagem, superando barreiras físicas por meio de tecnologias de comunicação (Grout, 2017). Essa abordagem oferece vantagens como flexibilidade no acesso a materiais educacionais, personalização de acordo com as necessidades individuais de aprendizagem e aumento do engajamento dos estudantes (Kärnä, 2020).

Além disso, esse recurso têm a vantagem de atender a um grande quantitativo de estudantes globalmente, superando limitações de acesso a equipamentos, o que ocorreria em um laboratório físico (Nedungadi *et al.*, 2018). Outra vantagem é a disponibilidade: 24 horas por dia e 7 dias por semana, ao contrário dos laboratórios físicos, que geralmente só estão disponíveis por curtos períodos de tempo, por razões logísticas e econômicas (Orduña *et al.*, 2016).

Metodologia

O estudo realizado é classificado como uma pesquisa básica experimental, buscando gerar novo conhecimento para o avanço científico. Ele adotou uma abordagem qualitativa, utilizando observação e análise indutiva das ações dos participantes, além de dados quantitativos para validar hipóteses. É, ainda, uma pesquisa exploratória, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema e constituir hipóteses. Quanto aos procedimentos, é um estudo de caso, analisando eventos em um contexto real determinado por um grupo focal.

O estudo consistiu em três etapas: revisão narrativa de literatura, definição do experimento remoto, validação e coleta de dados. A primeira etapa envolveu a descrição dos locais e do experimento remoto. A segunda etapa abordou a validação da pesquisa e as metodologias utilizadas, enquanto a terceira etapa consistiu na coleta e no tratamento dos dados obtidos.

Em um primeiro momento, realizou-se uma revisão bibliométrica que examinou trabalhos relacionados ao uso de laboratórios remotos e tecnologias para o aprendizado de estudantes com transtorno do espectro autista (TEA). Utilizando as palavras-chave laboratórios remotos, experimentação remota, autismo, aprendizagem e suas variações, foram utilizados os seguintes descritores de busca: a) 'remote laboratory' and 'Autism Spectrum Disorder (ASD)', b) 'Autism Spectrum Disorder (ASD)' and 'Inclusive Learning' e c) 'Remote Experimentation' and 'Inclusive Learning'. O critério de inclusão demandou que os artigos abordassem explicitamente a integração de laboratórios remotos com estudantes autistas, enquanto os artigos inacessíveis, duplicados ou que não se encaixassem na área de pesquisa foram excluídos. A revisão abrangeu publicações de 2013 a 2023, resultando em 25 artigos relevantes encontrados nas bases de dados Google Scholar e IEEE Xplore, abrangendo diversas disciplinas. O Quadro 2 mostra o quantitativo de artigos selecionados nas bases de dados:

Quadro 2. Quantitativo de artigos nas bases de dados

Base de dados	Artigos	Informação on-line
Google Scholar	21	https://scholar.google.com.br/
IEEE Xplore	04	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
Total	25	

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Após ter obtido a aprovação do Comitê de Ética da Fundação Escola de Saúde Pública de Palmas (FESP) (CAAE nº 63306722.2.0000.9187), deu-se início à pesquisa, realizada na Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro, de Ensino Fundamental da rede pública de Palmas, Tocantins, e no laboratório remoto WebLab-Deusto, localizado na Universidade Deusto em Bilbao, Espanha (acessado através da plataforma LabsLand, por meio do acesso ao ambiente virtual do <https://labsland.com/en> – Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos). A escolha do laboratório remoto foi baseada na diversidade de experimentos disponíveis e na adequação às faixas etárias dos participantes da pesquisa.

A Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro tem 22 alunos com TEA – 6 deles no 4º ano. A escolha dessa etapa de ensino se deve à compatibilidade dos experimentos do laboratório remoto com o Documento Curricular do Tocantins (DCT)¹.

O estudo selecionou o laboratório remoto WebLab-Deusto, localizado na Universidade Deusto, em Bilbao, Espanha, com base em critérios como acesso gratuito, versão para o Ensino Fundamental e disponibilidade ilimitada para estudantes autistas, professores e pesquisadores. O experimento selecionado foi o microscópio remoto, que permite a observação detalhada do processo de nutrição das folhas. Os experimentos são acompanhados por materiais didáticos, guias de aplicação e um manual técnico para facilitar a compreensão e a replicação.

Para coletar as informações sobre o perfil dos alunos, avaliação de aprendizagem, motivação

¹ O Documento Curricular para o Território do Tocantins é um documento de caráter normativo que apresenta um conjunto orgânico de procedimentos de aprendizagens necessárias como direito das crianças da Educação Infantil e dos estudantes do Ensino Fundamental e orienta sua implementação nas diferentes instâncias dos sistemas municipais e estadual – inclusive em redes escolares públicas e privadas.

e efetividade do uso de tecnologias, foram criados quatro tipos de questionários. O primeiro, um questionário de perfil tecnológico, investigou a rotina tecnológica dos alunos; os questionários conceituais/procedimentais, por sua vez, foram aplicados antes e depois da interação com cada um dos experimentos remotos. Além disso, foi elaborado um questionário de múltipla escolha sobre a experiência do usuário e percepção da aprendizagem.

A metodologia de análise de dados envolveu estatísticas descritivas, como tabelas de frequência. A análise descritiva foi aplicada às respostas dos estudantes nos questionários, considerando a natureza qualitativa das perguntas. A análise foi realizada com base nas respostas de 6 crianças, devido às limitações amostrais. A análise quantitativa dos dados permitiu examinar e interpretar as respostas, identificar padrões e tendências, além de fornecer uma base sólida para as conclusões e discussões do estudo.

