

Detetives Do Sistema - O Caso Da Fórmula Secreta
System Detectives - The Case Of The Secret Formula
Detectives Del Sistema - El Caso De La Fórmula Secreta

Melissa Grazziotin

Colégio Odila Gay da Fonseca / seducmelissagraz@gmail.com

Resumo

O projeto Detetives do Sistema propõe uma abordagem inovadora para o ensino de Sistemas Lineares no 2º ano do Ensino Médio, combinando Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e Gamificação. O objetivo é tornar a Matemática envolvente, desenvolvendo a capacidade dos alunos de modelar e resolver sistemas em contextos reais. O público-alvo se transforma na Agência de Investigação Σ (Sigma), encarregada de desvendar uma "Fórmula Secreta" fragmentada em soluções de sistemas. A narrativa é sustentada por elementos de jogo, como pontuações (XP), rankings, selos de conquista e divisão do trabalho em Missões sequenciais. A metodologia compreende três missões progressivamente complexas: Missão 1 (Desafio Inicial): Revisão de sistemas 2x2, aplicando os métodos de Substituição e Adição em problemas contextuais; Missão 2 (O Mapa da Solução): Exploração da Classificação de Sistemas (SPD, SPI, SI) e sua Interpretação Geométrica, exigindo a representação gráfica; Missão 3 (O Código da Chave): Introdução de sistemas 3x3 ou maiores, utilizando o método de Escalonamento para resolver problemas interdisciplinares. A Missão Final consolida o aprendizado. A avaliação é formativa e contínua: Engajamento (30%), Resolução das Missões (40%) e a qualidade do Relatório Final (30%), que exige a comunicação clara da modelagem e da solução do caso. O professor atua como "Agente de Campo", orientando e mantendo a narrativa, garantindo um aprendizado prático e colaborativo.

Palavras-chave: Sistemas lineares, Aprendizagem baseada em problemas, Gamificação, Jogo com sistemas lineares.



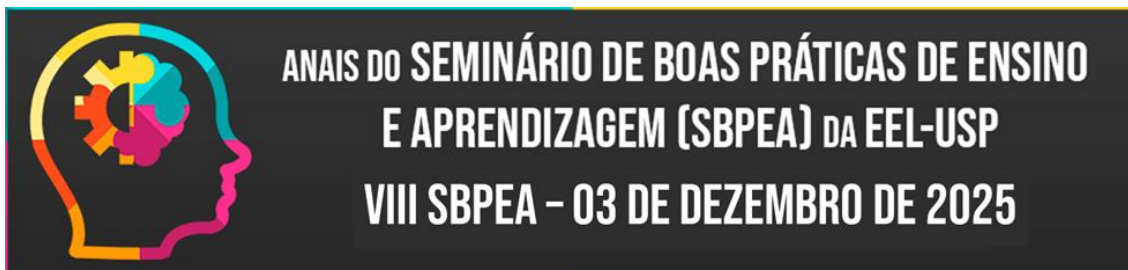
Abstract

The project System Detectives proposes an innovative approach to teaching Linear Systems to 10th-grade students (2º ano do Ensino Médio), combining Problem-Based Learning (PBL) and Gamification. The goal is to make Mathematics engaging, developing students' ability to model and solve systems in real-world contexts. The target audience transforms into the Σ (Sigma) Investigation Agency, tasked with unraveling a "Secret Formula" fragmented into system solutions. The narrative is sustained by game elements such as scores (XP), rankings, achievement badges, and the division of work into sequential Missions. The methodology comprises three progressively complex missions: Mission 1 (Initial Challenge): Focuses on reviewing 2x2 systems, applying the Substitution and Addition methods to contextual problems; Mission 2 (The Solution Map): Explores the Classification of Systems (SPD, SPI, SI - Consistent and Determined, Consistent and Undetermined, Inconsistent) and their Geometric Interpretation, requiring graphical representation; Mission 3 (The Key Code): Introduces 3x3 systems or larger, using the Elimination (Row Echelon) method to solve interdisciplinary problems. The Final Mission consolidates the learning. Assessment is formative and continuous: Engagement (30%), Mission Resolution (40%), and the quality of the Final Report (30%), which requires clear communication of the modeling and case solution. The teacher acts as a "Field Agent," providing guidance and maintaining the narrative, ensuring a practical and collaborative learning experience.

Keywords: Linear systems, Problem-based learning, Gamification, Game with linear systems.

Resumen

El proyecto Detectives del Sistema propone un enfoque innovador para la enseñanza de Sistemas Lineales en el segundo año de Educación Secundaria (2º ano do Ensino Médio), combinando Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Gamificación. El objetivo es hacer que las Matemáticas sean atractivas, desarrollando la capacidad de los estudiantes

