

## **Gestão da carga cognitiva na modelagem de Jogo Sérioo: estratégias para a aprendizagem de alunos surdos**

**Roberta de Cássia Pereira Soares**, LInED/UFMA – Maranhão – Brasil,  
[rcp.soares@discente.ufma.br](mailto:rcp.soares@discente.ufma.br), <https://orcid.org/0009-0006-4465-8578>

**Jociele de Abreu da Silva**, LInED/UFMA – Maranhão – Brasil,  
[jocieleasilva0@gmail.com](mailto:jocieleasilva0@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0006-7890-4634>

**Eráclito de Souza Argolo**, LInED/UFMA – Maranhão – Brasil,  
[eraclito.argolo@ufma.br](mailto:eraclito.argolo@ufma.br), <https://orcid.org/0000-0003-0239-611X>

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma análise de elementos relacionados à modelagem de um Jogo Sérioo (JS) desenvolvido para alunos surdos, com foco no gerenciamento da carga cognitiva e na acessibilidade linguística e visual. A pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, utilizou um estudo de caso com foco na análise do JS descrito em Soares (2023), que documenta uma experiência com alunos surdos em uma escola bilíngue. A análise evidenciou que o uso do Alfabeto Manual (AM) gerou sobrecarga cognitiva extrínseca, enquanto a adaptação da narrativa em vídeos em Libras favoreceu a carga cognitiva relevante. A natureza abstrata do conteúdo combinada à dependência exclusiva do canal visual elevou a carga intrínseca e evidenciou a importância de um planejamento visual adequado ao público-alvo. Conclui-se que a integração da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) ao design de JS pode contribuir para experiências educacionais mais acessíveis e eficazes, sobretudo quando aliada a recursos visuais planejados e à consideração dos repertórios linguísticos dos alunos surdos.

**Palavras-Chave:** jogos sérios, carga cognitiva, alunos surdos, acessibilidade

### **cognitive load management in Serious Game modeling: strategies for learning by deaf students**

**Abstract:** This paper presents an analysis of elements related to the modeling of a Serious Game (SG) developed for deaf students, focusing on the management of cognitive load and linguistic and visual accessibility. The qualitative research, of an exploratory and descriptive nature, utilized a case study focusing on the analysis of the SG described in Soares (2023), which documents an experience with deaf students in a bilingual school. The analysis showed that the use of the Manual Alphabet (MA) generated extraneous cognitive load, while the adaptation of the narrative into videos in Libras (Brazilian Sign Language) favored relevant cognitive load. The abstract nature of the content, combined with the exclusive reliance on the visual channel, increased the intrinsic cognitive load and highlighted the importance of visual planning tailored to the target audience. It is concluded that the integration of Cognitive Load Theory (CLT) into the design of SG can contribute to more accessible and effective educational experiences, especially when combined with planned visual resources and the consideration of the linguistic repertoires of deaf students.

**Keywords:** serious games, cognitive load, deaf students, accessibility

## 1. Introdução

O advento da adoção em massa de computadores pessoais teve início nas décadas de 1970 e 1980 e trouxe, gradativamente, “uma mudança na forma como a educação era concebida” (Anjos *et al.*, 2024, p. 9). A adoção de computadores pessoais nas escolas contribuiu para com o desenvolvimento de atividades digitais interativas e habilidades cognitivas associadas ao uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nos processos educacionais (Tessari; Fernandes; Campo, 2021).

A partir da década de 1990 e tanto mais nas décadas subsequentes, assistimos a uma acelerada adesão dos cidadãos e das instituições ao uso da *internet* para diversos fins, o que proporcionou o acesso mais facilitado à informação para o público em geral. Do ponto de vista educacional, esse fenômeno modificou a forma como os alunos interagem com o conhecimento (Anjos *et al.*, 2024). Cumulativamente, com o passar do tempo e a evolução das hiper mídias interativas, inovações no contexto educacional tornaram-se viáveis por meio da incorporação da gamificação digital, sobretudo no que tange aos Jogos Sérios (JS) voltados ao ensino da Língua Brasileira de Sinais (Libras), com resultados positivos em termos de engajamento e motivação (Oliveira *et al.*, 2023).

Os JS pertencem a uma categoria de jogos que possuem objetivos instrucionais e que perpassam desde o entretenimento até a promoção da aprendizagem de forma interativa (Deterding, 2011). O sucesso dos JS depende de um *design* que considere os processos cognitivos humanos e seus elementos, tais como a percepção, a atenção e a memória, além de demandar esforços voltados à superação de desafios que envolvem uma potencial sobrecarga cognitiva (Pires *et al.*, 2020).

Segundo a Teoria da Carga Cognitiva (TCC), proposta por Sweller (1988), o excesso de informações simultâneas pode causar a sobrecarga cognitiva, que pode comprometer a consolidação do aprendizado (Mayer, 2001). Essa teoria ressalta a importância da seleção e organização das informações relevantes para evitar dispersão e excessivo esforço cognitivo ao elaborarmos artefatos didáticos.

