

Percepção da Efetividade do Jogo Educativo Móvel Trevo S.A. para Aprendizagem de Combinatória por Professores e Estudantes

Perception of the Mobile Educational Game Trevo S.A. Effectiveness for Learning Combinatory by Teachers and Students

Leandro Marques Queiros^a; Alex Sandro Gomes^a; José Aires de Castro Filho^{*b}; Carlos José Pereira da Silva^a; Jose Wilson Pereira^a; Joao Victor Gabriel^a; Ernani Martins Santos^a

^aUniversidade Federal de Pernambuco. PE, Brasil.

^bUniversidade Federal do Ceará. CE, Brasil.

*E-mail: aires@virtual.ufc.br

Resumo

O presente artigo visa avaliar as percepções de professores e estudantes acerca da efetividade do jogo para dispositivos móveis Trevo S.A. O jogo visa apoiar o ensino e a aprendizagem de combinatória no Ensino Médio. Para a medir a sua efetividade, foram usados formulários adaptados dos seguintes instrumentos de avaliação e validação da qualidade de softwares educativos, objetos de aprendizagem e jogos educativos: técnica de validação da Engenharia Didático-Informática (EDI), questionário de avaliação de Objeto de Aprendizagem (Learning Object Review Instrument, LORI), e das avaliações Educative GameFlow (EGameFlow) e Usability of Educational Computer Games (UsaECG). As avaliações foram realizadas com 5 professores e 12 estudantes do Ensino Médio por meio de formulários eletrônicos respondidos após à utilização do jogo. Os resultados atestam alto grau de aceitação por ambos os grupos e indicam que o Trevo S.A. foi reconhecido como um recurso adequado para uso educacional.

Palavras-chave: Recurso Educacional Digital. Aprendizagem de Combinatória. Avaliação de Software Educativo. Jogo Educativo Móvel.

Abstract

This paper aims to evaluate perceptions of teachers and students about the effectiveness of a mobile game called TREVO S.A. The game supports the learning of combinatorial analysis at high school. To measure its effectiveness, forms adapted from the following instruments for evaluating and validating the quality of educational software, learning objects and educational games were used: Didactic-Informatics Engineering (EDI) validation technique, Learning Object evaluation questionnaire (Learning Object Review Instrument, LORI), and the Educational GameFlow (EGameFlow) and Usability of Educational Computer Games (UsaECG) evaluations. The evaluations were carried out with 5 high school teachers and 12 students after using the game. The results attest to a high degree of acceptance by both groups and indicate that Trevo S.A. has been recognized as a suitable resource for educational use.

Keywords: Digital Educational Resource. Combinatorial Learning, Educational Software Evaluation. Mobile Educational Game.

1 Introdução

No âmbito da matemática escolar, a resolução de problemas surge como um recurso propiciador da aprendizagem e pode nortear o trabalho do professor (Santos, Araújo-Gomes & Gomes, 2021). Nesse aspecto, Vergnaud (2009) explicita que a competência de um estudante pode ser desenvolvida por meio das suas ações ao resolver situações-problema de um determinado campo.

Ademais, com a sociedade tecnológica no século XXI, cada vez mais as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) estão presentes nos contextos educacionais, possibilitando maior acesso às informações e facilitando a construção do conhecimento. A Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2018) traz recomendações sobre práticas pedagógicas com o uso das TDIC como um meio para democratizar o acesso e incluir estudantes no mundo digital.

Essas recomendações implicam na necessidade de criação e disponibilização de materiais digitais de suporte ao currículo.

Atualmente, tem se usado o termo Recursos Educacionais Digitais (RED) para indicar quaisquer recursos digitais usados para apoiar os processo de ensino e aprendizagem (Hitzschky, Castro Filho & Freire, 2020).

Os RED usados para apoiar a resolução de problemas matemáticos devem trazer a compreensão de como a construção dos conceitos permeia a aprendizagem ativa no contexto escolar no qual, juntos, professores e estudantes são protagonistas neste processo. Isso porque, os problemas matemáticos são vistos como “situações que tornam os conceitos significativos para o indivíduo, mobilizando um conjunto de operações e representações para sua resolução” (Spinillo, Lautert, Borba, Santos & Silva, 2017).

Sob essa ótica, considera-se a necessidade de construir significados para a aprendizagem dos estudantes no seu processo de escolarização, bem como proporcionar aos professores recursos didáticos que estabeleçam o aprofundamento conceitual de um determinado campo. Assim, o presente artigo visa avaliar a percepção de estudantes e professores do ensino médio acerca da efetividade de um

RED na forma de jogo educacional para dispositivos móveis chamado TREVOS.A. [Gomes et al., 2021], compreendendo o conceito de combinatória no campo conceitual multiplicativo, mais especificamente o Princípio Fundamental da Contagem - PFC (Borba, 2010; Borba, Rocha & Azevedo, 2015). O domínio desse conhecimento é fundamental tanto em situações cotidianas, como na organização de grupos ou campeonatos como em áreas do conhecimento acadêmico como a Biologia, Estatística e Computação.

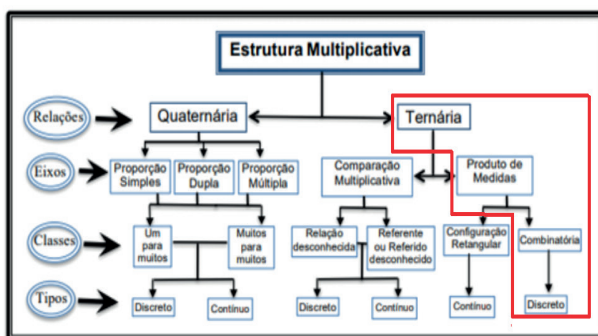
2 O Campo Conceitual Multiplicativo e as Situações-Problema de Combinatória

Na abordagem aritmética, o campo conceitual multiplicativo, ou simplesmente estruturas multiplicativas, conforme denominado em vários estudos, é caracterizado por um conjunto de situações que vão requerer, para a sua resolução, uma ou mais operações de multiplicação ou divisão, ou ainda, a combinação ou relação dessas operações neste processo.

