

Aplicativos para o ensino-aprendizagem de Lógica Matemática: qual a melhor escolha?

Bruna de Abreu Dias¹, Alice Fonseca Finger¹

¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Av. Tiarajú, 810, Ibirapuitã – Alegrete, RS – Brasil

{brunadias.aluno, alicefinger}@unipampa.edu.br

Abstract. *The high dropout and retention rates are present in undergraduate courses in computing, one of the causes being the difficulty encountered by students in theoretical and mathematical disciplines, as Mathematical logic, in which the students presents difficult due to problems in understanding the concepts. In this sense, support tools to teaching-learning are a strategy used to help reduce these rates. From a systematic review with 19 applications, a description and comparison of all was made and it was concluded that it is necessary to use 5 applications together to assist the learning of Mathematical Logic, reducing doubts and consequently the dropout or retention of the student in the discipline.*

Resumo. *Os altos índices de evasão e retenção estão presentes nos cursos de graduação em computação e uma das causas é a dificuldade encontrada pelos discentes nas disciplinas teóricas e matemáticas, como Lógica Matemática, em que os alunos apresentam dificuldades devido a problemas na compreensão dos conceitos. Nesse sentido, as ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem são uma estratégia utilizada para ajudar a reduzir esses índices. A partir de uma revisão sistemática com 19 aplicativos, realizou-se descrição e comparação de todos e conclui-se que é necessário o uso de 5 aplicações em conjunto para auxiliar o aprendizado de Lógica Matemática, diminuindo dúvidas e consequentemente a evasão ou retenção do discente na disciplina.*

1. Introdução

É historicamente conhecido que cursos de ensino superior nas áreas de Exatas e de Engenharias compreendem o menor número de concluintes por ano. Esses números podem ser causados por retenção, ou seja, quando o discente não consegue aprovação em alguma ou algumas disciplinas, ou ainda por evasão, na qual o discente perde o vínculo com a universidade por vontade própria. Com o intuito de tentar contornar taxas altas de evasão, as universidades, em especial as públicas, buscam conhecer os motivos pelos quais os alunos se desvinculam, já que são muitos os fatores que levam a essa decisão durante a trajetória acadêmica.

De acordo com dados da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), os índices de retenção e evasão são altos em diferentes cursos de graduação na área de computação [SBC 2018]. Disciplinas com viés matemático e teórico, como, por exemplo, Lógica Matemática, são vistas como as mais difíceis pela maioria dos discentes desses cursos. Sabe-se que é fundamental que os alunos compreendam os conceitos e fundamentos teóricos dessas disciplinas para que possam desenvolver a prática.

Muitas são as alternativas e estratégias disponíveis para que os docentes consigam abordar os conteúdos de maneira mais atrativa em sala de aula. Por exemplo, técnicas de competição encontradas em ambientes de *gamificação*, fazem que com que o aluno se sinta motivado a participar, incentivando o processo de aprendizagem [Pereira et al. 2019]. Por outro lado, muitos educadores se empenham em experimentar novas metodologias ou ferramentas que possam minimizar o problema da dificuldade de aprendizagem, principalmente nos dias atuais, tendo em vista que os alunos ingressantes no ensino médio e superior trazem consigo o medo de errar, atrapalhando o desenvolvimento de exercícios que precisam de inferências e experimentações para chegar ao resultado satisfatório [Oliveira et al. 2016].

Na literatura foram encontrados poucos trabalhos que descrevam ferramentas de apoio ao ensino de Lógica Matemática (LM), tais como jogos, ou softwares em geral. Porém, uma busca em loja de aplicativos (apps) para dispositivos móveis retornou uma quantidade significativa de aplicações com esse intuito. O presente trabalho apresenta uma pesquisa descritiva [Cervo et al. 2006], no modelo de revisão sistemática [Kitchenham and Charters 2007] a fim de descrever características e propriedades dos aplicativos para dispositivos móveis destinados ao ensino de LM, com o objetivo de definir qual ou quais dessas aplicações são mais indicadas para serem utilizadas como auxílio no ensino-aprendizagem. Além disso, a pesquisa servirá de apoio para os docentes e discentes escolherem de maneira rápida o aplicativo que melhor se adapta ao conteúdo a ser estudado.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é descrita a maneira como foi conduzida a pesquisa e a seleção das aplicações, na Seção 3 são apresentados todos os aplicativos selecionados. A Seção 4 apresenta os aplicativos que obtiveram maior destaque e a justificativa para escolha, por fim, a Seção 5 traz a conclusão final sobre o presente trabalho.