Para alunos surdos, materiais didáticos visuais devem considerar a reorganização neural associada à perda auditiva. Codina *et al.* (2011) identificaram que a surdez profunda e precoce resulta em reorganizações neurais, incluindo maior número de células ganglionares da retina e maior sensibilidade no campo visual periférico comparado a sujeitos ouvintes.

Dado o entendimento a respeito de algumas das implicações advindas da supressão do canal auditivo para os processos cognitivos humanos investigamos, na pesquisa analisada por este trabalho, a priorização de variáveis relevantes e o gerenciamento da complexidade temática de ensino, em especial para propostas assistivas voltadas ao público com algum grau de deficiência auditiva. O objetivo último deste artigo é compreender a modelagem, em função da TCC, de um JS aplicado a alunos surdos e a importância do gerenciamento das cargas cognitivas atribuídas ao artefato didático gerado.

### 1.1. Educação no contexto de alunos surdos.

A educação especializada para alunos com algum tipo de deficiência tem crescido nos últimos anos e reflete um avanço nas políticas de inclusão educacional. Segundo o Censo Escolar de 2024, publicado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o número de matrículas na educação especial chegou a 2,1 milhões, com um aumento de 58,7% em relação a 2020. No ensino fundamental, concentra-se a maior parte dessas matrículas. A inclusão de alunos com deficiência em classes comuns também cresce progressivamente, e passa de 93,2% em

2020 para 95,7% em 2024. Até o momento, os dados desagregados para alunos surdos ou com deficiência auditiva ainda não foram atualizados na versão 2024 do Censo; os números mais recentes disponíveis indicam, com base no Censo de 2023, que havia 61.594 alunos com esse perfil entre os 47,3 milhões de alunos da educação básica. As classes exclusivas incluem diferentes perfis: deficientes auditivos (com perda parcial da audição), surdos (com perda auditiva severa ou profunda, geralmente usuários de Libras) e surdocegos (com comprometimento simultâneo da audição e visão). Esses alunos podem ingressar em escolas ou classes bilíngues ou em classes comuns com apoio de intérpretes de Libras.

A educação de surdos no Brasil iniciou-se em 1857, quando Ernest Huet, professor surdo francês, fundou o Colégio Nacional para Surdos-Mudos, atual Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) (Mori; Sander, 2015). Em 2002, houve o reconhecimento da Libras como "meio legal de comunicação e expressão" (Lei 10.436/2002), e em 2005, o decreto 5626/05 estabeleceu a obrigatoriedade da Libras na formação de professores.

A Libras é uma língua visual-espacial, composta por movimentos, expressões corporais e faciais (Faulstich *et al.*, 2023), enquanto a Língua Portuguesa é oral-auditiva. A Libras possui seu próprio alfabeto, amplo acervo de sinais, sintaxe própria e regras de sinalização, geralmente seguindo a ordem sintática "SVO (Sujeito-Verbo-Objeto)" (Quadros, 2004).

À luz desse panorama histórico, legal e linguístico, observa-se que a educação de surdos reflete uma evolução gradual no reconhecimento dos direitos linguísticos e educacionais dessa comunidade. As especificidades da Libras como língua visual-espacial (Faulstich *et al.*, 2023; Quadros, 2004), aliadas à predominância do canal visual no processamento de informações por esses alunos, exigem práticas pedagógicas que integrem acessibilidade, organização visual e intencionalidade didática. Ao considerar que este artigo se dedica à análise da modelagem de um JS, torna-se necessário compreender de que modo essas características orientam as escolhas de *Design Instrucional* e a estruturação dos elementos comunicacionais. O desenvolvimento de materiais digitais acessíveis deve ir além da tradução para Libras, ao agregar decisões estruturais e visuais que favoreçam a aprendizagem em contextos bilíngues (Mayer, 2009).

## 2. Referencial Teórico

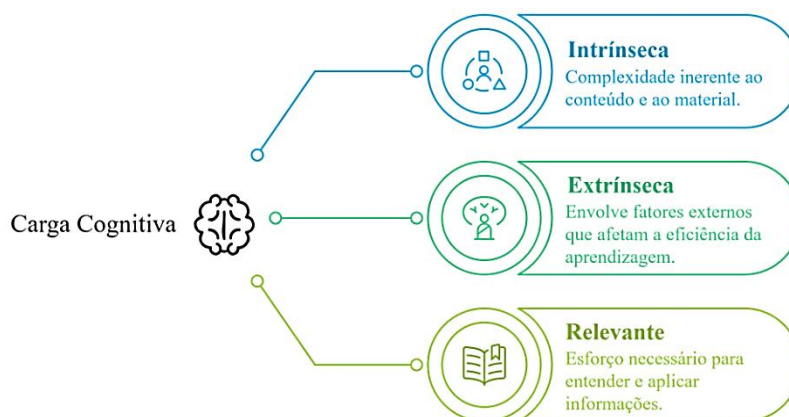
### 2.1. Teoria da Carga Cognitiva (TCC)

A TCC está associada a pesquisas voltadas ao *Design Instrucional* (Sweller, 1998), cujas práticas se destinam à elaboração de projetos de educação apoiada por computadores e tecnologias relacionadas, notadamente no campo da Educação a Distância (EaD). A TCC dá ênfase à discussão sobre a arquitetura cognitiva humana, contribuindo para o entendimento sobre como as limitações da memória de trabalho afetam a aprendizagem.

