

Revisão sistemática: gamificação em *smartphones* para crianças em contextos educacionais e terapêuticos

Rodrigo Ribeiro Alves
rodrigo.ribeiro.alves@usp.br
Departamento de Computação e
Matemática da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo
Ribeirão Preto, São Paulo

Victor Hugo da Silva Lembre
victorlembror@usp.br
Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto da Universidade de São Paulo
Ribeirão Preto, São Paulo

Alessandra Alaniz Macedo
ale.alaniz@usp.br
Departamento de Computação e
Matemática da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo
Ribeirão Preto, São Paulo

ABSTRACT

Caregiver concerns about children's excessive mobile device use potential include impacts on mental health, physical well-being, social development, and academic performance. Statistics like 60% of under-12s spending most of their time playing on phones, and 71% of Brazilian children aged 0-12 are playing games on smartphones contextualized caregiver's concerns. Parents perceive the use of smartphones are unproductive and detrimental to children development. However, mobile technology in serious games may offer a productive and stimulating way to engage children and adults, ranging from academic learning to therapeutic support. Thanks to their effectiveness and accessibility, research on the use of mobile devices and serious games has gained significant prominence. This work is dedicated to surveying scientific productions in the literature on the use of mobile devices and serious games in educational and therapeutic contexts. In this article, a systematic review of works focused on the use of gamification in mobile devices for children in educational and therapeutic contexts is presented. The objective is to evaluate the extent to which this area has been explored and to understand the potential of using technological resources to aid in the development of these activities. The initial search across seven digital libraries, using filters for open-access publications between 2019 and 2024, yielded a total of 104 articles; however, only 8 were selected after removing duplicates, applying exclusion and inclusion criteria, screening by title and abstract, and full-text review. This review finds that techniques like rewards, feedback, and visual narratives effectively boost engagement and adherence. The study emphasizes tailoring gamification to task nature and combining extrinsic and intrinsic motivators. However, limitations include small sample sizes, short intervention durations, and methodological heterogeneity, hindering generalizability and long-term efficacy conclusions. Future research should involve larger, longer-term randomized trials and focus on specific populations.

KEYWORDS

Gamification, Serious Games, Mobile Applications, Education, Therapy, Healthcare, Child Development

1 INTRODUÇÃO

De acordo com um estudo de 2014 conduzido pelo *Michael Cohen Group*, um grupo internacional de pesquisas, 60% das crianças com menos de 12 anos passam a maior parte do tempo jogando em seus celulares [87]. No Brasil, uma pesquisa da *Panorama Mobile Time/Opinion Box* em 2021 revelou que 71% das crianças brasileiras de 0 a 12 anos com acesso a *smartphone* costumavam jogar *games* no aparelho [2]. Em 2022, o mesmo grupo de pesquisa constatou que a criança brasileira passa, em média, 3 horas e 53 minutos por dia com o *smartphone*. Além disso, a pesquisa apontou que 70% dos pais desejam que os filhos abandonem o celular por considerá-lo prejudicial ao seu desenvolvimento, e 38% desaprovam o material ao qual a criança é exposta [3]. Essas informações exemplificam o desconforto dos responsáveis com o uso de aparelhos celulares pelas crianças, por considerarem que elas desperdiçam tempo em atividades sem valor educacional e, principalmente, prejudiciais ao seu desenvolvimento. Contudo, é possível direcionar o tempo gasto nos celulares para atividades que agreguem valor à vida dessas crianças. Nesse contexto, emergem os jogos sérios — experiências lúdicas completas, desenvolvidas com um objetivo principal que transcende o mero entretenimento — que, ao permitir treinamentos, simulações e a investigação de situações hipotéticas, proporcionam experiências concretas de aprendizagem e pensamento [37, 66].

A tecnologia em aplicativos para celulares pode ser uma importante aliada para que crianças, e até mesmo adultos, empreguem seu tempo de forma produtiva e estimulante nesse tipo de jogo. Alinhadas a esse pensamento, as oportunidades incluem desde ferramentas que auxiliam alunos na aprendizagem de matemática, música e braille até instrumentos que ajudam médicos e terapeutas a manter seus pacientes focados em sessões ou em atividades terapêuticas realizadas fora dos consultórios de atendimento e cuidados de saúde.

Com o intuito de agregar valor, eficácia e acessibilidade, pesquisas sobre o uso de dispositivos móveis e jogos sérios têm ganhado destaque. Isso se deve, principalmente, às características dos dispositivos móveis, que possibilitam, entre outras vantagens, uma aprendizagem flexível aos usuários, visto que podem ser utilizados em qualquer lugar e a qualquer momento. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) considera que as tecnologias móveis, incluindo *smartphones*, podem expandir e enriquecer as oportunidades educacionais em diferentes contextos [77].

Dentre as diferentes oportunidades de desenvolvimento de tecnologias com ênfase nas perspectivas educacional e terapêutica, a

gamificação tem sido um destaque. Gamificação é o uso de mecânicas, elementos e técnicas de *design* de jogos em contextos não relacionados a jogos para envolver usuários e resolver problemas [25, 38, 77]. Segundo a Nudge, o mercado de gamificação está prestes a atingir novos patamares, com previsões sugerindo que valerá US\$ 96,3 bilhões até 2030 [32]. Adicionalmente, um estudo científico indica que a gamificação na aprendizagem pode aumentar a concentração nos domínios estudados [62].

Este artigo apresenta uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) dedicada ao levantamento e à análise de produções científicas sobre o uso de gamificação em dispositivos móveis para crianças em contextos educacionais e terapêuticos. Nosso objetivo principal é avaliar o grau de exploração dessa área na literatura e compreender o potencial dos recursos tecnológicos lúdicos para auxiliar e aprimorar o desenvolvimento de atividades educacionais e terapêuticas.

A condução da RSL foi integralmente gerenciada pela ferramenta *on-line Parsifal*¹, garantindo a rastreabilidade e a transparência metodológica. Inicialmente, o protocolo de pesquisa (incluindo as questões e a *string* de busca) foi registrado na plataforma. Em seguida, os resultados da busca nas bases de dados foram importados para o sistema, que realizou automaticamente a identificação e a eliminação de estudos duplicados. A seleção dos estudos ocorreu em duas fases na ferramenta: primeiro por título e resumo, e depois por leitura completa, com a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos. Por fim, para os estudos primários aceitos, utilizou-se o recurso de extração de dados do *Parsifal*¹, por meio do preenchimento de formulários específicos para coletar informações como as técnicas de gamificação aplicadas e a efetividade reportada.

Este artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 apresenta revisões e mapeamentos da literatura relacionados à proposta. A Seção 3 detalha a metodologia de pesquisa empregada para o planejamento do estudo bibliográfico. A Seção 4 relata a condução da pesquisa para a seleção de estudos primários relevantes. A Seção 5 apresenta os resultados da revisão, descrevendo a caracterização dos estudos relevantes, as técnicas de gamificação aplicadas pelos estudos selecionados e a efetividade reportada das intervenções. A Seção 6 discute os resultados e suas implicações para a prática e para futuras pesquisas e inclui as limitações do estudo. Finalmente, a Seção 7 extrai conclusões do estudo, resume as principais contribuições e sugere direções para pesquisas futuras.

2 REVISÕES DA LITERATURA CORRELATAS

A aplicação de elementos de jogos, ou gamificação, em aplicativos de *smartphone* representa uma fronteira promissora para aumentar o engajamento de crianças em contextos terapêuticos e educacionais [32]. A natureza interativa e motivacional dos jogos pode transformar tarefas repetitivas ou desafiadoras em experiências mais prazerosas e eficazes. No entanto, a concepção de intervenções digitais genuinamente eficazes para o público infantil apresenta desafios significativos. Ainda existem lacunas na compreensão de quais técnicas específicas são mais efetivas e como devem ser implementadas para maximizar a adesão e os resultados.

Estudos anteriores investigaram o panorama das tecnologias digitais para crianças com deficiências, incluindo abordagens de gamificação. Mahmoudi *et al.* [63] conduziram uma revisão de escopo

para identificar e sintetizar as evidências científicas sobre o uso da gamificação em aplicativos móveis para crianças com deficiências. A busca em seis bases de dados resultou na identificação de 38 estudos. Os autores destacaram que as estratégias de gamificação mais comuns eram “diversão e ludicidade”, “*feedback* sobre o desempenho” e “reforço”, aplicadas principalmente em contextos de comunicação para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Contudo, os autores excluíram deliberadamente “jogos sérios” (*serious games*) de sua análise, focando apenas em aplicativos que adicionavam elementos de gamificação a uma função principal não lúdica. Contreras-Ortiz *et al.* [19] também conduziram uma RSL com o objetivo de investigar “Ecossistemas de *E-Learning*” para pessoas com TEA. A busca em cinco bases de dados resultou em 30 estudos primários. As principais descobertas indicaram que as tecnologias mais implementadas são a realidade virtual e os aplicativos móveis, com foco em habilidades sociais e comunicativas. Os autores apontaram a carência de guias de *design* e notaram que a gamificação é apenas um dos vários componentes tecnológicos dentro de um ecossistema mais amplo, não sendo o foco central da análise.

