



## AprEnDO, Aplicativo de Celular para Melhorar a Aprendizagem de Equações Diferenciais Ordinárias de 1ª Ordem

Tatiane da Silva Evangelista<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0914-7442>

Leonardo Oliveira<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-9782-262X>

André Barros de Sales<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-1728-6063>

<sup>1,2,3</sup> Universidade de Brasília

### RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de experiência da utilização de um jogo de serviço móvel celular como estratégia tecnológica de ensino para melhorar o aprendizado e o desempenho de estudantes com o conteúdo de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO) de 1ª ordem dos cursos das Engenharias da Faculdade do Gama da Universidade de Brasília. O jogo é o aplicativo aprEnDO, desenvolvido para a plataforma Android. O objetivo principal deste trabalho é apresentar, discutir e avaliar o desafio de ensinar e acompanhar o aprendizado dos estudantes do segundo período, envolvendo conceitos de EDO de 1ª ordem com auxílio do aprEnDO.

### PALAVRAS-CHAVE

Aprendizagem de cálculo. AprEnDO. Jogos digitais.

Correspondência ao Autor

<sup>1</sup> Tatiane da Silva Evangelista

E-mail: [tatilista@gmail.com](mailto:tatilista@gmail.com)

Universidade de Brasília,

Brasília, DF, Brasil

CV Lattes

<http://lattes.cnpq.br/9553853568740488>

Submetido: 7 mar. 2020

Aceito: 29 mai. 2021

Publicado: 17 Jun. 2021

 [10.20396/riesup.v8i0.8658629](https://doi.org/10.20396/riesup.v8i0.8658629)

e-location: e022011

ISSN 2446-9424

Checagem Antiplágio



Distribuído sobre



## AprEnDO, Mobile App to Improve Learning of Ordinary Differential Equations of 1st Order.

### ABSTRACT

This work presents an experience report on the use of a mobile cellular service game as a technological teaching strategy to improve the learning and performance of students with the 1st Ordinary Differential Equations (ODE) content of the Engineering courses at Gama campus at University of Brasilia. The game is the aprEnDO application, developed for the Android platform. The main objective of this work is to present, discuss and evaluate the challenge of teaching and monitoring the learning of students in the second period, involving 1st order ODE concepts with the help of learning

### KEYWORDS

Calculus learning. AprEnDO. Digital games.

## AprEnDO, Aplicación Móvil para Mejorar el Aprendizaje el Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Primer

### RESUMEN

Este documento presenta un informe de experiencia sobre el uso de un juego de teléfono celular móvil como una estrategia de enseñanza tecnológica para mejorar el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes con el contenido de la 1ª Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) de los cursos de Ingeniería en la Faculdade do Gama de la Universidad de Brasilia. El juego es la aplicación aprEnDO desarrollada para la plataforma Android. El objetivo principal de este trabajo es presentar, discutir y evaluar el desafío de enseñar y monitorear el aprendizaje de los estudiantes en el segundo período, involucrando conceptos EDO de primer orden con la ayuda de aprEnDO.

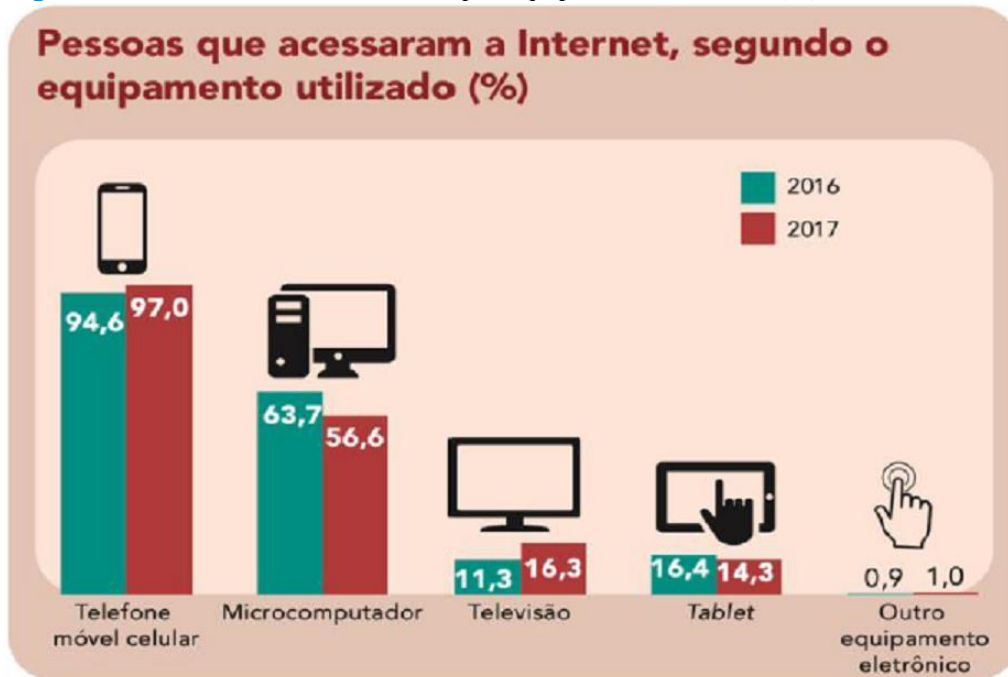
### PALABRAS CLAVE

Cálculo aprendizaje. AprEnDO. Juegos digitales.

## Introdução

Cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, a cada momento a tecnologia digital conquista mais espaço. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2018), nos anos 2016 e 2017, o acesso à Internet foi 94,6% e 97%, respectivamente, através do celular, superando a conexão pelo microcomputador, pela televisão e pelo *tablet*, como se vê na Figura 1.

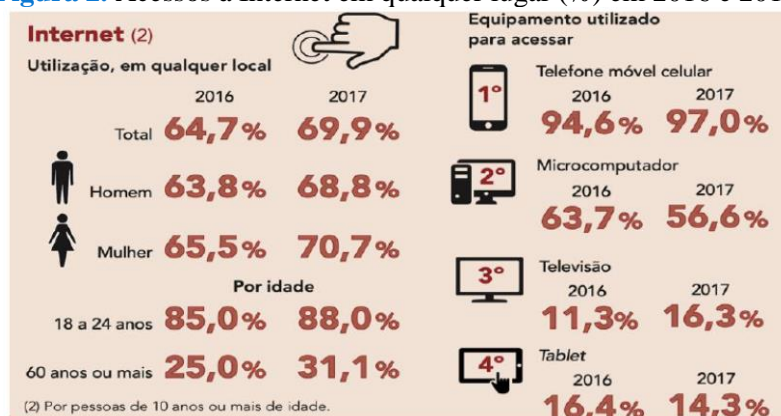
**Figura 1.** Acessos à internet no Brasil por equipamento utilizado (%) em 2016 e 2017.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016-2017, 2018.

Nesse mesmo relatório, o IBGE destaca o percentual de acessos à Internet no Brasil em 2016 e 2017 em qualquer local, por homem e mulher, nos grupos etários de 18 a 24 anos e acima de 60 anos, como ilustra a Figura 2.