Transtorno do espectro autista

O transtorno do espectro autista (TEA) foi descrito em 1943 por Leo Kanner, em seu artigo intitulado “Distúrbios Autísticos do Contato Afetivo”. Neste artigo, o psiquiatra descreveu 11 casos de crianças com sintomas de isolamento, possessividade, ecolalia e deficiência na interação social, além de estereotípias. Esse trabalho pioneiro de Kanner lançou as bases para compreensão e o diagnóstico do TEA (Levin, 2022).

Os sintomas do TEA variam de pessoa para pessoa, resultando em diferentes desempenhos e níveis de gravidade (Campisi *et al.*, 2018). Essa heterogeneidade leva a dificuldades em diversos domínios do funcionamento adaptativo. O TEA é classificado em leve, moderado e grave, dependendo do grau de dependência e de suporte necessário. No grau leve, há dificuldades na interação social, pouca iniciativa em estabelecer interações e problemas de organização. No grau moderado, há déficits nas habilidades sociais, maior prejuízo social e dificuldade em lidar com mudanças. No grau grave, há déficit significativo na comunicação e interação social, além de resistência em iniciar interações sociais (Fontana; Pereira; Rodrigues, 2020).

Estudantes com TEA têm dificuldades em reconhecer expressões faciais e emoções, bem como em compreender e controlar suas próprias emoções. Também enfrentam desafios ao ajustar seu comportamento em situações sociais, o que pode resultar em exclusão social (Shi *et al.*, 2017). Em casos mais graves, as pessoas com TEA podem ter dificuldade até mesmo em realizar tarefas simples e associar objetos a lugares específicos, o que afeta sua autonomia nas atividades diárias.

Os comportamentos repetitivos observados no transtorno podem variar de ações motoras estereotipadas simples, como bater ou estalar os dedos, até o uso repetitivo de objetos, como alinhar brinquedos ou girar moedas. Além disso, podem ocorrer padrões restritos de comportamento, como resistência a mudanças na rotina ou interesses intensos e restritos em determinados assuntos. A fala repetitiva, como a ecolalia, também pode estar presente, envolvendo a repetição mecânica de palavras ou frases ouvidas (Campisi *et al.*, 2018).

Na educação, estudos mostram que o uso da tecnologia está alterando a forma de ensinar e a estrutura curricular, sem desvalorizar o papel do professor (Souza; Brito; Moreira, 2022). Portanto, a utilização da tecnologia pode ser uma opção segura e eficaz para motivar as crianças no aprendizado interativo, visando desenvolver suas habilidades cognitivas e sociais. Grande parte das pessoas com TEA possui uma afinidade com a tecnologia e responde positivamente à aprendizagem baseada em computador (Souza *et al.*, 2023).

Há diversas vantagens práticas no uso da tecnologia para o ensino de estudantes com TEA, incluindo o potencial de fornecer procedimentos personalizados para uma ampla variedade de habilidades, a flexibilidade de utilização em diferentes velocidades e locais, bem como a capacidade de repetição, o que pode ser altamente favorável para essas pessoas. O Quadro 2, abaixo, apresenta alguns exemplos de recursos que auxiliam os estudantes com autismo.

Quadro 2. Exemplos de recursos de acessibilidade nos sistemas operacionais – TEA

Autor(es)/Ano	Descrição
Wick <i>et al.</i> (2020)	Foi apresentado um projeto de solução de computação vestível que foi desenvolvido com base nas necessidades e dificuldades percebidas por pais e crianças autistas. O projeto adotou a abordagem do Design Centrado no Humano, colocando as necessidades e interesses do usuário no centro do processo de <i>design</i> , resultando em uma solução personalizada e adequada às necessidades da comunidade autista.
Alam <i>et al.</i> (2018)	Foi desenvolvido um sistema inteligente que coleta automaticamente dados de sinais e sintomas de crianças autistas em tempo real e as classifica. O sistema utiliza o subsistema BRB, que incorpora parâmetros de representação de conhecimento, como peso da regra, peso do atributo e grau de crença. Com base nos sinais e sintomas coletados pelos sensores, o sistema IoT-BRB classifica as crianças com autismo.
Vikas Khullar <i>et al.</i> (2019)	Foi desenvolvido um protótipo de <i>hardware</i> chamado ACHI, que utiliza multissensores para capturar informações relacionadas à visão, audição, olfato e equilíbrio físico. O objetivo do ACHI é fornecer assistência tecnológica para indivíduos com autismo que possuem hipersensibilidade sensorial. O protótipo é capaz de coletar dados sensoriais, processá-los utilizando lógica <i>fuzzy</i> e transmitir as informações geradas pela internet. Além disso, o ACHI pode emitir alertas para os cuidadores.

Fonte: Souza (2023).

Os avanços tecnológicos têm demonstrado um notável potencial ao fornecer soluções inovadoras no contexto do autismo, promovendo maior autonomia e qualidade na educação de estudantes com TEA. Essas tecnologias também têm se mostrado eficazes ao oferecer simulações e experimentos virtuais que complementam o aprendizado desses alunos (Andrunyk *et al.*, 2019).

O modelo de aprendizagem empregado na pesquisa foi o conectivismo, que transcende o âmbito escolar, fomentando a autonomia dos estudantes, a multiplicidade de perspectivas e a incorporação de tecnologias para aprimorar a experiência de aprendizado. A interligação entre os nós de conhecimento é considerada fundamental para forjar uma rede de entendimento dinâmica e enriquecedora.

Nesse contexto, os laboratórios remotos podem ser uma ferramenta promissora, especialmente quando utilizados em conjunto com a colaboração de profissionais da área da saúde e educação, que trabalham juntos para desenvolver estratégias personalizadas e eficazes. Embora a tecnologia possa fornecer uma aprendizagem mais personalizada e inclusiva, é importante lembrar que cada indivíduo com TEA é único e pode ter necessidades específicas que devem ser consideradas.