Para Vergnaud (2009), é possível identificar diferentes significados para a multiplicação e para a divisão e, nesta direção, diversas classes de problemas. Sob esse aspecto, Vega (2014, p.23) afirma que: “é importante identificar analiticamente tais classes para conseguir propor situações que auxiliem o aluno a identificar as diferentes estruturas de problemas, a encontrar os procedimentos apropriados para solucioná-los e a descobrir qual representação irá utilizar para resolver o problema”.

Vergnaud (1983, 2009) identificou três grandes tipos de relações multiplicativas: isomorfismo de medidas, produto de medidas e proporções múltiplas. Gitirana, Magina, Campos & Spinillo (2014) procuraram classificar, à luz da Teoria dos Campos Conceituais, uma grande variedade de situações-problema multiplicativas. Magina, Merlini & Santos (2016) estruturaram uma releitura dos escritos de Vergnaud, para as situações do campo conceitual multiplicativo, a partir das relações multiplicativas descritas por este teórico (Figura 1).

Figura 1 - Esquema do Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas



Fonte: Magina, Merlini & Santos (2016, p. 69).

O presente estudo adota como referência a releitura proposta por estes autores e aborda especificamente as relações ternárias, nas situações-problema do eixo produto de medidas,

da classe combinatória, foco da percepção da efetividade do jogo a ser avaliado.

As relações ternárias são caracterizadas a partir de uma relação entre dois elementos, de mesma natureza ou grandeza, que se compõem para formar um terceiro elemento, ou seja, o problema anuncia apenas dois elementos e pergunta pelo terceiro. Assim, Vergnaud (2009, p. 253) define que a relação ternária é um tipo de relação que envolve “três quantidades, das quais uma é o produto das outras em simultâneo, no plano numérico e no plano dimensional”.

Ao abordar o eixo de produto de medidas, em específico as situações de combinatória, Magina, Lautert e Carzola (2022) explicitam que Vergnaud tende a descrever os problemas de produto cartesiano, situações-problema que revelam uma relação de ordem entre dois conjuntos para constituir um terceiro. Por exemplo, o produto cartesiano de um conjunto A e de um conjunto B é formado pelo conjunto constituído pela totalidade dos pares ordenados com um primeiro componente constituído por um elemento de A e um segundo componente constituído por um elemento de B. Magina, Lauter e Carzola (2022) destacam que, para ampliar o campo conceitual combinatório dos estudantes, deve-se explorar situações-problema para além do produto cartesiano.

Nesse contexto, o princípio fundamental da contagem - PFC - deve ser considerado uma das estratégias de maior relevância para a resolução de situações combinatórias. O PFC pode ser aplicado aos mais diversos tipos de problemas combinatórios, por servir de arcabouço para abordar diferentes situações sobre as quais se trabalham, os problemas de arranjo, combinação e permutação.

Segundo Borba (2010, p. 3), nas situações de arranjos, tem-se um conjunto maior em que são “escolhidos elementos cuja ordenação gera possibilidades distintas”. As situações que envolvem combinações têm uma semelhança aos arranjos “em termos de escolha de elementos, com a diferença de que a ordem dos elementos não gera possibilidades distintas”. Já nas situações de permutações, “todos os elementos do conjunto são utilizados, apenas a ordem de apresentação dos mesmos varia”.

O jogo Trevo S.A., descrito em detalhes na seção 2.1, foca na combinatória. As situações desta classe de problemas buscam desenvolver estratégias que proporcionem a contagem da composição de um dado conjunto, agrupamentos formados a partir da observância de determinadas condições. Assim, a habilidade de contar elementos e suas combinações deve ser desenvolvida por estudantes, no ambiente escolar, a fim de estimular o raciocínio lógico em tomadas de decisão na resolução de uma situação de contagem, com e sem fórmulas, utilizando os princípios multiplicativo e aditivo, a depender do nível escolar no qual estudantes encontram-se.

Borba (2017) aponta as situações de jogos como um ambiente que propicia às crianças demonstrarem situações combinatórias variadas como arranjos, combinações

e permutações. Pesquisas indicam também que o desenvolvimento e uso de jogos digitais assumem uma importância crescente na Educação Básica (Santos & Prado, 2021).

Algumas pesquisas nas últimas décadas analisaram a compreensão de crianças sobre o raciocínio combinatório, o desempenho e as estratégias de resolução empregadas por estudantes da Educação Básica (Amorim, 2021; Borba, Lautert & Silva, 2021; Borba, 2013; Borba, 2010; Cemim, 2008; Del Trejo, 2021; Levain, 1992; Lima & Borba, 2019; Santana & Oliveira, 2015, Silva & Spinillo, 2020; Spinillo & Silva, 2016; Vega, 2014).

No cenário atual, é preciso compreender e analisar a efetividade de RED para mediar situações nos processos de ensino e de aprendizagem de combinatória, uma recomendação presente em documentos curriculares como a Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2018).

2.1 Recursos Educacionais Digitais para a aprendizagem de combinatória

Para localizar e analisar estudos sobre RED focados em conceitos de análise combinatória, foi realizado um levantamento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES¹, considerando os últimos 10 anos e no Google Scholar², sem considerar o ano, mas limitando a artigos em Língua Portuguesa. Foram usadas como palavras-chave: “análise combinatória” e “software educativo” ou “recurso educacional digital” ou “objeto de aprendizagem” ou “tecnologias”.

Após o levantamento inicial, foram excluídos artigos que traziam estudos já apresentados em dissertações ou teses, ou que abordavam estudos com o mesmo RED. Também foram excluídos da análise os trabalhos que abordavam a utilização de recursos não específicos para aprendizagem de combinatória como o Geogebra, vídeos ou páginas HTML. A discussão foi dividida em trabalhos sobre o uso e sobre o desenvolvimento de RED.

Um conjunto de trabalhos aborda o uso de RED e trazem conteúdos específicos de análise combinatória. Intitulados Combinação, Permutação e Arranjo, cada um apresenta situações específicas envolvendo esses conteúdos (Leite et al., 2009; Silva, 2013; Brum & Silva, 2014; Pinto, 2015). Estes recursos foram desenvolvidos usando um *plug-in* chamado *Adobe Flash Player* para navegadores que, desde 2020, não possui mais suporte para utilização.