Ambos os estudos, [63] e [19], forneceram um panorama valioso sobre o uso de tecnologias digitais para crianças com necessidades especiais, destacando a proeminência dos aplicativos móveis. Contudo, ambos abordam a gamificação de uma perspectiva mais ampla ou com escopo limitado, seja excluindo uma categoria relevante de aplicativos (jogos sérios), seja tratando-a como um subcomponente de ecossistemas tecnológicos maiores.

Nossa RSL se concentra especificamente nas técnicas de gamificação aplicadas em *smartphones*, unindo os contextos terapêutico e educacional. Diferentemente de [63], nosso escopo inclui explicitamente os jogos sérios, reconhecendo seu papel fundamental como ferramenta de intervenção. Em contraste com o foco amplo em ecossistemas de [19], nossa análise busca detalhar e categorizar as mecânicas de jogo empregadas para aumentar o interesse e o engajamento. Este enfoque visa a uma compreensão aprofundada das práticas atuais de *design* de jogos para o engajamento infantil, identificando as estratégias mais eficazes que unificam os domínios terapêutico e educacional. Os trabalhos analisados nesta seção reforçam a atualidade do tema.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Esta seção detalha as etapas metodológicas seguidas para a realização desta RSL. O processo de revisão foi estruturado em quatro etapas principais: pesquisa inicial, seleção dos estudos, avaliação da qualidade e extração de dados. A Figura 1 apresenta uma representação gráfica dessas fases e de suas subdivisões, com os resultados numéricos de artigos selecionados e eliminados em cada etapa. Essas etapas serão detalhadas nas subseções seguintes.

A seleção das bases de dados foi estratégica, visando garantir uma cobertura abrangente e multidisciplinar do tema. As bases consultadas foram:

- (1) *ACM Digital Library*
- (2) *El Compendex*
- (3) *IEEE Digital Library*
- (4) *Web of Science*
- (5) *PubMed*

¹Disponível em <https://parsifal/>

- (6) SBC-OpenLib (SOL)
- (7) Scopus

As escolhas das bibliotecas têm focos distintos: a *ACM Digital Library* e a *IEEE Digital Library* oferecem as mais vastas coleções nos campos da computação e tecnologia da informação; a *El Compendex* concentra-se em publicações de engenharia de escopo global; e a *PubMed*, em pesquisas biomédicas e de ciências da vida. Adicionalmente, a *SBC-OpenLib (SOL)* e a *Scopus* foram utilizadas para assegurar a inclusão de trabalhos de relevância nacional e internacional, respectivamente, garantindo a diversidade e a qualidade dos estudos selecionados.

3.1 Questão de Pesquisa

Para guiar esta RSL, focada em identificar, analisar e sintetizar as técnicas de gamificação em aplicativos móveis para aumentar o interesse e o engajamento de crianças em contextos terapêuticos, foi formulada a seguinte Pergunta de Pesquisa (PP):
“Quais técnicas de gamificação, aplicadas por meio de aplicativos móveis, são utilizadas para aumentar o interesse de crianças em intervenções terapêuticas?”

3.2 String de Busca

Para garantir uma busca abrangente e focada em artigos pertinentes, a estratégia de pesquisa foi fundamentada na estrutura do protocolo PICO [22]. Os componentes foram definidos da seguinte forma:

- **População (P):** Crianças.
- **Intervenção (I):** Uso de gamificação em aplicativos móveis para fins terapêuticos.
- **Comparação (C):** Abordagens que não utilizam gamificação ou ausência de intervenção.
- **Desfecho (O):** Aumento do interesse, engajamento ou adesão das crianças ao aplicativo terapêutico.

Com base nesses componentes, a *string* de busca foi desenvolvida iterativamente, por meio da seleção criteriosa de palavras-chave e sinônimos que representassem cada elemento do PICO [22]. A *string* final, adaptada para as sintaxes das bases de dados consultadas, foi: *((“gamification” OR “Gamified” OR “Serious Games” OR “Game-based learning” OR “Game elements”) AND (“therapies” OR “therapy” OR “disabilities” OR “disability”) AND (“app” OR “apps” OR “mobile app” OR “mobile apps” OR “mobile application” OR “mobile applications”) AND (“kids” OR “kid” OR “children” OR “child”))*.

4 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

O processo de seleção dos estudos foi conduzido em duas fases principais: triagem inicial e avaliação da qualidade, conforme ilustrado na Figura 1.

4.1 Fase 1: Triagem dos Artigos

A busca inicial nas sete bases de dados, aplicando filtros para publicações de acesso aberto entre 2019 e 2024, resultou em 104 artigos. A triagem deste conjunto seguiu duas etapas:

Remoção de Duplicatas: Com o auxílio da ferramenta *Parsifal*², foram identificados e removidos 18 artigos duplicados, resultando em 86 estudos únicos.
Análise de Título e Resumo: Os 86 artigos restantes foram submetidos à análise de seus títulos e resumos com base nos critérios de inclusão e exclusão (Tabela 1), resultando na rejeição de 74 artigos.

Ao final da triagem inicial, 12 artigos foram considerados elegíveis para a análise completa.

Tabela 1: Critérios de Inclusão e Exclusão

Categoria	Critério
Critérios de Inclusão	
Inclusão	Estudos dos últimos 5 anos Estudos focados na gamificação Estudos que apresentem técnicas de gamificação Estudos que se concentrem em manter as crianças motivadas em jogos sérios em <i>smartphones</i>
Critérios de Exclusão	
Exclusão	Estudos focados apenas em realidade aumentada Estudos considerados de literatura cinza Estudos em que o foco não é gamificação ou jogos sérios Estudos focados em saúde mental Estudos focados na mudança de comportamento Estudos que os usuários não são crianças (maiores de 18 anos) Estudos que considerem outras condições clínicas Estudos secundários Estudos sem acesso público Estudos sem foco em <i>smartphones</i>

Para garantir o foco da revisão e a relevância dos dados, a seleção dos estudos primários foi regida por critérios de exclusão específicos. Em relação ao escopo temático, foram excluídos trabalhos que não tivessem foco explícito em gamificação ou jogos sérios, bem como aqueles focados exclusivamente em Realidade Aumentada (RA) ou que não tivessem como plataforma principal o *smartphone*, delimitando a revisão às aplicações nativas móveis. Quanto ao público e contexto, excluímos estudos cuja população-alvo fosse de usuários maiores de 18 anos (dada a ênfase no desenvolvimento infantil) e aqueles focados em saúde mental, mudança de comportamento ou condições clínicas específicas, visando manter o foco nos contextos educacionais e terapêuticos gerais. Finalmente, para assegurar a qualidade científica e a replicabilidade da pesquisa, foram excluídos estudos secundários, estudos de literatura cinza (não revisados por pares) e, de forma rigorosa, trabalhos sem acesso público ao texto completo. Esta restrição garante que todo o processo de análise e extração de dados possa ser verificado e repetido por outros pesquisadores, assegurando que a análise se baseie apenas em evidências primárias validadas e acessíveis.

²Disponível em <https://parsif.al/>

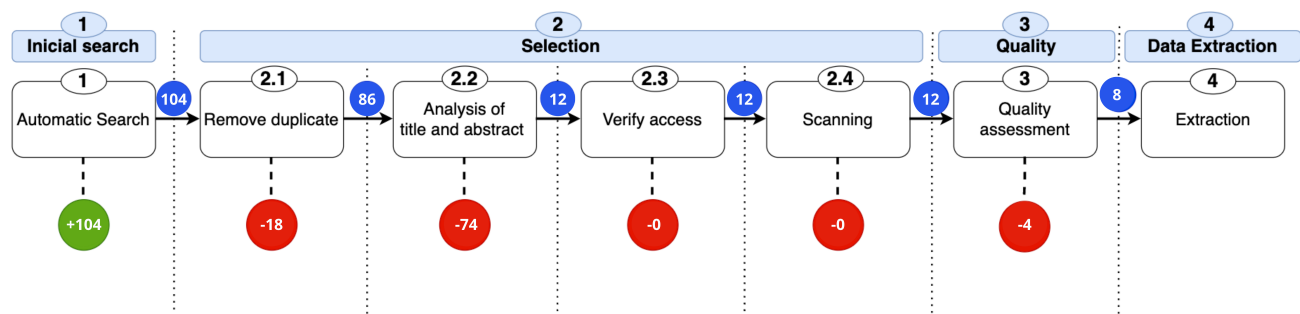


Figura 1: Visão geral das quatro etapas do processo de revisão sistemática e suas subdivisões.