**Figura 2.** Acessos à Internet em qualquer lugar (%) em 2016 e 2017.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016-2017, 2018.

Observa-se que no grupo de 18 a 24 anos aumentou de 85% em 2016 para 88% em 2017 a conexão à Internet pelo celular e em qualquer lugar, amplamente utilizada por todos os estratos sociais e por todas as faixas etárias (IBGE, 2018). Nos últimos anos, os celulares tradicionais básicos vêm sendo substituídos por *Smartphones*, aparelhos que incorporam funcionalidade de computador, como conexão à internet, e dispõem de inúmeros aplicativos com diversos serviços com inúmeras possibilidades de uso, como, por exemplo, jogos.

As Equações Diferenciais (ED) representam parte crucial do ensino de Cálculo. O seu estudo agrega importante instrumental matemático para resolver problemas em diversas áreas do conhecimento.

Nossa experiência no ensino de Cálculo em Cursos de Engenharia e pesquisas na área de Educação Matemática revelam dificuldades no processo de aprendizagem dos discentes no estudo de ED, tanto no uso de técnicas para resolvê-las, quanto na produção de significados e compreensão de conceitos. Essas dificuldades se evidenciam principalmente no momento em que são estudadas as aplicações em problemas contextualizados, envolvendo a Física, a Química, a Engenharia etc. Em muitas situações, os discentes dominam as técnicas de resolução, porém têm dificuldade em identificar como aplicar as EDs na resolução de problemas.

De acordo com Moreno e Azcárate (2003), predomina entre os docentes universitários a aula tradicional, baseada em métodos analíticos e técnicas de resolução de Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs) e solução de problemas modelados apresentados como exemplo. Eles ainda apontam que esse estilo de ensino vem trazendo uma sensação de fracasso entre os professores, transformando os discentes em “resolvedores” de EDOs. Por isso, a importância de se pensar em nova metodologia de ensino-aprendizagem ativa em cursos de engenharia.

Tendo em vista a importância de EDOs na disciplina de Cálculo, o alvo deste relato de experiência é apresentar uma possibilidade ou alternativas para seu ensino de modo a amenizar tais dificuldades usando jogos educativos em celulares como ferramenta de auxílio nessa aprendizagem. Como afirmam Sá *et al.* (2007), jogos educativos podem ser utilizados para apoiar o processo de ensino e aprendizagem e têm sido considerados poderosa ferramenta por seu conteúdo de natureza lúdica e interativa.

Portanto, considerando tais fatos, este artigo apresenta a descrição vivida no ensino e na aprendizagem de EDO de 1ª ordem utilizando o jogo aprEnDO – aplicativo desenvolvido para celular com intuito de melhorar o desempenho dos estudantes nessa disciplina. Inicialmente, a seção 2 apresenta trabalhos correlatos; a seção 3 contempla a metodologia; a seção 4 traz a confecção do jogo; a seção 5 relata a experiência do uso do aprEnDO e seus resultados; e na seção 6 são tecidas as considerações finais. O artigo é encerrado com as referências bibliográficas.

## Trabalhos Correlatos

Entre os trabalhos acadêmicos que envolvem jogos digitais no ensino de Matemática encontram-se muitos voltados para discentes do ensino infantil, do ensino fundamental e do ensino médio. Por exemplo: Menezes e Roza (2016) desenvolveram o aplicativo Genius Math para apoiar o ensino e a aprendizagem da matemática na educação infantil baseado em figuras e sons. Foi desenvolvido na linguagem de programação Java para os celulares com sistema operacional Android e busca explorar o conhecimento dos números, das formas geométricas e das operações de adição e subtração.

Moraes e Colpani (2016a) desenvolveram um jogo sério com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada – RA com intuito de auxiliar no desenvolvimento do cálculo mental envolvendo as operações básicas da Matemática e na construção da noção da precedência dos sinais aos estudantes do Ensino Fundamental. O aplicativo do jogo sério com RA foi desenvolvido por meio da *engine Unity3D* e da biblioteca *ARToolKit*, utilizando a linguagem de programação C# para os celulares com o sistema operacional Android, na versão 4.4.

Takita, Santana e Souza (2018) desenvolveram aplicativo do jogo digital educacional Explosion Math, projetado para auxiliar no ensino de conteúdos específicos da Matemática dos anos finais do ensino fundamental I, com foco no 5o ano. O jogo é sobre uma viagem espacial do astronauta Albert, um jovem apaixonado por Matemática, para descobrir a existência de planetas matemáticos. A missão de Albert é explorar os planetas Numérico, Geométrico e Grammy (grandezas e medidas), a fim de obter o conhecimento presente em cada um dos planetas. Foi desenvolvido por meio da linguagem C Sharp (C#), enquanto as fases e a interface do jogo foram construídas por meio dos componentes da Unity 3D.

Novamente, Moraes e Colpani (2016b) desenvolveram, por meio da engine Unity3D, um jogo sério FlipMath com objetivo de auxiliar no ensino das operações básicas da Matemática aos estudantes do Ensino Fundamental.

O trabalho de Wu *et al* (2012) destaca-se pela explicação de abordagens de teorias de aprendizagem, como behaviorismo, cognitivismo, humanismo e construtivismo, para dar suporte às concepções pedagógicas adotadas na construção de jogos digitais educacionais. As características marcantes dessas teorias são:

- a) Behaviorismo: a aprendizagem se dá a partir de um processo de estimulação e reforço.
- b) Cognitivismo: envolve o pensamento, sendo a memória um processador de informação ativo e o conhecimento prévio importante para aprendizagem.
- c) Humanismo: a concepção da aprendizagem origina-se pela descoberta do conhecimento ou pela construção do significado e deve ser centrada no aluno, sendo o educador um facilitador do processo.
- d) Construtivismo: considera o aprendizado como um processo ativo e construtivo, no qual o indivíduo constrói seu próprio conhecimento e suas próprias representações da realidade.

E jogos digitais no ensino superior? Ainda existem poucos artigos científicos sobre essa temática, porém em crescimento ascendente. Martins *et al* (2018) investigou a utilização da gamificação para estudantes de cursos de pós-graduação na qual concluiu sua potencialidade pedagógica associada ao ensino e a aprendizagem conjunta de docentes e discentes, um alinhamento com as vivências da cultura digital e ressaltou a importância do professor reconhecer se seus alunos tem um conhecimento prévio dos jogos digitais.

Em consonância a característica da experiência antecedente do estudante com a gamificação, Cerutti e Nogaro (2017), também, constataram essa afirmação no uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TICs) como ferramenta na construção pedagógica no Ensino Superior. Além disso, ressaltam a importância do professor dominar as TICs no processo de aprendizagem, ser crítico, estar preparado para contratempo, ressaltaram que independente da TICs adotada, por exemplo, jogos digitais, é importante o professor ser sempre o moderador entre o estudante e o conhecimento e por fim, destacaram que a interação pedagógica com universo virtual contribuirá com que o educando aumente seu conhecimento de forma interativa, criativa e motivada.