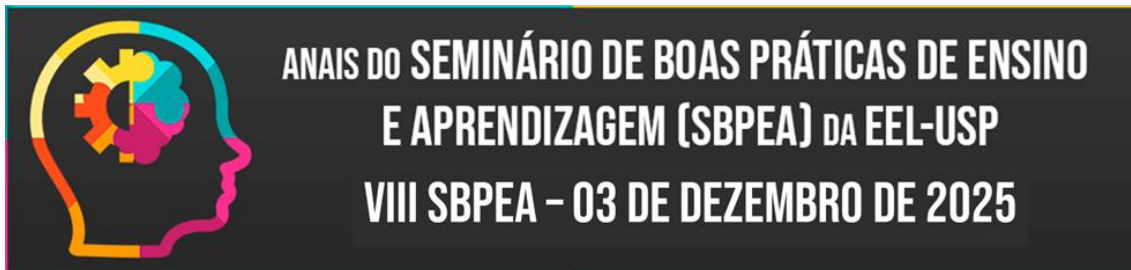


para modelar y resolver sistemas en contextos reales. El público objetivo se transforma en la Agencia de Investigación Σ (Sigma), encargada de desvelar una "Fórmula Secreta" fragmentada en soluciones de sistemas. La narrativa se apoya en elementos de juego, como puntuaciones (XP), clasificaciones (rankings), sellos de logros y la división del trabajo en Misiones secuenciales. La metodología consta de tres misiones de complejidad progresiva: Misión 1 (Desafío Inicial): Revisión de sistemas 2×2 , aplicando los métodos de Sustitución y Adición a problemas contextuales; Misión 2 (El Mapa de la Solución): Exploración de la Clasificación de Sistemas (SPD, SPI, SI - Compatible Determinado, Compatible Indeterminado, Incompatible) y su Interpretación Geométrica, requiriendo la representación gráfica; Misión 3 (El Código de la Llave): Introducción de sistemas 3×3 o mayores, utilizando el método de Escalonamiento para resolver problemas interdisciplinarios. La Misión Final consolida el aprendizaje. La evaluación es formativa y continua: Participación y Colaboración (30%), Resolución de las Misiones (40%) y la calidad del Informe Final (30%), que exige la comunicación clara del modelado y la solución del caso. El profesor actúa como "Agente de Campo", orientando y manteniendo la narrativa, garantizando un aprendizaje práctico y colaborativo.

Palabras clave: Sistemas lineales, Aprendizaje basado en problemas, Gamificación, Juego con sistemas lineales.

1. INTRODUÇÃO

O presente relato de experiência descreve a implementação de uma prática pedagógica inovadora e equitativa, intitulada "Detetives do Sistema – O Caso da Fórmula Secreta". O projeto foi concebido para o estudo de Sistemas Lineares no Ensino Médio, para turmas de 2ª série e tem como objetivo principal ressignificar este tópico, tradicionalmente abordado de forma puramente algorítmica e descontextualizada. Ao injetar relevância prática e ludicidade, buscou-se superar a passividade do estudante e fomentar uma aprendizagem mais significativa e aplicável (AUSUBEL, 2000).

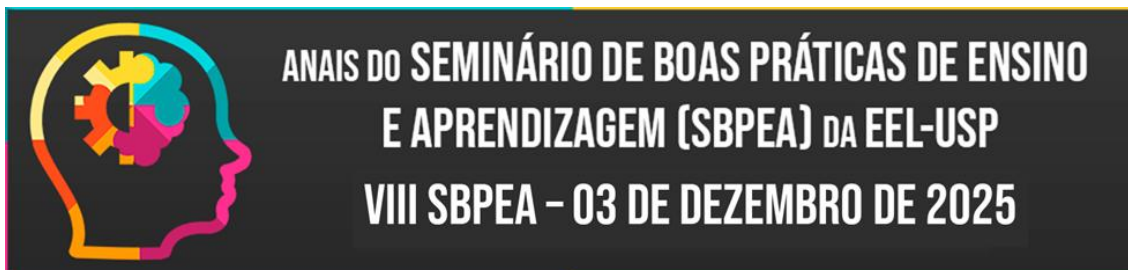


Os objetivos específicos de aprendizagem do projeto incluíram a compreensão do conceito, a modelagem de situações-problema em sistemas, o domínio dos métodos de resolução (substituição, adição e escalonamento) e a classificação dos sistemas lineares (sistema possível e determinado, sistema possível e indeterminado e sistema impossível).

A prática pedagógica desenvolvida se ancora em dois pilares metodológicos ativos: a Aprendizagem Baseada em Problemas, que centraliza o processo de ensino-aprendizagem em um desafio real e complexo (BERBEL, 1995), e a Gamificação, que utiliza elementos de *design* de jogos (pontuação, níveis, narrativa) em contextos não lúdicos para motivar e promover a colaboração (KAPP, 2012). Ao combinar a narrativa de uma investigação policial com a rigorosidade matemática, busca-se desenvolver não apenas a competência de resolução, mas também o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a colaboração em equipe.

Adotada como a espinha dorsal do projeto, a Aprendizagem Baseada em Problemas centraliza o processo de ensino-aprendizagem em um desafio real e complexo – o resgate de uma "Fórmula Secreta" – que demanda a mobilização de conhecimentos para ser resolvido (BERBEL, 1995). A problemática inicial força os estudantes a identificarem suas lacunas de conhecimento e a buscarem ativamente as ferramentas matemáticas necessárias, promovendo o protagonismo do estudante.