4.2 Fase 2: Avaliação da Qualidade e Seleção Final

Os 12 artigos que passaram pela triagem inicial avançaram para a fase de leitura completa e avaliação da qualidade. Para determinar a robustez metodológica de cada estudo, foi utilizado um formulário com três Perguntas de Avaliação (PA):

- **PA 1.** A técnica de gamificação foi descrita?
- **PA 2.** Os resultados foram relatados claramente?
- **PA 3.** O processo de experimentação ocorreu?

A cada pergunta foi atribuída uma pontuação baseada nos critérios de qualidade definidos na Tabela 2. Foi estabelecida uma nota de corte de 2.0 pontos (ou superior) para a inclusão na síntese final. Após a aplicação deste critério, 4 artigos foram descartados. Como resultado, 8 artigos foram selecionados para a extração de dados e a análise dos resultados, os quais estão elencados na Tabela 3.

Tabela 2: Critérios de Pontuação para Avaliação da Qualidade

Resposta	Pontuação	Descrição do Critério
Sim	1.0	A informação está claramente descrita, completa e é um foco explícito do artigo.
Parcialmente	0.5	A informação é mencionada, mas com poucos detalhes, de forma ambígua ou não é o foco principal.
Não	0.0	A informação não é mencionada ou abordada no artigo.

A análise crítica revelou que a base de evidências enfrenta desafios metodológicos significativos. Muitos estudos apresentam considerável risco de viés de seleção e de desempenho, frequentemente decorrente da ausência de um grupo de controle ativo que receba a intervenção terapêutica tradicional com a mesma intensidade de atenção, o que dificulta a atribuição dos resultados exclusivamente à intervenção gamificada. Paralelamente, um desafio reside na replicabilidade dos achados: a descrição do *design* do jogo e dos mecanismos de *feedback* nos trabalhos revisados é, em

Tabela 3: Artigos Selecionados para a Extração de Dados

ID	Título do Artigo
E1	<i>A Pilot Study Exploring Caregivers' Experiences Related to the Use of a Smart Toothbrush by Children with Autism Spectrum Disorder</i> [30]
E2	<i>An Examination of the Impact of Game-Based Geometric Shapes Education Software Usage on the Education of Students With Intellectual Disabilities</i> [92]
E3	<i>Intervention Mapping of a Gamified Therapy Prescription App for Children With Disabilities: User-Centered Design Approach</i> [47]
E4	<i>A Gamified Framework to Assist Therapists with the ABA Therapy for Autism</i> [20]
E5	<i>Method for the Development of Accessible Mobile Serious Games for Children with Autism Spectrum Disorder</i> [45]
E6	<i>MILAP: A Gamified System To Ease Conversations For ASD</i> [44]
E7	<i>MiMi: Sinhala Language Speech Assistive Learning Bot to Support Children with Stuttering</i> [86]
E8	<i>Low-Fidelity Testing of Gamification Application for Low Cognitive Users</i> [91]

vários casos, insuficiente ou incompleta, o que impede que pesquisadores e desenvolvedores repliquem ou adaptem as intervenções com precisão.

4.3 Fase 3: Extração de Dados

Na fase de extração de dados, correspondente à quarta etapa ilustrada na Figura 1, as informações-chave de cada um dos 8 artigos selecionados foram sistematicamente coletadas. As informações extraídas estão consolidadas na Tabela 4.

A análise dos dados extraídos revela um panorama diversificado, com uma predominância de resultados que indicam um impacto positivo no engajamento dos participantes. Dos oito estudos analisados, sete reportaram um aumento no interesse e no engajamento das crianças nas intervenções gamificadas (E1 de France *et al.* [30],

E2 de Demir [92], E3 de Johnson *et al.* [47], E4 de Cordioli *et al.* [20], E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45], E6 de Jain *et al.* [44] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]). O único estudo que não apresentou resultados de intervenção com usuários (E7 de Vithana *et al.* [86]) focou na descrição técnica de um sistema, não tendo realizado um teste de engajamento com a população-alvo.

Os contextos de aplicação abrangeram tanto a área terapêutica quanto a educacional. Foram incluídos estudos sobre Terapia Comportamental Aplicada (ABA) (E4 de Cordioli *et al.* [20]), higiene oral (E1 de France *et al.* [30]), comunicação para crianças não-verbais (E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45] e E6 de Jain *et al.* [44]), terapia da fala para gagueira (E7 de Vithana *et al.* [86]) e terapia multidisciplinar (E3 de Johnson *et al.* [47]), além de contextos educacionais focados em habilidades cognitivas (E8 de Zulkifli *et al.* [91]) e no ensino de geometria (E2 de Demir [92]).

O número de participantes nos estudos que realizaram testes com usuários variou significativamente, de 4 (E3 de Johnson *et al.* [47]) a 34 crianças (E2 de Demir [92]). A faixa etária também foi ampla, abrangendo desde a primeira infância (a partir de 3 anos) (E7 de Vithana *et al.* [86]) até a adolescência (com média de 15,5 anos) (E2 de Demir [92]). As populações-alvo incluíram crianças com TEA, deficiências intelectuais, paralisia cerebral, gagueira e baixo desempenho cognitivo. Geograficamente, os estudos apresentaram uma distribuição global, sendo conduzidos em países da América, Europa, Ásia e Oceania, o que indica um interesse internacional pelo tema.

Tabela 4: Itens de Extração de Dados dos Artigos

Item de Extração	Descrição
Contexto de Aplicação	Natureza da intervenção, distinguindo entre ambientes terapêuticos ou educacionais, e a condição ou diagnóstico específico da população-alvo (ex: TEA, gagueira, deficiência intelectual).
Resultados Reportados	Análise do desfecho do estudo, especificando se os autores reportaram resultados quantitativos e/ou qualitativos positivos em relação ao aumento do interesse, engajamento ou adesão das crianças à intervenção.
Faixa Etária	Faixa etária da população infantil participante do estudo.
País	Local geográfico onde a pesquisa foi conduzida.
Participantes	Número total de crianças que participaram dos testes ou da intervenção descrita no estudo.

5 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Nesta seção, são apresentados os achados descritivos dos estudos selecionados, focando na caracterização das publicações, nas técnicas de gamificação identificadas e na efetividade reportada das intervenções.

5.1 Caracterização dos Estudos Incluídos

A síntese final incluiu 8 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e qualidade. Os estudos abordaram a aplicação da gamificação em diversos contextos terapêuticos e educacionais para crianças com diferentes necessidades, demonstrando a amplitude do campo. O TEA foi o foco predominante, sendo abordado em intervenções de ABA (E4 de Cordioli *et al.* [20]), higiene oral (E1 de France *et al.* [30]), comunicação (E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45]) e educação geral (E6 de Jain *et al.* [44]). Outros contextos incluíram o ensino de geometria para estudantes com deficiências intelectuais (E2 de Demir [92]), terapia da fala para gagueira (E7 de Vithana *et al.* [86]) e prescrição de terapia multidisciplinar (fisioterapia, fonoaudiologia, terapia ocupacional) para crianças com deficiências do neurodesenvolvimento (E3 de Johnson *et al.* [47]).

Houve uma distribuição geográfica diversificada, com estudos conduzidos na Austrália (E3 de Johnson *et al.* [47]), EUA (E1 de France *et al.* [30]), Turquia (E2 de Demir [92]), Itália (E4 de Cordioli *et al.* [20]), Índia (E6 de Jain *et al.* [44]), Sri Lanka (E7 de Vithana *et al.* [86]), Malásia (E8 de Zulkifli *et al.* [91]) e um com colaboração entre Equador e Espanha (E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45]). Isso indica um interesse global no tema, embora não haja uma concentração em uma região específica.

A faixa etária predominante dos participantes concentrou-se na infância, tipicamente entre 4 e 12 anos (E3 de Johnson *et al.* [47] e E4 de Cordioli *et al.* [20]). Um estudo focou em uma faixa etária mais avançada, com média de 15,5 anos (E2 de Demir [92]), e outro incluiu um espectro mais amplo, de 3 a 14 anos (E7 de Vithana *et al.* [86]). Os participantes dos estudos eram majoritariamente crianças diagnosticadas com TEA, deficiências intelectuais ou do neurodesenvolvimento, e gagueira. O tamanho das amostras nos estudos experimentais variou consideravelmente, desde testes de pequena escala com 4 crianças (E3 de Johnson *et al.* [47]) a 9 crianças (E8 de Zulkifli *et al.* [91]) até estudos com amostras maiores, como 34 estudantes (E2 de Demir [92]).

5.2 Técnicas de Gamificação Aplicadas

A análise dos artigos selecionados permitiu identificar um conjunto consistente de técnicas de gamificação utilizadas para responder à PP: “Quais técnicas de gamificação podem ser aplicadas com a ajuda de um aplicativo para aumentar o interesse das crianças durante a terapia?”.