2. Metodologia

Primeiramente, realizou-se uma busca por artigos científicos que apresentassem ferramentas de apoio ao ensino de Lógica Matemática. A busca retornou poucos resultados, com trabalhos que tratavam mais sobre estratégias de ensino do que ferramentas. Assim, optou-se pela busca por aplicativos (apps) para *smartphones* destinados ao ensino de Lógica Matemática, em um modelo de Revisão Sistemática (RS) [Kitchenham and Charters 2007]. A Figura 1 mostra um diagrama da metodologia utilizada.



Figura 1. Diagrama da metodologia na pesquisa dos aplicativos

Para a RS ocorrer de maneira satisfatória, foram levantadas as seguintes questões

de pesquisa:

- Questão 1: Quais aplicativos de apoio ao ensino de LM estão disponíveis para uso gratuito?
- Questão 2: Que conteúdos de LM são contemplados nos aplicativos?
- Questão 3: Que aplicativo(s) orienta(m) melhor o aprendizado de LM?

Para melhor investigar os apps e responder às questões de pesquisa, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios para inclusão: o aplicativo aborda ao menos um conteúdo relacionado à LM; o aplicativo é um jogo lógico para aprendizado da disciplina; o aplicativo pode ser utilizado no auxílio da verificação de expressões, provas, proposições.

Critérios de exclusão: o aplicativo aborda conteúdos diferentes da ementa da disciplina de LM; o aplicativo trata somente o raciocínio lógico; o aplicativo apresenta erros durante o manuseio.

Cabe salientar que a ementa de LM a ser seguida é a descrita nos cursos de Ciência da Computação [UNIPAMPA 2019] e Engenharia de Software [UNIPAMPA 2018] da Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete (Alegrete/RS), contendo Introdução à lógica, Álgebra booleana, Lógica proposicional, Lógica de predicados.

A pesquisa pelos apps ocorreu no dia 30 de maio de 2020, através da Google Play Store¹ (versão 20.4.18). Na busca, utilizou-se os termos em português “lógica proposicional”, “lógica de predicados”, “lógica matemática” e em inglês os termos “mathematical logic”, “predicate logic”, “propositional logic”. Para manter o foco da RS, foi utilizado um filtro para que a busca retornasse somente por apps e não livros, músicas ou outros. Atendendo a questão de pesquisa 1, optou-se por outro filtro que apontasse apenas para apps gratuitos. O idioma poderia estar em português, inglês ou espanhol, pelo qual não foram feitas buscas, mas os apps em espanhol que atendiam aos critérios foram adicionados.

Na primeira apuração, em cada termo pesquisado foram examinadas as páginas de download de cada app encontrado. Analisaram-se o nome, a descrição e as imagens disponíveis conforme os critérios firmados, obtendo-se 32 aplicativos, os quais aparentemente apresentavam alguma ligação com o conteúdo de LM. Em seguida, foi realizado o download e manuseio de cada um através de um *smartphone* Samsung Galaxy J7 Prime 2. Após manipulação de todos apps e, novamente, aplicação dos critérios, restaram 19 aplicações. Para melhor apresentação e comparação, os apps encontrados foram divididos em 4 categorias, conforme o tema principal: teóricos (6 aplicativos), construção de Tabela Verdade (8), jogo lógico (4) e dedução natural (1).

3. Aplicativos para apoio ao ensino-aprendizagem de Lógica Matemática

Na presente seção estão os aplicativos analisados a partir da RS. As 3 primeiras subseções trazem tabelas, nas quais a primeira linha apresenta o nome dos aplicativos e as demais as seguintes informações:

¹Todas as aplicações estão disponíveis para download, basta realizar a busca pelo nome descrito no artigo. Acesso em: <https://play.google.com/store>

- Código: número atribuído a cada aplicativo para diferenciá-los devido à existência de nomes repetidos. Ele é composto do número da tabela junto ao número do aplicativo nessa tabela (por exemplo, código 1.1: tabela 1, aplicativo 1).
- Idioma: idioma principal, podendo estar em inglês, espanhol ou português (PT-BR). Se houver "outros" significa que é possível modificá-lo.
- Tamanho (MB): o tamanho do aplicativo em Megabytes. Se o aplicativo não estiver na mesma unidade de medida ela é mencionada.
- Ano de Atualização: ano da última atualização do aplicativo.
- Anúncios: indica se o aplicativo contém anúncios.
- Offline: indica se o aplicativo pode funcionar caso não haja internet.
- Instalações: total de downloads realizados da aplicação.