A Gamificação, utilizada como a camada de engajamento do projeto. Definida como o uso de elementos de *design* de jogos (pontuação, níveis, narrativa, rankings) em contextos não lúdicos (KAPP, 2012), foi empregada para gerar motivação intrínseca e extrínseca. A ambientação em uma "Agência de Investigação Σ " transforma o erro em "pista falsa" e a resolução em "missão cumprida", incentivando a persistência e a colaboração (WERBACH & HUNTER, 2012). Ao combinar a narrativa de uma investigação policial com a rigorosidade matemática, o projeto visa a uma formação integral. Não apenas busca-se desenvolver a competência de resolução dos sistemas, mas também habilidades transversais essenciais para o século XXI, como o raciocínio lógico, o pensamento crítico para a modelagem de cenários complexos e a colaboração em equipe para a gestão do conhecimento no grupo.



Dessa forma, o projeto se posiciona como uma metodologia ativa equitativa, que oferece diferentes caminhos para a aquisição de um conhecimento complexo, preparando o aluno para utilizar a Álgebra Linear como uma ferramenta poderosa de análise da realidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

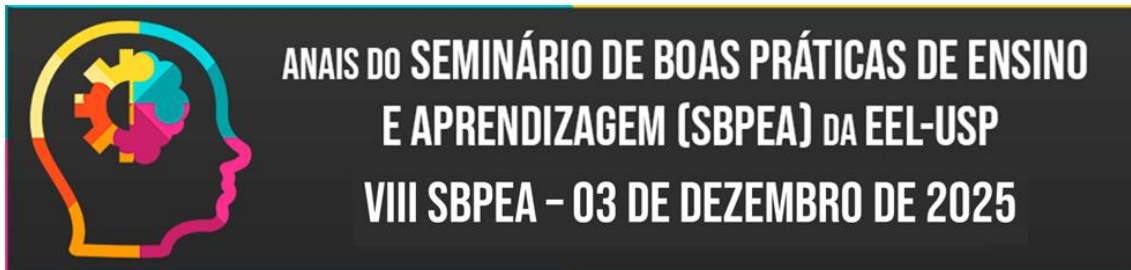
O projeto representa uma prática pedagógica inovadora para o ensino de Sistemas Lineares no Ensino Médio. Essa prática se alinha ao conceito de metodologia ativa equitativa, que é um conjunto de abordagens intencionalmente estruturadas para garantir que o aprendizado ativo beneficie todos os estudantes, especialmente aqueles historicamente marginalizados ou sub-representados na educação, ao respeitar disparidades e priorizar o pertencimento e a voz dos estudantes (DEWSBURY, 2019; EDDY; THEOBALD, 2020; LIBÂNEO, 2017; PAVÃO; PAVÃO, 2021). É um conceito que surgiu do reconhecimento de que a simples aplicação de metodologias ativas (como trabalhos em grupo, discussões e debates) pode, inadvertidamente, perpetuar ou até aumentar as disparidades de desempenho se não for intencionalmente estruturada para promover a equidade.

A fundamentação teórica deste projeto reside na combinação sinérgica de duas metodologias ativas centrais: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e Gamificação.

2.1. A Narrativa e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

O projeto utiliza a ABP como estrutura central, baseando-se no princípio de que a aprendizagem é mais significativa quando o conhecimento é construído para resolver um desafio autêntico e envolvente.

- **Problema Gerador:** A narrativa de mistério de uma "Fórmula Secreta" fragmentada transforma o conteúdo matemático (solução de sistemas lineares) nas "pistas" necessárias para resolver um problema autêntico e motivador. Isso rompe



com a natureza abstrata dos exercícios de rotina, conferindo significado e funcionalidade à Matemática.

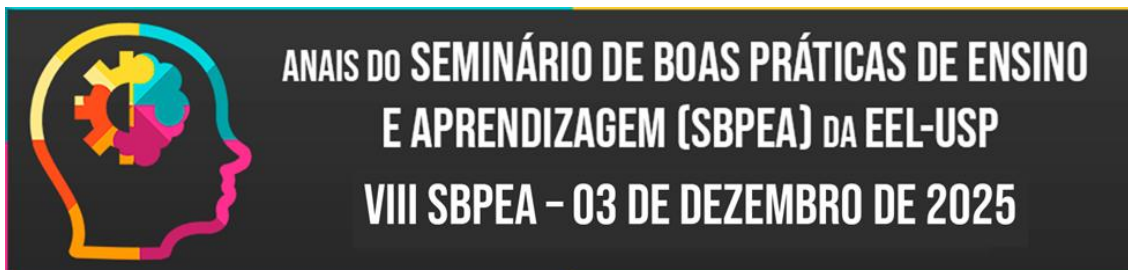
- **Modelagem de Sistemas:** As missões exigem que os estudantes modelem problemas contextuais em sistemas de equações antes de resolvê-los. A ABP promove a capacidade de traduzir a realidade para a linguagem matemática, uma habilidade fundamental no Ensino Médio.
- **Comunicação e Consolidação:** A exigência de um "Relatório Final de Agência" (produto de comunicação) consolida o aprendizado, pois os estudantes precisam articular e justificar a modelagem, os métodos e as conclusões, promovendo a metacognição.

2.2. A Gamificação como Vetor de Engajamento

A Gamificação atua como o motor motivacional do projeto, aplicando mecânicas de jogos em um contexto de não-jogo para maximizar o engajamento (KAPP, 2012).