As técnicas de gamificação mais prevalentes nos estudos analisados foram os sistemas de recompensa e o *feedback* imediato. A maioria dos estudos implementou sistemas de pontos (E2 de Demir [92] e E6 de Jain *et al.* [44]), estrelas (E3 de Johnson *et al.* [47]), moedas virtuais (E3 de Johnson *et al.* [47]) ou colecionáveis (como diamantes e máscaras) (E1 de France *et al.* [30]) que eram concedidos às crianças após a conclusão de tarefas. Estes sistemas eram acompanhados na maioria por um *feedback* de progresso claro e

visual, como barras de progresso, gráficos ou a exibição de uma pontuação (E2 de Demir [92] e E6 de Jain *et al.* [44]), que sinalizavam o sucesso e motivavam a continuidade.

A transformação de tarefas terapêuticas em minijogos, *quizzes* ou desafios foi uma estratégia fundamental identificada em quase todos os estudos (E4 de Cordioli *et al.* [20], E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45], E6 de Jain *et al.* [44] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]). Em vez de simplesmente digitalizar um exercício, as intervenções o reestruturavam como uma atividade lúdica e interativa, como jogos de memória, *trivia*, arrastar e soltar, ou desafios de simulação.

Outra técnica comum foi o uso de avatares, mascotes virtuais (*digital pets*) e narrativas. Em várias aplicações, as crianças podiam escolher, personalizar e cuidar de um personagem ou mascote (E3 de Johnson *et al.* [47] e E7 de Vithana *et al.* [86]), cuja evolução ou bem-estar estava diretamente ligado à conclusão das atividades terapêuticas (E3 de Johnson *et al.* [47]). A criação de um tema visual coeso, como um universo de fantasia ou *anime*, também foi utilizada para aumentar a imersão (E3 de Johnson *et al.* [47]).

A progressão por meio de níveis de dificuldade crescente ou o desbloqueio de novos conteúdos ou “mundos” foi outra técnica recorrente, criando um senso de jornada e domínio (E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45], E6 de Jain *et al.* [44] e E7 de Vithana *et al.* [86]). Técnicas menos comuns, mas relevantes, também foram identificadas, incluindo o uso de RA para sobrepor elementos de jogo à realidade física (E1 de France *et al.* [30]), a oferta de personalização da interface (música, cores de fundo) (E2 de Demir [92] e E7 de Vithana *et al.* [86]) e a integração de sistemas de dicas para guiar a criança quando necessário (E6 de Jain *et al.* [44]).

5.3 Efetividade Reportada das Intervenções

Dos 8 artigos incluídos na síntese, 7 reportaram resultados positivos relacionados ao aumento do engajamento, interesse, motivação ou adesão das crianças às atividades propostas (E1 de France *et al.* [30], E2 de Demir [92], E3 de Johnson *et al.* [47], E4 de Cordioli *et al.* [20], E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45], E6 de Jain *et al.* [44] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]). Embora a metodologia de avaliação variasse entre os estudos (de testes formais a observações de protótipos), a percepção de eficácia foi um tema consistente.

Os resultados positivos descritos incluíram: aumento significativo no foco das crianças durante sessões de terapia ABA e aceleração na conclusão de objetivos terapêuticos (E4 de Cordioli *et al.* [20]); maior independência, motivação e prazer durante a escovação de dentes (E1 de France *et al.* [30]); e entusiasmo explícito durante testes de protótipos, com crianças verbalizando o desejo de continuar usando o aplicativo (E3 de Johnson *et al.* [47]; E8 de Zulkifli *et al.* [91]). As avaliações formais, quando realizadas, apontaram para altas pontuações na dimensão de “engajamento” de escalas de qualidade de aplicativos (E3 de Johnson *et al.* [47]). O estudo restante não reportou resultados de efetividade com usuários finais, pois seu foco era a descrição técnica de um sistema ainda em desenvolvimento, sem um estudo de intervenção concluído (E7 de Vithana *et al.* [86]).

6 DISCUSSÃO

Esta seção interpreta os resultados apresentados, discute suas implicações para a prática e para futuras pesquisas, e reconhece as limitações da base de evidências analisada.

6.1 Síntese dos Principais Achados

Esta RSL identificou que um conjunto específico de técnicas de gamificação — notadamente baseadas em recompensas, *feedback* de progresso e narrativas visuais — é frequentemente aplicado para aumentar o interesse de crianças em aplicativos terapêuticos e educacionais. A estratégia central consiste em transformar tarefas repetitivas ou desafiadoras em um ciclo motivacional de “ação-*feedback*-recompensa”, encapsulado em um ambiente de minijogo. Os achados indicam consistentemente que a implementação dessas técnicas é bem-recebida pelas crianças, resultando em um aumento percebido no engajamento e na adesão às atividades.

6.2 Interpretação dos Resultados e Comparação com a Literatura

A proeminência de técnicas como pontos, emblemas e níveis pode ser atribuída tanto à relativa simplicidade de implementação técnica quanto à sua eficácia em fornecer reforço extrínseco imediato, alinhando-se com princípios comportamentais frequentemente utilizados em intervenções pediátricas. Esses elementos tornam o progresso tangível e fornecem gratificação instantânea, um fator poderoso para manter a atenção infantil.

Observa-se um padrão onde a escolha da técnica parece se alinhar à natureza da tarefa terapêutica. Por exemplo, a realidade aumentada foi aplicada em um contexto de habilidade motora (E1 de France *et al.* [30]), uma vez que a sobreposição de elementos visuais no mundo real é intuitiva. Por outro lado, formatos de *quiz* e *trivia* foram utilizados para tarefas de aprendizado cognitivo (E2 de Demir [92], E5 de Jaramillo-Alcázar *et al.* [45] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]), já que a estrutura de pergunta e resposta se encaixa naturalmente. Isso sugere que a eficácia da gamificação não reside apenas na aplicação de elementos genéricos, mas na sua integração inteligente com os objetivos da terapia.

Enquanto a maioria das técnicas se baseia em motivação extrínseca, elementos como a personalização de avatares e o cuidado com mascotes virtuais (E3 de Johnson *et al.* [47] e E7 de Vithana *et al.* [86]) visam fortalecer a motivação intrínseca. Ao permitir que a criança crie uma conexão emocional com um personagem ou com o universo do jogo, esses elementos fomentam um senso de pertencimento e propósito que transcende a simples coleta de pontos. O sucesso dessas abordagens nos estudos sugere que as intervenções mais eficazes provavelmente combinam ambos os tipos de motivação.

6.3 Implicações Práticas

Para desenvolvedores de *software* e terapeutas, os achados sugerem que a incorporação de um ciclo claro de “ação-*feedback*-recompensa” é uma estratégia central para o *design* de aplicativos terapêuticos eficazes. A implementação deve ir além de uma simples pontuação, utilizando elementos visuais e sonoros para celebrar as conquistas da criança.

A utilização de mascotes virtuais emergiu como uma abordagem promissora (E3 de Johnson *et al.* [47] e E7 de Vithana *et al.* [86]), pois combina progressão a longo prazo (evolução do mascote) com engajamento a curto prazo (cuidar do mascote). Terapeutas podem usar a relação da criança com o mascote como um ponto de conexão para discutir o progresso e os objetivos terapêuticos.

Além disso, a integração da própria atividade terapêutica como a mecânica principal do jogo (como a escovação controlando a ação no estudo E1 de France *et al.* [30] ou a fala como interação principal no estudo E7 de Vithana *et al.* [86]) parece ser mais eficaz do que simplesmente oferecer um jogo como recompensa após a conclusão de uma tarefa. Isso garante que a prática terapêutica seja inerentemente divertida, em vez de um pré-requisito para a diversão.

As implicações práticas desta revisão transcendem a mera listagem de técnicas; o investimento tecnológico deve se concentrar em permitir a fácil personalização e evolução dos elementos de motivação, garantindo que os aplicativos mantenham a relevância para a criança ao longo de meses ou anos de terapia. Para os terapeutas, o ciclo “ação-*feedback*-recompensa” eficaz demanda a criação de mecanismos digitais que capturem dados de desempenho em tempo real e os traduzam em indicadores visuais e sonoros de progresso, permitindo que o profissional use a plataforma gamificada não apenas como ferramenta de engajamento, mas como um painel de controle clínico para ajustar intervenções. Desta forma, a gamificação deixa de ser um aditivo lúdico e se estabelece como um componente estrutural que maximiza a eficácia e a adesão de longo prazo.

6.4 Limitações dos Estudos e da Revisão

É importante reconhecer as limitações da base de evidências analisada. Uma limitação notável é o tamanho reduzido das amostras na maioria dos estudos experimentais. Vários achados positivos provêm de testes de usabilidade com menos de 10 participantes (E3 de Johnson *et al.* [47] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]), o que, embora útil para o *design*, limita a generalização dos resultados de eficácia.

Adicionalmente, a maioria das intervenções teve curta duração (geralmente entre quatro e cinco semanas, como visto nos estudos E1 de France *et al.* [30] e E2 de Demir [92]), o que impede conclusões robustas sobre a manutenção do engajamento a longo prazo. O efeito novidade pode desempenhar um papel significativo no interesse inicial, e não está claro se as técnicas aplicadas seriam suficientes para sustentar a motivação por meses ou anos.