Diante do exposto, veremos que o aprEnDO é um jogo para celular enquadrado nas teorias de aprendizagem behaviorista e cognitivista para o conteúdo de EDOs da disciplina de Cálculo ensinada nas grades curriculares universitárias.

## Metodologia

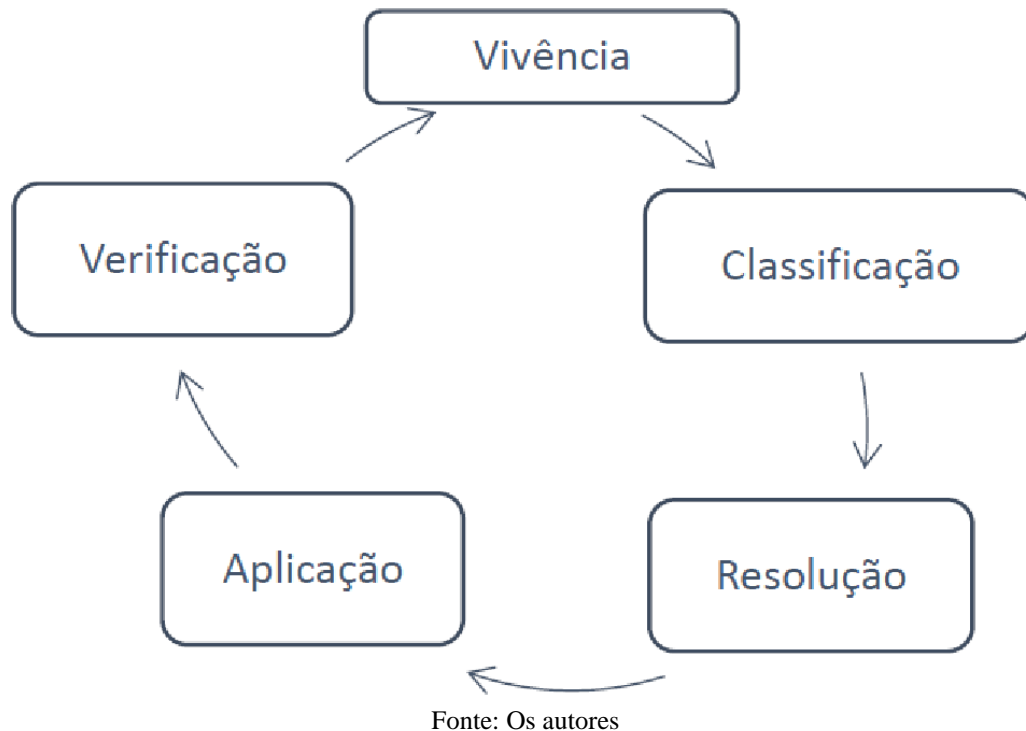
Esta pesquisa foi desenvolvida em caráter exploratório “com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato” (GIL, 1999). A abordagem dessa pesquisa é do tipo qualitativo, pois “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” (GERHARDT, 2009).

O grupo social analisado se constituiu de discentes da Faculdade do Gama (FGA), que é um campus da Universidade de Brasília (UnB), na região administrativa do Gama, na capital federal. A FGA mantém cinco cursos da área das engenharias: Aeroespacial, Automotiva, Eletrônica, Energia e Software.

Em cada semestre letivo ingressam 280 estudantes na FGA. Cada turma de Cálculo na FGA é composta em média por 120 discentes, repetentes e não repetentes. Esses discentes ingressam no primeiro ano do curso com muita dificuldade em conceitos básicos da Matemática Elementar. O conteúdo de EDO de 1ª ordem abordado no aprEnDO faz parte da ementa da disciplina obrigatória Cálculo 2, ministrada no 2º período dos cursos das Engenharias da FGA.

Para validar a satisfação e a aprendizagem de EDOs de 1ª ordem com o uso do aprEnDO usamos uma adaptação do modelo do Ciclo de Aprendizagem Vivencial (CAV) dos autores Falcão e Vila (2008), na qual é observada uma conexão direta entre conteúdo, o jogo a e vida real, como se vê na Figura 3.

Figura 3. Ciclo de Aprendizagem Vivencial



As definições dos elementos do CAV da Figura 3 são:

- Vivência: os discentes aprendem os conceitos teóricos praticando exercícios com o docente em sala, antes de usar o jogo aprEnDO.
- Classificação: é a primeira etapa do jogo, que consiste em reconhecer as EDOs 1ª ordem.
- Resolução: segunda etapa do jogo, na qual o aluno jogando soluciona algebricamente um exercício.
- Aplicações: é o momento em que os discentes transferem todas as generalizações das etapas anteriores do aprEnDO para resolver problemas cotidianos.
- Verificação: os discentes respondem uma pequena enquete sobre o uso do aprEnDO e também constroem mapas conceituais com o intuito de associar os conhecimentos prévios com os conhecimentos novos.

De acordo com Moreira,

Mapas conceituais devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimentos e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimentos (MOREIRA, 2006, p.10).

A ideia essencial da metodologia dos mapas conceituais é que o professor terá a condição de conhecer a estrutura cognitiva dos alunos, seus conhecimentos prévios, através do mapeamento feito pelos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Tendo em vista os trabalhos correlatos e a metodologia apresentada até aqui, nas próximas seções serão descritos o processo de confecção do jogo com suas regras e a experiência do seu uso com o público universitário.

## Processo de Confecção do Jogo

A ideia do jogo surgiu da união da insatisfação de um dos docentes-autores no desempenho dos estudantes na disciplina que abordava EDOs, pois suas notas nas provas estavam muito aquém do esperado, com o interesse do discente-autor cursante do curso de Engenharia de Software da FGA/UnB em realizar seu trabalho de conclusão de curso (TCC) na temática educação digital, com o intuito de facilitar a aprendizagem e a compreensão dos estudantes em 2019. O processo de confecção do jogo seguiu as seguintes etapas:

- a) **Etapa 1:** Durante cerca de dois meses realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática sobre o uso de jogos digitais na educação. O estudo sobre esse tema foi essencial para o êxito nas outras etapas, pois serviu como referência para construir e aplicar o aplicativo desenvolvido.
- b) **Etapa 2:** Destinada ao planejamento, elaboração e confecção do jogo usando a plataforma Android. As fases do jogo foram elaboradas como se mostra na estrutura da Figura 3: classificação, resolução e aplicação, após as quais surgiu o aprEnDO. Esta etapa teve a duração de cerca de 2 meses.
- c) **Etapa 3:** Nesta etapa, realizamos um teste-piloto da aplicação do jogo, verificando assim a sua jogabilidade, a sua dificuldade e o seu tempo de duração. Sendo assim, realizamos diversas adaptações de forma a deixar o aprEnDO num formato bem atrativo aos discentes com a finalidade de ser uma ferramenta auxiliar e lúdica na aprendizagem de EDOs de 1ª ordem.
- d) **Etapa 4:** Iniciamos a aplicação do aprEnDO, ressaltando que os discentes já tinham o conhecimento prévio dos assuntos abordados no jogo. Esta etapa foi iniciada em meados de maio de 2019 e terminou em outubro do mesmo ano, porém o aplicativo continua em andamento. As regras do jogo foram ensinadas em sala de aula e os discentes tinham liberdade de usá-lo em qualquer momento. Embora a participação fosse voluntária, a presença dos estudantes foi controlada pelo *download* e *feedback* no final do jogo, sob a responsabilidade dos autores do trabalho.