- **Progressão e Níveis (Missões):** A divisão do conteúdo em "Missões" sequenciais e de complexidade crescente (2x2, classificação, escalonamento 3x3) fornece um senso claro de progressão e desafio escalonado, reduzindo a ansiedade e mantendo o foco (KAPP, 2012).
- **Pontuação e Feedback:** A utilização de Pontos de Experiência (XP) e um ranking visível estimula o esforço contínuo e uma competição saudável. O feedback imediato do professor ("Agente de Campo") após a entrega de cada missão é crucial para a retenção, permitindo a correção imediata de rotas.
- **Motivação Extrínseca e Social:** Os Selos de Conquista (Badges), como "Mestre 2x2" e "Escalonamento Ninja", oferecem recompensas extrínsecas por marcos de aprendizado. O Bônus Colaboração (Mentor Agente) fomenta a cooperação interna e a troca de conhecimento entre as equipes, um elemento chave para a aprendizagem equitativa.

2.3. Progressão Didática e Campos Conceituais



O projeto segue uma curva de complexidade que garante a construção progressiva dos conceitos de Sistemas Lineares, alinhada à Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (embora o projeto não a cite diretamente, sua estrutura se apoia no princípio).

A Tabela 1, a seguir, explicita os tipos de Missões (três), o conteúdo matemático abordado – Sistemas Lineares, bem como as habilidades que se pretende atingir com esta prática, que se orienta por meio do jogo lúdico.

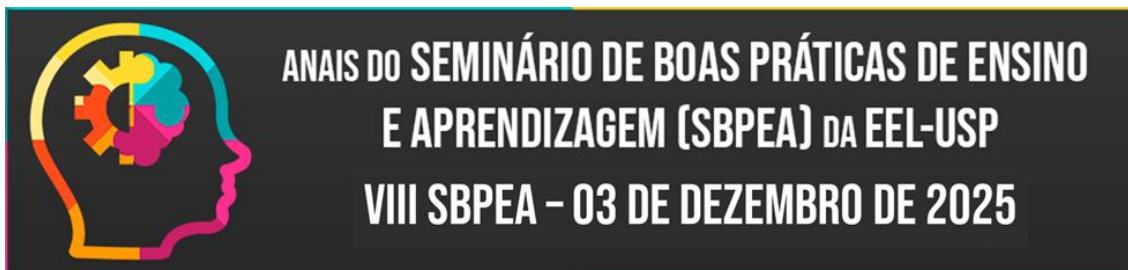
Tabela 1 – Descrição das Missões de Aprendizagem, Foco Matemático e Habilidades Centrais

Missão	Foco Matemático	Habilidade Central
Missão 1 (Desafio Inicial)	Sistemas 2x2	Cálculo Elementar e Modelagem (Substituição/Adição).
Missão 2 (O Mapa da Solução)	Classificação e Interpretação	Análise Conceitual e Visualização (SPD, SPI, SI e uso do GeoGebra).
Missão 3 (O Código da Chave)	Sistemas 3x3	Organização Matricial e Algoritmo (Escalonamento e Resolução Complexa).

Fonte: Elaboração do autor.

Essa progressão didática garante que o estudante avance do cálculo elementar (Missão 1) para a interpretação geométrica e conceitual (Missão 2) e, finalmente, para a manipulação complexa e a organização do cálculo (Missão 3 - Escalonamento), formando um campo conceitual robusto.

O impacto do projeto reside na demonstração de que a combinação da Gamificação com a ABP reduz a ansiedade, aumenta o engajamento e promove o desenvolvimento de habilidades socioemocionais (colaboração, comunicação), validando o uso de metodologias ativas como promotoras de uma aprendizagem mais completa e significativa em Matemática.



3. MÉTODO

O projeto utiliza uma metodologia ativa que combina Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e Gamificação. O método é estruturado em uma narrativa de mistério e desdobrado em missões sequenciais de complexidade crescente, visando o domínio dos Sistemas Lineares e o desenvolvimento da capacidade de modelagem.

3.1. Estrutura e Organização

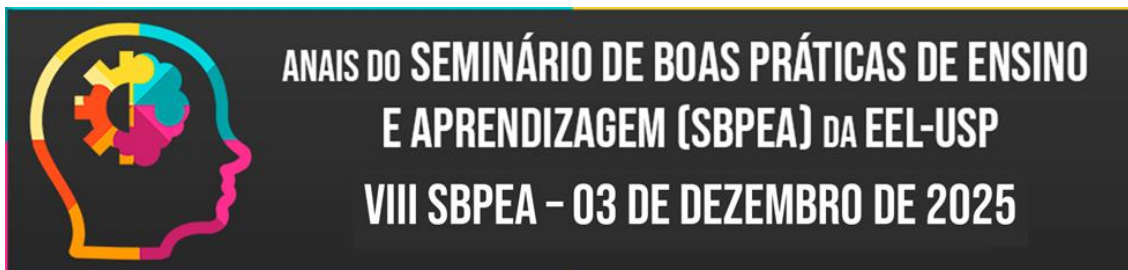
- Público-Alvo: Estudantes do 2º ano do Ensino Médio.
- Contexto Lúdico: A sala de aula é transformada na Agência de Investigação Σ (Sigma), e o objetivo é encontrar a "Fórmula Secreta" (soluções dos sistemas).
- Equipes: Os alunos são organizados em equipes fixas e heterogêneas para incentivar a cooperação, com papéis definidos (Líder, Analista, Comunicador).
- Papel do Professor: Atua como "Agente de Campo," orientando as equipes, fornecendo *feedback* imediato após a conclusão das missões e mantendo a coerência da narrativa.
- Elementos de Gamificação: Utilização de Pontos de Experiência (XP), Rankings visíveis e Selos de Conquista (Badges) para motivar a precisão e a rapidez, além de bônus por colaboração.