Outro conjunto de trabalhos aborda o uso dos softwares educativos - SE - *ML Combiner* e Diagramas de Árvore (Leite et al., 2009; Ferraz, Borba & Azevedo, 2010; Azevedo, 2013, Azevedo & Borba, 2013; Borba & Azevedo, 2010; Azevedo et al., 2019). Apesar de mostrarem resultados favoráveis, estes SE não se encontram disponíveis para download e uso.

Há ainda trabalhos que abordam o desenvolvimento de

RED específicos para aprendizagem de análise combinatória (Mathias et al., 2007; Groenwald, Zoch & Homa, 2009; Santos Filho, 2010; Dambros, 2015; Aguiar, 2019; Los, 2019; Martins, 2020; Santos Júnior, 2020). Los (2019) apresenta o objeto de aprendizagem CombEsq, mas para ser usado requer instalar uma versão anterior do navegador *Firefox*. Aguiar (2019) e Santos Júnior (2020) desenvolveram dois aplicativos, mas ambos não se encontram disponíveis para uso. Os demais trabalhos apresentam RED baseados na já citada linguagem *Flash* (Prata & Nascimento, 2007; Groenwald et al., 2009) ou sem disponibilidade para acesso (Mathias et al., 2007; Santos Filho, 2010; Dambros, 2015).

De uma forma geral, os resultados apresentados nos estudos indicam que os materiais investigados promovem efeitos positivos no aprendizado de conceito de análise combinatória. No entanto, como já exposto, em sua maioria, os recursos não se encontram disponíveis. Há, portanto, carência de RED disponíveis em língua portuguesa que apoiem o ensino e a aprendizagem de análise combinatória. Dessa forma, verifica-se a relevância de desenvolvimento de recursos como o TREVO S.A. Na seção a seguir, descreve-se o jogo e o método utilizado para avaliar a efetividade do recurso.

3 Material e Métodos

Nesta seção são descritas as principais características do Trevo S.A. Em seguida, detalham-se os métodos utilizados para a avaliação de sua efetividade com professores de matemática e com estudantes do Ensino Médio.

3.1 Recurso Educacional Digital TREVO S.A.

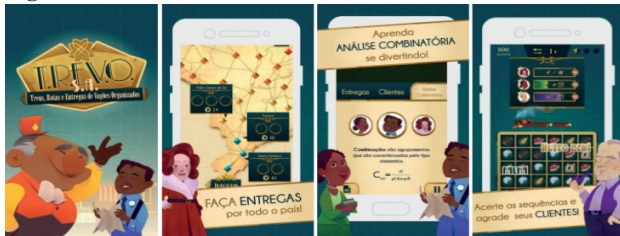
TREVO S.A. (Gomes et al., 2021) é um jogo para dispositivos móveis orientado para a aprendizagem de situações de combinatória para os estudantes do Ensino Médio. Ele foi prototipado, desenvolvido e concebido pelo projeto: Desenvolvimento de novos modelos conceituais de recursos educacionais digitais para as áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias para o Ensino Médio. No projeto, foram produzidos vinte e quatro (24) RED da categoria jogos para dispositivos móveis entre 2019 e 2021, nas áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, voltado aos conteúdos de Química e Matemática e suas Tecnologias, para o Ensino Médio. O referido projeto foi realizado em cooperação entre Ministério da Educação (MEC) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e executado pela equipe do V-Lab/CIn/UFPE.

No jogo, o usuário assume o papel de um gerente de cargas responsável por separar e cuidar das entregas de insumos por todo o Brasil. As entregas acontecem no período das expansões ferroviárias brasileiras (meados de 1870) usando insumos comercializados à época. Cada fase do jogo é ambientada em

¹ Catálogo de Teses e Dissertações - <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>
² Google Scholar - <https://scholar.google.com/>

idades brasileiras, sendo referidas 46 localidades distintas (Figura 2). Destaca-se, portanto, o caráter interdisciplinar que alia a Matemática com História e Geografia.

Figura 2 - Telas do Trevo S.A.



Fonte: Trevo S.A.

O TREVO S.A. apresenta situações preconizadas nas diretrizes curriculares nacionais, como a habilidade “EM13MAT310” presente na BNCC: “Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo agrupamentos ordenáveis ou não de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas, como o diagrama de árvore” (Brasil, 2018, p. 537). O jogo tem cinco personagens (Figura 3). O maquinista (1) apresenta a primeira fase, um tutorial para auxiliar nos primeiros passos, e explica como realizar a entrega dos pedidos. Este personagem também aparece no decorrer das fases, orientando o usuário para os pedidos serem selecionados corretamente, através do PFC. Há três personagens-clientes, que representam um tipo de agrupamento de elementos para problemas de análise combinatória (arranjo, combinação e permutação): a Sr.^a Arranjada (2), o Sr. Kombinado (3) e a Sr.^a Permutto (4), respectivamente. O quinto personagem, Sr. Silva (5) não tem relação com algum conhecimento matemático abordado no jogo. Ele existe para dar uma rotação dos insumos no tabuleiro, manter a jogabilidade dinâmica e facilitar a formação de agrupamentos, quando mais de um pedido é realizado de uma vez, com pedidos que não envolvem os conceitos da análise combinatória.

Figura 3 - Personagens do jogo Trevo S.A

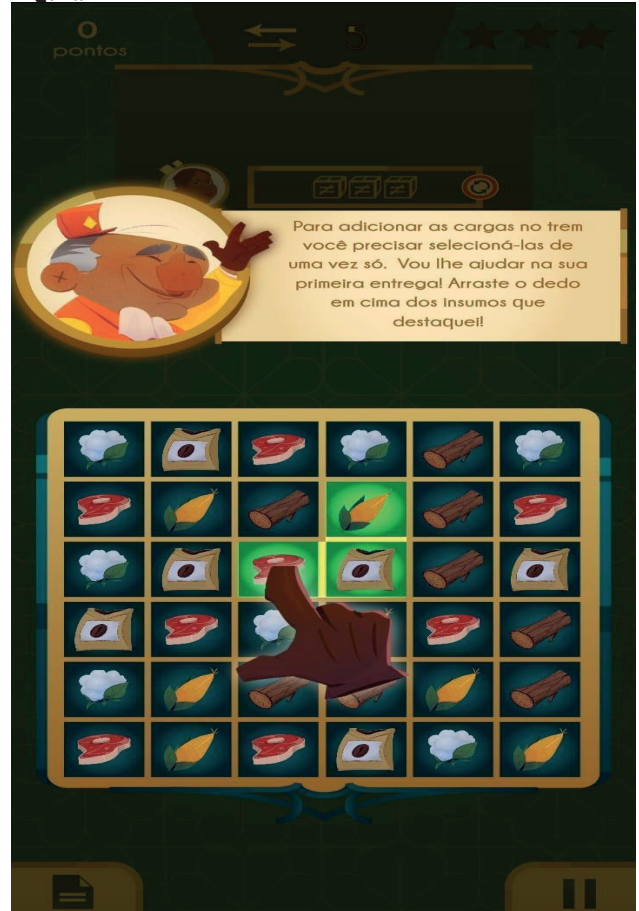


Fonte: Trevo S.A.

