



INOVANDO O ENSINO DE ESTRUTURAS DE DADOS COM O PROJETO SOLITAIRE E DESENVOLVIMENTO SOCIOEMOCIONAIS E DE SOFT SKILLS

Innovating data structures education with the Solitaire project and development of socio-emotional and Soft Skills

Lucy Mari Tabuti

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Email: lucymari@gmail.com

RESUMO

Este artigo introduz uma abordagem educacional inovadora que combina o ensino de Estruturas de Dados com o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. A metodologia é exemplificada em um estudo de caso realizado em cursos de ciência da computação e engenharia da computação. O estudo envolveu a criação de uma versão digital de um jogo de cartas tradicional, com ênfase na compreensão dos conceitos do jogo e sua transposição para as estruturas de dados computacionais. Os resultados demonstraram que essa abordagem inovadora, além de aprimorar o desempenho acadêmico computacional dos estudantes, também permitiu a aplicação prática desses conhecimentos em suas vidas pessoais e profissionais. Além disso, muitos estudantes relataram melhorias em sua qualidade de vida e habilidades interpessoais, destacando a importância de incorporar o desenvolvimento de habilidades socioemocionais ao ensino de conceitos técnicos. Essa abordagem demonstra um modelo educacional eficaz que transcende as fronteiras da sala de aula, preparando os estudantes além do sucesso acadêmico, também para uma vida plena e bem-sucedida.

Palavras-chave: Educação, Soft Skills, Socioemocionais, Tecnologia, Inovação.

ACEITO EM: 15/06/2024

PUBLICADO EM: 01/08/2024



INNOVATING DATA STRUCTURES EDUCATION WITH THE SOLITAIRE PROJECT AND DEVELOPMENT OF SOCIO-EMOTIONAL AND SOFT SKILLS

Inovando o ensino de estruturas de dados com o projeto Solitaire e desenvolvimento socioemocionais e de Soft Skills

Lucy Mari Tabuti

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Email: lucymari@gmail.com

ABSTRACT

This article introduces an innovative educational approach that combines the teaching of Data Structures with the development of socio-emotional skills. The methodology is exemplified in a case study conducted in computer science and computer engineering courses. The study involved creating a digital version of a traditional card game, with an emphasis on understanding the game's concepts and their transposition to computational data structures. The results demonstrated that this innovative approach, in addition to enhancing students' computational academic performance, also allowed for the practical application of this knowledge in their personal and professional lives. Furthermore, many students reported improvements in their quality of life and interpersonal skills, underscoring the importance of incorporating the development of socio-emotional skills into the teaching of technical concepts. This approach demonstrates an effective educational model that transcends the boundaries of the classroom, preparing students not only for academic success but also for a fulfilling and successful life.

Keywords: Education, Soft Skills, Socioemotional, Technology, Innovation.

INTRODUÇÃO

No campo da Computação, a disciplina Estruturas de Dados é amplamente reconhecida como fundamental para estudantes de nível superior. Algoritmos, como destacado por Cormen et al. (2022), são o cerne da Ciência da Computação e as estruturas de dados desempenham um papel crucial na organização e armazenamento eficaz dos dados, tornando seu acesso e modificação mais eficientes.

Entretanto, o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de Estruturas de Dados é frequentemente objeto de debate. Isso ocorre porque os estudantes enfrentam desafios na compreensão dessas estruturas, exigindo tanto o desenvolvimento de pensamento abstrato quanto o aprimoramento de habilidades de resolução de problemas. É comum que os estudantes busquem soluções prontas, sem uma compreensão aprofundada do funcionamento das estruturas de dados. Este é um ponto crucial que deve ser considerado por educadores em cursos de tecnologia de nível superior, que buscam transformar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Estruturas de Dados mais atraente, motivador e interessante para os estudantes (DICHEVA, et al., 2020).

Experiências acadêmicas na disciplina de Estruturas de Dados, exemplificadas por estudos de Wu et al. (2021), Xin-ai, Li-na e Chun-ying (2021), e Dicheva et al. (2020), têm destacado as dificuldades dos estudantes em compreender conceitos como Recursão, Pilha, Fila e Lista Ligada. Com o avanço tecnológico e a necessidade de uma aprendizagem eficaz, o uso de jogos digitais como ferramenta educacional tem ganhado destaque (DICHEVA, et al., 2020) (KAZIMOGLU, 2020) (VAHL DICK, et al., 2020).

Pesquisas educacionais têm demonstrado que abordagens como aprendizagem ativa, *feedback* eficaz, desenvolvimento do pensamento computacional, prática ativa e ferramentas de apoio para explorar e visualizar conceitos podem auxiliar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem das Estruturas de Dados (YAN, et al., 2022). Muitas dessas abordagens apresentam princípios e estratégias alinhados com as funcionalidades oferecidas no desenvolvimento de jogos digitais (DICHEVA, et al., 2020).

Além disso, como apontado por Chen e Tu (2021), Adipat et al. (2021), Behnamnia et al. (2023) e Rachid e Hassn (2020), jogos digitais educacionais, além de auxiliarem na compreensão do conhecimento, promovem a interação social e o desenvolvimento cognitivo, socioemocional e de *soft skills* como criatividade, comunicação, trabalho em equipe, entre outros.

Este artigo se debruça sobre o desafio central da aprendizagem dos conceitos de Estruturas de Dados por parte dos estudantes de Computação com o desenvolvimento socioemocional e de *soft skills*. Abordagens tradicionais de ensino-aprendizagem frequentemente não apresentam resultados satisfatórios, como destacado por Wu et al. (2021) e Laine e Lindberg (2020), sugerindo a necessidade de uma abordagem renovada.

Essa abordagem renovada deve levar em consideração dois fatores essenciais: a dificuldade de abstração, relacionada à falta de competências de raciocínio lógico e do pensar fora da caixa, por parte dos estudantes como apresentado por Laine e Lindberg (2020) e por Angeli e Giannakos (2020), e o fato de que a aprendizagem é mais eficaz quando os estudantes estão ativamente envolvidos na exploração dos conceitos e no exercício prático, que faça sentido em sua aplicação e com o conceito mão-na-massa (LAINE & LINDBERG, 2020) (MULLEN, et al., 2019).

Baseado em pesquisas anteriores e na hipótese de que jogos digitais educacionais podem aprimorar o processo de aprendizagem e do desenvolvimento de *soft skills*, este trabalho se propõe a utilizar jogos como meio de melhorar o desempenho e os resultados no ensino-aprendizagem de Estruturas de Dados. Para alcançar esse objetivo, foi desenvolvido o Projeto *Solitaire*, um método que envolve a criação de um jogo digital aplicado no contexto educacional, praticando diferentes *soft skills* com a interação socioemocional.