3.2. Detalhamento das Missões (Progressão de Complexidade)

O projeto é dividido em três missões principais, que correspondem à progressão didática do conteúdo.

A Tabela 2 detalha o Plano de Missões de Aprendizagem, estruturado em três tipos de missões. A tabela apresenta o conteúdo matemático principal abordado — os Sistemas Lineares —, bem como as habilidades específicas e os recursos que se pretende desenvolver por meio desta prática pedagógica, que se orienta pelo jogo lúdico.

Tabela 2 – Plano de Missões de Aprendizagem, Foco e Habilidades Centrais



Missão	Foco Matemático	Habilidade-Chave Exigida	Recursos
Missão 1 (O Desafio Inicial)	Revisão de Sistemas 2x2 (Métodos de Substituição e Adição).	Modelagem de problemas contextuais básicos (exemplo preços, quantidades).	Cartões de Pistas Físicas, QR Codes.
Missão 2 (O Mapa da Solução)	Classificação de Sistemas (SPD, SPI, SI) e Interpretação Geométrica.	Análise e Visualização do resultado algébrico na forma gráfica.	Software GeoGebra.
Missão 3 (O Código da Chave)	Sistemas 3x3 ou maiores (Método de Escalonamento).	Modelagem Complexa de problemas interdisciplinares (Física, Química, Finanças)	Calculadoras científicas, Papel e Caneta.

Fonte: Elaboração do autor

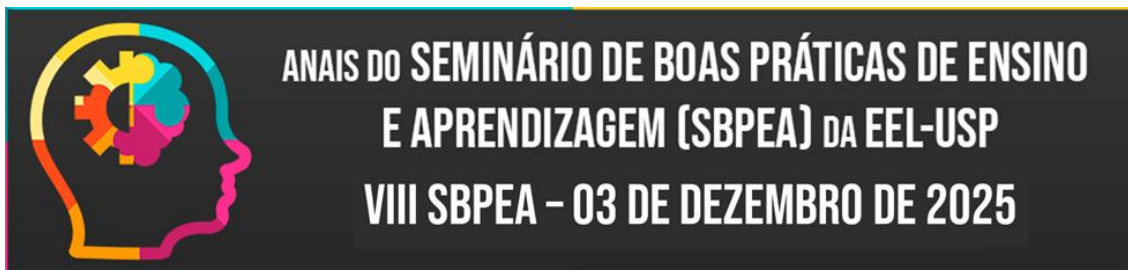
3.3. Missão Final e Avaliação

As soluções numéricas e as classificações encontradas nas missões anteriores são reunidas para desvendar a "Fórmula Secreta," consolidando a ligação entre os conceitos de sistemas, matrizes e determinantes.

As equipes devem elaborar um Relatório Final de Agência (em formato de apresentação ou vídeo) documentando o passo a passo da modelagem, do método de resolução (Escalonamento) e da conclusão do caso. Este relatório enfatiza a habilidade de comunicação do raciocínio matemático.

Avaliação Formativa e Contínua: A pontuação final é dividida em três critérios:

- Engajamento e Colaboração (30%): Aferido pela observação e autoavaliação (reforçado por bônus de XP).
- Resolução das Missões (40%): Focada na precisão e acerto matemático das soluções.



- Relatório Final (30%): Avaliação da clareza, organização e justificativa da modelagem e da solução.

4. RESULTADOS

O projeto resultou em uma experiência pedagógica altamente bem-sucedida, demonstrando que a integração da Gamificação com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) promoveu um notável aumento no engajamento dos estudantes e garantiu o domínio dos conceitos de Sistemas Lineares em um nível mais profundo e funcional.

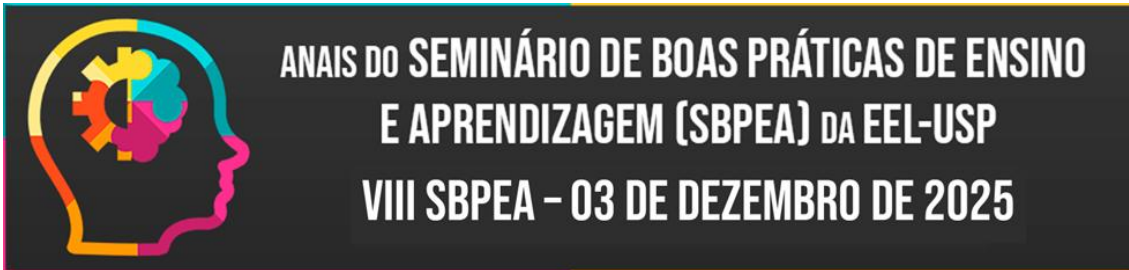
4.1. Domínio Conceitual e Resolução Matemática (40% da Nota)