Laboratórios remotos

Os laboratórios remotos são abordagens inovadoras que permitem aos alunos realizar práticas e experimentos científicos de forma virtual, utilizando recursos e equipamentos reais. Essas soluções combinam *software* e *hardware*, permitindo que os estudantes acessem remotamente equipamentos reais na universidade. Com essa abordagem, os alunos podem realizar atividades práticas de laboratório, como se estivessem presentes fisicamente. Essa tecnologia é amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, abrangendo disciplinas STEM² (ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Esse recurso amplia as oportunidades de aprendizado dos estudantes e permite maior flexibilidade de acesso a experimentos práticos (Souza *et al.*, 2023).

A utilização de um laboratório remoto pode atender às necessidades de estudantes que não possuem um laboratório físico em sua instituição de ensino ou em casos em que não há disponibilidade de equipamentos de laboratório. Através da experimentação remota, os estudantes têm a oportunidade de interagir com aparatos físicos reais e obter dados autênticos

2 Do inglês: Science, Technology, Engineering and Mathematics.

desses experimentos, de forma semelhante aos laboratórios práticos tradicionais (Achuthan *et al.*, 2021). Os sistemas utilizados permitem que os alunos visualizem e controlem os equipamentos remotamente, por meio de câmeras e sensores, permitindo o acesso aos dados em tempo real.

Essa abordagem pode ser realizada em laboratórios de informática, na sala de aula ou até mesmo em casa (Tho; Yeung, 2016). Com essa experiência, os discentes são expostos às complexidades do mundo real, incluindo a necessidade de lidar com erros de medição, cuja simulação nem sempre é trivial (Pascalis *et al.*, 2020). Dessa forma, a experimentação remota oferece uma valiosa oportunidade de aprendizado, combinando a teoria com a prática, mesmo à distância (Achuthan; Kolil; Diwakar, 2018; Kolil; Muthupalani; Achuthan, 2020).

Os benefícios dos laboratórios remotos podem ser consideráveis, particularmente no sentido de permitir maior flexibilidade, menores custos e maior partilha de recursos (Achuthan *et al.*, 2020). O ambiente em que a aprendizagem ocorre, seja *on-line* ou presencial, envolve uma gama complexa de fatores que influenciam a satisfação e o desempenho dos discentes (Aguilera-Hermida, 2020).

A experimentação remota oferece uma alternativa sustentável em comparação aos laboratórios físicos, pois reduz significativamente os custos de manutenção de equipamentos, espaços e equipes. Com menos laboratórios remotos, é possível atender a um maior número de estudantes, resultando em uma utilização mais eficiente de recursos e exigindo menos esforço para garantir o pleno funcionamento dos laboratórios (Heradio *et al.*, 2016).

Os experimentos remotos têm mostrado ser efetivos não apenas em escolas secundárias (Lowe; Newcombe; Stumpers, 2013), mas também trazem benefícios emergentes para as escolas primárias. Além disso, eles oferecem vantagens adicionais, como auxiliar e aprimorar a aprendizagem de estudantes com necessidades especiais, proporcionando maior acessibilidade e aumentando a segurança (Grout, 2014).

O acesso remoto é simples e conveniente, utilizando apenas um computador com conexão à internet. O processo inicia-se com o *login*, utilizando um nome de usuário e senha, que concede acesso a recursos específicos, como uma variedade de experimentos, documentos e instruções descritas sobre como utilizar cada experimento. O administrador do laboratório tem controle sobre as permissões de acesso, determinando quem pode acessar, quando o acesso está disponível e quais recursos estão disponíveis para cada usuário. Essa flexibilidade permite um gerenciamento eficiente e personalizado do laboratório remoto.

Ao incorporar o laboratório remoto em um programa educacional, é essencial considerar as necessidades individuais dos estudantes (Grout, 2017). Além disso, é comum que os laboratórios remotos estejam vinculados a um Sistema de Gerenciamento de Laboratório Remoto, ou RLMS (*Remote Laboratory Management System*, em inglês). O RLMS oferece uma variedade de recursos para garantir uma experiência de acesso confiável. Esses recursos são essenciais para garantir um ambiente eficiente e seguro para a utilização do laboratório remoto.

Os laboratórios remotos podem ser classificados em três categorias: interativos, não interativos e sensores. Nos laboratórios interativos, o usuário tem a possibilidade de interagir diretamente com o equipamento físico (Zapata-Rivera *et al.*, 2018). Esses laboratórios são os mais comumente usados na experimentação remota, pois permitem que o usuário manipule ativamente o equipamento físico *on-line* (Orduña *et al.*, 2018). Já nos laboratórios não interativos, o usuário não interage diretamente com o equipamento físico, mas obtém informações dele (Orduña *et al.*, 2018; Garcia-Zubia *et al.*, 2017). Por fim, nos laboratórios sensores, o usuário apenas recupera valores do equipamento, sem interagir diretamente com ele. O foco deste trabalho está no primeiro tipo de laboratório, ou seja, no laboratório interativo.

Os laboratórios remotos possuem relevância tanto no cenário acadêmico tradicional quanto para alunos com TEA. A experimentação remota oferece um ambiente controlado e adaptável às necessidades dos estudantes, trazendo vantagens como flexibilidade, redução de custos e compartilhamento. O ambiente de aprendizado, seja *on-line* ou presencial, engloba fatores complexos que impactam a satisfação e o desempenho do aluno (Aguilera-Hermida, 2020; Bali; Liu, 2018).