Este jogo, inspirado no tradicional jogo de cartas *Klondike Solitaire*, foi implementado em dois semestres consecutivos, empregando pesquisa-ação e triangulação de dados para gerar resultados qualitativos que avaliam a eficácia e as melhorias do método do Projeto *Solitaire*. A compreensão e o domínio dos conceitos de Estruturas de Dados foram avaliados ao longo do projeto, que se baseou no método de transposição de um jogo físico para uma versão digital. Essa abordagem permitiu aos estudantes compreenderem cada um dos conceitos de estruturas de dados e aplicá-los de forma prática na resolução de problemas do mundo real.

Além disso, durante a aplicação do Projeto *Solitaire*, os estudantes foram submetidos, por necessidade do próprio projeto, ao desenvolvimento socioemocional e de *soft skills* como comunicação, criatividade, colaboração, empatia, trabalho em equipe, entre outros.

Este trabalho visa aprimorar a forma como os estudantes de Estruturas de Dados aprendem, além do aspecto acadêmico, também no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e de *soft skills*, proporcionando uma abordagem mais envolvente, interativa e eficaz para o ensino-aprendizagem, o que eles levam para a vida pessoal e profissional.

1 TRABALHOS RELACIONADOS

A aprendizagem de conceitos de Estrutura de Dados por meio da construção de jogos digitais tem sido explorada como uma abordagem pedagógica inovadora, como evidenciado no estudo de Ferrari et al. (2014). No entanto, é importante ressaltar que, em algumas dessas iniciativas, a ênfase recai apenas na exploração de conceitos específicos, como pilhas de cartas intermediárias e finais, como demonstrado em uma adaptação do jogo FreeCell. Embora essas abordagens tenham proporcionado *insights* valiosos, muitas vezes não apresentam um método completo para a construção dos jogos, oferecendo, em vez disso, diretrizes gerais. Além disso, nada foi abordado ou estudado sobre o desenvolvimento socioemocional e de *soft skills*.

Outra abordagem, apresentada por Zhang et al. (2015), sugere que a manipulação de jogos digitais prontos pode ser uma maneira eficaz de envolver os estudantes na aprendizagem de conceitos de Estruturas de Dados. Em seu estudo, eles exploraram o conceito de Lista Ligada em um jogo chamado *Space Traveller*, semelhante ao popular jogo *Snake*, onde os orbes da espaçonave representam os nós de uma lista ligada, com operações de inserção e remoção. Essa abordagem fornece aos estudantes uma oportunidade prática de aplicar conceitos complexos em um contexto divertido e desafiador. Apesar de não estar explícito, algumas *soft skills* são desenvolvidas para a motivação e engajamento do estudante.

Além disso, Kaur e Geetha (2015) introduziram um aplicativo gamificado e personalizado denominado "*Play and Learn DS*". Esse aplicativo aborda a manipulação de estruturas como Pilha e Fila, proporcionando aos estudantes uma experiência prática e interativa para reforçar sua compreensão dos conceitos de Estruturas de Dados.

No entanto, uma abordagem mais abrangente foi adotada pelo Projeto *Solitaire*, que aborda conceitos como recursão, Pilha, Fila e Lista Ligada em um jogo de cartas inspirado no *Klondike Solitaire*. O diferencial deste projeto é a apresentação de um método completo para a construção do jogo, permitindo que os estudantes façam conexões diretas entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática e mão-na-massa. Os estudantes, além de jogarem o jogo, também o constroem, desenvolvendo suas habilidades de interação humano-computador, *design de interface* e estratégias de gamificação, somado ao desenvolvimento de *soft skills* e da interação socioemocional.

Em suma, essas abordagens inovadoras demonstram a importância de envolver os estudantes de forma ativa e prática no processo de aprendizagem de Estruturas de Dados. Além de promover uma compreensão mais sólida dos conceitos, elas também contribuem para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como resolução de problemas, trabalho em equipe, comunicação, colaboração, empatia e criatividade, preparando os estudantes para os desafios do mundo da Computação tanto profissional como para a vida.

2 METODOLOGIA

O Projeto *Solitaire* representa uma abordagem inovadora que visa enriquecer a aprendizagem dos conceitos da disciplina Estruturas de Dados, fomentando a experimentação ativa dos estudantes. Ao converter o tradicional jogo de cartas *Klondike Solitaire* em sua versão digital por meio da Linguagem de Programação Java, o projeto, além de proporcionar uma plataforma prática para a aplicação dos conceitos de Pilha, Fila, Lista Ligada e Recursão, também estimula o desenvolvimento de habilidades socioemocionais essenciais e de *soft skills*.

Por meio dessa abordagem, os estudantes são desafiados, além de compreender os princípios teóricos, também a aplicá-los na construção lógica do jogo. Isso promove uma maior interação humano-computador, incentivando a resolução de problemas de forma colaborativa, estimulando a criatividade e a comunicação e

fortalecendo as habilidades de raciocínio lógico. Além disso, o processo de construção do jogo digital engaja os estudantes em uma jornada de aprendizado dinâmica e mão-na-massa, na qual enfrentam desafios práticos que demandam persistência e habilidades de solução de problemas.

Ao incorporar a conversão do jogo de cartas em uma experiência digital, o Projeto *Solitaire*, além de auxiliar os estudantes a internalizarem os conceitos de Estruturas de Dados, também promove o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e de *soft skills*, preparando-os para enfrentar os desafios e oportunidades do mundo da Computação com confiança e criatividade. Dessa forma, o projeto se destaca como uma abordagem abrangente que une o aprendizado conceitual e o crescimento pessoal, contribuindo para uma formação mais completa e preparada para o futuro.

2.1 Perfil dos estudantes

Neste estudo, duas turmas de estudantes foram avaliadas em dois semestres consecutivos, totalizando 99 estudantes em uma turma e 80 em outra, com o objetivo de investigar a eficácia do método aplicado na disciplina de Estruturas de Dados. Além de analisar aspectos técnicos, a pesquisa-ação e a triangulação de dados permitiram uma análise abrangente do perfil dos estudantes, considerando suas habilidades socioemocionais, estilos de aprendizagem e necessidades individuais, como evidenciado na Tabela 1. Os resultados revelaram que o método, além de impactar o desenvolvimento de habilidades conceituais, também fortaleceu competências socioemocionais essenciais e de *soft skills*, como motivação, resiliência, criatividade e capacidade de colaboração, desempenhando um papel fundamental na experiência de aprendizagem dos estudantes.