Os resultados aferidos pela Resolução das Missões (foco na precisão matemática) indicaram um sólido domínio dos conteúdos, seguindo a progressão didática:

- Missão 1 (Sistemas 2x2): Alta proficiência na modelagem de problemas contextuais básicos e na aplicação rigorosa dos métodos de Substituição e Adição.
- Missão 2 (Classificação e Geometria): Os estudantes demonstraram a capacidade de interpretar geometricamente os sistemas, conectando o resultado algébrico (exemplo $0 = k$ para SI) com a representação visual (retas paralelas). O uso do GeoGebra foi eficaz para consolidar a classificação (SPD, SPI, SI).
- Missão 3 (Escalonamento 3x3): Houve sucesso na modelagem de problemas interdisciplinares complexos e na aplicação do método de Escalonamento, indicando uma forte capacidade de organização do cálculo e manipulação de sistemas maiores.

4.2. Engajamento e Habilidades Socioemocionais (30% da Nota)

Os elementos de Gamificação impulsionaram o envolvimento e a colaboração, como evidenciado pela observação e pelos bônus de XP:



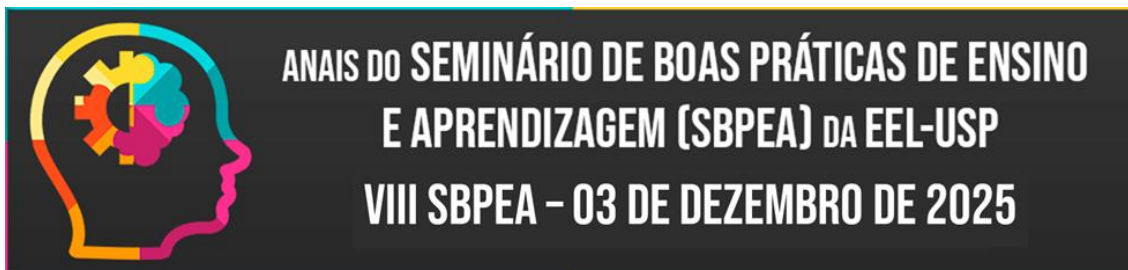
- Aumento do Engajamento: A narrativa de mistério e os elementos lúdicos (XP, rankings, badges) transformaram o conteúdo abstrato em um desafio motivador, reduzindo a ansiedade com a Matemática e aumentando a participação ativa.
- Trabalho Colaborativo: O sistema de pontuação (Bônus Colaboração) e a organização em equipes fixas fomentaram o trabalho em equipe e a troca de conhecimento entre os pares, promovendo uma vivência equitativa.
- Melhora no Foco: O mecanismo de Bônus Rapidez incentivou a precisão e o foco no tempo de resolução, transformando o tempo de aula em um período de alta produtividade.

4.3. Comunicação e Raciocínio Aplicado (30% da Nota)

A qualidade do Relatório Final de Agência demonstrou a transferência do conhecimento formal para a aplicação prática:

- Comunicação Matemática: Os estudantes exibiram clareza na comunicação do raciocínio, conseguindo documentar e justificar de forma organizada a modelagem do problema, o método de Escalonamento e a conclusão do caso.
- Sentido de Descoberta: A Missão Final, ao revelar a "Fórmula Secreta" a partir das soluções encontradas, consolidou o aprendizado de forma memorável, ligando os conceitos de Sistemas Lineares com a estrutura maior da Álgebra.
- Aprendizagem Funcional: O projeto "Detetives do Sistema" demonstrou que os estudantes deixaram de ver os sistemas como meros exercícios abstratos, passando a encará-los como ferramentas funcionais para desvendar problemas do mundo real.

A experiência validou o uso de metodologias ativas como promotoras de uma aprendizagem mais completa, que não só avalia o domínio do conteúdo, mas também o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, como a modelagem e a comunicação.



5. DISCUSSÕES

As discussões do projeto se concentraram em três eixos principais, articulando a eficácia da metodologia com a qualidade do aprendizado e o desenvolvimento de habilidades de ordem superior nos estudantes.

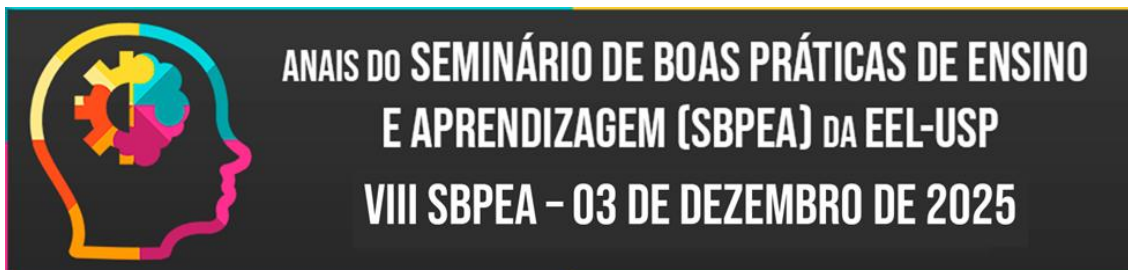
A discussão central da experiência foi o notável aumento no engajamento dos estudantes. A combinação de Gamificação e ABP conseguiu transformar Sistemas Lineares — um tema frequentemente percebido como abstrato e puramente algorítmico — em um desafio motivador.