Convém ressaltar que a teoria de aprendizagem utilizada no estudo dos laboratórios remotos é uma aplicação prática do conectivismo, pois permite que os alunos acessem e interajam com

experimentos e recursos reais, mesmo à distância. Nesses laboratórios, os alunos podem explorar conexões entre teorias abstratas e a aplicação prática por meio de experimentos virtuais. Eles têm a liberdade de experimentar, testar hipóteses, coletar dados e analisar resultados, conectando teoria e prática de forma mais integrada.

Tanto o conectivismo quanto os laboratórios remotos compartilham uma visão de aprendizagem que vai além do ambiente tradicional de sala de aula. Ambos reconhecem a importância das conexões, da diversidade de perspectivas e do uso da tecnologia para promover uma aprendizagem contextualizada. Dessa forma, os laboratórios remotos representam uma ferramenta poderosa para promover a inclusão e o engajamento dos estudantes com TEA no processo de aprendizagem científica, permitindo que eles explorem e experimentem o mundo ao seu próprio ritmo, de maneira acessível e significativa.

Apresentação e análise dos resultados

Nesta seção, serão apresentadas as atividades realizadas na Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro, com a participação de 6 estudantes, incluindo os dados coletados e uma breve análise de cada experiência. As atividades foram adaptadas aos planos de aula dos professores e envolveram um total de 6 estudantes.

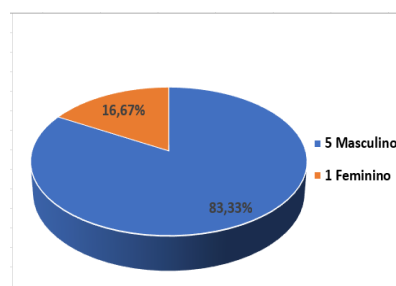
Durante as aplicações, os estudantes receberam suporte para entender o funcionamento das tecnologias utilizadas. Eles participaram do Grupo Experimental A, que utilizou o experimento remoto do microscópio remoto (folha), por meio de uma plataforma *on-line*. Foram aplicados quatro questionários ao longo da atividade: no primeiro dia, foi aplicado o questionário do perfil tecnológico, juntamente com o questionário conceitual inicial, antes da interação com o experimento remoto, para avaliar a familiaridade dos alunos com as tecnologias e os conhecimentos prévios sobre o tema. No segundo dia, foram aplicados o questionário conceitual final e o questionário de experiência do usuário e percepção da aprendizagem, ambos após a interação com o experimento remoto.

Coleta e análise de dados do questionário: perfil tecnológico do discente

As informações demográficas e tecnológicas referentes ao questionário do perfil tecnológico dos discentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) foram coletadas e preenchidas com a colaboração dos professores e pais dos participantes da pesquisa. Essa abordagem permitiu obter dados mais precisos sobre o perfil tecnológico dos estudantes, considerando a perspectiva tanto dos educadores quanto dos responsáveis.

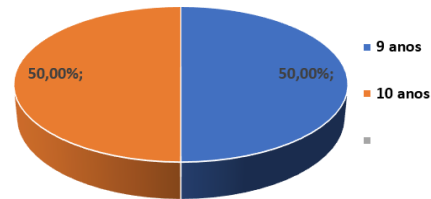
A pesquisa realizada na Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro buscou compreender melhor a composição dos estudantes, o acesso às tecnologias e a familiaridade com o experimento remoto. Os dados demográficos foram preenchidos por 6 estudantes (Grupo Experimental A), que representam 100% da soma das turmas do 4º ano. Nos gráficos de 1 a 9, é possível observar o seguinte:

Gráfico 1. Gênero



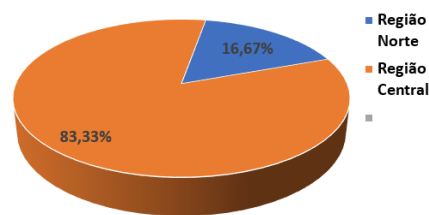
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 2. Idade



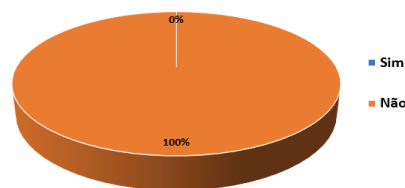
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 3. Distribuição geográfica



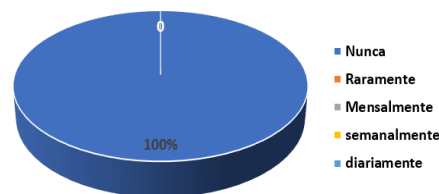
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 4. Questão: Você sabe o que são experimentos remotos?



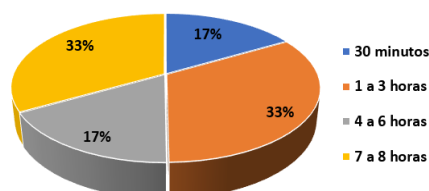
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 5. Questão: Já acessou um experimento remoto?



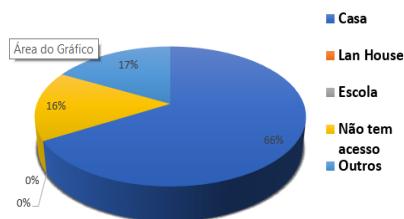
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 6. Questão: Quantas horas por dia você usa tecnologias?



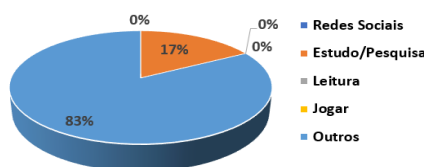
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 7. Questão: Onde você costuma acessar com mais frequência a internet?



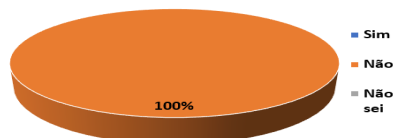
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 8. Marque as opções que você costuma fazer quando acessa a internet



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Gráfico 9. Na sua unidade escolar existe laboratório ou área destinada a atividades de experimentação?