## Resultados: Descrição da Experiência com o AprEnDO

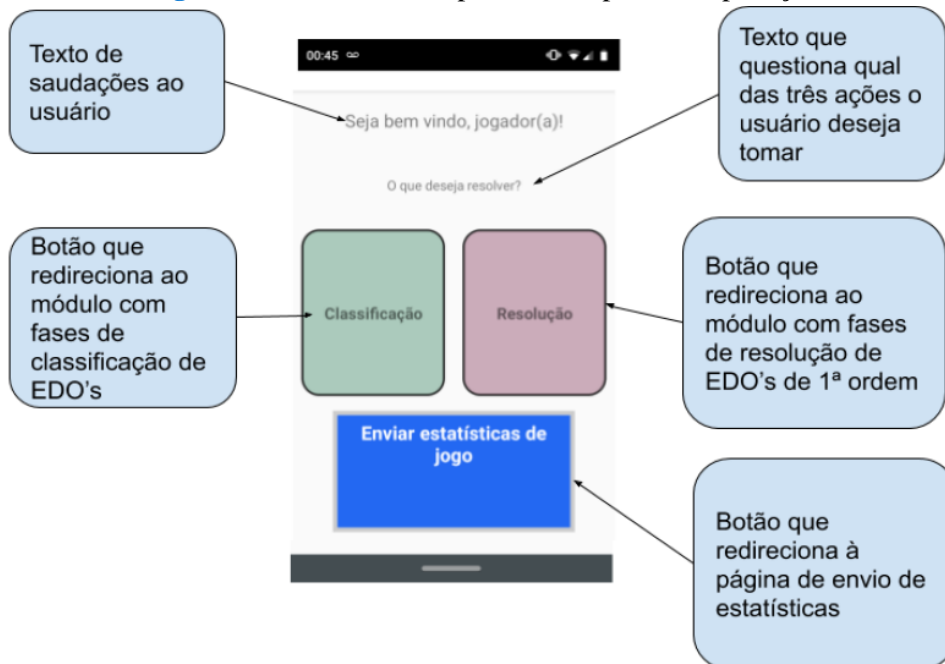
Nesta seção descrevem-se dois relatos de experiências com o jogo aprEnDO executados em 2019.

### Primeiro Semestre de 2019

Durante esse semestre o aprEnDO foi concebido com uma tela inicial com duas funcionalidades: classificação e resolução, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4. Tela inicial do aplicativo na primeira aplicação



Fonte: Os autores.

Explicando as funções do jogo:

- No botão Classificação havia exercícios de reconhecer EDOs quanto ao tipo, quanto à ordem, quanto à homogeneidade, quanto à linearidade e se a EDO era separável ou se era exata ou não-exata. Veja a Figura 5.

Figura 5. Função: Classificação

Escolha a ED: ordinária	Escolha a ED: NÃO homogênea
$7 \times \frac{\partial u(x, y)}{\partial x} + 3 \times \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} = 0$	$(x^2 - 3y^2) dx + (2xy) dy = 0$
$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0$	$y''(x) - y(x) = x$
$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = -2 \times \frac{\partial^6 u(x, t)}{\partial x^6}$	$x dx + (2y) dy = 0$
$y'(x) = \frac{x - y(x)}{x + y(x)}$	$y'(x) = \frac{3x + 2y(x)}{x}$

Fonte: Os autores.

- O botão Resolução contemplava resoluções de EDO de 1ª ordem no formato do jogo de memória, isto é, o jogador devia achar os pares de cartas

correspondentes à questão com a resposta, como se demonstra na Figura 6:

Figura 6. Função: Resolução

The image shows a digital interface for solving a differential equation. At the top left, the equation is  $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = \frac{x^2 + y(x)^2}{x y(x)}$ . At the top right, the solution is  $y(x) = c_1 x^2 - 3x$ . Below the equation and solution are two grids of cards. The left grid consists of four rows of five light blue cards each, with one card in the first row containing the equation  $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = \frac{x^2 + y(x)^2}{x y(x)}$ . The right grid consists of four rows of five cards each. The first row contains  $y(x) = 3x^2$ ,  $y(x) = c_1 \sqrt{x} + x$ ,  $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = \frac{x^2 + y(x)^2}{x y(x)}$ ,  $y^2 - 2y(x) + 2y(x) = 0$ , and  $\frac{1}{y} = \frac{1}{c_1} - 3x$ . The second row contains  $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = \frac{x^2 + y(x)^2}{x y(x)}$ ,  $y^2 - 2y(x) + 2y(x) = 0$ ,  $y(x) = \frac{2x}{c_1 x^2 - 1}$ ,  $y(x) = \sqrt{c_1} + 3x$ , and a light blue card. The third row contains a light blue card,  $y(x) = -\sqrt{c_1} + 1$ ,  $y(x) = \frac{\sqrt{c_1} - x^2}{\sqrt{2}}$ , a light blue card, and  $y(x) = c_1 x^2 - 3x$ . The fourth row contains  $y(x) = \frac{x + 200}{2x}$ ,  $2x + y - 2xy = 0$ ,  $2x + 2ydy = 0$ ,  $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = 2 \frac{y(x)}{x}$ , and  $y(x) = c_1 x^2$ .

Fonte: Os autores.

Segundo Semestre de 2019

Nesse semestre, o aprEnDO foi configurado para o jogador com somente a entrada do botão CARTÕES, que, quando clicado, abre uma janela que conterà sete cartas, como se observa na Figura 7.

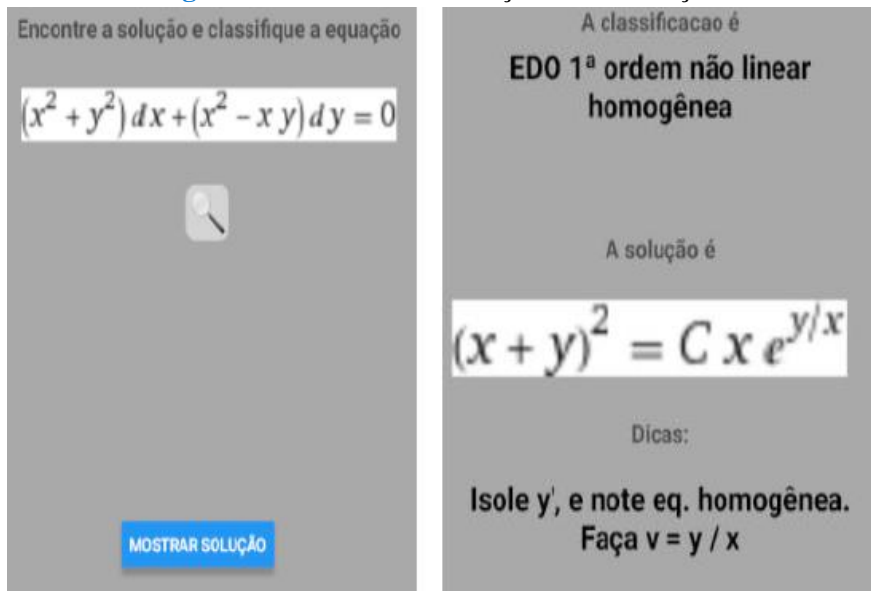
Figura 7. Tela inicial com novo formato



Fonte: Os autores.