Elementos lúdicos como XP e a narrativa de mistério reduziram a ansiedade tipicamente associada à Matemática, promovendo um ambiente de aprendizagem mais receptivo.

A ABP garantiu que os sistemas não fossem vistos como exercícios isolados. O debate concentrou-se em como o estudante foi capaz de modelar problemas complexos da realidade (interdisciplinares) para a linguagem matemática, conferindo funcionalidade e significado ao conteúdo.

A estrutura sequencial das missões gerou uma discussão sobre a eficácia da progressão didática em Matemática.

- Domínio Algébrico: A Missão 1 e 3 validaram a importância de começar com métodos elementares (Substituição/Adição) para depois introduzir o método de Escalonamento (Missão 3). A discussão focou na eficiência do Escalonamento para sistemas maiores (3x3), em contraste com a lentidão dos métodos elementares.
- Interpretação Conceitual: A Missão 2 (Classificação Geométrica) foi crucial. O debate girou em torno da conexão entre Álgebra e Geometria, permitindo que os estudantes entendessem por que um sistema é Impossível (SI - retas paralelas) ou Indeterminado (SPI - retas coincidentes), ligando o resultado algébrico ($0 = k$) à sua representação visual.



O projeto estimulou a discussão sobre o desenvolvimento de competências além do cálculo.

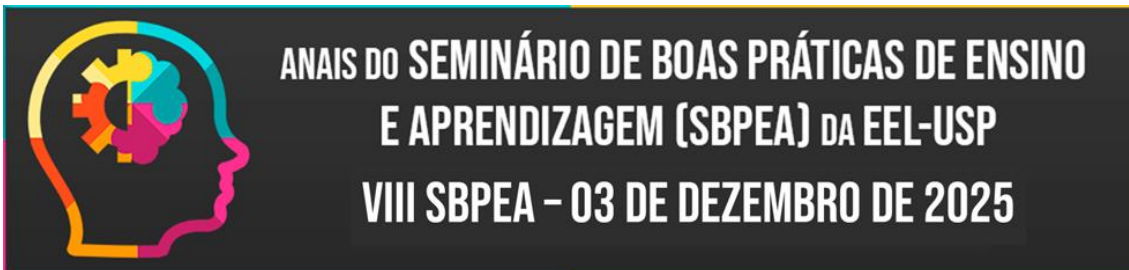
- **Comunicação do Raciocínio:** A exigência do Relatório Final levou a um debate sobre a importância da comunicação matemática. Os estudantes não só precisaram encontrar a solução, mas também justificar a modelagem e o método de Escalonamento utilizado.
- **Colaboração e Estratégia:** Os Bônus Colaboração incentivaram a discussão sobre a eficácia do trabalho em equipe e a divisão de tarefas como estratégia para maximizar o resultado.
- **Raciocínio Aplicado:** Ao final, o projeto demonstrou que a utilização de metodologias ativas é um caminho promissor para capacitar os estudantes a aplicar o conhecimento formal para a tomada de decisão e a resolução de problemas em contextos complexos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do projeto "Detetives do Sistema – O Caso da Fórmula Secreta" demonstrou de forma inequívoca o potencial transformador da integração das metodologias ativas no ensino de Matemática. As conclusões da experiência validam a hipótese de que a combinação sinérgica de Gamificação e Aprendizagem Baseada em Problemas é um caminho eficaz para superar as barreiras de desinteresse e abstração historicamente associadas aos Sistemas Lineares.

As principais conclusões da experiência se destacam como:

1. **Aumento Significativo do Engajamento e Motivação:** A narrativa de mistério da Agência Σ e os elementos lúdicos (XP, *ranking* e *badges*) resultaram em um notável aumento na motivação intrínseca dos estudantes. Os discentes deixaram de ver os sistemas como meros exercícios algorítmicos e passaram a encará-los como desafios a serem desvendados (KAPP, 2012), o que se traduziu em maior



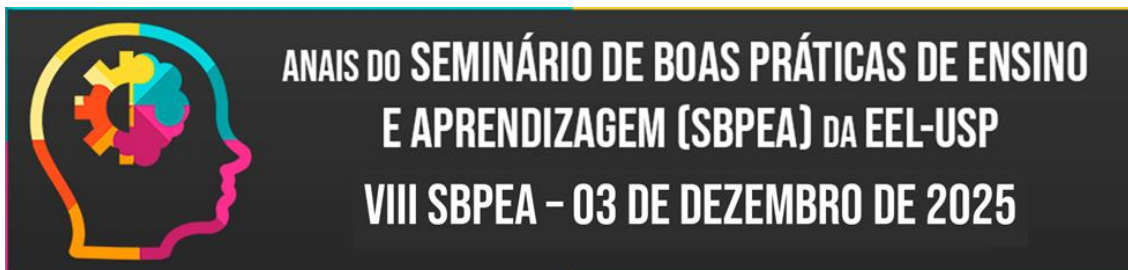
persistência na resolução de problemas complexos como o Escalonamento na Missão 3.