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os dados revelaram que a maioria dos estudantes com TEA na escola é do gênero masculino, representando 83,33% do total (5 estudantes), enquanto apenas cerca de 16,67% (1 estudante) são do gênero feminino (Gráfico 1). Além disso, observou-se que a faixa etária dos estudantes está igualmente distribuída, com metade dos alunos com 9 anos e a outra metade com 10 anos (Gráfico 2).

A distribuição geográfica dos estudantes mostrou que a maioria, cerca de 83,33%, pertence à região central, enquanto apenas cerca de 16,67% são provenientes da região norte (Gráfico 3). Quando questionados sobre acesso e conhecimento de experimentos, nenhum dos estudantes entrevistados afirmou já ter acessado um experimento remoto, com 100% das respostas sendo “nunca” (Gráfico 4). De forma semelhante, todos os estudantes relataram desconhecer o que são experimentos remotos, com 100% de respostas negativas (Gráfico 5). Essa descoberta aponta para uma oportunidade significativa de introduzir e promover o uso dessas tecnologias inovadoras no ambiente educacional da escola, a fim de proporcionar experiências práticas e interativas de aprendizagem.

No que se refere ao uso diário de tecnologias, a frequência variou entre os estudantes, com 33,33% utilizando-as por 1 a 3 horas, 16,67% por 30 minutos ou de 4 a 6 horas e 33,33% por 7 a 8 horas (Gráfico 6). Em relação ao acesso à internet, a maioria, 66,67%, acessa a partir de casa, enquanto 16,67% não têm acesso à internet, 16,67% acessam de outros locais e nenhum estudante indicou acessar em *lan houses* ou na escola (Gráfico 7).

As atividades realizadas na internet variam. A maioria dos estudantes, 83,33%, mencionou outras atividades além das opções apresentadas. Uma pequena porcentagem (16,67%) respondeu

que realiza estudo/pesquisa (Gráfico 8). Quanto à infraestrutura da escola, nenhum laboratório ou área destinada a atividades de experimentação está disponível na escola (Gráfico 9).

Ao analisar as atividades dos estudantes ao acessar a internet, foram identificados diversos interesses, como músicas e conteúdos específicos, como o Homem-Aranha, minisséries, jornais e animais. No entanto, é preocupante que nenhum dos estudantes tenha relatado o acesso a laboratórios remotos em suas escolas. Isso destaca uma lacuna na infraestrutura educacional, que limita as oportunidades de experimentação e aprendizado virtual para esses alunos. É essencial considerar a implementação de laboratórios remotos como uma maneira de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e promover a inclusão digital desses estudantes com TEA.

No geral, os dados do questionário do perfil tecnológico são úteis para compreender os estudantes, suas necessidades educacionais e fornecer *insights* para desenvolver estratégias de ensino, incluindo tecnologias educacionais, como os experimentos remotos.

Microscópio remoto: coleta e análise de dados dos questionários inicial e final

Esta seção apresenta a etapa do estudo que envolveu a coleta e análise dos dados por meio dos questionários inicial e final. O objetivo dessa etapa foi verificar se o uso de um experimento com microscópio remoto promoveu a aprendizagem sobre o papel das folhas nas plantas, assim como sobre o processo de variação de cor ao longo do tempo. Antes de realizar o experimento, os estudantes estudaram o conteúdo em sala de aula e responderam a um questionário para avaliar seu conhecimento prévio. O questionário abordou questões sobre a função das folhas, pigmentação, mudanças de cor, fotossíntese e influência das estações do ano nas plantas. Isso permitiu identificar o nível de compreensão inicial dos alunos sobre esses conceitos.

Durante a experiência com o microscópio remoto, eles exploraram seis amostras de folhas com diferentes características e observaram detalhadamente cada fase de transformação. Além disso, puderam utilizar o microscópio para visualizar detalhes imperceptíveis da folha. Após a experimentação, foi aplicado um segundo questionário, com o objetivo de avaliar se houve melhora na aprendizagem dos estudantes com TEA em relação aos conceitos estudados anteriormente.

Para realizar essa análise, foram utilizadas tabelas de frequência, que possibilitaram avaliar as respostas dos estudantes antes e após a realização do experimento. Foi possível identificar se houve uma evolução nas respostas após a implementação do experimento remoto, contribuindo para a compreensão da sua influência no aprendizado dos alunos.

Vale ressaltar que, dos 6 participantes envolvidos, apenas 4 conseguiram responder ao questionário, o que garante uma amostra representativa para a análise dos resultados.

Os dados da pesquisa revelaram diversas percepções e entendimentos dos estudantes da Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro sobre os conceitos abordados nas questões do questionário. A aplicação do questionário inicial demonstrou que os quatro estudantes com TEA evidenciaram conhecimento sobre a função respiratória das folhas nas plantas (Tabela 1). Mostram ainda que todos os alunos compreenderam a relação entre a cor verde das plantas, a presença de clorofila e a absorção de luz solar (Tabela 2).

Os estudantes com autismo perceberam a variação das cores nas folhas à medida que envelhecem (Tabela 3), com a maioria compreendendo que as plantas realizam a fotossíntese para produzir seu próprio alimento (Tabela 4). Nessa questão, apenas um aluno apresentou uma visão diferente. Foi verificado ainda que nenhum aluno estava ciente da capacidade do microscópio em ampliar e revelar detalhes microscópicos das folhas (Tabela 5). A maioria dos alunos reconheceu que a cor verde está relacionada à fotossíntese, mas um aluno deu uma resposta divergente (Tabela 6). Houve diferentes percepções sobre a capacidade das folhas amarelas de se tornarem verdes novamente, com alguns alunos concordando e outros discordando (Tabela 7). As respostas sobre a ocorrência dos pontos vermelhos nas folhas foram variadas, indicando confusão ou falta de conhecimento específico (Tabela 8). A maioria dos alunos reconheceu a influência das estações do ano nas plantas, mas um aluno teve uma visão diferente (Tabela 10).