3.1. Aplicativos Teóricos

Esta subseção trata dos apps classificados como Aplicativos Teóricos. Estão reunidos todos aqueles que apresentam descrição, definição e consultas sobre os conteúdos de LM. Destaca-se que eles não possuem nenhuma interação semelhante às vistas em outros apps encontrados. A Tabela 1 apresenta os dados coletados sobre esses aplicativos.

Tabela 1. Aplicativos Teóricos para Lógica Matemática

	Lógica Matemática	Mathematical Logic	Mathematical Logic	Mathematical Logic with Truth Table	Logic	Lógica para Concursos - Free
Código	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Idioma	PT-BR (outros)	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês	PT-BR
Tamanho(MB)	17	14	1.5	8.1	3.3	504KB
Ano de Atualização	2016	2018	2016	2019	2019	2014
Anúncios	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Offline	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Instalações	10.000+	100+	5.000+	1.000+	1.000+	50.000+

O app Lógica Matemática, de código 1.1, utiliza como fonte a Wikipédia, assim como o Mathematical Logic, de código 1.2 e ambos são ricos em conteúdo. Porém, a aplicação 1.1 apresenta funções que a diferenciam como conter imagens de fórmulas, possibilitar adição e exclusão de seus conteúdos da Wikipédia e dispor de uma função que permite acessibilidade para cegos em cada página com conteúdo. Adicionalmente, no app 1.1 é possível compartilhar o conteúdo em redes sociais ou aplicativos do *smartphone* (envia um link de acesso ao aplicativo na Play Store e uma parte do conteúdo). Durante a leitura, existem links que levam a explicações ou à apps externos. Um dos anúncios encontrados na aplicação 1.2 preencheu a tela atrapalhando a visibilidade, mas em ambos existem anúncios na parte inferior, os quais não interferem no uso.

Com código 1.3, Mathematical Logic não contempla muitos conteúdos, assim como Mathematical Logics with Truth Table, de código 1.4. As duas aplicações têm em comum o fato de possibilitarem compartilhamento de uma mensagem incentivando instalação (sem qualquer conteúdo de LM) em redes sociais ou em outros apps do *smartphone*. O app 1.4 ainda envia um link para download na Play Store.

Logic, de código 1.5, assim como Lógica para Concursos - Free, de código 1.6, trazem pouco conteúdo, sendo que a segunda aplicação aborda somente tópicos sobre

Lógica Proposicional. Importante destacar que ambos dispõem de exercícios. Durante o uso do app 1.5 um anúncio cobriu toda tela, além de também existir outro anúncio fixo que fica somente no canto inferior mas não atrapalha a manipulação.

3.2. Aplicativos para Construção de Tabela Verdade

As Tabelas Verdade (TV) têm a função de provar a validade de argumentos ou classificar Fórmulas-Bem-Formadas (FBF) utilizando da semântica dos operadores lógicos (OL). Ainda contêm um alfabeto de tamanho variado e podem usar parênteses (conforme a ordem de precedência dos operadores) [de Souza 2008]. Na Tabela 2 é possível visualizar os 8 apps encontrados que se enquadram nessa classificação.

Tabela 2. Aplicativos para Construção de Tabela Verdade

	Calculadora Lógica	Tablas de Verdad	Truth Tables	Truth Table Generator	Logic Calculator	Truth Tables	Truth Table	The Logic Calculator
Código	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Idioma	PT-BR	Espanhol	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês
Tamanho(MB)	1.3	3.5	2.5	46	1.9	207KB	2.6	Variado
Ano de Atualização	2016	2020	2020	2019	2019	2013	2018	2019
Anúncios	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
Offline	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Instalações	10.000+	10.000+	500+	1.000+	50.000+	50.000+	10.000+	1.000+

O app de código 2.1, Calculadora Lógica, possibilita a construção da TV para FBF utilizando um alfabeto de 6 letras e com 5 OL disponíveis, além do uso de parênteses. Já o app de código 2.2, chamado Tablas de Verdad, possui uma versão em inglês, Truth Tables, de código 2.3. Ambos aplicativos permitem TV para FBF e possuem um teclado com um alfabeto de 26 letras, disponibilizam uso de colchetes (para fórmulas maiores), apresentam 8 OL e parênteses. Após o cálculo é possível visualizar todo processo de construção da TV. É possível visualizar o nome de cada operador e ao selecioná-lo o símbolo correspondente é inserido. No uso online, pode-se visualizar um repositório de construções de TV de outros usuários. O app 2.2 se difere do 2.3 por conter TV das semânticas dos operadores lógicos, explicando a ordem de precedência e o uso dos parênteses. Ele contém dois tipos de anúncios, o que não atrapalha o uso e está no canto inferior e o que cobre a tela inteira mas não aparece com tanta frequência.