Os agrupamentos representam os pedidos solicitados por cada um. A Sr.^a Arranjada representa o arranjo simples. No jogo, ela sempre dirá a quantidade de insumos, mas, não se pode enviar o pedido na mesma ordem. O Sr. Kombinado representa os agrupamentos da combinação. No jogo, ele exige que o usuário nunca envie o mesmo conjunto de insumos mais de uma vez, mesmo que em ordens diferentes. A Sr.^a Permutto representa a permutação. No jogo, o usuário deve selecionar os insumos dos pedidos sempre em ordens diferentes. Ela é bem específica e dirá quais insumos quer e quantos serão.

As entregas dos insumos são realizadas por um trem. Para carregá-lo e cumprir uma entrega, o jogador precisa selecionar os insumos em ordem no tabuleiro. Uma sequência de números 1, 2 e 3 indicando a ordem aparecerá sobre os insumos selecionados. Os insumos são disponibilizados em um tabuleiro e o jogador deve fazer agrupamentos conforme o pedido dos clientes. Para fazê-lo, ele precisa deslizar o dedo sobre os insumos adjacentes (Figura 4).

Figura 4 - Tela do tutorial do Trevo S.A.



Fonte: Trevo S.A.

Realizando as jogadas e relacionando-as com os critérios exigidos pelos clientes, o estudante pode mobilizar o pensamento combinatório, no qual estão implícitos os processos de contagem nos distintos agrupamentos de arranjo, combinação e permutação. O jogo é acompanhado por um Guia Didático-Pedagógico [omitido], no qual se apresentam as mecânicas, a descrição do funcionamento e possíveis cenários de aprendizagem.

O conteúdo do TREVO S.A. foi avaliado por professores de Matemática e por estudantes do Ensino Médio, usando instrumentos próprios, descritos nas próximas seções.

3.2 Percepção de professores e estudantes do Ensino Médio

A avaliação seguiu procedimentos semelhantes nos grupos de professores e estudantes. Nos dois grupos, cada participante (professor ou estudante) foi convidado a jogar o

TREVO S.A., para em seguida proceder com sua avaliação individualmente. Os instrumentos diferem para cada grupo, mas ambos consistem em critérios na forma de afirmações. Os avaliadores atribuíram nota numa escala ordinal Likert (1932) de 5 níveis de concordância. Para cada nível foi estabelecido um valor numérico conforme: ‘concordo totalmente’ (100), ‘concordo parcialmente’ (75), ‘nem concordo, nem discordo’ (50), ‘discordo parcialmente’ (25), e ‘discordo totalmente’ (00). Ao final foi calculada uma média para cada critério.

As avaliações foram realizadas nos meses de agosto a novembro de 2021. Os procedimentos para as avaliações foram realizados individual e remotamente, devido à pandemia da COVID-19.

3.2.1 Professores

Os professores avaliadores eram do Ensino Médio da rede pública estadual de ensino de Pernambuco. Eles foram contatados por meio de grupos de *WhatsApp*® com professores de escolas públicas estaduais. Cinco professores responderam ao convite. Todos tinham formação superior nas áreas de Licenciatura em Ciências da Natureza ou Matemática.

O questionário continha itens adaptados de instrumentos de avaliação e validação da qualidade de softwares educativos, objetos de aprendizagem e jogos educativos, a saber: a técnica de validação da Engenharia Didático-Informática, EDI (Silva, 2016), o questionário de avaliação de Objetos de Aprendizagem - LORI (Belfer, Nesbit & Leacock, 2002), o *Educative GameFlow* (Sweetser & Wyeth, 2005) e o *Usability of Educational Computer Games* (Mohamed, Yusoff & Jaafar, 2012). O instrumento contou com 29 critérios divididos em quatro dimensões, além de uma sessão com duas questões abertas (Quadro 1).

Quadro 1 - Instrumento de avaliação para professores

Dimensão Educacional: avaliam o RED como recurso capaz de mobilizar competências e habilidades do estudante ao utilizá-lo. Também permite verificar se o jogo é compatível com o ano escolar dos estudantes.

P1. Há integração de conteúdo entre estudante e jogo.
P2. Conhecimentos escolares são aplicados durante o jogo.
P3. O jogo instiga a curiosidade sobre o conteúdo apresentado.
P4. Os objetivos de aprendizagem são claros e adequados para o processo de aprendizado.
P5. O jogo considera os diferentes níveis de aprendizado individual.
P6. O jogo dá retorno sobre o conhecimento que está sendo construído.
P7. O conteúdo segue parâmetros de aprendizagem da BNCC.
P8. O jogo representa bem conceitos, propriedades, relações e transformações do conteúdo.
P9. Os materiais de conteúdo são envolventes.

Dimensão Estrutural: avaliam aspectos relacionados com a jogabilidade, aplicabilidade e experiência do usuário.

P10. A dificuldade do jogo é adequada aos estudantes.
P11. Os desafios aumentam conforme minhas habilidades aumentam.
P12. O jogo apresenta novos desafios em um ritmo adequado.
P13. Há erros que impedem o avanço do jogo.
P14. É possível usar quaisquer estratégias para vencer o jogo.
P15. O jogo dá retorno imediato das minhas ações.
P16. O jogo exhibe informações sobre o meu *status*, como nível ou pontuação.

P17. O jogo fornece informações suficientes para começar a jogar.
P18. É possível identificar a pontuação durante o jogo.
P19. Há recompensas para os usuários que completam as atividades propostas.
P20. Os desafios ao longo do jogo são boas experiências.
P21. O jogo continua interessante mesmo jogado uma segunda vez.