Tabela 1 – Informação dos estudantes

	<i>Feminino</i> (%)	<i>Masculino</i> (%)	<i>Idade</i> <i>média</i>	<i>Transporte público</i> %
1o semestre - 99 estudantes	12,12	87,88	27,62	91,92
2o semestre - 80 estudantes	11,25	88,75	26,40	92,50

Este estudo tem como público-alvo estudantes matriculados na disciplina de Estrutura de Dados dos cursos de Engenharia da Computação e Ciência da Computação de uma universidade privada. Os estudantes demonstram conhecimentos prévios em estrutura sequencial, estrutura de decisão, estrutura de múltipla escolha, estrutura de repetição, modularização, manipulação de vetores e matrizes. A faixa etária predominante varia de 20 a 40 anos, muitos deles já aprovados no curso de Algoritmos ou com conhecimentos básicos em algoritmos e na linguagem de programação Java.

De acordo com o perfil dos estudantes, a maioria pertence às classes sociais C e D, frequentou escolas públicas no ensino fundamental e tem pais com ensino médio incompleto. Muitos tiveram acesso a bolsas de estudo por meio de programas governamentais, como o 'Quero Bolsa', devido às suas notas no ENEM e condições socioeconômicas. É importante destacar que a evasão é um desafio significativo, atingindo cerca de 60% dos estudantes. A maioria reside na periferia e enfrenta jornadas longas de 90 a 120 minutos entre casa e universidade, com poucos possuindo meios de transporte próprio para esse deslocamento.

Independentemente de sua classe social, os estudantes compartilham a motivação de buscar uma qualificação que lhes permita ingressar no mercado de trabalho com melhores perspectivas econômicas. O Projeto *Solitaire* foi concebido com o propósito de estimular e engajar estudantes que precisam equilibrar suas responsabilidades profissionais, familiares e acadêmicas.

Este método adota uma abordagem centrada no estudante, valorizando seus conhecimentos prévios, com um educador atuando como mediador, apoiando a organização de ideias, fornecendo orientações e direcionamentos. Dessa forma, os estudantes se tornam protagonistas do processo de ensino-aprendizagem, refletindo a visão de Paulo Freire (1992). Ao se tornarem protagonistas do conhecimento, eles passam a compreender melhor seu papel na universidade, sua capacidade diante dos desafios profissionais e a importância de equilibrar suas obrigações familiares, contribuindo para a resolução de questões cotidianas e, assim, fortalecendo suas habilidades socioemocionais e de *soft skills*.

2.2 Material

O Projeto *Solitaire* se destaca ao unir a aprendizagem dos conceitos de Estruturas de Dados à construção colaborativa de um jogo digital, com base no tradicional *Klondike Solitaire*, realizado pelos próprios estudantes. A escolha do jogo de paciência foi resultado de pesquisas anteriores que revelaram que os estudantes se mostram mais motivados quando a aprendizagem é enriquecida por elementos lúdicos, mão-na-massa e que façam sentido. Muitos deles já possuíam familiaridade com as estratégias do jogo de baralho paciência, o que proporcionou um ambiente confortável para explorar os conceitos de Estruturas de Dados.

Um benefício adicional do jogo de baralho paciência é sua disposição inicial das cartas, que naturalmente se presta à compreensão e manipulação dos conceitos de Estruturas de Dados. Posteriormente, essa abordagem é transferida para uma versão digital do jogo, desenvolvida na linguagem de programação Java. No Projeto *Solitaire*, os estudantes inicialmente utilizam cartas físicas para interagir com o jogo de paciência *Klondike* e adquirir compreensão sólida dos conceitos de Estruturas de Dados. Isso proporciona a base necessária para compreender as regras lógicas subjacentes ao desenvolvimento dos algoritmos aplicados na criação da versão digital.

Os objetivos educacionais do Projeto *Solitaire* abrangem a exploração de Estruturas de Dados e algoritmos que sustentam as operações de manipulação delas. Isso inclui:

- Recursão: Um modelo de programação no qual uma sub-rotina pode invocar a si mesma, uma estratégia fundamental em algoritmos e manipulação de Estruturas de Dados;
- Pilha: Uma Estrutura de Dados linear que permite o acesso aos dados de apenas uma extremidade, resultado do princípio "último a entrar, primeiro a sair";
- Fila: Uma Estrutura de Dados linear que possibilita o acesso aos dados de ambas as extremidades, seguindo o princípio "primeiro a entrar, primeiro a sair";
- Lista ligada: Um conjunto de nós e *links* que armazenam dados, com nós interconectados por *links*, permitindo estruturas de dados mais complexas.

As pesquisas foram conduzidas nos laboratórios de informática da universidade, onde os recursos, configurações e características dos dispositivos, como *softwares*, computadores, *mouses*, monitores e programas, eram padronizados para garantir igualdade nas condições de pesquisa e aprendizagem. Esse ambiente proporcionou um cenário consistente para a avaliação dos resultados do Projeto *Solitaire*.

2.3 Método do Projeto *Solitaire*

No âmbito do Projeto *Solitaire*, durante o processo de desenvolvimento do jogo digital *Klondike Solitaire*, os estudantes são conduzidos por meio de uma série de etapas estruturadas. Isso tem como objetivo possibilitar a compreensão dos conceitos relacionados a Estruturas de Dados, o desenvolvimento dos algoritmos, a implementação na linguagem de programação Java e sua integração com a lógica do jogo *Klondike Solitaire*.

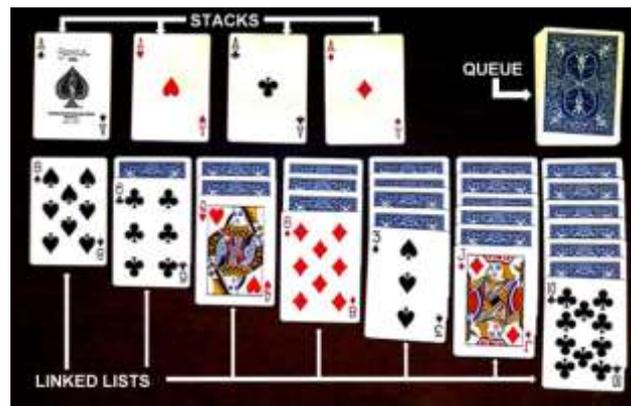
No tradicional jogo físico de cartas *Klondike Solitaire*, que conta com um baralho de 52 cartas distribuídas em quatro naipes (Copas, Espadas, Ouros e Paus) e treze valores (A, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q e K), os estudantes realizam a transição das cartas para uma estrutura de Nó que compreende número, naipe e *status* (aberto ou fechado). Essas cartas são então organizadas em um vetor e embaralhadas por meio de recursão.