Com código 2.4, Truth Table Generator, destinado à TV para FBF tem em seu teclado um alfabeto de 8 letras, 5 OL e o símbolo de “equivalente a” (usado como bicondicional). Ao realizar o cálculo, demonstra o passo a passo de como chegou ao resultado. Nas informações, é possível encontrar o nome dos operadores com suas representações. Seguindo dele, o app Logic Calculator, de código 2.5, dispõe de 6 OL e um alfabeto de 5 letras. Além disso, há uma opção “Custom Variable” (A) para selecionar diferentes letras e possibilita o uso parênteses para construção de TV para FBF. Após o cálculo, ainda apresenta os detalhes da construção da TV e um ícone para compartilhamento que, se selecionado, retorna à tela inicial do app. Destaca-se que ele conserva o histórico das fórmulas usadas.

Truth Tables com código 2.6, e Truth Table com código 2.7, são semelhantes pois ambos os aplicativos possibilitam TV para FBF, uso dos parênteses, conservam histórico das fórmulas e contêm 8 OL, porém o app 2.6 possibilita letras além das apresentadas no

no seu teclado. No 2.7 é possível compartilhar a TV calculada nas redes sociais e apps do *smartphone* ou ainda salvá-la como imagem. Durante o manuseio, um anúncio cobriu a tela, atrapalhando a manipulação, além de existir outro anúncio na parte inferior, o qual não interfere.

Por fim, a aplicação The Logic Calculator, de código 2.8, possibilita TV para FBF e argumentos. Seu teclado contém parênteses, colchetes, vírgula, 5 OL e um alfabeto de 6 letras. Ao observar o processo de construção da TV é possível copiar a tabela gerada. O app também fornece uma ampla explicação sobre seu funcionamento, erros e alguns exemplos.

3.3. Aplicativos de Jogos Lógicos

Entre as 19 aplicações encontradas, foi possível identificar que algumas delas se tratavam de jogos direcionados à aprendizagem de Lógica Matemática. Essa categoria abrange 4 aplicações descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Aplicativos de Jogos Lógicos

	Switch or Not?	Trybit Logic	Andor: Learn Logic	Lógica con Rolito
Código	3.1	3.2	3.3	3.4
Idioma	Inglês	Inglês (outros)	Inglês	Espanhol
Tamanho(MB)	Variado	45	2.6	46
Ano de Atualização	2019	2019	2018	2019
Anúncios	Sim	Sim	Não	Não
Offline	Sim	Sim	Sim	Sim
Instalações	50.000+	10.000+	1.000+	100+

O primeiro jogo é denominado Switch or Not?, de código 3.1. No jogo, um fluxo de informações deve passar pelos OL (gates) encontrados no percurso. Cada gate tem 1 saída e 1 ou várias entradas. Para passar pelo operador AND (representado por um quadrado) é preciso que haja fluxo em ambas as suas entradas, para OR (triângulo) deve haver fluxo em pelo menos uma de suas entradas e Exclusive OR (rhombus) somente uma entrada precisa receber fluxo. Na manipulação do app foi constatado que sua descrição não menciona o fato de que ao entrar fluxo no gate rhombus, para que ele saia, é necessário que o gate pare de receber. Também foi possível notar que, quando o jogador erra, isso não fica explícito, não há dicas ou outras informações.

Trybit Logic, de código 3.2, tem como objetivo ensinar sobre os operadores lógicos OR, NOT, AND e XOR. Consiste em destruir um *bug* para salvar um robô chamado BITROBO. O jogo contém o modo de Tutorial onde é explicado como cada OL funciona e como são as regras e painéis de bits do jogo. Dentre os modos de jogo disponíveis, “Puzzle Mode” e “Defense Mode”, existem diferentes maneiras de chegar ao objetivo. Na manipulação do aplicativo, foi possível verificar que ele exibe os níveis percorridos e dispõe de um menu individual para o Puzzle e Defense Mode, onde em cada um deles é possível ter acesso ao tutorial.