A análise das respostas do questionário revelou um bom entendimento dos alunos com TEA sobre diversos conceitos relacionados às características das folhas, pigmentação, fotossíntese

e influência das estações do ano nas plantas. No entanto, algumas divergências e falta de conhecimento específico foram observadas em algumas questões. Esses resultados destacam a importância de atividades práticas e do uso de experimentos remotos para ampliar a compreensão dos alunos com TEA sobre os temas abordados.

Em relação aos conhecimentos adquiridos após a utilização do microscópio remoto no Ambiente de Aprendizagem, os resultados podem ser vistos nas tabelas de 1 a 10, abaixo.

Tabela 1. C1 – Assinale a resposta correta. Qual a cor da folha que fabrica seu próprio alimento através de um processo chamado fotossíntese?

Respostas	Freq.
Outras respostas	0
e) Verde	4
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 2. C2 – Qual a principal parte da planta que capta a energia do sol para realizar o processo de fotossíntese?

Respostas	Freq.
i) folha	4
Outras respostas	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 3. C3 – O microscópio permite ver os detalhes imperceptíveis da folha.

Respostas	Freq.
Sim	4
Não	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 4. C4 – Você já reparou que as folhas novas são bem verdes, mas, com o passar do tempo, vão apresentando tons amarelados, alaranjados, vermelhos e marrons?

Respostas	Freq.
Sim	4
Não	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 5. C5 – A folha muda de verde para amarelo porque a luz do sol diminui e as plantas param de produzir o seu próprio alimento, ou seja, param de realizar fotossíntese.

Respostas	Freq.
Verdadeiro	4
Falso	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 6. C6 – A estação do ano que aparecem os pontos vermelhos nas folhas é o outono?

Respostas	Freq.
h) Outono	4
Outras respostas	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 7. C7 – As plantas são verdes devido à presença de um pigmento verde natural chamado clorofila. A luz do sol é absorvida pela clorofila.

Respostas	Freq.
Sim	3
Não	1
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 8. C8 – Observe a transformação abaixo. Ela é possível? (Da folha amarela para verde)

Respostas	Freq.
Não	4
Sim	0
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 9. C9 – Marque a opção em que a mudança da cor das folhas acontece na ordem correta.

Respostas	Freq.
c) Verde, amarelo, vermelho e marrom	3
d) Verde, vermelho, amarelo, marrom	1
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Tabela 10. C10 – A mudança da cor das folhas no outono está ligada ao fato de que, nesse período, a luz do sol diminui e as plantas param de produzir o seu próprio alimento, ou seja, param de realizar fotossíntese.

Respostas	Freq.
Não	0
Sim	4
Total Geral	4

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa (2023).

Com base nas respostas anteriores, os estudantes apresentaram um progresso notável em seus conhecimentos. Eles demonstraram uma assimilação clara dos princípios da fotossíntese, das mudanças sazonais nas cores das folhas e do papel da luz solar nas plantas. Suas respostas precisas e a habilidade em identificar características da fotossíntese indicam que a utilização do microscópio remoto teve um impacto positivo em sua aprendizagem.

A consistência nas respostas finais dos alunos refletiu uma compreensão unificada dos processos discutidos, demonstrando que a experiência com o microscópio remoto não apenas

enriqueceu seus conhecimentos, mas também os ajudou a relacionar diferentes aspectos das folhas e da fotossíntese de forma mais abrangente.

A abordagem prática e tecnológica permitiu que eles visualizassem e explorassem aspectos das folhas de maneira detalhada, aprofundando sua compreensão e fortalecendo sua habilidade de aplicar esses conhecimentos. Isso ressalta o potencial da tecnologia como uma ferramenta educacional eficaz para melhorar a compreensão e o engajamento dos alunos.

A experiência proporcionou uma oportunidade única de exploração prática e visual, permitindo que os estudantes mergulhassem de forma mais profunda nos conceitos científicos. Os resultados apontam para abordagens inovadoras como essa para tornar a aprendizagem mais envolvente, eficaz e estimulante, especialmente no contexto de estudantes com necessidades especiais.

Coleta e análise de dados do questionário: experiência do usuário e percepção da aprendizagem

O questionário intitulado Experiência do Usuário e Percepção da Aprendizagem, assim como nos demais questionários, também envolveu 6 estudantes com autismo. Contudo, 2 deles não conseguiram responder às perguntas, devido ao nível grave de autismo.

Os resultados refletem uma resposta positiva dos alunos em relação ao impacto do experimento remoto na aprendizagem. A totalidade dos participantes (100%) reconheceu a contribuição eficaz do microscópio remoto para assimilar conceitos, evidenciando a eficácia da abordagem prática e interativa. Além disso, a ferramenta também desempenhou um papel crucial na revisão dos conteúdos, conforme destacado por todos os alunos (100%).

A satisfação dos estudantes com os resultados da experiência foi predominantemente positiva, com 75% expressando contentamento. No entanto, a presença de um aluno insatisfeito ressalta a importância de compreender as percepções individuais e fornecer apoio personalizado, se necessário. A totalidade dos alunos (100%) reconheceu o experimento remoto como um método de ensino apropriado, ressaltando sua relevância para promover o aprendizado e o aprofundamento conceitual.

Outro destaque foi a pronta recomendação do experimento remoto por parte de todos os alunos (100%) aos seus colegas. Esse dado reforça não apenas a percepção dos benefícios individuais, mas também a convicção de que essa abordagem é valiosa para o grupo em geral.