Dimensão Visual: avaliam a percepção sobre o design e representação visual do jogo

P22. O jogo me permite visualizar *status* do sistema do celular enquanto jogo.
P23. A estética e design do jogo são visualmente agradáveis.
P24. Os elementos multimídia são adequados ao conteúdo (imagens, vídeos, sons do RED).
P25. Os elementos apoiam significativamente as informações do jogo.
P26. O uso de elementos multimídia realça a apresentação do conteúdo.

Dimensão Social: avaliam as formas de uso em aula nos aspectos colaborativos e competitivos.

P27. O jogo pode promover o engajamento do estudante.
P28. O jogo pode promover colaboração entre estudantes.
P29. O jogo pode promover competição entre estudantes.

Controle e melhorias no recurso/conhecimento: solicita uma descrição dos pontos positivos e possibilidades de melhorias no RED.

P30. Quais aspectos deste jogo foram mais úteis ou valiosos?
P31. Há algo que você melhoraria no jogo avaliado?

Fonte: [Queiros et al., 2022].

3.2.2 Estudantes

A avaliação foi realizada por 12 estudantes do Ensino Médio, indicados por professores que atuam em modalidades diferentes de ensino da rede pública e particular.

O instrumento de avaliação continha itens adaptados da escala *EGameFlow* (Fu et al., 2009), da proposta de avaliação de jogos educacionais com base na experiência do usuário, na taxonomia de objetivos educacionais, para avaliar a satisfação dos usuários nos jogos (Savi et al., 2010) e de critérios do estudo de Silva e Gomes (2015).

A escala de avaliação foi dividida em três dimensões: (i) interface, (ii) experiência/jogabilidade, e, (iii) conhecimento e aprendizagem; além de duas perguntas abertas relacionadas ao controle e melhorias no recurso/conhecimento (Quadro 2).

Quadro 2 - Instrumento de Avaliação para os estudantes

Interface: avalia a área de interação do usuário e sua concepção nos aspectos textuais e visuais do jogo.

Q1. O design da interface do jogo é atraente.
Q2. O manuseio do jogo é fácil.
Q3. As representações das imagens estão bem apresentadas.
Q4. Os textos apresentados possuem coerência e informações necessárias para compreensão do conteúdo.

Experiência/Jogabilidade: avalia o desempenho do usuário na realização de tarefas e na sua jogabilidade.

Q5. Recebi feedback imediato das minhas ações.
Q6. Recebi informação sobre o meu *status*, como nível ou pontuação.
Q7. O jogo prendeu minha atenção.
Q8. As tarefas do jogo foram muito difíceis.
Q9. Existem “dicas” que ajudam nas tarefas.
Q10. Minhas habilidades aumentam conforme o jogo avança.
Q11. Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.
Q12. Senti estar tendo progresso durante o desenrolar do jogo.
Q13. Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo acabara.
Q14. Eu jogaria este jogo novamente.

Q15. Achei o jogo meio parado.
 Q16. Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.
Conhecimento e aprendizagem: avalia o desempenho do usuário na realização de tarefas e na sua jogabilidade.
 Q17. O jogo apresentou conteúdo que estimulou minha atenção.
 Q18. Captei as ideias básicas do conteúdo apresentado.
 Q19. Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.
 Q20. Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.
 Q21. Eu visualizei o conteúdo do jogo de forma surpreendente e/ou inesperada.
 Q22. Durante o jogo consegui lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.
Controle e melhorias no recurso/conhecimento: solicita uma descrição dos pontos positivos e possibilidades de melhorias no RED.
 Q23. Quais aspectos deste jogo foram mais úteis ou valiosos?
 Q24. Quais aspectos você melhoraria no jogo avaliado?

Fonte: Queiros et al. (2022).

A próxima seção descreve os resultados das avaliações do TREVO S.A.

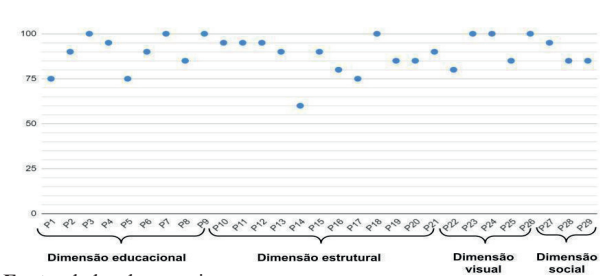
4 Resultados e Discussão

Esta seção apresenta inicialmente a percepção de professores de matemática, seguida da percepção dos estudantes do Ensino Médio.

4.1 Percepção de professores do Ensino Médio

O Gráfico 1 mostra as médias da avaliação respondida pelos professores. No eixo horizontal é apresentada a lista dos critérios e suas dimensões, e no eixo vertical a pontuação referente a cada classificação. Cada ponto do gráfico é posicionado conforme a média aritmética das pontuações das classificações de cada critério. Assim, por exemplo, podemos dizer que, na questão P10 (Os materiais de conteúdo são envolventes, Quadro 2), a média de avaliações é de 80 pontos, ou seja, um resultado que estaria entre ‘concordo totalmente’ e ‘concordo parcialmente’.

Gráfico 1 - Resultado das médias, Escala Likert, das respostas dos especialistas



Fonte: dados da pesquisa.

O jogo foi avaliado positivamente pelos professores em todos os critérios utilizados. Apenas o critério P14 obteve a média abaixo de 75 pontos. Este critério avalia se no jogo “é possível usar quaisquer estratégias para vencer o jogo?”. É de se esperar este resultado ou próximo, pois para ganhar mais

pontos, o usuário tem que atender aos pedidos dos personagens que fazem referência aos conceitos multiplicativos que permeiam a análise combinatória e estão presentes no jogo: permutação, arranjo e combinação.

Com relação aos aspectos considerados mais úteis, os professores apontaram a maneira lúdica e visual de apresentar o conhecimento de análise combinatória. O jogo também foi percebido como um recurso inovador que possibilita aprendizagens autônomas e dinâmicas, contribuindo com práticas pedagógicas ativas e híbridas.