Sweller (1998) se refere à Carga Cognitiva como sendo aquela que impõe demanda sobre a memória de trabalho do indivíduo em função da informação a ser processada. Para Fenesi e Sana (2015), a memória de trabalho possibilita aos indivíduos ligarem ideias e pensamentos ativos na memória de curto prazo e ligar essas ideias à informação que está armazenada na memória de longo prazo. Nota-se que esse esquema envolve tanto a memória de trabalho, quanto a memória de longo prazo, ocorrendo o cruzamento de informações entre ambas. Sweller (2003) declara que, juntas, essas duas estruturas permitem que nos engajemos em atividades cognitivas que podem ser desde as

mais simples e habituais até “as alturas intelectuais que os seres humanos são capazes de alcançar” (Sweller, 2003, p. 215).

Para Sweller, Van Merriënboer e Pass (1998), a memória de trabalho utiliza, com maior ênfase, dois canais de processamento – o auditivo e o visual. Os autores descrevem abordagens de ensino que promovem a redução da carga cognitiva aplicada a conteúdos em suas formas de apresentação. As abordagens incluem lidar com os aspectos semióticos de forma mais eficiente, evitando que a sobrecarga sobre os canais de processamento seja prejudicial ao processo de aprendizagem.



**Figura 1** - Cargas cognitivas básicas.

Fonte: Elaboração dos autores (2025).

A TCC, em Sweller, Ayres e Kalyuga (2011), passou por um refinamento, onde os autores introduzem três tipos básicos de Carga Cognitiva (Figura 1): **Intrínseca** (CCI), dada como a dificuldade inerente ao conteúdo e ao material disponibilizado ao aprendiz; **Extrínseca** (CCE), derivada de um *Design* Instrucional ineficaz, cuja apresentação das informações relacionadas ao conteúdo que se pretende ensinar possuem elementos que não contribuem para a promoção da aprendizagem; **Relevante** (CCR), associada à atividade cognitiva empregada no processamento das informações contidas no material instrucional e que impõe um esforço mental voltado à compreensão e à internalização dos elementos conceituais que proporcionam a construção e automatização de esquemas mentais.

A CCI é determinada pelas relações entre os elementos informacionais, contidos na memória de trabalho, que precisam ser processados simultaneamente com vistas à ocorrência da aprendizagem por parte do aluno. A CCI está relacionada à complexidade conceitual relacionada ao conteúdo a ser aprendido. Embora não seja possível eliminá-la, ela pode ser gerenciada por meio de estratégias que tornem o conteúdo mais acessível e coerente para o aluno.

A CCE surge de elementos desnecessários na apresentação das informações, que podem desviar a atenção do aprendiz e dificultar o processo de aprendizagem. De acordo com Passos (2020), esta pode ser produzida por formatação inadequada do conteúdo, informações repetidas, textos desconexos do conteúdo, efeitos especiais periféricos, imagens decorativas em demasia ou uso de letras rebuscadas.

A CCR está associada ao esforço de processamento necessário para construir esquemas de conhecimento. Sweller, Van Merriënboer e Pass (1998) afirmaram que a CCR contribui para a carga cognitiva total ao facilitar a construção de esquemas de conhecimento. Em uma reformulação publicada em 2019, os autores atualizaram a teoria

e passaram a assumir que a carga relevante não adiciona uma sobrecarga, mas atua na otimização do processamento cognitivo. Portanto, materiais pedagógicos que apresentam recursos como vídeos, áudios, imagens, gráficos e esquemas ajudam a reduzir a CCE e favorecem o aprendizado.

### 2.1.1. Jogos Sérios (JS) sob a perspectiva da TCC

Os JS apresentam elementos que podem ser explorados para alinhar-se aos princípios da TCC e, quando bem projetados, contribuem para o gerenciamento das diferentes cargas cognitivas, bem como otimizam a experiência de aprendizagem. O Quadro 1 ilustra alguns dos principais elementos de alguns JS disponíveis que podem contribuir para a eficiência do *Design* Instrucional correlacionado, destacando sua eficiência do ponto de vista da aprendizagem.

**Quadro 1-** Elementos de JS à luz da TCC.

Fonte: Elaboração dos autores (2025).

| Elementos do JS                | Influência à luz da TCC                                                             | Exemplos                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Feedback</i> imediato       | Reduz a CCI ao oferecer pistas sobre erros ou acertos e reforçar esquemas mentais.  | <i>Infinite Flight Simulators</i> <sup>1</sup> (Simulação de voo)                                                                                                                                                                        |
| Narrativas                     | Mantêm o foco no objetivo relevante (CCR).                                          | <i>SimCity</i> <sup>2</sup> (problemas urbanos contextualizados); <i>Minecraft</i> <sup>3</sup> com <i>storytelling</i> ambiental.                                                                                                       |
| Dificuldade escalonada         | Gerencia a CCI e promove a aprendizagem progressiva.                                | <i>DragonBox</i> <sup>4</sup> (transição de símbolos visuais para álgebra); <i>LightBot</i> <sup>5</sup> (introdução à lógica com comandos simples); <i>Human Resource Machine</i> <sup>6</sup> (fases graduais com lógica e algoritmos) |
| Interface simplificada e limpa | Reduz a CCE, ao evitar distrações e focar a atenção do aluno no conteúdo relevante. | <i>Duolingo</i> <sup>7</sup> (revisões de interface para reduzir ruídos visuais, simplificar instruções e eliminar elementos supérfluos).                                                                                                |