Numa etapa subsequente, vinte e quatro destas cartas são alocadas em uma estrutura de Fila, enquanto as restantes vinte e oito cartas são distribuídas entre sete Listas Ligadas. O objetivo do jogo é que o jogador desenvolva estratégias para, de forma sequencial e em ordem crescente, mover todas as cartas para quatro estruturas de Pilhas.

A Figura 1 ilustra as estruturas de dados utilizadas no contexto do jogo de cartas *Klondike Solitaire*, destacando como os conceitos de Pilha, Fila e Lista Ligada se relacionam com o jogo.

Ao longo do desenvolvimento do Projeto *Solitaire*, os estudantes são expostos aos fundamentos teóricos das Estruturas de Dados que servirão de base para a criação de cada fase do jogo de paciência *Solitaire*. Isso, além de reforçar o aprendizado prático, também fortalece suas habilidades socioemocionais e de *soft skills*, como raciocínio lógico, organização e resolução de problemas, que são essenciais para enfrentar os desafios da implementação.

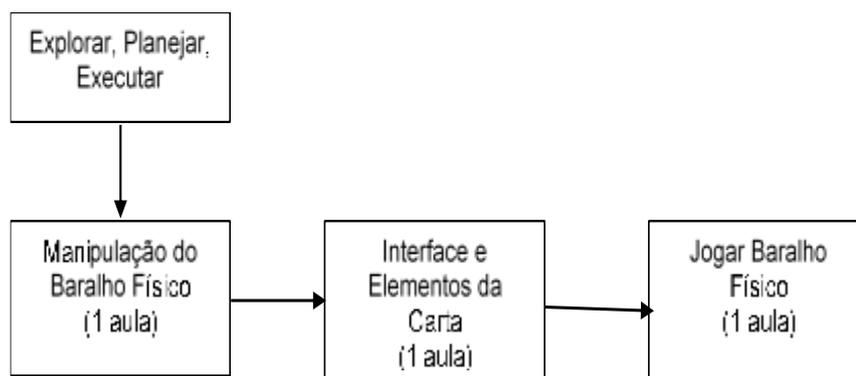
Figura 1 – Pilha, Fila e Lista ligada no Klondike Solitaire



A seguir, descrevemos as etapas do Projeto *Solitaire* e o momento em que os conceitos de Estruturas de Dados são desenvolvidos.

No primeiro contato com o Projeto *Solitaire*, os estudantes precisam explorar o jogo em sua forma tradicional, a fim de planejar e, posteriormente, executar a construção da versão digital. A exploração é conduzida em três fases, correspondendo a três aulas presenciais, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Descoberta, planejamento e execução



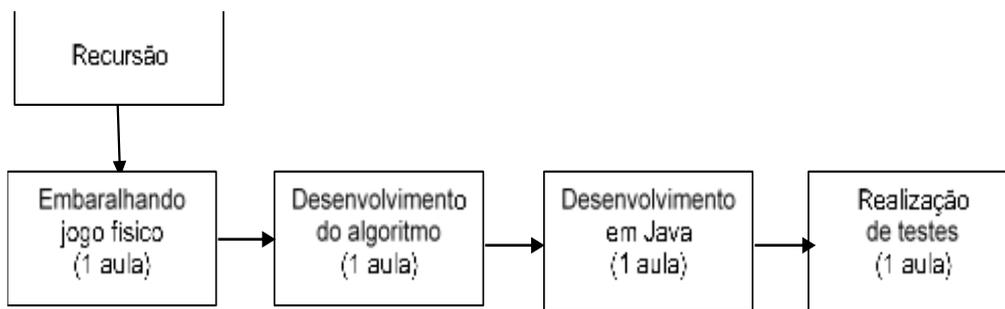
No estágio inicial, os estudantes, individual e coletivamente, começam manipulando as cartas físicas para compreender o jogo e suas regras. Eles contemplam como podem uma interface e interação humano-computador para o jogo virtual que estão prestes a criar, considerando os elementos que compõem uma carta e as dinâmicas do jogo físico.

Após adquirirem uma compreensão sólida do jogo e examinarem os componentes do jogo físico, os estudantes desenvolvem a estrutura das cartas e constroem o baralho virtual com 52 posições dispostos em uma estrutura de vetor.

Essa construção inicial é executada usando algoritmos em pseudocódigo e, posteriormente, é implementada para a linguagem de programação Java durante uma etapa que inclui aulas presenciais. Este movimento de aprendizado é realizado com a mediação do professor educador.

No contexto do Projeto *Solitaire*, quatro aulas presenciais são dedicadas ao desenvolvimento de cada um dos conceitos de recursão, pilha, fila e lista ligada, aplicando o pensamento computacional e o raciocínio lógico, assim como ilustrado para o aprendizado da Recursão, como representado na Figura 3.

Figura 3 – Recursão



Inicialmente, os estudantes utilizam o jogo físico para compreender o procedimento de embaralhamento das cartas, considerando que essas cartas estão dispostas em um vetor de 52 posições. Colocam as cartas em sequência, cada uma com uma posição de 0 a 51. Selecionam aleatoriamente dois números de 0 a 51 e trocam as posições das cartas. Esse processo é repetido para que os estudantes compreendam como essas iterações resultam no embaralhamento das cartas, introduzindo o conceito de Recursão.

Em seguida, os estudantes desenvolvem o algoritmo recursivo para embaralhar as cartas, inicialmente em pseudocódigo e depois na linguagem de programação Java. Realizam testes individuais para verificar se o algoritmo se comporta conforme o esperado.

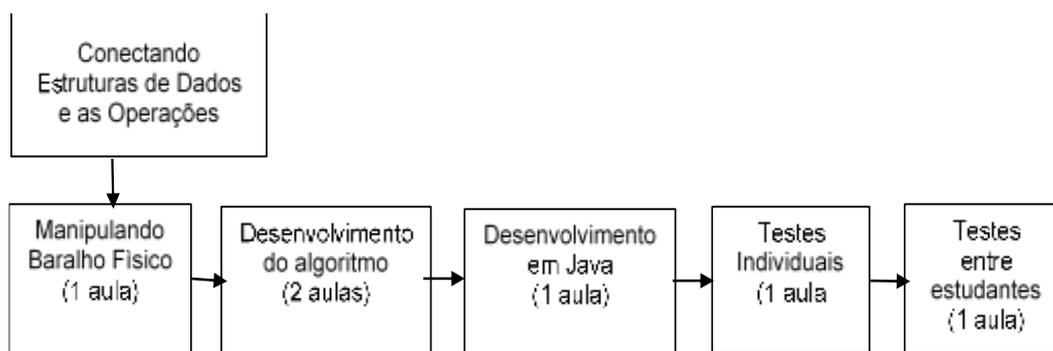
No que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento computacional relacionado ao conceito de Pilha, o Projeto *Solitaire* propõe quatro etapas: manipulação de pilhas no jogo físico, desenvolvimento de algoritmos, programação em linguagem Java e realização de testes. Os estudantes organizam o jogo físico em quatro naipes e compreendem como podem ser manipulados nas pilhas de acordo com as regras do jogo. Após entenderem as operações que envolvem o conceito de Pilha, desenvolvem os algoritmos em pseudocódigo e, posteriormente, na linguagem de programação Java. Ao final, realizam os testes necessários para verificar se os algoritmos executam corretamente as operações de Pilha.