O jogo de código 3.3, Andor: Learn Logic, também objetiva ensinar o uso dos OL. São apresentadas premissas em desordem que devem ser reorganizadas para que fiquem verdadeiras. Contém 300 níveis, dos quais 31 são de tutorial que, conforme o avanço, introduzem os OL e parênteses. As premissas se formam com os operadores escritos

e, para seguir, a aplicação apresenta suas respectivas representações simbólicas, sendo possível usá-las no modo “Symbolic Mode”. Nesse modo, além dos operadores estarem representados por seus símbolos, as premissas aparecem somente como “true” ou “false”. O nível é finalizado somente quando o argumento estiver verdadeiro e é possível retornar aos níveis que já foram passados.

Com código 3.4, *Lógica con Rolito* é um jogo em espanhol em que o jogador deve ajudar o pinguim chamado Rolito a resgatar seu pai que foi sequestrado e levado à um zoológico. No início do jogo, é apresentado um tutorial de seu funcionamento. Os níveis se passam dentro de gaiolas e na entrada de cada uma o jogador encontra uma placa que contém uma premissa. O jogador deve ir atrás da placa que contém a resposta relacionada àquela premissa e selecionar a chave correspondente, então assim ele se dirige à grade de saída. Ao usar os botões de movimento, se o personagem estiver no canto inferior esquerdo, não é possível visualizar o que ele estiver fazendo, tornando difícil manipular o personagem. Ao sair do app o progresso não é salvo, fazendo com que o jogador regresse até o tutorial.

3.4. Aplicativos de Dedução Natural

Nesta categoria somente uma aplicação correspondia às características para ser selecionada como Aplicação de Dedução Natural, portanto, esta subseção não apresenta tabela pois o intuito dela era a comparação entre os apps de uma mesma categoria. O aplicativo *Forgik - Propositional Logic Prover* tem seu idioma em inglês, possui um tamanho de 1.1MB e sua última atualização ocorreu ainda esse ano. Ele não contém anúncios e permite uso offline. Por fim, seu total de instalações ultrapassa 1000.

O aplicativo é destinado ao ensino e prática de provas com dedução natural. Utilizando regras de inferência, seu objetivo é provar uma conclusão assumindo várias premissas. Ele utiliza um conjunto específico de regras de inferência, chamado de lógica clássica e permite provas por contradição. Atualmente, o *Forgik* suporta apenas lógica proposicional. Em um primeiro manuseio, o aplicativo não parece muito intuitivo, pois não explica o que deve ser feito. Apesar de apresentar uma tela com imagens simples e de fácil interpretação, a forma como devem ser utilizadas as regras e as premissas não é trivial, pois mesmo com premissas simples não foi fácil chegar na conclusão a partir do que é disponibilizado. Talvez com um maior tempo de uso essa aplicação se torne melhor entendida.

4. Comparativo entre Aplicações

Adicionalmente à revisão sistemática com a descrição dos aplicativos e suas principais funções relacionadas ao conteúdo de *Lógica Matemática*, a presente seção visa evidenciar qual app de cada categoria obteve maior destaque, pretendendo responder assim a questão de pesquisa 3. Vale ressaltar aqui que nesse primeiro momento não foram realizados testes de usabilidade, com usuários ou especialistas, somente foram anotadas as funções que se destacam e podem trazer benefícios se aliados aos conteúdos da disciplina.

O primeiro comparativo objetiva distinguir entre todos os aplicativos teóricos qual abrange maior quantidade de conteúdos relacionados à disciplina, além de outras funções. Nesse sentido, a Figura 2 apresenta a quantidade de conteúdos disponíveis em cada app descrito (subseção 3.1). É necessário ressaltar que as aplicações 1.1 e 1.2 apresentam mais de 50 conteúdos, porém pela grande presença de tópicos tornou-se difícil contá-los.

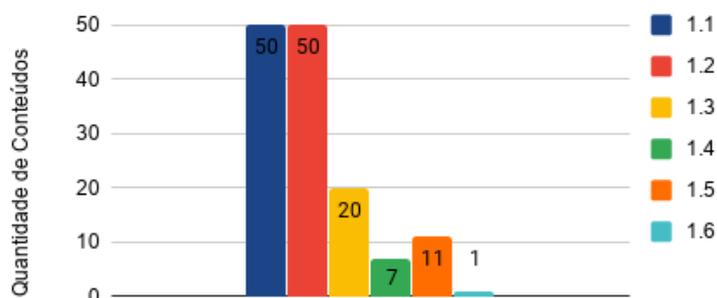


Figura 2. Quantidade de conteúdos em cada aplicação

Mesmo não possuindo a maior quantidade de instalações, Lógica Matemática de código 1.1 se distingue pela ampla quantidade de tópicos, além de conter acessibilidade para cegos, imagens das fórmulas e possibilidade de adição e exclusão de tópicos. O app viabiliza leitura de todos os tópicos em qualquer lugar, inclusive os adicionados posteriormente, em função do seu modo offline. Destaca-se que esse aplicativo pode servir como auxílio ao aluno em sala de aula, durante a realização de atividades, ou em casa, durante a revisão de conteúdos.