Com base nos elementos destacados, observa-se que os JS podem auferir contribuições para a aprendizagem ao favorecer o gerenciamento das cargas cognitivas. A CCI pode ser modulada pela organização progressiva dos conteúdos; a CCR, pode ser potencializada por narrativas e *feedbacks* que mantêm o foco conceitual; e a CCE pode ser reduzida com o uso de interfaces visuais mais limpas e informativas definidas em tempo de projeto. Quando essas dimensões são consideradas no *design*, ampliam-se as possibilidades de uso pedagógico dos JS, especialmente em contextos que exigem atenção ao canal visual, como na educação de surdos.

Os JS podem permitir que o aprendizado seja significativo, podem reduzir distrações e podem ajustar o nível de dificuldade de acordo com o progresso do jogador (Petko *et al.*, 2020; Seyderhelm *et al.*, 2019). Diferentemente de outros recursos (*slides*, vídeos), os JS também podem promover a aprendizagem ou treinamento de forma mais prática, conferindo um determinado controle sobre os rumos da narrativa, estimulando o

<sup>1</sup> Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fds.infiniteflight>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.ea.com/pt-br/games/simcity>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://education.minecraft.net/en-us>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://appseducacao.rbe.mec.pt/2016/06/01/dragonbox/>

<sup>5</sup> Disponível em: <https://lightbot.lu/>

<sup>6</sup> Disponível em: <https://store.epicgames.com/pt-BR/p/human-resource-machine>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://pt.duolingo.com/>



seu pensamento crítico, o que “pode melhorar as habilidades de reconhecimento e a resolução de problemas” (Pires *et al.*, 2020, p. 439).

### 3. Metodologia

Este estudo analisou as práticas adotadas na construção de um JS voltado à promoção da aprendizagem de alunos surdos matriculados em uma Escola Municipal Bilingue (Português-Libras) em São Luís -MA. O modelo institucional da escola foi concebido para prestar atendimento assistivo e intensivo, nos processos de aprendizagem do ensino básico, para alunos com diferentes graus de deficiência auditiva. Neste artigo, adotamos uma abordagem qualitativa, de natureza básica, caracterizada como exploratória e descritiva. O procedimento técnico utilizado foi um estudo de caso, com foco na análise do desenvolvimento do JS descrito em uma pesquisa acadêmica, realizada por Soares (2023). O caso em estudo empregou a metodologia da pesquisa-ação junto à Instituição Educacional e contou com a participação de seis alunos surdos, com média de idade dos participantes de 21 anos (desvio padrão:  $\sigma = 17,0$  anos).

A construção e aplicação do JS foi concebida a partir da roteirização do conteúdo educacional, cuja temática se relaciona com o que prescreve a Lei nº 9.795/1999, vinculada à Política Nacional de Educação Ambiental. O roteiro abordou temas como poluição, coleta seletiva e reciclagem, organizados para promover o aprendizado interativo. A narrativa do JS ocorre em uma cidade fictícia denominada “Ecovila”, com os personagens Tom e Maria que explicam práticas de coleta seletiva. Após essa fase de concepção, duas etapas de construção do JS tiveram lugar.

### 7. Resultados e discussão

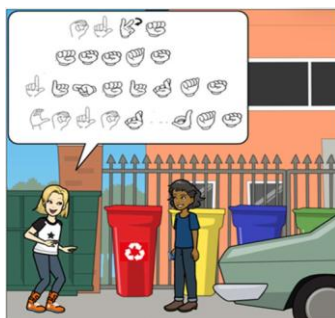
Na 1ª etapa de construção do JS, a roteirização do conteúdo foi estruturada em quatro tópicos, com foco no gerenciamento da CCI e no progresso gradual do aprendizado. Essa etapa inicial priorizou a divisão do material em blocos temáticos sequenciais, respeitando os princípios da Teoria da Carga Cognitiva, que aponta a importância de fracionar conteúdos complexos para facilitar sua assimilação (Sweller, 1988). Os quatro eixos foram definidos como:

1. **Introdução e apresentação dos personagens:** Contextualizou o jogo, apresentou os protagonistas e forneceu instruções claras para engajar os alunos e criar um ponto de partida comum;
2. **Meio Ambiente:** O problema da poluição - Tratou dos impactos da poluição de maneira simples e visual, promovendo conexões com o cotidiano dos alunos e estimulando o interesse;
3. **Políticas públicas:** Focou no descarte de lixo e método de coleta seletiva e abordou conceitos mais específicos sobre políticas públicas e práticas sustentáveis, utilizando exemplos práticos para reforçar o entendimento.
4. **O desafio de “Reciclar”:** Aplicou os conhecimentos adquiridos nos tópicos anteriores em um desafio prático, consolidando o aprendizado e promovendo o engajamento por meio da interação.