2. Aprendizagem Conceitual Profunda: A estrutura progressiva da Aprendizagem Baseada em Problemas, exigindo primeiramente a Modelagem e a Interpretação Geométrica (Missão 2) antes da resolução complexa, garantiu que o aprendizado fosse significativo (AUSUBEL, 2000). A visualização no GeoGebra e a necessidade de justificar a classificação forçaram a compreensão conceitual além da simples memorização de regras.
3. Desenvolvimento de Habilidades Transversais: A obrigatoriedade do trabalho em equipes fixas e heterogêneas e a atribuição de papéis (Analista, Comunicador) foram cruciais para o desenvolvimento de habilidades do século XXI, como o raciocínio crítico, a resolução colaborativa de problemas e a comunicação eficaz do raciocínio matemático, conforme exigido no Relatório Final.
4. Ressignificação do Erro: O sistema de *feedback* imediato, contextualizado na narrativa ("*Pista Falsa*"), desvinculou o erro da punição. Isso fomentou um ambiente seguro para a experimentação e o desenvolvimento da autonomia na busca por soluções, um pilar da PBL.

O presente relato de experiência contribui para a comunidade científica da Educação Matemática em diversas vertentes, destacando: modelo de fusão metodológica, instrumento de engajamento para a álgebra e por fim, a ênfase na modelagem e interpretação.

No modelo de fusão metodológica, o projeto ofereceu um modelo prático e detalhado de como integrar organicamente a Aprendizagem Baseada em Problemas e Gamificação no ensino de Matemática do Ensino Médio, validando a eficácia dessa fusão para o domínio de conteúdo complexo (Sistemas Lineares).

O instrumento de engajamento para Álgebra serviu como um referencial para o desenvolvimento de materiais didáticos que utilizam a narrativa investigativa para contextualizar a Álgebra Linear, uma área frequentemente percebida como árida pelos estudantes.



Por fim, a ênfase na modelagem e interpretação, com foco nas Missões 2 e 3, que priorizaram a modelagem de cenários reais e a interpretação geométrica (com uso de tecnologia como o GeoGebra), fornece evidências da importância dessas etapas para a consolidação do conhecimento, além da simples execução do algoritmo (Escalonamento).

Em suma, o projeto "Detetives do Sistema" não apenas cumpriu seu objetivo de tornar o estudo dos Sistemas Lineares mais significativo e envolvente, mas também se estabeleceu como uma metodologia ativa equitativa, que valoriza o processo, a colaboração e o protagonismo do estudante.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.

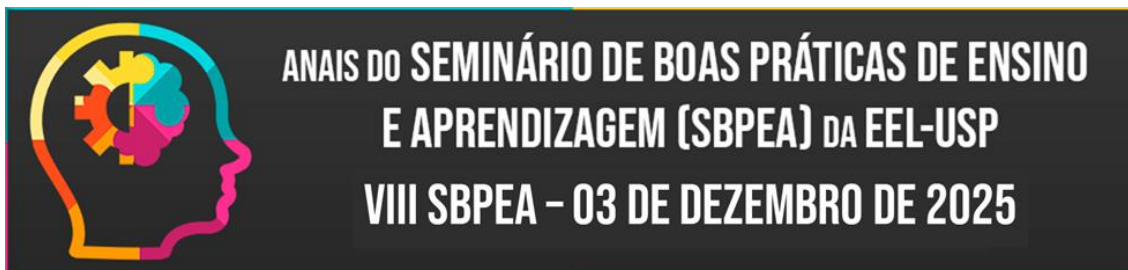
BERBEL, Neusi A. N. A Problemática e a Aprendizagem Baseada em Problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev. 1995.

KAPP, Karl M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

MICHAELSEN, Larry K.; KNIGHT, Arletta B.; FINK, L. Dee (Eds.). *Team-Based Learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Sterling, VA: Stylus Publishing, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2006.

ONUCHIC, Lourdes R.; ALVES, Norma S. G. Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas. In: BICUDO, Maria A. V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Ed. UNESP, 2004.



PARMELEE, Dean X. et al. Team-based learning: a practical guide: AMEE Guide No. 65. Medical Teacher, Reino Unido, v. 34, n. 4, p. e275-e287, 2012.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

DEWSBURY, Bryan. Deep Teaching in the College Classroom: an outline of the Deep Teaching Model. In: Teaching and Learning STEM: A Practical Guide. New York: W. W. Norton & Company, 2019.

EDDY, Sarah L.; THEOBALD, Elli J. Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), Washington, DC, v. 117, n. 47, p. 29562-29568, 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. A pedagogia ativa, a pedagogia crítica e a formação para a vida. In: Didática e Epistemologia: convergências e divergências em torno da atividade de ensino. São Paulo: Cortez, 2017.

PAVÃO, Ana Cláudia Oliveira; PAVÃO, Sílvia Maria de Oliveira (Org.). Metodologias ativas: práticas pedagógicas em educação especial e inclusiva. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021.