Mais quatro aulas presenciais são dedicadas ao desenvolvimento do pensamento computacional em relação ao conceito de Fila, propondo quatro etapas: manipulação de filas no jogo físico, desenvolvimento de algoritmos, programação em linguagem Java e realização de testes. Novamente, os estudantes recorrem ao jogo físico, selecionam as cartas que representam a Fila no jogo e as manipulam para entender as operações envolvidas no conceito de Fila. Depois de compreenderem os conceitos de Fila, desenvolvem algoritmos em pseudocódigo e, posteriormente, na linguagem de programação Java, realizando os testes necessários para identificar possíveis inconsistências em seus algoritmos e efetuando correções, quando necessário.

No que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento computacional associado ao conceito de Listas Ligadas, o Projeto *Solitaire* dedica cinco aulas: manipulação de Listas Ligadas no jogo físico, desenvolvimento de algoritmos em duas etapas, programação em Java e realização de testes. Enquanto aprendem sobre Listas Ligadas, os estudantes manipulam o jogo físico e compreendem as operações relacionadas a esse conceito. Durante o desenvolvimento dos algoritmos em pseudocódigo, os estudantes retornam ao jogo físico para relembrar as operações. Depois, traduzem esses algoritmos para a linguagem de programação Java e executam os testes necessários para corrigir eventuais inconsistências.

Uma vez que todos os algoritmos que envolvem as estruturas de dados e operações lógicas do jogo foram desenvolvidos, os estudantes precisam integrá-los para o funcionamento do jogo digital. Para esse propósito, o método propõe seis etapas, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Raciocínio lógico



Primeiramente, os estudantes revisitam o jogo de cartas físico para compreender as conexões entre as estruturas de dados e as operações lógicas. Com base na experiência com o jogo físico, desenvolvem os algoritmos de integração do jogo, primeiro em pseudocódigo e, em seguida, em linguagem de programação Java.

Após a conclusão do jogo digital, os estudantes realizam testes individuais em seus próprios jogos digitais, seguidos de testes colaborativos nos jogos de seus colegas. Quaisquer inconsistências identificadas durante esses testes são discutidas e resolvidas como parte de uma troca de experiências. Este processo desenvolveu a capacidade de comunicação empática, colaboração e divertimento.

Em diversos momentos, os estudantes foram convidados a compartilhar coletivamente o que aprenderam ao longo do desenvolvimento de cada estrutura de dados no Projeto *Solitaire*. Durante essas ocasiões, foram solicitadas atividades específicas relacionadas ao projeto e cada estudante teve a oportunidade de registrar seu aprendizado na lousa, discutindo e compartilhando diferentes soluções com os colegas. Estas interações desenvolveram habilidades socioemocionais, comunicação ativa, solução de problemas e criatividade.

Além disso, em outro momento, foram propostas atividades específicas relacionadas às estruturas de dados, mas, dessa vez, utilizando um novo jogo de cartas, adaptando o conhecimento adquirido no Projeto *Solitaire*. Durante essa etapa, os colegas colaboraram e ofereceram sugestões, destacando semelhanças entre as soluções desenvolvidas no Projeto *Solitaire*. Neste momento, desenvolveu-se a capacidade de associação e interpretação para aplicações criativas para a resolução de problemas.

Em um terceiro momento, as atividades específicas relacionadas às estruturas de dados foram aplicadas a situações que não envolviam cartas de baralho. Nesse cenário, os estudantes tiveram que adaptar seu conhecimento e associá-lo a novos contextos do cotidiano. Novamente, houve colaboração e troca de sugestões entre os colegas, demonstrando a versatilidade do conhecimento adquirido sobre estruturas de dados em diferentes situações da vida real e profissional.

2.4 Pesquisa-ação e Triangulação de Dados

A abordagem de pesquisa-ação tem sido adotada para compreender a realidade no contexto do ensino de Estruturas de Dados e avaliar o impacto da construção de jogos digitais como estratégia de aprendizagem, considerando a integração desses jogos no ambiente social dos estudantes. Durante a pesquisa-ação, o ambiente acadêmico é imerso em questões culturais, sociais e econômicas, afetando pedagogicamente o processo de ensino e aprendizagem (PEREIRA & COUTINHO, 2023).

Para a coleta de dados, foram empregadas técnicas como questionários qualitativos de pesquisa diagnóstica, entrevistas individuais e grupos focais, bem como provas escritas e individuais de transcrição dos conhecimentos adquiridos. As entrevistas, tanto formais quanto informais, foram conduzidas com os estudantes, permitindo um entendimento profundo de suas necessidades, motivações e contexto profissional e de vida. Também foram realizadas entrevistas informais com educadores e coordenadores de cursos de Computação da Universidade Privada para obter uma visão abrangente do campo de pesquisa.

Os grupos focais, mediados pelo autor deste trabalho, serviram como ferramenta qualitativa para coletar dados e discutir percepções, sentimentos, atitudes e ideias dos estudantes em relação ao tema. Essas discussões

ajudaram a esclarecer pontos de vista pessoais e profissionais e fornecer informações valiosas sobre o fenômeno observado.

Além disso, um diário de campo em formato eletrônico foi mantido ao longo do experimento, permitindo o registro contínuo dos resultados de cada etapa da pesquisa e auxiliando na triangulação de dados. O jogo escolhido para a construção na forma digital foi o Paciência *Klondike*, que já era amplamente utilizado em sua versão física. Durante o experimento, os estudantes foram incentivados a interagir com o jogo físico durante as atividades, com orientações e motivação constantes nas aulas semanais.

Os dados coletados nas entrevistas e nos grupos focais evidenciaram que os estudantes demonstraram compreensão dos conceitos de Estruturas de Dados e foram capazes de explicar suas respostas de maneira clara para os colegas, o que indicou um domínio efetivo dos conceitos estudados. Isso contribuiu para a validação da abordagem de pesquisa-ação como uma estratégia eficaz de aprendizagem e integração das habilidades socioemocionais e de *soft skills* no processo educacional.