Essa organização teve como objetivo promover o aprendizado gradual, ao reduzir a complexidade inicial e potencializar a compreensão. Ao considerar as necessidades específicas dos alunos surdos, a estrutura foi planejada para incluir elementos visuais que minimizassem barreiras cognitivas e reforçassem a retenção de informações.

Na 2ª etapa de construção do JS, foi realizada uma prototipação visando a validação e identificação de possíveis falhas no JS durante o processo de ideação,

produção e experimentação. O teste foi conduzido com sujeitos surdos voluntários fora do ambiente escolar e que não possuíam vínculos com a Escola Bilingue supracitada. Foram identificados problemas que afetariam diretamente a efetividade do jogo, ao perceber a inadequação do uso do Alfabeto Manual (AM) como ferramenta principal de comunicação (Figura 2).



**Figura 2** - Storytelling adaptado ao AM.  
Fonte: Soares (2023).

Observamos que a primeira versão do JS, um protótipo visando refinamento do entendimento instrumental, partiu da adaptação da narrativa em quadrinhos onde os personagens dialogam através do AM. Para essa adaptação, foi utilizada a ferramenta *Pixton*<sup>8</sup>. Todavia, a plataforma não dispõe de artefatos específicos de acessibilidade voltados à comunidade surda, como suporte à Libras, legendas sincronizadas ou integração com avatares sinalizadores (Soares, 2023). O grupo de alunos surdos que utilizou o protótipo relatou dificuldades substanciais para decodificar as frases construídas em AM pois, segundo a autora, os participantes manifestaram dificuldades relacionadas ao baixo grau de uso do vocabulário da língua portuguesa em suas interações sociais e acadêmicas.

Após revisões baseadas nos *feedbacks* obtidos pelos usuários do protótipo, o JS em desenvolvimento foi direcionado ao uso da Libras para desenvolvimento do roteiro, empregando-se para tanto o aplicativo *Hand Talk*<sup>9</sup>. Assim, o JS passou a disponibilizar maior acessibilidade ao conteúdo narrativo.

O gerenciamento da Carga Cognitiva Intrínseca (CCI) focou no apoio da Libras para expressar a narrativa em seus quatro eixos, implicando em cuidados relacionados aos ajustes dos personagens disponíveis no *Hand Talk* em função da configuração: das mãos; dos pontos de articulação; dos movimentos; das orientações espaciais dos sinais — como a direção do movimento das mãos no espaço (para frente, para trás, para cima, para baixo, lateralmente, etc.); das expressões faciais e; das expressões corporais. Foram inseridos cenários e organizados os elementos visuais, através da ferramenta de edição *CapCut*<sup>10</sup>.

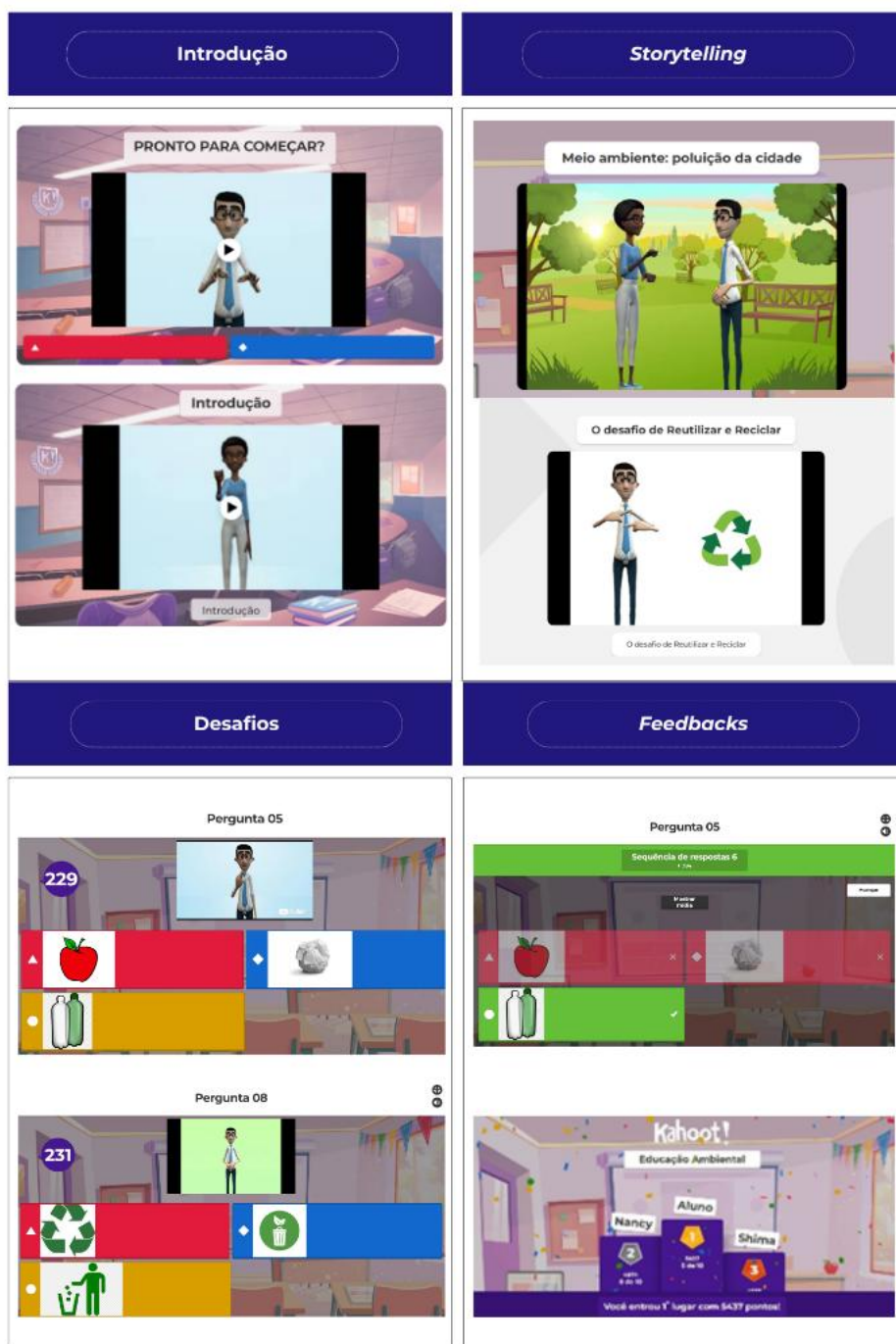
Na construção da interface do JS as primeiras cenas tiveram, inicialmente, um plano de fundo (*background*) com uma cor neutra, com o intuito de direcionar o foco apenas para a sinalização. Isso contribuiu para que os cenários não sobrepujassem os parâmetros de diálogo em Libras, sob o risco da perda de fragmentos do conteúdo didático (Soares, 2023). No entanto, em outros cenários, foram utilizados planos de fundo que contextualizaram o conteúdo abordado, com a finalidade de fazer um paralelo entre o