O questionário que explora a percepção da aprendizagem revela uma aprovação unânime em relação à atratividade da abordagem, com 100% dos alunos expressando que o experimento remoto é atraente, indicando a capacidade de capturar o interesse dos alunos de forma consistente. Adicionalmente, a pesquisa revela que o experimento remoto exige pouca aprendizagem para ser utilizado, com todos os participantes (100%). Essa acessibilidade contribui para uma experiência mais inclusiva e adaptável aos diferentes níveis de habilidade.

A análise também evidencia que os alunos não apenas percebem a abordagem como facilmente aprendida, mas também acreditam que ela é adequada para uma ampla maioria, demonstrando um otimismo sobre a capacidade de seus colegas de aprender a utilizar o experimento remoto. Além disso, a clara percepção de como o conteúdo do experimento remoto está relacionado à disciplina é compartilhada por todos os alunos (100%), ressaltando a eficácia da abordagem em promover a compreensão dos conceitos. No entanto, a variação na facilidade de interação com o experimento remoto, com 75% relatando facilidade e 25% indicando dificuldades, destaca a importância de considerar as necessidades individuais para garantir uma experiência positiva e eficaz para todos os alunos.

Portanto, a análise dos questionários Experiência do Usuário e Percepção da Aprendizagem revela uma recepção positiva em relação ao experimento remoto. A unanimidade na percepção de sua atratividade e na facilidade de aprendizado demonstra sua eficácia em engajar e atender às necessidades de aprendizagem dos alunos com autismo. Além disso, a crença na adequação do experimento para a maioria e a variação nas respostas sobre a facilidade de interação ressaltam a importância da personalização e do suporte individualizado. Esses resultados apoiam o uso de experimentos remotos como uma ferramenta para aprimorar o ensino e a experiência educacional

de alunos com autismo, enfatizando a importância de métodos educacionais inovadores e inclusivos.

Considerações Finais

O artigo explorou a importância dos laboratórios remotos como ferramenta de aprendizado para alunos com TEA do 4º ano da Escola Municipal Henrique Talone Pinheiro. A abordagem adotada impulsionou o crescimento acadêmico e social dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de diversas habilidades e aumentando o interesse dos alunos. Tanto o conectivismo quanto os laboratórios remotos compartilham uma visão de aprendizado que ultrapassa a sala de aula, valorizando conexões, perspectivas diversas e o uso da tecnologia para facilitar o aprendizado. Neste estudo, essa concepção foi materializada por meio da aplicação de atividades experimentais remotas a alunos com TEA, explorando conceitos de maneira prática e interativa.

Os resultados indicaram melhora na aprendizagem desses estudantes após os experimentos remotos, com avanços na compreensão conceitual, motivação e satisfação. Apesar disso, o estudo possui limitações, como o tamanho reduzido da amostra e foco principalmente em aspectos quantitativos. Futuras pesquisas devem explorar aspectos qualitativos e de longo prazo para uma compreensão mais completa.

É crucial planejar cuidadosamente a implementação dos laboratórios remotos, levando em consideração as necessidades individuais dos alunos com TEA. Instruções claras, ambiente virtual organizado, suporte e estratégias de ensino diferenciadas são essenciais. A participação ativa dos professores também é fundamental, pois eles atuam como mediadores e facilitadores, fornecendo suporte individualizado e incentivando a exploração.

Diante dos resultados promissores, conclui-se que os laboratórios remotos têm o potencial de ser uma ferramenta educacional valiosa para estudantes com TEA. Contudo, é necessário continuar a pesquisar nessa área, buscando aprimorar as abordagens e adaptá-las às necessidades dos alunos, visando promover uma educação inclusiva e de qualidade para todos.

Referências

ACHUTHAN, K. *et al.* Remote triggered dual-axis solar irradiance measurement system. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 56, n. 2, p. 1742-1751, 2020. DOI: 10.1109/TIA.2020.2966156. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8957619>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ACHUTHAN, K. *et al.* Impact of Remote Experimentation, Interactivity and Platform Effectiveness on Laboratory Learning Outcomes. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 18, n. 1, 2021, p. 38. DOI: 10.1186/s41239-021-00272-z. Disponível em: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00272-z>. Acesso em: 19 abr. 2023.

ACHUTHAN, K.; KOLIL, V. K.; DIWAKAR, S. Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. **Education and Information Technologies**, v. 23, n. 6, p. 2499-2515, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>. Acesso em: 21 maio 2023.

AGUILERA-HERMIDA, A. P. College students' use and acceptance of emergency online learning due to COVID-19. **International Journal of Educational Research Open**, v. 1, p. 100011, 2020. DOI: 10.1016/j.ijedro.2020.100011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266637402030011X>. Acesso em: 15 jun. 2023.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais – DSM-5**. Tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento *et al.* Revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli *et al.* 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. Disponível em: <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2023.

ANDRUNYK, V. *et al.* Modelagem do sistema de recomendação para a síntese de complexos de informação e tecnologia para a educação de alunos com autismo. *In: IEEE – CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO (CSIT)*, 14., 2019. **Anais [...]**. Lviv, Ukraine, p. 183-186, 2019. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2019.8929776.

BALI, S.; LIU, M. C. Students' Perceptions toward Online Learning and Face-to-Face Learning Courses. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1108, n. 1, p. 12094, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1108/1/012094/pdf>. Acesso em: 26 maio 2023.

CAMPISI L. *et al.* Autism spectrum disorder. **British Medical Bulletin**, v. 127, n. 1, p. 91-100, 2018. DOI: 10.1093/bmb/ldy026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140673618311292>. Acesso em: 17 maio 2023.