A respeito das melhorias, os professores indicaram a necessidade de um documento para aproveitar melhor as potencialidades do jogo. Esse documento existe na forma do Guia Didático-Pedagógico - GDP (Queiros et al., 2022) com orientações de jogabilidade para melhor aproveitamento do jogo e também com alguns cenários de aprendizagens que auxiliam os professores a pensar e planejar suas aulas.

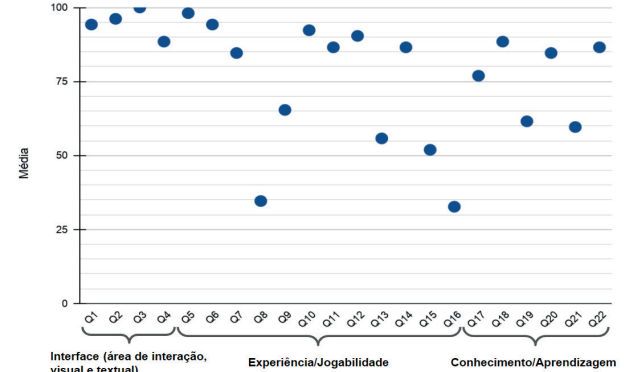
Outro ponto destacado foi a questão visual dos pedidos e a parte textual, que poderiam ser maiores para melhor visualização dos usuários. De fato, há entaves que se referem a este ponto. São muitas possibilidades de agrupamentos e para o usuário realizar todas as permutações, o jogo ficaria muito repetitivo e poderia deixá-lo menos divertido. O GDP tem a função de auxiliar o professor neste entendimento.

Essa avaliação por parte de professores é fundamental, tendo em vista que estes definem como os recursos serão usados. A próxima seção apresenta a avaliação na perspectiva dos estudantes.

4.2 Percepção dos estudantes do Ensino Médio

O Gráfico 2 apresenta os dados gerais da avaliação realizada, dividido em três dimensões: interface, experiência/jogabilidade e conhecimento/aprendizagem. O eixo horizontal contém a lista dos critérios e suas dimensões e o eixo vertical a pontuação média referente a cada classificação. No geral, as avaliações foram consideradas positivas, sendo a maioria com média acima de 75.

Gráfico 2 - Resultado das médias, Escala Likert, das respostas dos estudantes



Fonte: dados da pesquisa.

Assim como os professores, a avaliação dos estudantes também foi considerada positiva. Apenas dois critérios (Q8 e

Q16) apresentam valores abaixo de 50. O critério Q8 afirma que “As tarefas do jogo foram muito difíceis”. Nesse caso, a pontuação baixa indica que os estudantes não concordam com a afirmação, portanto, acharam as tarefas fáceis. Já O critério Q16 afirma que “Houve momentos em que eu queria desistir do jogo”. Da mesma forma, a pontuação baixa aponta que não houve momentos em que consideraram desistir.

A pontuação do critério Q13, “Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo acabara” revela que mais da metade dos estudantes estavam engajados no jogo e não queriam que fosse interrompido/acabasse. O TREVO S.A. (Queiros et al., 2021) não é um jogo focado em habilidade e mecânica, mas no engajamento dos estudantes para perceber o conhecimento matemático abordado no jogo.

Nas questões abertas, um dos principais pontos positivos relatados pelos estudantes foi a boa relação do estilo do jogo - *tile-matching* ou Jogo de combinação de peças³ - com o conteúdo de Análise Combinatória. O TREVO S.A.*id.*) tende a praticar constantemente o conteúdo de forma lúdica e isto foi destacado pelos estudantes. Além disso, um estudante descreveu sobre como foi interessante a mistura dos assuntos de matemática e geografia, o que condiz com a proposta interdisciplinar do jogo. Outro estudante relatou que o jogo o estimulou a buscar em sua memória detalhes referentes ao conteúdo para traçar a melhor estratégia no jogo, evidenciando a mobilização de conhecimentos matemáticos.

Essas avaliações apontam para uma percepção positiva do TREVO S.A. tanto por professores quanto estudantes. A próxima seção apresenta as conclusões do trabalho.

5 Conclusão

O presente artigo visa apresentar as percepções de professores e estudantes acerca da efetividade de um novo conceito de recurso didático do tipo RED para o ensino e a aprendizagem de combinatória, TREVO S.A. As avaliações permitem concluir que os dois grupos concordam que o mesmo é um recurso relevante para o ensino do conteúdo proposto.

Os resultados revelam que o RED foi percebido como um recurso lúdico, mas que também permeia a abordagem conceitual para problemas de Análise Combinatória (Magina et al., 2016; Gitirana et al., 2014; Vergnaud, 2009).

As competências relacionadas ao campo conceitual multiplicativo, ao explorar a classe combinatória, são amplas e o jogo não poderia abarcar todo o conhecimento a ele associado. Porém, o TREVO S.A apresenta-se como auxiliar para o aprendizado dos estudantes, na perspectiva apontada por Magina et al. (2022), no que tange a exploração do campo conceitual combinatório dos estudantes.

Deve-se considerar as estratégias didáticas e as possibilidades que esta tecnologia interativa oferece para a aprendizagem dos processos de contagem no campo da análise

combinatória. Isso oportuniza a possibilidade de constituir situações (Vergnaud, 1996) interativas. Dessa forma, ao vivenciar a imersão no jogo, é possível que o estudante crie hipóteses e teste-as, bem como faça a proposição de novas possibilidades. Diante da complexidade de incrementar no jogo variados tipos de problemas que exigem diferentes tipos de raciocínio, conclui-se que o jogo foi bem avaliado.

Os resultados do estudo corroboram com trabalhos que apontam a relevância de professores e estudantes avaliarem o uso de jogos digitais para o ensino de conceitos matemáticos (Kirnew, Bianchini, Lobo da Costa, & Ventura, 2021)

Finalmente, há que se considerar alguns aspectos que limitaram uma avaliação mais aprofundada. O contexto do ensino remoto decorrente da pandemia da COVID-19 não permitiu o uso do jogo presencialmente no contexto da escola, bem como uma avaliação do seu uso integrado ao currículo escolar. Tal contexto também limitou o número de participantes tanto de professores quanto de estudantes. Apesar de tais limitações, os resultados positivos permitem indicar que o TREVO S.A. tem potencial para contribuir na aprendizagem do conhecimento combinatório. Além disso, pode-se afirmar que o jogo atende as recomendações da BNCC (Brasil, 2018) tanto no que diz respeito às habilidades e competências específicas de Matemática quanto nas competências relacionadas à cultura digital. Outros aspectos, como estratégias desenvolvidas para resolver as situações problema apresentadas no jogo, poderão ser aprofundados em estudos futuros envolvendo a utilização do jogo em sala de aula com mais participantes e com instrumentos de avaliação específicos.