2.5 Avaliação

Em cada sessão presencial, os estudantes foram submetidos a entrevistas e seus desempenhos foram meticulosamente mapeados e registrados em planilhas eletrônicas. Esses registros abrangeram situações em que a elaboração de algoritmos antecedeu e sucedeu a interação com o jogo físico, destacando a utilidade do jogo como suporte para a compreensão dos conceitos.

Além das entrevistas, foram realizadas observações detalhadas, que incluíram a motivação dos estudantes, sua persistência durante toda a aula, sua chegada antecipada às aulas, bem como a troca de mensagens, tanto entre si como com o educador, tanto durante as aulas quanto fora do horário de aula. Esses aspectos ajudaram a avaliar o fator motivacional, a compreensão, o tempo dedicado às tarefas, bem como a relação entre o aprendizado das estruturas de dados e sua aplicação em contextos pessoais, profissionais e sociais.

Ambas as turmas foram submetidas a avaliações escritas ao final de cada período, contendo questões abertas e discursivas que avaliaram o conhecimento quantitativo e qualitativo das estruturas de dados desenvolvido por cada estudante. As questões abordaram diversos aspectos, como a compreensão do conceito, a habilidade de manipulá-lo, a capacidade de desenvolver algoritmos com base nesse conceito, a aptidão para realizar testes, identificar erros e aprimorar os algoritmos, bem como, a aplicação do conhecimento em contextos profissionais, familiares, pessoais e sociais.

Além disso, os estudantes participaram de discussões sobre as vantagens, desvantagens e aplicações da aprendizagem por meio do Projeto *Solitaire*. Eles puderam apresentar exemplos de como aplicaram os conceitos de Estruturas de Dados em suas vidas profissionais e cotidianas, evidenciando a relevância desses conhecimentos.

Embora os resultados quantitativos das avaliações escritas tenham sido coletados, eles deixaram de ser detalhados nesta seção, uma vez que fogem do foco principal. No entanto, todos os dados que comprovam a melhoria na aprendizagem, incluindo os valores das notas obtidas, foram registrados e tabulados em planilhas para futuras análises.

A avaliação da aprendizagem foi baseada nas notas obtidas nas avaliações teóricas. Assim, os estudantes adquiriram conhecimento enquanto manipulavam estruturas de dados no Projeto *Solitaire*, mesmo quando jogavam os jogos digitais desenvolvidos por seus colegas. Por fim, um aspecto relevante a ser mencionado é o foco dos estudantes na criação da *interface* gráfica do jogo, buscando desenvolver *interfaces* semelhantes às dos jogos digitais de paciência *Klondike* encontrados em computadores pessoais e na *internet*, ainda que a *interface* gráfica pudesse ser desenvolvida após a conclusão do jogo.

3 RESULTADOS

Pode-se notar que a assimilação dos conceitos de Estruturas de Dados demonstrou um desempenho superior quando incorporada ao Projeto *Solitaire*. De acordo com a avaliação das médias dos estudantes, classificadas em uma escala de 0 a 10, é possível identificar que a Lista Ligada e a Recursão se destacam como os conceitos mais desafiadores de serem compreendidos, como ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Média de notas de avaliações escritas

	<i>Recursão</i>	<i>Pilha</i>	<i>Fila</i>	<i>Lista Ligada</i>
1o semestre - 99 estudantes	7,56	8,59	8,52	7,21
2o semestre - 80 estudantes	7,36	8,56	8,43	7,21

Os estudantes destacaram que, ao desenvolverem os mesmos algoritmos, conseguiram estabelecer conexões significativas entre os conceitos, direcionando seu propósito para fazer o jogo funcionar, em vez de aplicá-los isoladamente em exercícios teóricos. Compreenderam que os estudos teóricos de algoritmos em pseudocódigo possibilitaram a replicação eficaz do conteúdo na linguagem de programação Java, utilizando recursos computacionais para criar um produto funcional.

Além disso, os estudantes perceberam que, ao enfrentar desafios no processo de desenvolvimento do jogo e a necessidade de corrigir erros para que o jogo funcionasse adequadamente, adquiriram habilidades críticas. Esse aspecto diferiu significativamente do método tradicional de abordar exercícios isolados, nos quais os conceitos de estruturas de dados não eram aplicados de forma prática.

No Projeto *Solitaire*, os estudantes reconheceram a importância de compreender o projeto como um todo, pois a lógica e a estrutura do projeto estavam interconectadas com os conceitos de Estruturas de Dados. Qualquer falha ou falta de clareza em uma parte do projeto poderia afetar negativamente o funcionamento global do jogo.

Ademais, os estudantes experimentaram a sinergia resultante da colaboração mútua, visto que cada estrutura de dados era aplicada de maneira única no projeto, sem perder a aplicação correta nos parâmetros estabelecidos. Isso promoveu um ambiente colaborativo no qual os estudantes desempenharam papéis de professores, coordenadores e colaboradores, em vez de meros receptores de conhecimento. Tal abordagem, conforme Ponce (2018), sustenta uma convivência acadêmica baseada na democracia e solidariedade na construção de um conhecimento humanitário e respeitoso.

Durante a implementação do Projeto *Solitaire*, foram analisadas informações sobre o aprendizado dos conceitos de Estruturas de Dados. Um olhar mais detalhado foi direcionado aos estudantes que enfrentaram desafios ao aplicar o Projeto *Solitaire* para melhor compreensão de suas dificuldades.

Alguns estudantes destacaram que a dificuldade em manter a frequência às aulas presenciais estava relacionada a conflitos de horários entre trabalho, estudos e deslocamento. Essa situação prejudicava a interação e a construção de conhecimento dos conceitos de Estruturas de Dados. Uma solução viável seria permitir que os estudantes presentes compartilhassem informações sobre as etapas desenvolvidas com os ausentes.

Outra sugestão dos estudantes envolvia a criação de atividades paralelas para a resolução de diversos exercícios a fim de consolidar os conceitos de Estruturas de Dados. Essas atividades poderiam incluir o uso de pilhas para navegar na web, filas para gerenciar impressões, listas ligadas para simular senhas em serviços bancários, entre outras. Essa abordagem seria opcional e visaria manter e revisar os conceitos em preparação para a avaliação escrita.