Outra limitação é a heterogeneidade das metodologias e a ausência de grupos de controle em vários dos *designs* de estudo (E1 de France *et al.* [30], E3 de Johnson *et al.* [47] e E8 de Zulkifli *et al.* [91]). Isso torna difícil atribuir os resultados positivos unicamente à intervenção gamificada, em detrimento de outros fatores, como a maior atenção recebida pela criança durante o estudo. Finalmente, alguns artigos, embora descrevendo a aplicação como “gamificada” (E4 de Cordioli *et al.* [20]), forneceram detalhes limitados sobre as mecânicas específicas empregadas, dificultando uma análise mais profunda.

Uma limitação notável desta RSL reside no escopo da busca e inclusão, que excluiu intencionalmente estudos focados primariamente em intervenções de saúde mental, a não ser que estivessem

integrados a tarefas terapêuticas cognitivas ou de desenvolvimento motor que fossem tivessem elementos de gamificação como foco principal. Embora a gamificação seja amplamente aplicada neste campo. Consequentemente, as conclusões desta RSL podem não ser diretamente generalizáveis para o *design* de aplicativos gamificados voltados para o manejo de sintomas puramente emocionais ou psiquiátricos.

Uma segunda limitação metodológica refere-se à restrição da busca a publicações de acesso aberto. Embora essa escolha tenha sido feita para garantir a total transparência e replicabilidade dos achados, reconhecemos que ela pode ter introduzido um viés de publicação. Consequentemente, é possível que estudos relevantes, publicados em periódicos de assinatura ou em anais de conferências de alto impacto, não tenham sido incluídos na análise, o que pode limitar a abrangência geral dos resultados.

7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Esta RSL demonstrou que a gamificação em aplicativos móveis é um recurso promissor e eficaz para apoiar crianças em atividades terapêuticas e educacionais. Diante de um cenário em que o uso de dispositivos móveis por crianças é uma realidade consolidada, os estudos analisados evidenciam que a aplicação de técnicas como sistemas de recompensa, *feedback* de progresso e narrativas visuais com avatares constitui uma estratégia eficaz para aumentar o engajamento infantil. Os achados indicam que a gamificação pode agregar valor significativo à educação, à saúde e à qualidade de vida, transformando tarefas potencialmente desafiadoras em experiências mais atrativas e prazerosas.

Apesar dos resultados promissores, a análise da literatura apontou direções claras para pesquisas futuras. Uma prioridade é o aprofundamento das necessidades de populações específicas, como crianças com distúrbios da fala, visando à personalização de aplicativos para otimizar o foco e a motivação em atividades terapêuticas.

No âmbito da inovação tecnológica, pesquisas futuras devem focar no desenvolvimento de modelos e *frameworks* de *design* padronizados para a gamificação em saúde. Tais estruturas são essenciais para criar diretrizes que permitam integrar módulos de gamificação de maneira eficiente, escalável e eticamente responsável, garantindo que o foco permaneça nos objetivos terapêuticos. Essa padronização poderá transformar a gamificação de uma coleção de técnicas isoladas em uma disciplina aplicada e validada na intervenção clínica.

Para validar a eficácia das intervenções a longo prazo, é crucial a condução de ensaios clínicos randomizados com amostras maiores e períodos de acompanhamento mais extensos para avaliar a sustentabilidade do engajamento. Adicionalmente, investigações que comparem a eficácia de diferentes combinações de técnicas de gamificação seriam de grande valor. Um exemplo seria um estudo que contraste um aplicativo baseado em recompensas extrínsecas (pontos) com outro focado em motivação intrínseca (narrativa e avatar), para determinar qual abordagem gera maior adesão em diferentes perfis de crianças.

Finalmente, esta revisão identificou uma lacuna na literatura sobre contextos terapêuticos menos explorados, como a gagueira. Embora um estudo tenha abordado a área (E7 de Vithana *et al.* [86]), ainda faltam dados de intervenção robustos. Portanto, pesquisas

futuras devem se dedicar ao desenvolvimento e à validação de intervenções gamificadas sob medida para as necessidades únicas dessas populações, ampliando assim o alcance e a eficácia da tecnologia móvel.

ACKNOWLEDGMENTS

Os autores agradecem o apoio da FAPESP (2024/15912-0) e da Pró-Reitoria de Graduação por meio do programa PUB.