As cartas abordaram as estruturas do CVA, podendo ser de dois modelos: classificação com resolução ou aplicação; em todas as cartas, depois de tentar resolver, o estudante acessava a resposta ou dica da questão por meio de uma senha fornecida pelos mediadores do aplicativo, como ilustram as Figuras 8 e 9.

Figura 8. Modelo: classificação com resolução



Fonte: Os autores.

Figura 9. Modelo: aplicação



Fonte: Os autores.

### Verificando os Resultados do Uso do AprEnDO

Foram utilizadas duas abordagens para verificar o uso do aprEnDO pelos estudantes: aplicação de uma enquete e construção de mapas conceituais.

Na primeira abordagem, de maneira voluntária, os discentes que jogaram o aplicativo respondem um pequeno questionário sobre o seu uso, usando uma escala Likert de 5 pontos, em que 1 (discordo totalmente) e 5 (concordo totalmente). O objetivo dessa enquete era avaliar o aprEnDO como estratégia tecnológica de ensino para melhorar o aprendizado e o desempenho de estudantes com o conteúdo de EDO de 1ª ordem.

Na Tabela 1, observa-se que o grau de utilização do jogo durante o processo de aprendizado e o grau de conhecimento deles sobre o jogo coincidem no valor 3 da escala de Likert, com 58,3%. O grau de satisfação indica que o jogo foi muito bem aceito pelos estudantes ( $75\% + 8,3\% = 83,3\%$ ).

**Tabela 1.** Utilização do aprEnDO na disciplina de Cálculo II.

	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
Seu grau de utilização do jogo durante a aprendizagem do conteúdo	8,3%	16,7%	58,3%	16,7%	0%
Seu grau de conhecimento (expertise) do jogo?	0%	16,7%	58,3%	8,3%	8,3%
Seu grau de dificuldade para jogá-lo?	25%	33,3%	16,7%	25%	0%
A utilização do aplicativo aprEnDO proporciona uma complementação na aprendizagem do conteúdo?	0%	0%	25%	33,3%	41,7%
Uma das vantagens do aprEnDO é a possibilidade de jogo em qualquer lugar?	0%	0%	25%	8,3%	66,7%
Gostou do jogo aprEnDO?	0%	0%	16,7%	75%	8,3%

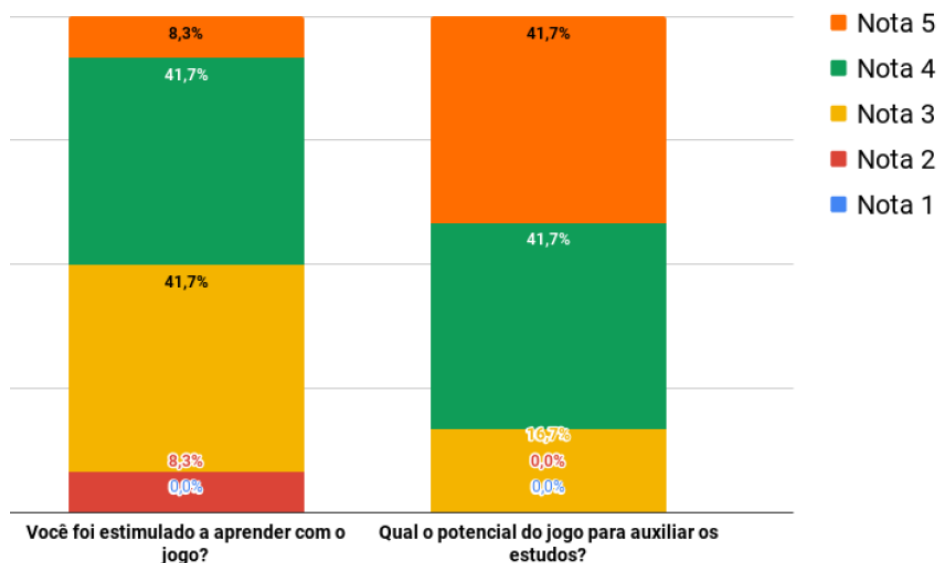
Fonte: Os autores.

Para avaliar o nível de auxílio do aprEnDO na aprendizagem de EDO, na percepção dos estudantes, foram realizadas duas perguntas:

1. Pergunta 1: Você foi estimulado a aprender com o jogo?
2. Pergunta 2: Qual o potencial do jogo para auxiliar os estudos?

O Gráfico 1 mostra o número de pesquisas por categoria.

**Gráfico 1.** Nível de auxílio do aprEnDO na aprendizagem de EDO.

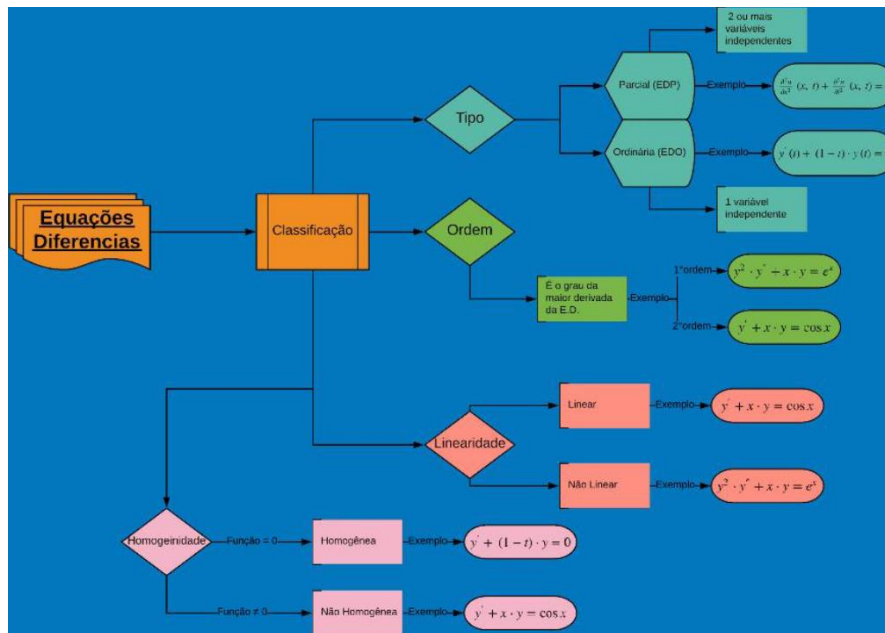


Fonte: Os autores.