<sup>8</sup> Disponível em: <http://pixton.com/welcome>

<sup>9</sup> Disponível em: <https://www.handtalk.me/br/>

<sup>10</sup> Disponível em: <https://www.capcut.com/pt-br/>

cenário e a fala do personagem. A Figura 3 ilustra a organização e os elementos que compõem a versão final do jogo.



**Figura 3** – Componentes do jogo.  
Fonte: Soares (2023).

A estrutura metodológica adotada por Soares (2023) para a modelagem do JS refletiu a complexidade do processamento da informação pelos participantes envolvidos na pesquisa realizada. Como parte desse processo, diferentes formas de exibição do conteúdo foram testadas, o que permitiu observar como os participantes interagiam com a CCI e os elementos informacionais presentes no JS. A mudança na forma de apresentação das informações buscou solucionar os empecilhos iniciais introduzidos pelo



uso do AM, otimizando a experiência de aprendizado na busca pela mitigação de possíveis sobrecargas cognitivas.

Embora o AM seja tradicionalmente utilizado para preencher lacunas lexicais em Libras, sua aplicação no JS mostrou-se ineficaz devido ao contexto dos participantes. Os alunos, semialfabetizados e expostos à Língua Portuguesa apenas na modalidade escrita, enfrentaram dificuldades para decodificar frases formadas pelo alfabeto datilológico. A dificuldade na compreensão da datilologia pode ser atribuída ao vocabulário restrito dos alunos, que, sem um repertório lexical consolidado em Libras e com pouco contato com a Língua Portuguesa, enfrentaram barreiras adicionais na interpretação das palavras soletradas. Consequentemente, o uso do AM como principal meio de comunicação no jogo gerou uma carga cognitiva irrelevante excessiva, e desviou os recursos mentais dos alunos em termos de aprendizado associado à CCR planejada. No primeiro protótipo do JS, a datilologia aumentou a complexidade da tarefa e tornou-se um "ruído" no processo educativo, pois criou uma barreira comunicacional que impediu a compreensão efetiva do conteúdo. Para mitigar essas barreiras de acessibilidade identificadas no primeiro teste, a reformulação do JS passou a priorizar a redução da carga irrelevante. A narrativa foi adaptada para Libras no formato de vídeo, sem utilizar o AM como base principal.

Soares (2023) avaliou o desempenho dos alunos em duas fases: pré-teste (para diagnosticar conhecimentos prévios) e pós-teste (para avaliar conhecimentos adquiridos durante o jogo). Para identificar níveis de motivação e engajamento, aplicou-se o *Instructional Materials Motivational Survey* (IMMS), adaptado do modelo ARCS de Keller (2010), um referencial teórico utilizado no campo do *Design* Instrucional voltado à estimulação e manutenção da motivação dos alunos em contextos de aprendizagem mediados por materiais instrucionais tais como jogos, vídeos ou objetos digitais de aprendizagem. Este modelo propõe quatro dimensões: Atenção (Obter e manter o interesse dos alunos); Relevância (Conectar o conteúdo ao que os alunos consideram importante); Confiança (Aumentar a crença dos alunos em suas capacidades) e; Satisfação (Garantir que os alunos sintam prazer e recompensa ao aprender). No estudo, o instrumento foi composto por nove assertivas distribuídas entre essas quatro categorias, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2** – Assertivas.