REFERÊNCIAS

- [1] Naseem Ahmadpour, Madeleine Keep, Anna Janssen, Ashraf Rouf, and Michael Marthick. 2020. Design Strategies for Virtual Reality Interventions for Managing Pain and Anxiety in Children and Adolescents: Scoping Review. *JMIR Serious Games* 8, 1 (2020), e14565. <https://doi.org/10.2196/14565>
- [2] ALES DIGITAL | ASSEMBLEIA LEGISLATIVA - ES: Panorama Mobile Time/Opinion Box - Crianças e smartphones no Brasil 2021. <https://criancaeconsumo.org.br/wp-content/uploads/2022/06/panorama-criancassmart-out21-ok.pdf>
- [3] ALES DIGITAL | ASSEMBLEIA LEGISLATIVA - ES: Panorama Mobile Time/Opinion Box - Crianças e smartphones no Brasil 2022. <https://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/EXT/202411131728184211015VLVX5.pdf>
- [4] Ghazayil Alkhalifah, Felwah Alqahtani, and Rita Orji. 2020. Towards Mobile Applications for Co-Monitoring Children's Health Condition. In *2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. 1–8. <https://doi.org/10.1109/SeGAH49190.2020.9201893>
- [5] Asam Almohamed, Arindam Dey, Jinglan Zhang, and Dhaval Vyas. 2019. Extended Reality for Refugees: Pragmatic Ideas through Ethnographic Research with Refugees in Australia. In *2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. 422–425. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00046>
- [6] Fábio Junior Alves, Emerson Assis De Carvalho, Juliana Aguiar, Lucelmo Lacerda De Brito, and Guilherme Sousa Bastos. 2020. Applied Behavior Analysis for the Treatment of Autism: A Systematic Review of Assistive Technologies. *IEEE Access* 8 (2020), 118664–118672. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3005296>
- [7] Sajjad Ansari, Hira Banerjee, Rajlakshmi Guha, and Jayanta Mukhopadhyay. 2020. Improving the readability of dyslexic learners with mobile game-based sight-word training. In *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. 287–289. <https://doi.org/10.1109/ICALT49669.2020.00093>
- [8] H. Arabian, N. Ding, J. Geoff Chase, and K. Moeller. 2023. Fourier Series Model for Facial Feature Point Land-Marking. *IFAC-PapersOnLine* 56, 2 (2023), 7354–7358. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.350> 22nd IFAC World Congress.
- [9] Rosa Maria Baños, Laura-Maria Peltonen, Blaine Martin, and Ekaterina Koledova. 2023. An Augmented Reality Mobile App (Easypod AR) as a Complementary Tool in the Nurse-Led Integrated Support of Patients Receiving Recombinant Human Growth Hormone: Usability and Validation Study. *JMIR Nursing* 6 (21 Apr 2023), e44355. <https://doi.org/10.2196/44355>
- [10] Peivand Bastani, Nithin Manchery, Mahnaz Samadbeik, Diep Hong Ha, and Loc Giang Do. 2022. Digital Health in Children's Oral and Dental Health: An Overview and a Bibliometric Analysis. *Children* 9, 7 (2022). <https://doi.org/10.3390/children9071039>
- [11] Zeeshan Bhatti, Maymoona Bibi, and Naila Shabbir. 2020. Augmented Reality based Multimedia Learning for Dyslexic Children. In *2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*. 1–7. <https://doi.org/10.1109/iCoMET48670.2020.9073879>
- [12] Sinthia Bosnic-Anticevich, Nawar D. Bakerly, Henry Chrystyn, Mark Hew, and Job van der Palen. 2023. Advancing Digital Solutions to Overcome Longstanding Barriers in Asthma and COPD Management. *Patient Preference and Adherence* 17 (2023), 259–272. <https://doi.org/10.2147/PPA.S385857>
- [13] J. N. Bress, A. Falk, M. M. Schier, et al. 2024. Efficacy of a mobile app-based intervention for young adults with anxiety disorders: A randomized clinical trial. *JAMA Network Open* 7, 8 (2024), e2428372. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.28372>
- [14] M. Bressler, J. Merk, T. Gohlke, F. Kayali, A. Daigeler, J. Kolbenschlag, and C. Prahm. 2024. A virtual reality serious game for the rehabilitation of hand and finger function: Iterative development and suitability study. *JMIR Serious Games* 12 (2024), e54193. <https://doi.org/10.2196/54193>
- [15] T. A. Bui, M. Pohl, C. Rosenfelt, T. Ogourtsova, M. Yousef, K. Whitlock, A. Majnemer, D. Nicholas, C. Demmans Epp, O. Zaiane, and F. V. Bolduc. 2022. Identifying potential gamification elements for a new chatbot for families with neurodevelopmental disorders: User-centered design approach. *JMIR Human Factors* 9, 3 (2022), e31991. <https://doi.org/10.2196/31991>
- [16] Manasvi Singh Chauhan, Isha Raghav, Vivekanand Jha, Khushi Singh, and Ankita Kumari. 2024. Exploring Technological Interventions for Dyslexia Across Multilingual Contexts. In *2024 International Conference on Electrical Electronics and Computing Technologies (ICEECT)*, Vol. 1. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICEECT61758.2024.10739023>
- [17] Tianjiao Chen, Jingyi Ou, Gege Li, and Heng Luo. 2024. Promoting mental health in children and adolescents through digital technology: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology* Volume 15 - 2024 (2024). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1356554>
- [18] Hae Chung and Jang Ko. 2023. Augmented Reality-based Educational Content Application Development. *Journal of Mobile Multimedia* (05 2023). <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.1945>
- [19] Martha Susana Contreras-Ortiz, Plinio Puello Marrugo, and Julio Cesar Rodriguez Ribón. 2023. E-Learning Ecosystems for People With Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *IEEE Access* 11 (2023), 49819–49832. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3277819>
- [20] Matteo Cordioli, Laura Delfino, Alessia Romani, Elisa Mortini, and Pier Luca Lanzi. 2024. A Gamified Framework to Assist Therapists with the ABA Therapy for Autism. In *2024 IEEE Gaming, Entertainment, and Media Conference (GEM)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/GEM61861.2024.10585392>
- [21] Andrés Eduardo Fuentes Cortázar, José Rafael Rojano Cáceres, and Teresita de Jesús Álvarez Robles. 2022. A Systematic mapping review on design guides for mobile graphical interfaces focused on deaf users. In *2022 International Conference on Inclusive Technologies and Education (CONTIE)*. 1–5. <https://doi.org/10.1109/CONTIE56301.2022.10004385>
- [22] Cristina Mamédio da Costa Santos, Cibele Andruccioli de Mattos Pimenta, and Moacyr Roberto Cuce Nobre. 2007. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev. Lat. Am. Enfermagem* 15, 3 (May 2007), 508–511.
- [23] O. De-Jongh González, C. Tugault-Lafleur, E. Buckler, J. Hamilton, J. Ho, A. Buchholz, K. Morrison, G. Ball, and L. Mâsse. 2022. The Aim2Be mHealth intervention for children with overweight or obesity and their parents: Person-centered analyses to uncover digital phenotypes. *Journal of Medical Internet Research* 24, 6 (2022), e35285. <https://doi.org/10.2196/35285>
- [24] Hanieh Dehghani. 2019. The effectiveness of a mobile application "Kalcil" on the learning of mathematics in students with dyscalculia. In *2019 International Serious Games Symposium (ISGS)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISGS49501.2019.9047035>
- [25] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. 2011. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (Tampere, Finland) (*MindTrek '11*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- [26] Evelien Dietvorst, Michelle A Aukes, Jeroen S Legerstee, Annabel Vreeker, Michal M Hrehovcsik, Loes Keijsers, and Manon H J Hillegers. 2022. A Smartphone Serious Game for Adolescents (Grow It! App): Development, Feasibility, and Acceptance Study. *JMIR Form Res* 6, 3 (3 Mar 2022), e29832. <https://doi.org/10.2196/29832>
- [27] Evelien Dietvorst, Lianne P. de Vries, Stephanie van Eijl, Esther Mesman, Jeroen S. Legerstee, Loes Keijsers, Manon H. J. Hillegers, and Annabel Vreeker. 2024. Effective elements of eHealth interventions for mental health and well-being in children and adolescents: A systematic review. *DIGITAL HEALTH* 10 (2024), 20552076241294105. <https://doi.org/10.1177/20552076241294105> arXiv:https://doi.org/10.1177/20552076241294105 PMID: 38766361
- [28] Pierpaolo Dondio, Mariana Rocha, Attracta Brennan, Avo Schönbohm, Francesca de Rosa, Antti Koskinen, and Francesco Bellotti (Eds.). [n. d.]. *Games and Learning Alliance*. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 14309.
- [29] G. Ferrante, A. Licari, G. L. Marseglia, and S. La Grutta. 2021. Digital health interventions in children with asthma. *Clinical and Experimental Allergy* 51, 2 (2021), 212–220. <https://doi.org/10.1111/cea.13793>
- [30] Katherine France, Olivia Urquhart, Eugene Ko, Juliana Gomez, Maria Ryan, Matilde Hernandez, Marta Gabinskiy, Patricia M. Corby, and Mark S. Wolff. 2024. A Pilot Study Exploring Caregivers' Experiences Related to the Use of a Smart Toothbrush by Children with Autism Spectrum Disorder. *Children* 11, 4 (2024). <https://doi.org/10.3390/children11040460>
- [31] Beatriz Franco-Arellano, Jacqueline Marie Brown, Quinn Daggett, Courtney Lockhart, Bill Kapralos, Ann LeSage, and JoAnne Arcand. 2024. Updating the Foodbot Factory serious game with new interactive engaging features and enhanced educational content. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 49, 1 (2024), 52–63. <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0214> arXiv:https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0214 PMID: 37905542.
- [32] Gamification Statistics and Future Trends [n. d.]. <https://www.nudgenow.com/blogs/gamification-stats-enhancing-learning>
- [33] Miguel A. García-Ruiz and Pedro C. Santana-Mancilla. 2020. Towards a usable serious game app to support children's language therapy. In *Proceedings of the IX Latin American Conference on Human Computer Interaction* (Panama City, Panama) (*CLIHIC '19*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 17, 4 pages. <https://doi.org/10.1145/3358961.3358978>
- [34] Yaroslav Getman, Nhan Phan, Ragheb Al-Ghezi, Ekaterina Voskoboinik, Mittul Singh, Tamás Grósz, Mikko Kurimo, Giampiero Salvi, Torbjørn Svendsen, Sofia