CDC. Centro de Controle de Doenças e Prevenção. Prevalência e características do transtorno do espectro do autismo entre crianças de 8 anos – Rede de monitoramento de deficiências de desenvolvimento e autismo, 11 locais, Estados Unidos, 2020. **Surveillance Summaries**, v. 72, n. 2, p. 1-14, March 24, 2023. Disponível em: https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/72/ss/ss7202a1.htm?s_cid=ss7202a1_w. Acesso em: 28 maio 2023.

FONTANA, L. B.; PEREIRA, D. S.; RODRIGUES, T. P. O impacto do transtorno autista nas relações familiares. **Brazilian Journal of health Review**, v. 3, n. 3, p. 6336-6340, may./jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n3-185>. Acesso em: 11 jun. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2022**. Brasília: Inep, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>. Acesso em: 28 mar. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2021**. Brasília: Inep, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>. Acesso em: 10 jun. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2020**. Brasília: Inep, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>. Acesso em: 10 mai. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2019**. Brasília: Inep, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>. Acesso em: 9 jun. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2018**. Brasília: Inep, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>. Acesso em: 9 jun. 2023.

GARCIA-ZUBIA J. *et al.* Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 2, p. 149-156, May 2017. DOI: 10.1109/TE.2016.2608790.

GROUT, I. Remote Laboratories as a Means to Widen Participation in STEM Education. **Education Sciences**, v. 7, n. 4, p. 85, 2017. DOI: 10.3390/educsci7040085.

GROUT, I. Laboratórios remotos de apoio ao acesso a laboratórios de engenharia elétrica e de informação (EIE) para alunos com deficiência. *In: CONFERÊNCIA ANUAL DA EAAEIE (EAAEIE)*, 25., 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EAAEIE.2014.6879377>. Acesso em: 17 jun. 2023.

HERADIO, R.; DE LA TORRE, L.; GALAN, D.; CABRERIZO, F. J.; HERRERA-VIDEIRA, E.; DORMIDO, S. Laboratórios virtuais e remotos na educação: uma análise bibliométrica. **Computers & Education**, v. 98, p. 14-38, 2016. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.03.010.

KÄRNÄ, E. *et al.* Educators' Engagement with Children with Autism Spectrum Disorder in a Learning Environment with Multiple Technologies in Finland and China. **Interactive Learning Environments**, v. 28, n. 1, 2020, p. 50-64. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10494820.2018.1512002?needAccess=true>. Acesso em: 25 abr. 2023.

KOLIL, V. K.; MUTHUPALANI, S.; ACHUTHAN, K. Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 17, n. 30, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00204-3>. Acesso em: 11 jun. 2023.

LEVIN, Z. **Working Memory and Autism Spectrum Disorder**: Diagnosing Autism Spectrum Disorder Using the CAM-C and WISC-V, 2022. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/30479ce7e0c45664992fb835398bd31c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>. Acesso em: 11 maio 2023.

LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. **Research in Science Education**, v. 43, n. 3, p. 1197-1219, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9304-3>. Acesso em: 11 maio 2023.

NEDUNGADI, P. *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*. [S. l.]: Springer Cham, 2018. p. 219-240. DOI: 10.1007/978-3-319-76935-6_9.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Autism spectrum disorders**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ORDUÑA P. *et al.* Classifying online laboratories: Reality, simulation, user perception and potential overlaps. *In: 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOTE ENGINEERING AND VIRTUAL INSTRUMENTATION (REV)*, 13., Madrid, Spain, p. 224-230, 2016. **Anais [...]**. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444469>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ORDUÑA P. *et al.* The WebLab-Deusto Remote Laboratory Management System Architecture: Achieving Scalability, Interoperability, and Federation of Remote Experimentation. **Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education**, p. 17-42, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76935-6_2. Acesso em: 13 jun. 2022.

PASCALIS, T. *et al.* Remote Lab meets Virtual Reality – Enabling immersive access to high tech laboratories from afar. **Procedia Manufacturing**, v. 43, p. 25-31, 2020. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.02.104.

SHI, Y.; DAS, S.; DOUGLAS, S.; BISWAS, S. Uma IoT vestível experimental para gerenciamento do autismo baseado em dados. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS E REDES DE COMUNICAÇÃO (COMSNETS)*, 9., 2017. DOI: 10.1109 / comsnets.2017.7945435.

SOUZA L. B. *et al.* Revisão Narrativa do uso de Laboratórios Remotos no ensino-aprendizagem de estudantes com Transtorno do Espectro Autista à luz da teoria da distância transacional. **Revista**

Conhecimento Online, v. 1, janeiro/junho 2023. DOI: <https://doi.org/10.25112/rco.v1.3021>. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/3021>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SOUZA, L. B. **Análise da aprendizagem de estudantes autistas utilizando laboratórios remotos**. 2023. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional de Sistemas) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2023.

SOUZA, L. B.; BRITO, G. L. R.; MOREIRA, P. L. Os Laboratórios Remotos e a aprendizagem de estudantes com Transtorno do Espectro Autista durante a pandemia da covid-19. **Revista Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 22, 2022. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/8149>. Acesso em: 28 abr. 2023.

THO, S. W.; YEUNG, Y. Y. Technology-enhanced science learning through remote laboratory: system design and pilot implementation in tertiary education. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 32, n. 3, p. 96-111, 2016. DOI: 10.14742/ajet.2203.

ZAPATA-RIVERA L. P. *et al.* Scalable. Ad Hoc, Low Cost, Mobile, Online Laboratories. *In: 2018 LEARNING WITH MOOCS (LWMOOCS)*, Madrid, Spain, 2018, p. 155-158. DOI: <https://doi.org/10.1109/LWMOOCS.2018.8534612>.

Recebido em 23 de janeiro de 2023.
Aceito em 30 de junho de 2023.