Referências

- Aguiar, I. P. (2019). *O uso de técnicas de gamificação como auxílio a resolução de problemas no campo da análise combinatória*. Dissertação (mestrado). Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Roraima.
- Amorim, A. M. (2021). *O ensino do princípio multiplicativo nos anos finais do ensino fundamental: uma análise das propostas apresentadas pelos livros didáticos* [Monografia (graduação), Universidade Federal de Roraima, Coordenadoria do Curso Superior de Licenciatura em Matemática].
- Azevedo, I. F., Noronha, W. F. R., da Silva Barroso, M. C. & da Silva, S. A. (2019). Objetos de Aprendizagem como recurso didático para o ensino de análise combinatória. *Caminhos da Educação Matemática em Revista* (Online), 9(3), 46-59.
- Azevedo, J. & Borba, R. E. D. S. R. (2013). Combinatória: a construção de árvores de possibilidades por alunos dos anos iniciais com e sem uso de software. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 6(2), 113-140.
- Azevedo, J. (2013). *Alunos de Anos Iniciais Construindo Árvores de Possibilidades: é melhor no papel ou no computador?* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Recife.

3 Tipo de jogo em que se deve combinar as peças de acordo com critérios de correspondência, sendo os mais conhecidos: o Tetris e o Candy Crush.

- Belfer, K., Nesbit, J. & Leacock, T. (2002). Learning object review instrument (LORI). Version 1N4. Disponível em https://www.academia.edu/7927907/Learning_Object_Review_Instrument_LORI_.
- Borba, R. (2010). O raciocínio combinatório na educação básica. Encontro Nacional de Educação Matemática, 1, 1-16.
- Borba, R. E. D. S. R., Lautert, S. L. & Silva, A. D. C. (2021). How Do Kindergarten Children Deal with Possibilities in Combinatorial Problems? In *Mathematical Reasoning of Children and Adults* (pp. 141-167). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69657-3_7.
- Borba, R. E. D. S. R., Rocha, C. D. A. & Azevedo, J. (2015). Estudos em Raciocínio Combinatório: investigações e práticas de ensino na Educação Básica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 29, 1348-1368.
- Borba, R. E. S. R. & Azevedo, J. (2010). Construindo árvores de possibilidades para compreensão de relações combinatórias. *Educação Matemática em Revista*, (31), 24-32.
- Borba, R. E. S. R. (2013). Vamos combinar, arranjar e permutar: aprendendo combinatória desde os anos iniciais de escolarização. XI Encontro Nacional de Educação Matemática, 13, 1-15. <https://doeplayer.com.br/211043-Vamos-combinar-arranjar-e-permutar-aprendendo-combinatoria-desde-os-anos-iniciais-de-escolarizacao.html>.
- Borba, R. E. S. R. (2017). Crianças de Anos Iniciais Levantando Espaços Amostrais: Relações Entre Pensamentos Combinatório e Probabilístico. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 10(2), 86-92. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2017v10n2p86-92>.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília, DF: MEC.
- Brum, W. P. & da Silva, S. D. C. R. (2014). Uso de um objeto de aprendizagem no ensino de matemática tomando-se como referência a teoria da aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 4, 15-31.
- Cemim, K. L. (2008). *Ensino de Combinatória: Problemas de divisão, teoria de Vergnaud e metodologia da engenharia didática*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Dambros, R.L. (2010). *Software Interativo para o Ensino de Análise Combinatória*. Dissertação (mestrado) — Universidade Federal De Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Campo Grande.
- Del Trejo, A. B. (2021). *O ensino de probabilidade no 5º ano do ensino fundamental de escolas da rede municipal*. 238 p. Dissertação (mestrado) — Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia — Programa de Pós-graduação em Educação Matemática. Presidente Prudente.
- Ferraz, M.C., Borba, R. E.S.R. & Azevedo, J. (2010). Usando o software Árbol na construção de árvores de possibilidades para resolução de problemas combinatórios. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática. *Anais do X ENEM*, 1-11. Salvador.
- Fu, F. L., Su, R. C. & Yu, S. C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, v. 52(1), 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>.
- Gitirana, V., Magina, S., Campos, T. & Spinilo, A. (2014). *Repensando Multiplicação e Divisão: contribuições da Teoria dos campos Conceituais*. São Paulo: Editora PROEM.
- Gomes, A. S. et al. (2021). *Trevo S.A.* [Programa de Computador]. Número do registro: BR512021001221-6, INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- Groenwald, C. L. O., Zoch, L. N. & Homa, A. I. R. (2009). Integrando Sequências Didáticas e o Uso de Tecnologias de Ensino Eletrônico com o Conteúdo de Análise Combinatório. In: X Encontro Gaúcho de Educação Matemática. *Anais do X EGEM*, Ijuí.
- Hitzschky, R. A., de Castro Filho, J. A. & Freire, R. S. (2020). Recurso Educacional Digital (RED) para os anos iniciais do Ensino Fundamental: aspectos pedagógicos e a Base Nacional Comum Curricular. *RENOTE*, v. 18, 408-417. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.110262>.
- Kirnew, L. C. P., Bianchini, L. G. B., Lobo da Costa, N. M. & Ventura, L. M. (2021). Ensino e Aprendizagem da Matemática por Meio dos Jogos Digitais: uma Proposta Colaborativa no Laboratório de Informática. *Jornal Internacional De Estudos Em Educação Matemática*, 13(3), 343-352. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n3p343-352>.
- Leite, M., Pessoa, C., Ferraz, M. & Borba, R. (2009). Softwares educativos e objetos de aprendizagem: um olhar sobre a análise combinatória. In: X Encontro Gaúcho de Educação Matemática. *Anais do X EGEM*, Ijuí. http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_46.pdf.
- Levain, J. P. (1992). La résolution de problèmes multiplicatifs à la fin du cycle primaire. *Educational Studies in Mathematics*, v. 23(2), 139-161. <https://doi.org/10.1007/BF00588053>.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 22, 140, 55. <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>.
- Lima, E. & Borba, R. (2019). A articulação entre combinatória e probabilidade nos anos finais do ensino fundamental: Um olhar para o currículo prescrito no Brasil. III Congresso Internacional Virtual de Educación Estadística, 2019. *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*, 2019, 1-10.
- Los, D.E.S. (2019). *CombEsq: uma proposta de objeto de aprendizagem para o ensino e aprendizagem de análise combinatória*. Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional. Maceió.
- Magina, S. M. P., Lautert, S. L. & Carzola, I. M. (2022). A Teoria dos Campos Conceituais na sala de aula. In: Sandra Maria Pinto Magina; Síntria Labres Lautert; Alina Galvão Spinillo. (Org.). *Processos Cognitivos e Linguísticos na Educação Matemática. Teoria, pesquisa e sala de aula*. Brasília: SBEM Nacional.
- Magina, S., Merlini, V. L., & Santos, A. (2016). A Estrutura Multiplicativa à luz da Teoria dos Campos Conceituais. In *Matemática, cultura e tecnologia: perspectivas internacionais*. Curitiba: CRV, 65-82.
- Martins, E.F. (2020). *Pensamento combinatório e Objetos Digitais de Aprendizagem Estudo construtivista nos anos iniciais*. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre.
- Mathias, C. V., Maques, C. T., Siqueira, D., Godois, J. M., dos Santos, L. R., Appel, M. L. G., Cavallin, R. M. & Fagan, S. B. (2007). Desenvolvimento de objetos de aprendizagem nas áreas de língua portuguesa e matemática. *RENOTE*, v. 5, 1-10. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14164>.