- Strömbergsson, Anna Smolander, and Sari Ylinen. 2023. Developing an AI-Assisted Low-Resource Spoken Language Learning App for Children. *IEEE Access* 11 (2023), 86025–86037. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3304274>
- [35] Parijat Ghosh, Rachel Proffitt, K. Taylor Bosworth, Richelle J. Koopman, Lauren Flowers, Gwen Wilson, Aneesh K. Tosh, and Amy S. Braddock. 2024. mHealth app features that facilitate adolescent use for lifestyle management, and are endorsed by caregivers and health care providers. *mHealth* 10, 0 (2024). <https://mhealth.amegroups.org/article/view/126212>
- [36] Hanfei Gu et al. 2024. A systematic literature review of multimedia technology-based interventions for self-management in T1D children: Classification, trends, challenges, and future directions. *International Journal of E-Health and Medical Communications* 16, 1 (2024), 1–27. <https://doi.org/10.4018/IJEHMC.368150>
- [37] K. Gustmann, M. M. de Figueirêdo, M. D. Cano, and J. E. de A. Queiroz. 2024. Jogos Sérios como ferramenta de capacitação da Atenção Primária. *Journal of Health Informatics* (2024). <https://doi.org/10.59681/2175-4411.v16.iEspecial.2024.1265>
- [38] Juho Hamari, Jonna Koivisto, and Harri Sarsa. 2014. Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- [39] R. W. Hennessy, D. Rumble, M. Christian, D. A. Brown, and Z. Trost. 2020. A graded exposure, locomotion-enabled virtual reality app during walking and reaching for individuals with chronic low back pain: Cohort gaming design. *JMIR Serious Games* 8, 3 (2020), e17799. <https://doi.org/10.2196/17799>
- [40] Tanja Heumos and Michael Kickmeier-Rust. 2020. Using Game-Based Training to Reduce Media Induced Anxiety in Young Children – A Pilot Study on the Basis of a Game-Based app (MARTY). *Electronic Journal of e-Learning* 18 (07 2020). <https://doi.org/10.34190/EJEL.20.18.3.001>
- [41] John M Hollier, Tiantá A Strickland, C Michael Fordis, Robert J Shulman, and Debbie Thompson. 2024. Expert review of child and caregiver critiques of a therapeutic guided imagery therapy mobile application targeting disorders of gut–brain interaction in children. *DIGITAL HEALTH* 10 (2024), 20552076241245376. <https://doi.org/10.1177/20552076241245376> arXiv:<https://doi.org/10.1177/20552076241245376>
- [42] John M Hollier, Tiantá A Strickland, C Michael Fordis, Miranda AL van Tilburg, Robert J Shulman, and Debbie Thompson. 2023. Children's and Caregivers' Review of a Guided Imagery Therapy Mobile App Designed to Treat Children With Functional Abdominal Pain Disorders: Leveraging a Mixed Methods Approach With User-Centered Design. *JMIR Form Res* 7 (19 Apr 2023), e41321. <https://doi.org/10.2196/41321>
- [43] Deyby Huamanchahua, Rodrigo Carrillo-Valverde, Alonso Delgado-Lorino, Paolo Maldonado-Hurtado, Eder Vilcacure-Camasca, Darybeth Nanquen-Bengoa, Jhossy Vargas-Saldaña, and Christopher Zarate-Quintanilla. 2022. Educational Augmented Reality Serious Games for People with Developmental Disabilities: A Brief Review of the Research Literature. In *2022 IEEE 13th Annual Ubiquitous Computing, Electronics Mobile Communication Conference (UEMCON)*. 0217–0222. <https://doi.org/10.1109/UEMCON54665.2022.9965733>
- [44] Hetvi Jain, Devanshi Jhaveri, Aditi Deo, and Abhijit Joshi. 2023. MILAP: A Gamified System To Ease Conversations For ASD. 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICACTA58201.2023.10393447>
- [45] Angel Jaramillo-Alcázar, José Arias, Israel Albornoz, Alex Alvarado, and Sergio Luján-Mora. 2022. Method for the Development of Accessible Mobile Serious Games for Children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, 7 (2022). <https://doi.org/10.3390/ijerph19073844>
- [46] Miguel Jimeno, Pedro Wightman, Augusto Salazar, Lucy García, and Jose Capacho. 2020. Video games development as an opportunity for social impact. In *2020 IEEE Games, Multimedia, Animation and Multiple Realities Conference (GMAX)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/GMAX49668.2020.9256831>
- [47] Rowan W Johnson, Becky K White, Daniel F Gucciardi, Noura Gibson, and Sian A Williams. 2022. Intervention Mapping of a Gamified Therapy Prescription App for Children With Disabilities: User-Centered Design Approach. *JMIR Pediatr Parent* 5, 3 (9 Aug 2022), e34588. <https://doi.org/10.2196/34588>
- [48] Anneliene H. Jonker, Tim Buckinx, Lucia Pannese, Paulien Klap, José-Alain Sahel, and Marc Dooms. 2024. Lessons learned from the RE(ACT) conference on medical devices for rare diseases. *European Journal of Medical Genetics* 72 (2024), 104976. <https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2024.104976>
- [49] K. A. Kang, H. H. Kim, S. J. Kim, I. H. Song, M. J. Lee, S. Y. Lee, S. R. Han, K. H. Lee, S. W. Kim, H. R. Nam, M. N. Park, H. M. Lee, and H. J. Yoon. 2024. Effectiveness of a healthy lifestyle program based on a mobile serious game for childhood cancer survivors: A quasi-randomized trial. *Journal of Pediatric Nursing* 77 (2024), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2024.03.006>
- [50] Ruchira Kariyawasam, Madhuka Nadeeshani, Tuan Hamid, Inisha Subasinghe, and Pasangi Ratnayake. 2019. A Gamified Approach for Screening and Intervention of Dyslexia, Dysgraphia and Dyscalculia. In *2019 International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*. 156–161. <https://doi.org/10.1109/ICAC49085.2019.9103336>
- [51] Ruchira Kariyawasam, Madhuka Nadeeshani, Tuan Hamid, Inisha Subasinghe, Pradeepa Samarasinghe, and Pasangi Ratnayake. 2019. Pubudu: Deep Learning Based Screening And Intervention of Dyslexia, Dysgraphia And Dyscalculia. In *2019 14th Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*. 476–481. <https://doi.org/10.1109/ICIIS47346.2019.9063301>
- [52] Maximilian Karthan, Daniel Hieber, Rüdiger Pryss, and Johannes Schobel. 2023. Developing a Gamification-Based mHealth Platform to Support Orofacial Myofunctional Therapy for Children. In *2023 IEEE 36th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*. 169–172. <https://doi.org/10.1109/CBMS58004.2023.00211>
- [53] Ho Heon Kim, Jae Il An, and Yu Rang Park. 2021. A Prediction Model for Detecting Developmental Disabilities in Preschool-Age Children Through Digital Biomarker-Driven Deep Learning in Serious Games: Development Study. *JMIR Serious Games* 9, 2 (4 Jun 2021), e23130. <https://doi.org/10.2196/23130>
- [54] R.M.I.S Kumarasingha, D.M.C.L.B Dissanayake, P.S.R Pathirathne, K.M.M.Y.S Ranathunga, Samantha Rajapakshe, and Vindhya Kalapuge. 2023. Early Detection and Effective Treatment for ADHD using Machine Learning for Sri Lankan Children. In *2023 5th International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*. 603–608. <https://doi.org/10.1109/ICAC60630.2023.10417508>
- [55] Sonia Morejon Labrada, Elizabeth Martinez Fonseca, and Johann M. Marquez-Barja. 2024. Requirement System for the Interface Design of Applications for Children with Neurodevelopmental Disorders. In *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 1–9. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578799>
- [56] Byron Lai, Drew Davis, Mai Narasaki-Jara, Betsy Hopson, Danielle Powell, Marissa Gowey, Brandon G Rocque, and James H Rimmer. 2020. Feasibility of a Commercially Available Virtual Reality System to Achieve Exercise Guidelines in Youth With Spina Bifida: Mixed Methods Case Study. *JMIR Serious Games* 8, 3 (3 Sep 2020), e20667. <https://doi.org/10.2196/20667>
- [57] A. Lawitschka, S. Buehrer, D. Bauer, K. Peters, M. Silbernagl, N. Zubarovskaya, B. Brunmair, F. Kayali, H. Hlavacs, R. Mateus-Berr, D. Riedl, G. Rumpold, and C. Peters. 2020. A Web-Based Mobile App (INTERACCT App) for Adolescents Undergoing Cancer and Hematopoietic Stem Cell Transplantation Aftercare to Improve the Quality of Medical Information for Clinicians: Observational Study. *JMIR mHealth and uHealth* 8, 6 (2020), e18781. <https://doi.org/10.2196/18781>
- [58] Daehyoung Lee. 2021. Knowledge Gaps in Mobile Health Research for Promoting Physical Activity in Adults With Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Psychology* 12 (2021). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635105>
- [59] S. H. Li, M. R. Achilles, S. Spanos, S. Habak, A. Werner-Seidler, and B. O'Dea. 2022. A cognitive behavioural therapy smartphone app for adolescent depression and anxiety: Co-design of ClearlyMe. *The Cognitive Behaviour Therapist* 15 (2022), e13. <https://doi.org/10.1017/S1754470X22000095>
- [60] S. Litvin, R. Saunders, P. Jefferies, H. Seely, P. Pössel, and S. Lüttke. 2023. The Impact of a Gamified Mobile Mental Health App (eQuoo) on Resilience and Mental Health in a Student Population: Large-Scale Randomized Controlled Trial. *JMIR Mental Health* 10 (2023). <https://doi.org/10.2196/47285>
- [61] T. Luna-Marin, Y. Marin-Guamán, A. Pérez-Muñoz, A. Parra-Astudillo, Y. Robles-Bykbaev, V. Robles-Bykbaev, and K. González-Arias. 2020. An intelligent ecosystem based on robotic assistants, rule-based reasoning and serious games to support early stimulation activities for children from low-income families. In *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149480>
- [62] Khoshnoodifar M, Ashouri A, and Taheri M. 2023. Effectiveness of Gamification in Enhancing Learning and Attitudes: A Study of Statistics Education for Health School Students. *J Adv Med Educ Prof* 4 (2023), 230–239. <https://doi.org/10.30476/JAMP.2023.98953.1817>
- [63] Ebrahim Mahmoudi, Paul Yejong Yoo, Ananya Chandra, Roberta Cardoso, Carlos Denner Dos Santos, Annette Majnemer, and Keiko Shikako. 2024. Gamification in Mobile Apps for Children With Disabilities: Scoping Review. *JMIR Serious Games* 12 (6 Sep 2024), e49029. <https://doi.org/10.2196/49029>
- [64] P. Marti, G. Teverini, C. Goracci, and L. Franchi. 2024. Gamification of orthodontic treatment with personalised facemasks: Enhancing patient compliance through playful engagement. *Future Internet* 16, 12 (2024), 446. <https://doi.org/10.3390/fi16120446>
- [65] A. Martinez-Millana, H. Michalsen, V. Berg, A. Anke, S. Gil Martinez, M. Muzny, J. C. Torrado Vidal, J. Gomez, V. Traver, L. Jaccheri, and G. Hartvigsen. 2022. Motivating physical activity for individuals with intellectual disability through indoor bike cycling and exergaming. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, 5 (2022), 2914. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052914>
- [66] David Michael and Sande Chen. 2006. Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. (01 2006).
- [67] Hamide Mohammadinasab, Mohammadali Mazaheri, Morteza Rezaeizade, and Mahmood Heydari. 2020. The effectiveness of ABFT-Based Parenting Training via Cell Phone on parent-adolescent conflict: a single case study. In *2020 International Serious Games Symposium (ISGS)*. 107–114. <https://doi.org/10.1109/ISGS51981.2020.9375430>
- [68] Hanna Mytsyk and Alona Babichenko. 2024. THE USE OF GAMIFICATION IN THE PREVENTION OF DYSLEXIA OF CHILDREN IN PRESCHOOL AGE. *Information Technologies and Learning Tools* 99, 1 (Feb. 2024), 16–27. <https://doi.org/10.33407/itlt.v99i1.5284>