Fonte: Elaborado por Soares (2023), adaptado de Keller (2010).

| Categorias | Identificador | Assertivas                                                 |
|------------|---------------|------------------------------------------------------------|
| Atenção    | A1            | O jogo conseguiu estimular minha atenção                   |
|            | A8            | O jogo prendeu minha atenção o tempo todo                  |
|            | A6            | Gostei da animação e das cores                             |
| Relevância | A2            | O conteúdo do jogo é relevante para o meu aprendizado      |
|            | A7            | Foi fácil entender as perguntas.                           |
| Confiança  | A3            | Foi fácil entender os vídeos dentro do jogo.               |
|            | A4            | Foi fácil usar o jogo para meu aprendizado                 |
| Satisfação | A5            | Gostaria de aprender mais coisas usando esse tipo de jogo. |
|            | A9            | Aprendo mais em aulas com jogos                            |

As respostas para cada assertiva foram coletadas por meio de uma escala *Likert* de cinco pontos, composta pelas seguintes opções: (1) Discordo totalmente, (2) Discordo parcialmente, (3) Nem discordo, nem concordo, (4) Concordo parcialmente e (5) Concordo totalmente. Quanto maior o percentual de respostas nas opções 4 e 5, melhor o nível de motivação proporcionado pelo método utilizado. Na categoria Relevância, houve apenas respostas positivas, indicando que os alunos perceberam valor na temática

abordada. Na categoria Confiança, todos concordaram que o uso do JS foi fácil para o aprendizado. No entanto, 57% concordaram com a assertiva relacionada à percepção de que o esforço exigido durante a atividade estava em equilíbrio com suas habilidades, o que pode indicar que parte dos alunos se sentiu desafiada em termos de usabilidade e, portanto, enfrentaram dificuldades em realizar determinadas tarefas propostas no jogo. A Satisfação foi unânime, com todos afirmando que gostariam de aprender mais por meio de jogos. A última categoria avaliada, Atenção, permitiu verificar a eficácia do JS e também apresentou 57% de concordância para a capacidade do JS em estimular algum grau de imersão. Segundo Martins (2020, p. 59), “a atenção conecta-se com a memória de trabalho, que é nossa memória mais fugaz e dinâmica, pela qual circulam muitos dados e informações que permanecem por um tempo muito curto”.

A ausência de estímulos auditivos leva os alunos surdos a dependerem intensivamente do canal visual para captar informações do ambiente, o que amplia a atividade do córtex visual. Essa compensação pode resultar em uma atenção mais dispersa, já que os alunos precisam manter uma vigilância visual constante ao redor, em busca de pistas contextuais, expressões e movimentos. Em ambientes digitais, isso pode gerar sobrecarga visual e dificultar a manutenção do foco em elementos educativos dispostos na tela.

## 8. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo compreender a modelagem de um JS aplicado a alunos surdos e a importância do gerenciamento das cargas cognitivas atribuídas ao artefato didático. A metodologia permitiu identificar os desafios específicos no desenvolvimento de conteúdos acessíveis e adequados às demandas cognitivas destes alunos. O planejamento do jogo incluiu a organização do conteúdo em etapas sequenciais, fundamentada na TCC, para minimizar a sobrecarga desnecessária e promover a retenção de informações relevantes. A substituição do AM pela Libras, no formato de vídeo, apresentou eficácia na redução de barreiras comunicacionais e na otimização da carga cognitiva relevante, o que contribuiu para o maior entendimento dos conceitos trabalhados.

Os resultados indicaram que o gerenciamento das cargas cognitivas foi determinante para a eficácia do JS como artefato didático. Os testes aplicados antes e depois da utilização do JS — por meio do pré-teste e pós-teste — mostraram uma melhoria no desempenho dos alunos após o uso do JS e reforçaram a importância da redução da carga irrelevante, visto que a análise das respostas evidenciou que a adaptação do jogo contribuiu para o atendimento das necessidades específicas dos alunos surdos.

Entretanto, os achados também evidenciaram que o repertório lexical reduzido pode gerar efeitos negativos na aprendizagem dos alunos surdos. Isto posto, recomenda-se que os processos educacionais de base incorporem estratégias para o desenvolvimento do vocabulário em Libras e Língua Portuguesa escrita, para que os alunos tenham uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. A ampliação do repertório lexical representa um aspecto relevante a ser considerado no planejamento de recursos pedagógicos acessíveis para pessoas com graus de deficiência auditiva, especialmente em termos de uso de JS como recursos didáticos.

Assim, este artigo buscou contribuir para o campo de pesquisa sobre educação acessível e tecnologias educacionais, ao analisar uma metodologia que integra princípios da TCC com a modelagem de JS adaptada aos alunos surdos. Contudo, para a realização de estudos futuros, faz-se necessário a ampliação da amostra e a diversificação de contextos educacionais para validar os resultados obtidos. Também se recomenda o

desenvolvimento de novas metodologias para avaliação formativa em jogos inclusivos, com o objetivo de aprimorar a interação entre os elementos pedagógicos e tecnológicos.