3.1 Discussão dos Resultados

Durante os dois semestres que antecederam a implementação do Projeto *Solitaire*, diversas atividades envolvendo o desenvolvimento de jogos simples foram conduzidas e criadas pelos estudantes, tais como a Torre de Hanói, Xadrez, Cubo Mágico, *Snake Cube*, entre outros. Ficou evidente que os estudantes se engajavam mais profundamente no processo de aprendizagem e demonstravam maior motivação quando as atividades estavam relacionadas a jogos. Além disso, relataram que estudavam e compreendiam como resolver esses jogos de antemão, estudando-os fora do ambiente de sala de aula, o que lhes permitia abordar as resoluções aplicando os conceitos de Estruturas de Dados.

Essa notável motivação e eficácia no aprendizado por meio de jogos serviu de inspiração para a criação de um projeto de um semestre, no qual os estudantes teriam a oportunidade de desenvolver um jogo digital aplicando conceitos de algoritmos e Estruturas de Dados. Um levantamento inicial demonstrou que os jogos de cartas

despertavam um grande interesse entre os estudantes, devido à sua familiaridade com jogos lógicos e às suas aplicações cotidianas. Isso se revelou um método mais eficaz para o ensino da disciplina Estruturas de Dados do que as abordagens tradicionais.

Durante a implementação do Projeto *Solitaire*, os estudantes conseguiram resolver as atividades propostas sem dificuldades, particularmente quando as tarefas estavam relacionadas a jogos de cartas, com os quais já estavam familiarizados. Contudo, mesmo quando confrontados com atividades que se estendiam para além do contexto dos jogos de cartas, os estudantes demonstraram habilidades notáveis. Com base na cooperação, diálogo e comparação com atividades anteriores, conseguiram aplicar os conhecimentos previamente adquiridos para resolver desafios em novos contextos.

O aspecto mais notável foi a capacidade de transferência de aprendizado para situações cotidianas e problemas da sociedade. Os estudantes reconheceram a relevância dos conceitos de Estruturas de Dados em seu ambiente de trabalho e na sociedade em geral. Exemplos práticos incluem a otimização do arquivamento de documentos com o uso de estruturas de dados, a criação de manuais para compartilhar conhecimentos, melhorias em processos industriais, soluções para sustentabilidade ambiental e até a adaptação do jogo de cartas para incluir dicas e soluções com base em buscas binárias. Esses casos ilustram como os estudantes aplicaram suas habilidades adquiridas de forma inovadora e socialmente relevante.

O desenvolvimento do Projeto *Solitaire* proporcionou uma abordagem de aprendizado que incentivou os estudantes a explorarem as implicações práticas dos conceitos de Estrutura de Dados, bem como a compreender sua relevância em situações do cotidiano. As perguntas formuladas pelos próprios estudantes, como "O que foi aprendido com o desenvolvimento do Projeto *Solitaire*?"; "Quais foram as estratégias utilizadas para o desenvolvimento do Projeto *Solitaire*?"; "Por que o conteúdo aprendido é importante?"; e "Onde esse conteúdo pode ser aplicado para resolver problemas do cotidiano?", proporcionaram oportunidades para análise e reflexão. Isso demonstra uma dimensão socioemocional na abordagem, pois os estudantes passaram a considerar a aplicabilidade prática dos conhecimentos adquiridos em suas vidas e na profissão.

O processo de construção do conhecimento no Projeto *Solitaire* ocorreu de forma estável, mediada, colaborativa e coletiva, criando um ambiente motivador para os estudantes. Esse contexto promoveu o senso de competência, uma habilidade socioemocional, à medida que o raciocínio lógico, desenvolvido individualmente ou em grupo, era compartilhado e discutido. Quando as soluções não eram imediatas, o engajamento dos estudantes em analisar e encontrar soluções apropriadas resultou em uma crescente sensação de competência em relação ao projeto.

A confiança dos estudantes também aumentou à medida que progrediam no Projeto *Solitaire*. Eles relataram que se sentiam mais confortáveis em participar, colaborar e analisar em conjunto para alcançar os melhores resultados. Isso reflete a dimensão socioemocional da autoeficácia, em que os estudantes desenvolvem a crença em suas habilidades de enfrentar desafios e produzir resultados positivos.

Além disso, o projeto influenciou positivamente o desempenho profissional de alguns estudantes, realçando a importância das habilidades socioemocionais e de *soft skills* no contexto do trabalho. A participação no projeto permitiu que eles questionassem, analisassem e buscassem soluções mais eficazes, levando a resultados qualitativamente superiores em suas carreiras. Esse processo demonstra como o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e de *soft skills*, como iniciativa, comunicação, colaboração e pensamento crítico, pode impactar positivamente o sucesso profissional.

O projeto contribuiu para superar a timidez e o medo de errar de alguns estudantes, destacando a importância das habilidades socioemocionais de autoconfiança e comunicação eficaz. A experiência de compartilhar ideias e receber apoio por meio da colaboração e orientação do professor permitiu que os estudantes superassem essas barreiras emocionais, tornando-se participantes mais ativos e confiantes. Isso evidencia como o Projeto *Solitaire* promoveu o desenvolvimento das habilidades socioemocionais e de *soft skills* necessárias para enfrentar desafios e contribuir efetivamente para o projeto coletivo.

Um dos aspectos notáveis que surgiram do Projeto *Solitaire* foi a transformação da percepção de um estudante sobre trabalho em equipe. Anteriormente, ele experimentava dificuldades em projetos colaborativos, sentindo que as tarefas eram divididas de forma desconexa e que o resultado final carecia de coesão. No entanto, ao envolver-se no Projeto *Solitaire*, ele percebeu que as etapas do projeto eram realizadas com colaboração coletiva

e os grupos criaram estratégias com base no planejamento geral. Essa experiência realçou a importância da colaboração e da valorização das contribuições individuais, demonstrando uma melhoria nas habilidades socioemocionais de trabalho em equipe e apreciação da diversidade.

Outro estudante compartilhou uma percepção semelhante ao validar o Projeto *Solitaire*, observando como cada grupo trouxe particularidades, estilos e abordagens distintas, mesmo tendo colaborado e compartilhado ideias. Isso destacou a valorização das diferenças e a importância da diversidade de perspectivas, promovendo habilidades socioemocionais e de *soft skills*, como a apreciação da diversidade e a aceitação das diferenças.

Um estudante aprendeu a importância de expor suas ideias, mesmo quando elas não se encaixavam no contexto imediato. Isso desencadeou uma mudança positiva em sua confiança, uma habilidade socioemocional, à medida que percebeu que suas ideias poderiam ser aplicadas de maneiras diferentes em contextos diversos. O *feedback* construtivo e a capacidade de análise proporcionada pelo professor desempenharam um papel crucial na promoção dessa confiança e da habilidade de pensar criticamente.