- [69] Piumi Nisansala and Achini Morawaka. 2019. ATHWEL: Gamification Supportive Tool for Special Educational Centers in Sri Lanka. In *2019 14th Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*. 446–451. <https://doi.org/10.1109/ICIIS47346.2019.9063274>
- [70] Zandantsetseg Orgil, Anitra Karthic, Nora Bell, Lisa Heisterberg, Sara Williams, Lili Ding, Susmita Kashikar-Zuck, Christopher King, and Vanessa Olbrecht. 2023. Feasibility and Acceptability of Biofeedback-Based Virtual Reality System Use in Children and Adolescents Undergoing Surgery: Phase 1 of a Pilot Observational Study (Preprint). *JMIR Perioperative Medicine* 7 (06 2023). <https://doi.org/10.2196/48959>
- [71] João Antonio Campos Panceri, Éberte Freitas, Josiany Carlos de Souza, Sheila da Luz Schneider, Eliete Caldeira, and Teodiano Freire Bastos. 2021. A New Socially Assistive Robot with Integrated Serious Games for Therapies with Children with Autism Spectrum Disorder and Down Syndrome: A Pilot Study. *Sensors* 21, 24 (2021). <https://doi.org/10.3390/s21248414>
- [72] Vinay Kumar Pandey, Vinayak Majhi, Sudip Paul, and Shruti Jain. 2024. Gamifying Therapy: A New Approach to Modern Therapeutics. *Procedia Computer Science* 235 (2024), 2043–2055. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.194>
- [73] C. Peuters, L. Maenhout, G. Cardon, A. De Paepe, A. DeSmet, E. Lauwerier, K. Leta, and G. Crombez. 2024. A mobile healthy lifestyle intervention to promote mental health in adolescence: A mixed-methods evaluation. *BMC Public Health* 24, 1 (2024), 44. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17260-9>
- [74] G.S. Rajshekar Reddy and Lingaraju G.M. 2020. A Brain-Computer Interface and Augmented Reality Neurofeedback to Treat ADHD: A Virtual Telekinesis Approach. In *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. 123–128. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00045>
- [75] L. R. Ramos Aguiar, F. J. Álvarez Rodríguez, J. R. Madero Aguilar, V. Navarro Plascencia, L. M. Peña Mendoza, J. R. Quintero Valdez, J. R. Vázquez Pech, A. Mendiceta Leon, and L. E. Lazcano Ortiz. 2023. Implementing Gamification for Blind and Autistic People with Tangible Interfaces, Extended Reality, and Universal Design for Learning: Two Case Studies. *Applied Sciences* 13, 5 (2023), 3159. <https://doi.org/10.3390/app13053159>
- [76] R. S. Sandeep, G. S. Umairubagam, S. D. V. Raj, D. Anbarasu, and M. Ravikumar. 2024. Enhancing visual perception in children ages 4–12 years: A systematic review of technology-based interventions. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 18, 7 (2024), KC06–KC13. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2024/70325/19682>
- [77] J. Andrés Sandoval-Bringas, Rafael Cosío Castro, Mónica A. Carreño-León, Alejandro Leyva Carrillo, Italia Estrada Cota, and Andrea Sandoval-Carreño. 2021. Development of a gamified mobile application to learn Braille symbols. (2021), 12–17. <https://doi.org/10.1109/CONTIE54684.2021.00011>
- [78] Cristina Célia De Almeida Pereira Santana, Ana Tereza Vaz De Souza Freitas, Gilson Oliveira Barreto, Igor Sousa De Avelar, Renata Mazaro-Costa, Gina Nolêto Bueno, Diuly Caroline Ribeiro, Gabriela Damasceno Silva, and Alessandra Vitorino Naghettini. 2020. Serious Game on a Smartphone for Adolescents Undergoing Hemodialysis: Development and Evaluation. *JMIR Serious Games* 8, 3 (14 Sep 2020), e17979. <https://doi.org/10.2196/17979>
- [79] Siti Nur Sarah Abu Bakar, Noor Hafizah Mahamarowi, and Safinaz Mustapha. 2022. Game-Based Learning as a Teaching and Learning Tool for Dyslexic Children. In *2022 IEEE 10th Conference on Systems, Process Control (ICSPC)*. 50–55. <https://doi.org/10.1109/ICSPC55597.2022.10001824>
- [80] Naila Shabbir, Zeeshan Bhatti, and Dil Nawaz Hakro. 2019. Serious Game User Interface Design Rules for dyslexic children. In *2019 13th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/MACS48846.2019.9024786>
- [81] J. S. Silk, G. Pramana, S. L. Sequeira, O. Lindhiem, P. C. Kendall, D. Rosen, and B. Parmanto. 2020. Using a smartphone app and clinician portal to enhance brief cognitive behavioral therapy for childhood anxiety disorders. *Behavior Therapy* 51, 1 (2020), 69–84. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2019.05.002>
- [82] Nayeth Solorzano, Lissenia Sornoza, Michael Arce, Josue Tomala, and Mercedes Mawyin. 2024. Design of a Technological Platform for Teaching Children's Musical Initiation Using Gamification. In *2024 4th Interdisciplinary Conference on Electrics and Computer (INTCEC)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/INTCEC61833.2024.10603191>
- [83] Sophia C. Steinhäusser, Anna Riedmann, Max Haller, Sebastian Oberdörfer, Kristina Bucher, and Marc Erich Latoschik. 2019. Fancy Fruits - An Augmented Reality Application for Special Needs Education. In *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*. 1–4. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864547>
- [84] C. Taurusta, A. S. Fitriani, M. Suryawinata, R. Dijaya, and M. W. D. Astutik. 2019. Game education for child with disabled handle based on multimedia. *Journal of Physics: Conference Series* 1381, 1 (nov 2019), 012038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1381/1/012038>
- [85] Marian-Vladut Toma, Cristina Elena Turcu, Corneliu Octavian Turcu, Sorin Vlad, Doru Eugen Tiliute, and Paul Pascu. 2024. Extended Reality–Based Mobile App Solutions for the Therapy of Children With Autism Spectrum Disorders: Systematic Literature Review. *JMIR Serious Games* 12 (19 Feb 2024), e49906. <https://doi.org/10.2196/49906>
- [86] K.C.D. Vithana, D.N.N. Weeraratne, H.A.S. Krishan, M.R.M. Wijesiri, Samantha Thelijjagoda, J.A.D.T. Jayawickrama, and Nethmini T. Weerawarna. 2022. MiMi: Sinhala Language Speech Assistive Learning Bot to Support Children with Stuttering. In *2022 International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)*. 662–668. <https://doi.org/10.1109/ICACRS55517.2022.10029139>
- [87] Emeliza R. Yabut, Marilou N. Jamis, Rosauro E. Manuel, and Bernie S. Fabito. 2019. Empowering Elementary Schools on Learning Math: A Development of Gamified Educational Mobile Application for Grade 3 Students. (2019), 1–5. <https://doi.org/10.1109/HNICEM48295.2019.9073428>
- [88] Emeliza R. Yabut, Marilou N. Jamis, Rosauro E. Manuel, and Bernie S. Fabito. 2019. Empowering Elementary Schools on Learning Math: A Development of Gamified Educational Mobile Application for Grade 3 Students. In *2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*. 1–5. <https://doi.org/10.1109/HNICEM48295.2019.9073428>
- [89] Ye Yan, Long Hang, Yuan Tian, Shengming Huang, Xiaoliang Luo, Xinzheng Jie, Xiaobing Zhang, Jiale Sheng, Jinhua Lin, and Yuhang Dong. 2024. A VR Amblyopia Rehabilitation System based on the P5G Design Framework. In *2024 17th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/CISP-BMEI64163.2024.10906106>
- [90] Priscila F. Zuccolo, Marcelo O. Xavier, Alicia Matijasevich, et al. 2021. A smartphone-assisted brief online cognitive-behavioral intervention for pregnant women with depression: a study protocol of a randomized controlled trial. *Trials* 22, 227 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05179-8>
- [91] Nur Rahmah Zulkifli, Noraidah Sahari, and Nor Azan Mat Zin. 2021. Low-Fidelity Testing of Gamification Application for Low Cognitive Users. In *2021 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICEEI52609.2021.9611101>
- [92] Ümit Demir. 2022. An Examination of the Impact of Game-Based Geometric Shapes Education Software Usage on the Education of Students With Intellectual Disabilities. *ECNU Review of Education* 5, 4 (2022), 761–783. <https://doi.org/10.1177/2096531120940721> arXiv:<https://doi.org/10.1177/2096531120940721>