O Gráfico 1 mostra que a maioria dos respondentes atribuiu nota 4 ou superior às questões relacionadas ao estímulo e auxílio do jogo aprEnDO na aprendizagem de EDO. Pode-se afirmar ainda que, de acordo com essas respostas, é positiva a estratégia tecnológica de ensino para melhorar o aprendizado e o desempenho de estudantes com o conteúdo de EDO de 1ª ordem.

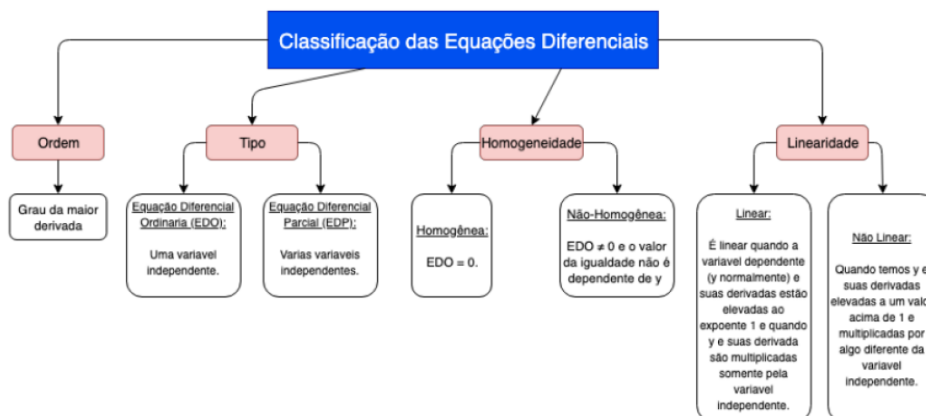
Na segunda abordagem para verificar o uso do aprEnDO pelos estudantes através de mapas conceituais (MCs), estes também contribuíram com o desenvolvimento deste relato de experiência, pois sua construção pelos discentes mostrou que o educando é capaz de assimilar conceitos não mais de forma arbitrária e literal, mas de forma cognitiva e behaviorista, de acordo com a pesquisa de Wu et al (2012). As Figuras 10 a 16 exemplificam alguns MCs deste relato de experiência.

Figura 10. Mapa conceitual- Classificação de EDOs



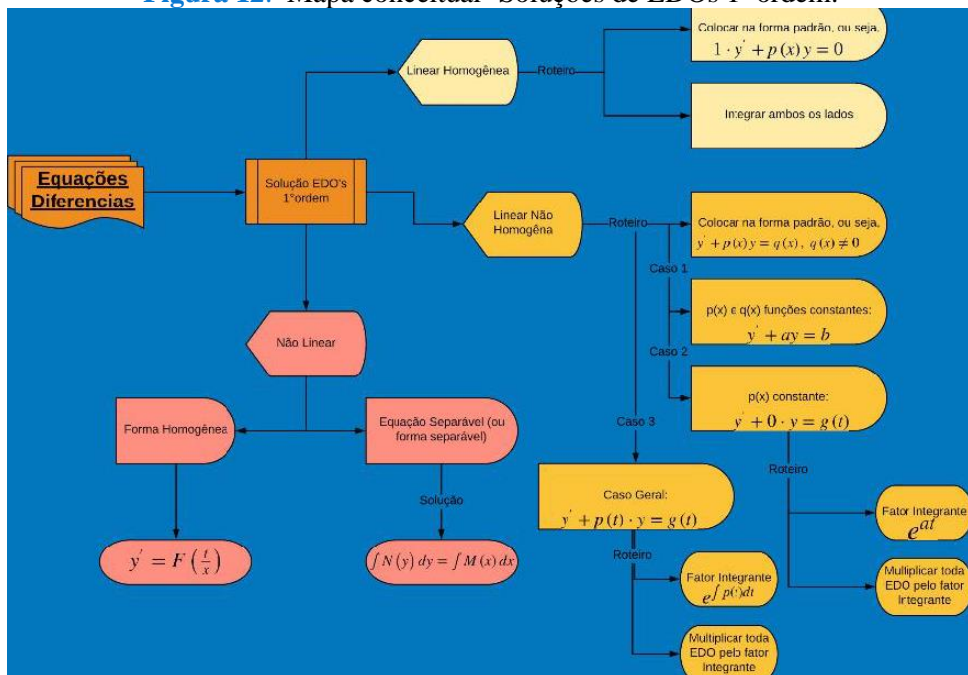
Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO.

Figura 11. Mapa conceitual-Classificação de EDOs (outra versão).



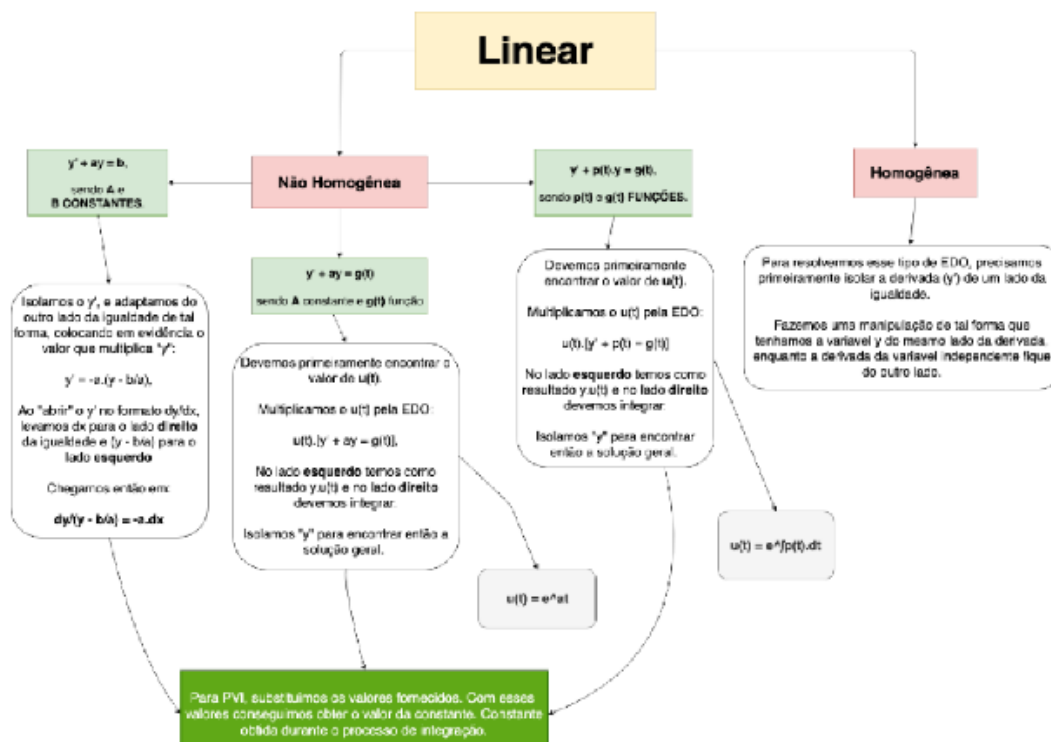
Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO.