O papel do professor também se destacou quando orientou um grupo na decisão de personalizar as imagens dos naipes do baralho no digital. O professor incentivou a análise das implicações, do público-alvo e do impacto social, promovendo habilidades socioemocionais, como a tomada de decisões conscientes e éticas. Isso demonstra como a orientação e o questionamento podem influenciar positivamente o desenvolvimento dessas habilidades.

Finalmente, o projeto teve um impacto positivo nas relações familiares de um estudante. Ao aplicar métodos semelhantes aos usados em sala de aula para organizar as coisas em casa, ele percebeu melhorias no relacionamento com seus familiares. Esse processo demonstra como as habilidades socioemocionais e de *soft skills*, como a comunicação eficaz e a busca de soluções em colaboração, podem se estender para além da sala de aula e ter um impacto positivo em outras áreas da vida.

CONCLUSÃO

A aplicação do Projeto *Solitaire* proporcionou aos estudantes da disciplina Estrutura de Dados uma abordagem altamente eficaz na aprendizagem. Eles, além de aprimorarem suas habilidades técnicas na manipulação de conceitos complexos, como Recursão, Pilha, Fila e Lista Ligada, também aprimoraram habilidades socioemocionais e de *soft skills* valiosas. Por meio da organização de ideias e planejamento cuidadoso, os estudantes foram incentivados a trabalhar colaborativamente, compartilhando ideias, discutindo estratégias e explorando soluções criativas.

Os resultados quantitativos refletiram o sucesso dessa abordagem, com os estudantes que aplicaram o Projeto *Solitaire* obtendo as melhores notas nas provas escritas e a mais alta taxa de aprovação na disciplina em comparação com os métodos tradicionais de ensino. Além disso, a experiência de jogar os jogos desenvolvidos por colegas promoveu um ambiente emocionante e colaborativo, onde a troca de conhecimento era incentivada.

Além do contexto acadêmico e computacional, observou-se uma notável extrapolação dos conceitos aprendidos para situações do mundo real. No entanto, também foi evidente que fatores socioeconômicos, como classe social e localização geográfica, afetaram a participação e a frequência dos estudantes. O preconceito em relação à escolaridade e as barreiras sociais prejudicaram alguns estudantes, impedindo-os de ingressar no mercado de trabalho relacionado à computação.

No entanto, destacou-se que a educação pode ser uma força transformadora, especialmente para estudantes das classes C e D. Ao buscar o ensino superior, esses estudantes, além de impactar positivamente suas próprias vidas, também influenciam suas famílias e comunidades, promovendo a valorização da formação acadêmica e do trabalho valorizado registrado. O projeto ressaltou a necessidade de superar obstáculos, como problemas de deslocamento e violência, que podem interferir na jornada acadêmica dos estudantes.

Em última análise, projetos de ensino dinâmicos e significativos, como o Projeto *Solitaire*, têm o potencial de moldar as trajetórias dos estudantes, proporcionando-lhes as ferramentas técnicas, socioemocionais e de *soft skills* necessárias para terem sucesso em suas carreiras e influenciar positivamente as comunidades em que vivem. Portanto, essa abordagem inovadora pode servir como um modelo valioso para futuros educadores, destacando a importância de currículos flexíveis e práticas de ensino adaptativas que se ajustem às necessidades e realidades dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- Adipat, S. et al. (2021). Engaging students in the learning process with game-based learning: the fundamental concepts. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, p. 542-552.
- Angeli, C. & Giannakos, M. (2020). *Computational thinking education: issues and challenges*. Elsevier Computers in Human Behavior, vol. 105.
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M. A. B. & Hayati, S. A. (2023). A review of using digital game-based learning for preschoolers. *Journal of Computer in Education*, p. 602-636.
- Chen, C.-C. & Tu, H.-Y. (2021). The effect of digital game-based learning on learning motivation and performance under social cognitive theory and entrepreneurial thinking. *Frontiers in Psychology*, vol. 12.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L. & Stein, C. (2022). *Introduction to Algorithms*. 3. ed., Massachusetts: MIT Press - Massachusetts Institute of Technology.
- Dicheva, K. D. et al. (2020). Gamifying computer science courses with oneup learning. *SIGCSE'20 - Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 26 February, p. 1391.
- Ferrari, R., Ribeiro, M. X., Dias, R. L. & Falvo, M (2014). *Estruturas de Dados com Jogos*. Elsevier.
- Freire, P. (1992). *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Kaur, N. & Geetha, G. (2015). Play and Learn DS: interactive and gameful learning of data structure. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 7, p. 44-56.
- Kazimoglu, C. (2020). Enhancing confidence in using computational thinking skills via playing a serious game: a case study to increase motivation in learning computer programming. *IEEE ACCESS*, vol. 8, p. 221831-221851.
- Laine, T. H. & Lindberg, R. S. N. (2020). Designing engaging games for education: a systematic literature review on game motivators and design principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 13, p. 804-821.
- Mullen, J., Milechin, L. & Reuther, A. (2019). Cultivating professional technical skills and understanding through hands-on online learning experiences. *2019 IEEE Learning With MOOCs (LWMOOCs)*, p. 150-155.
- Pereira, C. & Coutinho, D. J. G. (2023). Pesquisa qualitativa na área da educação. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, p. 992-1001.
- Ponce, B. J., 2018. *O Currículo e seus desafios na escola pública brasileira: em busca da justiça curricular*. Currículo sem Fronteiras, n. 3 v. 18, p. 785-800.
- Rachid, L. & Hassan, A. (2020). Game-based learning and gamification to improve skills in early years education. *Computer Science and Information Systems*, v. 17, p. 339-356.
- Vahldick, A., Farah, P. R., Marcelino, M. J. & Mendes, A. J. (2020). *A blocks-based serious game to support introductory computer programming in undergraduate education*. Elsevier: Computers in human behavior reports, vol. 2.
- Wu, Y., Li, Z., Li, U. & Liu, Y. (2021). Teaching reform and research of data structure course based on Boppps model and Rain classroom. *ICPCSEE 2021. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1452.
- Xin-Ai, X., Li-Na, W. & Chun-Ying, Q. (2021). Teaching quality evaluation of "data structure" courses based on principal component analysis and support vector machine. *2021 International Conference on Computer Engineering and Artificial Intelligence (ICCEAI)*, p. 431-435.
- Yan, Y., Wang, H., Liu, G. & Huang, W. (2022). SPOC Project teaching research based on steam education concept: takes the secondary vocation school "data structure" course as an example. *2022 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress* , p. 1-5.
- Zhang, J., Atay, M., Caldwell, E. R. & J., J. E. (2015). Reinforcing Student Understanding of Linked List Operations in a Game. *Frontiers in Education Conference (FIE)*.