- Mohamed, H., Yusoff, R., & Jaafar, A. (2012). Quantitative analysis in a heuristic evaluation for usability of educational computer game (UsaECG). In 2012 *International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management*. IEEE, 187-192. <https://doi.org/10.1109/InfRKM.2012.6205033>.
- Pinto, E.B. (2015). *Combinatória no ensino médio: concentrando o ensino nos objetos de aprendizagem*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática, Mestrado em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza.
- Prata, C. L., & Nascimento, A. C. A. A. (2007). *Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico*. Brasília: MEC
- Queiros, L. M., Gomes, A. S., Pereira, J. W., Castro Filho, J. A., Santos, E. M. & Silva Neto, D. F. (2022). Enigmas de Yucatàn: Recurso Educacional Digital para o Ensino de Geometria Espacial. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, v. 30, p. 108-135. <https://doi.org/10.5753/rbie.2022.2140>.
- Queiros, L. M. et al. *REVO S.A. - Guia Didático-Pedagógico*. Recife: Pipa Comunicação.
- Santana, E., & Oliveira, T. (2015). O raciocínio combinatório revelado ao longo da educação básica. *Jornal Internacional de Estudos Em Educação Matemática*, 8(3). <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2015v8n3p%p>.
- Santos Filho, J. W. (2010). *Jogo eletrônico educacional como um objeto de aprendizagem visando a aprendizagem significativa: uma experiência com a análise combinatória* (p. 131) [Dissertação de Mestrado].
- Santos Júnior, M. R. (2020). *A análise combinatória e o jogo Mastermind na forma de aplicativo como recurso didático* [Dissertação de Mestrado].
- Santos, E. M., Gomes, C. R. A., & Gomes, A. S. (2021). The Posing of Mathematical Problems by University Students of Mathematics. In A. G. Spinillo, S. L. Lautert, & R. E. de S. R. Borba (Eds.), *Mathematical Reasoning of Children and Adults: Teaching and Learning from an Interdisciplinary Perspective* (pp. 267–292).
- Santos, E. P., & Prado, M. E. B. B. (2021). O Uso de Jogos Digitais no Ensino da Matemática: um Estudo Bibliográfico. *Jornal Internacional de Estudos Em Educação Matemática*, 14(3), 287–293. <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2021v14n3p287-293>.
- Savi, R., Von Wangenheim, C. G., Ulbricht, V., & Vanzin, T. (2010). Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. *RENOTE*, 8(3). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.18043>.
- Silva, A. C. B., & Gomes, A. S. (2015). *Conheça e utilize software educativo: avaliação e planejamento para a educação básica*. Pipa Comunicação.
- Silva, C. T. J. (2016). *A engenharia didático-informática na prototipação de um software para abordar o conceito de taxa de variação* [Dissertação de Mestrado]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/19687>.
- Silva, F. H. M. (2013). *O uso de objetos de aprendizagem como instrumento diferenciado para o ensino de análise combinatória* [Dissertação de Mestrado]. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/4804>.
- Silva, J. F. G., & Spinillo, A. G. (2020). Relações diretas e inversas em problemas de produto cartesiano: é possível facilitar a compreensão de crianças a partir da explicitação dos princípios invariantes? In *Diálogos sobre o ensino, a aprendizagem e a formação de professores*. Autografia.
- Spinillo, A. G., & da Silva, J. F. G. (2016). Alternativas para desenvolver formas apropriadas de resolução de problemas de produto cartesiano. *Revista EM TEIA*, 7(1). <https://doi.org/10.36397/emteia.v7i1.4997>.
- Spinillo, A. G., Lautert, S. L., Borba, R. E. de S. R., dos Santos, E. M., & da Silva, J. F. G. (2017). Formulação de Problemas Matemáticos de Estrutura Multiplicativa por Professores do Ensino Fundamental. *Bolema*, 31(59), 928–946. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n59a04>.
- Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games. *Computers in Entertainment*, 3(3), 3. <https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>.
- Vega, D. A. (2014). *Qual mais fácil de resolver com 2, 3 ou 4 etapas de escolha: produto cartesiano, arranjo, combinação ou permutação?* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco].
- Vergnaud, G. (1983). Multiplicative structures. In *Acquisitions of mathematics concepts and procedures* (pp. 127–174). Academic Press.
- Vergnaud, G. (1996). A Teoria dos Campos Conceituais. In *Didática das matemáticas* (pp. 155–191). Instituto Piaget.
- Vergnaud, G. (2009). *A criança, a matemática e a realidade*. Editora da UFPR.