Figura 12. Mapa conceitual- Soluções de EDOs 1ª ordem.



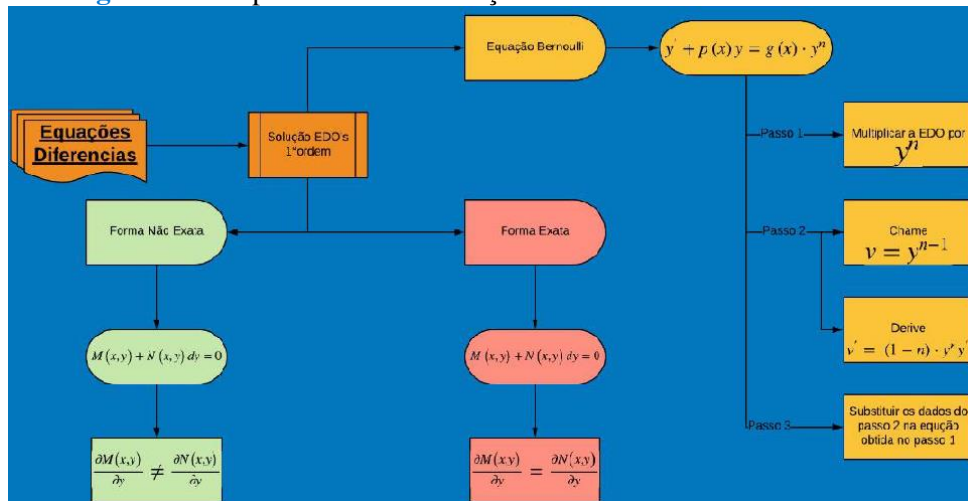
Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO.

Figura 13. Mapa conceitual- Soluções de EDOs 1ª ordem (outra versão)



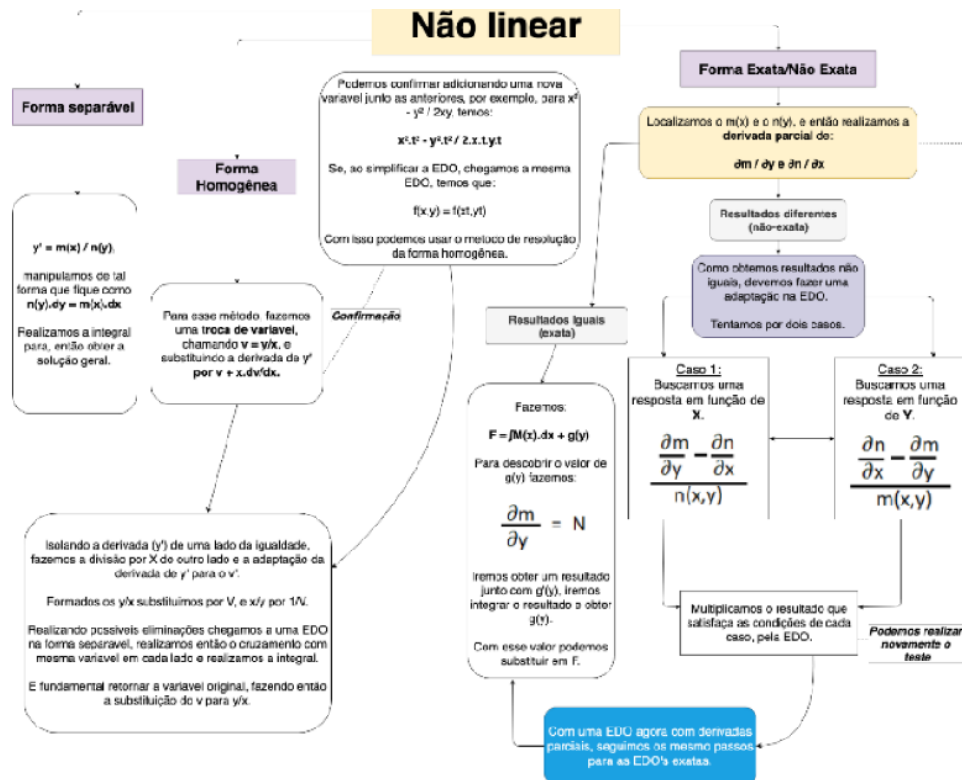
Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO.

Figura 14. Mapa conceitual - Soluções de EDOs 1ª ordem não-lineares



Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO.

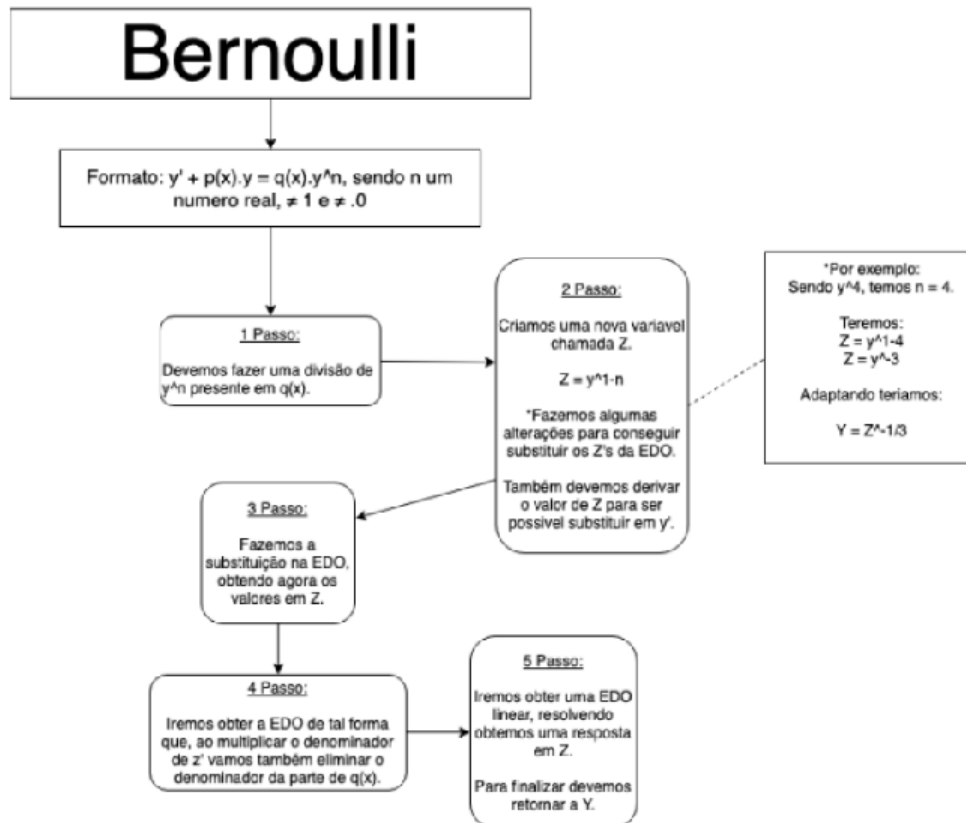
Figura 15. Mapa conceitual- Soluções de EDOs 1ª ordem não-lineares (outra versão)



Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO



Figura 16. Equações de Bernoulli – Tipo especial de EDOs não lineares



Fonte: Elaborado pelo estudante (voluntário) que utilizou o aprEnDO

O trabalho com mapas conceituais permitiu que os discentes mostrassem como organizaram os conhecimentos adquiridos em sala de aula e com o auxílio do jogo aprEnDO, favorecendo diversas aprendizagens, que, ultrapassando a esfera das temáticas abordadas como conteúdos de ensino, abarcaram ainda outros aspectos, como: focar o essencial, privilegiando os conceitos-chave; hierarquizar ideias, estabelecendo relações significativas entre elas, sedimentando e integrando conteúdos; favorecer a negociação de significados e formas de estruturação.