## Referências

- ANJOS, S. M. dos; PERIN, T. A.; MEDA, M. P. de O.; ANDRADE, H. R. I.; FREIRES, K. C. P.; MINETTO, V. A. Tecnologia na educação: uma jornada pela evolução histórica, desafios atuais e perspectivas futuras. 1.ed. **Quipá Editora**, 2024.
- BRASIL. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.
- CARVALHO, M. R. de. Educação Básica: a importância da Libras como componente curricular. Inhumas: **FacMais**, 2021.
- CODINA, C.; PASCALIS, O.; MODY, C.; TOOMEY, P.; ROSA, J.; GUMMER, L.; BUCKLEY, D. Vantagem visual em adultos surdos ligados às alterações na retina. **PLoS UM**, v. 6, pág. e20417, 2011.
- CONSTÂNCIO, J. M. P. Aspectos do niilismo em Nietzsche. *Revista de Filosofia Aurora*, 2022.
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. Dos elementos de design de jogos à ludicidade: definindo "gamificação". In: **MINDTREK '11: Anais da 15ª Conferência Acadêmica Internacional MindTrek**. 28 conjuntos. pág. 9-15, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>. Acesso em: 30 dez. 2024.
- FAULSTICH, E.; JÚNIOR, G. de C.; PROMETI, D.; FRANCISCO, GSA Gramática da datilologia em Libras. *Revisão por pares*, v. 3, pág. 135–150, 2023. DOI: 10.53660/221.prw302. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/221>.
- FENESI, B.; SANA, F.; KIM, J. A.; SHORE, D. I. **Reconceptualizing working memory in educational research. Educational Psychology Review**, v. 27, p. 375–399, 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo Escolar da Educação Básica 2023. Brasil: INEP, 2023.
- KELLER, J. M. Motivational Design for Learning and Performance: **The ARCS Model Approach**. New York: Springer, 2010.
- MARTINS, D. R. Framework de elaboração de conteúdos educacionais para a aprendizagem digital baseado na neurociência cognitiva e na psicologia cognitiva. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional, **UNINTER**. Curitiba, 2020.
- MAYER, R. E. Multimedia learning. New York: **Cambridge University Press**, 2001.
- MAYER, R. E. Aprendizagem multimídia. 2. ed. Cambridge: **Cambridge University Press**, 2009.
- MORI, A. H. de S.; SANDER, E. A educação de surdos no Brasil: história, desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 21, n. 3, p. 333-348, 2015.
- OLIVEIRA, E. G. de; SABINO, F. C.; OLIVEIRA, L. S.; RUFINO JR., R.; CLASSE, T. M. de; SANTOS, R. P. dos. Gamificação para o engajamento, motivação e estado de fluxo no aprendizado de libras. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 21, n. 1, p. 139–148, 2023.
- PASSOS, E. R. W. Princípios da teoria da carga cognitiva voltados para a educação corporativa, 2020. Monografia (Especialização em Inovação em Educação e Tecnologias) – **Escola Nacional de Administração Pública (Enap)**.
- PETKO, D.; SCHMID, R.; CANTIENI, A. Ritmo em serious games: explorando os efeitos da velocidade de apresentação na carga cognitiva, engajamento e ganhos de aprendizagem. **SAGE Journals**, 2020.
- PIRES, F.; PESSOA, M.; DE LIMA, FMM; BERNARDO, JRS; FERREIRA, RM "O Livro do Conhecimento": um jogo educativo sério para aprender português. **Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)**, v. 436-460, 2020. DOI: 10.5753/RBIE.2020.28.0.436.
- QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L. Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos. Porto Alegre: **ArtMed**, 2004.

- SAVI, R. Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento. 2011. 238 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2011.
- SEYDERHELM, AJA; BLACKMORE, KL; NESBITT, K. Rumo a jogos sérios adaptativos cognitivos: uma estrutura conceitual. **SpringerLink**, 2019.
- SOARES, R. de C. P. Jogo sério como apoio à educação ambiental para estudantes surdos do 7º ano do ensino fundamental: um estudo semiótico no contexto educacional da escola municipal integral bilíngue em São Luís-MA. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia) – **Universidade Federal do Maranhão**, Pinheiro, 2023.
- SWELLER, J. A importância do estudo da Teoria da Carga Cognitiva na elaboração de materiais didáticos virtuais. 2003
- SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, p. 257-285, 1988
- SWELLER, J. Cognitive Load Theory. **Oxford Research Encyclopedia of Education**. 2019.
- SWELLER, J.; MERRIËNBOER, J. J. G.; PAAS, F. Cognitive architecture and instructional design. **Educational Psychology Review**, v. 10, p. 251-296, 1998.
- SWELLER, J.; VAN MERRIËNBOER, J. JG; PAAS, F. Arquitetura cognitiva e design instrucional: 20 anos depois. **Revisão de Psicologia Educacional**, v. 31, p. 261–292, 2019.
- TESSARI, R. M.; FERNANDES, C. T.; DAS GRAÇAS CAMPOS, M. Prática pedagógica e mídias digitais: um diálogo necessário na educação contemporânea. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 1, pág. 2-10, 2021.