Aprender a identificar, no todo, informações mais relevantes e essenciais foi o aspecto indicado por todas as Figuras de 10 a 16, evidenciando o reconhecimento de que, ao longo do processo escolar, esses discentes foram privados da possibilidade de aprender a proceder a leituras que lhes permitissem identificar as ideias principais e determinar os conceitos-chave. No questionário em resposta aberta, uma das alunas participantes afirmou:

Muitas vezes, as dificuldades que enfrentamos no ensino superior são apenas reflexos das dificuldades que temos para ler e, de fato, compreender um texto. O uso do AprEnDO como ferramenta auxiliar nos conceitos ensinados pela professora foram refletidos na construção com mapas conceituais que nos levaram a aprender a identificar os elementos essenciais e inter-relacioná-los. Esse foi um ganho imenso!  
(aluna voluntária)

## Considerações Finais

Quanto aos argumentos usados para justificar seu uso, os jogos digitais recebem aprovação praticamente unânime de que atuam no aprimoramento das habilidades dos discentes, permitindo-lhes explorar seus conhecimentos. Além disso, os jogos fornecem oportunidades práticas para aprimorar seus conhecimentos sob condições controladas, fazer escolhas e vivenciar suas consequências. Por suas características, os jogos permitem que se façam adequações, como simplificar conteúdos de modo a tornar mais fácil e manipulável o tópico a ser abordado. Outras características positivas destacadas são a motivação dos discentes (vantagem repetidamente destacada), e a possibilidade de inserir os discentes em tarefas ativas. O presente estudo reforça, portanto, o potencial dos jogos digitais para apoiar o ensino das disciplinas científicas do nível superior, pois podem facilitar desde a compreensão de temáticas complexas, até o desenvolvimento de habilidades cognitivas e behavioristas importantes para o desenvolvimento pessoal e profissional.

O grande desafio da educação é pôr em prática hoje o que vai servir para o amanhã, pois, “nenhuma teoria é final, assim como nenhuma prática é definitiva, e não há teoria e prática desvinculadas” (D’Ambrósio, 1996, p. 80). Com estas considerações finais, esperamos que o presente relato de experiência sirva como sugestão para trabalhos futuros, de aplicação e publicação de relatos referentes ao uso de aplicativos de celulares em sala de aula.

Diante do exposto, e pelo envolvimento dos alunos e da professora-autora, pode-se afirmar que as abordagens aqui utilizadas provocaram e provocarão uma significativa mudança no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para uma educação inovadora, mais humana, que desperta o interesse do estudante em participar da aula, transformando a sala de aula num rico laboratório, provocando o seu crescimento pessoal e cognitivo, considerando o aluno como um ser ativo, durante todo o processo.

Para aplicações futuras, deseja-se retornar ao módulo de coleta de estatísticas, visto que são importantes facilitadores de análise. Planeja-se inserir diferentes dados para colher e também inserir o módulo para coleta de *feedbacks* internos ao aplicativo, pois podem ajudar a obter mais *feedbacks* dos discentes.

## Referências

CERUTTI, Elisabete; NOGARO, Arnaldo. Desafios docentes no ensino superior: entre a intencionalidade pedagógica e a inserção da tecnologia. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v.12, n. 3 p. 1592-16099, jul/set, 2017.

D’AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

FALCÃO, Paula; VILA, Magda. **Focalização de Jogos em T & D**. Qualitymark. RJ, 2008.

FREIRE, Paulo, FAUNDEZ, Antônio. **Por uma pedagogia da pergunta**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.), **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. ISBN 978-85-386-0071-8

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo. Atlas. 1999. 206 p. ISBN 8522422702

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal: 2017. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101631>, Acesso em 12 dez. 2019.

JOHNSTON, Brian, BOYLE, Liz, MACARTHUR, Ewan, & MANION, Baltasar Fernandez. The role of technology and digital gaming in nurse education. **Nursing Standard**, 27, p. 35-38, 2013.

MARTINS, Cristina Martins; GIRAFFA, Lucia Maria Martins; LIMA, Valdeez Marina do Rosário Lima<sup>3</sup>. Gamificação e seus potenciais como estratégia pedagógica no Ensino Superior. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n.1, p. 1-10, 2018.

MENEZES, Stefane; ROZA, Jiani da. Genius math: uma aplicação mobile para auxiliar a aprendizagem da matemática na pré-escola. *In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE)*, 27., Uberlândia, 2016. Anais, Uberlândia, 2016. p. 250 -259.

MORAES, Isadora Giacomini; COLPANI, Rogério. Desenvolvimento de um Serious Game com Realidade Aumentada para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Matemática Básica, *In: ANAIS DO XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES 2016*. São Paulo, 2016, p. 242-245. SBC, Set. 2016a.

MORAES, Isabela Giacomini; COLPANI, Rogério. Desenvolvimento de um *Serious Game*, baseado na reroupagem do clássico pac-man, para auxiliar no ensino de Matemática Básica. *In: ANAIS DO XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES 2016*. São Paulo, 2016, p. 758-761. SBC, Set. 2016b.

MORENO, Moreno Mar; AZCÁRATE GIMÉNEZ, Carmen. Concepciones y Creencias de los profesores universitarios de Matemáticas acerca de la enseñanza de las Ecuaciones Diferenciales. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.21, n. 2, p. 265-280, 2003.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Diagrama V**. Porto Alegre: UFRGS. 2006.

SÁ, Eveline J.V; TEIXEIRA, Jeane S. F.; FERNANDES, Clovis Torres. Design de atividades de aprendizagem que usam Jogos como princípio para Cooperação. *In: ANAIS DO XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE)*, São Paulo - SP, Brasil, 2007.

TAKITA, Bruna; SANTANA, Jackson; DE SOUZA, Pedro. Explosion Math: um jogo digital como recurso na aprendizagem de Matemática. **Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática**, v. 1, n. 1, p. 54-64, 2018.

WU, Wen-Hsiung, Chiou, Wen-Bin, Kao, Hao-Yun, Alex Huc, Chung-Hsing, Huang, Sih-Han. Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. **Computers & Education**, v. 59, n. 4, p. 1153–1161, 2012.