A comparação seguinte é sobre os apps de construção de Tabelas Verdade. Todos eles são capazes de realizar ao menos a construção de TV para FBF, além de conter um significativo alfabeto e vários dos OL. Na Tabela 4 são apresentadas as principais funções das aplicações descritas na subseção 3.2 e para cada app um símbolo “check” marca as características encontradas. Salienta-se que a coluna “OL básicos” abrange os seguintes Operadores Lógicos: negação, conjunção, disjunção, condicional e bicondicional.

Tabela 4. Característica e Funções presentes nos Aplicativos

Código	FBF	Argumentos	Parênteses	Alfabeto	Histórico	OL Básicos	XOR	NAND	NOR
2.1	✓		✓	6		✓			
2.2	✓		✓	26		✓	✓	✓	✓
2.3	✓		✓	26		✓	✓	✓	✓
2.4	✓		✓	8		✓	✓		
2.5	✓		✓	5	✓	✓	✓		
2.6	✓		✓	9	✓	✓	✓		
2.7	✓		✓	8	✓	✓	✓	✓	✓
2.8	✓	✓	✓	6		✓			

Procurou-se evidenciar qual app possibilita maior manipulação de tabelas, dos quais, The Logic Calculator (código 2.8) tem destaque, pois propicia a construção de TV para argumentos e FBF, além de seu teclado dispor de parênteses, colchetes e vírgula. É possível averiguar o processo completo da construção da TV e copiar a tabela gerada, o que pode ser útil em trabalhos e exercícios. Ainda, para uma consulta rápida, pode-se visualizar só a classificação (Tautologia, Contingência, Contradição) ou valor-verdade da fórmula. O foco deste artigo está em aplicações que auxiliem no ensino-aprendizagem de LM, por isso seu idioma em inglês pode não ser um problema, pois o material apresentado em sala de aula deve auxiliar o aluno nos cálculos.

A categoria dos jogos lógicos (subseção 3.3) se difere pela estratégia no ensino de LM. É necessário lembrarmos que todos os jogos apresentam conteúdos relacionados a

OL e/ou construção de argumentos com premissas e conclusão e acredita-se que o uso deles possa auxiliar o aprendizado de conteúdos teóricos. Na Tabela 5 optou-se por destacar alguns pontos relevantes para a escolha do aplicativo nessa categoria.

Tabela 5. Comparativo dos Jogos para Lógica Matemática

Código	Tutorial	Operador Lógico	Níveis	Mantém Progresso
3.1	Não	3	117	Sim
3.2	Sim	4	192	Sim
3.3	Sim	6	300	Sim
3.4	Sim	-	10	Não

Entre os jogos apresentados, destacam-se Andor (código 3.3) e Trybit Logic (código 3.2), uma vez que ambas as aplicações tem grande relevância por seus tutoriais que auxiliam significativamente no entendimento do jogo, além de possuírem uma grande quantidade de níveis. O app 3.3 tem explicações sobre 6 OL e uso dos parênteses, em seu tutorial, para cada nível vencido, há explicações sobre a premissa organizada e/ou são introduzidas novas maneiras de entender um operador ou parênteses. A aplicação 3.2 introduz a ideia de destruição de um *bug* o que torna o jogo divertido junto ao aprendizado dos OL, pois é necessário entendê-los para que o *bug* seja eliminado, e para isso pode-se contar com a constante ajuda sobre a semântica dos OL.

Por fim, sabe-se que o conteúdo de dedução natural é de suma importância, pois estabelece de maneira rigorosa a validade dos argumentos, derivando a conclusão do argumento a partir das premissas e utilizando um sistema de regras. Esse sistema de prova pode ser utilizado tanto na Lógica Proposicional quanto na de Predicados, porém a única aplicação encontrada na pesquisa, *Forgik*, é dedicada ao ensino apenas da Dedução Natural da Lógica Proposicional, possui um manuseio pouco trivial e não apresenta opções de ajuda ou tutorial para o usuário. Aqui percebe-se uma grande falta de aplicações que abordem de maneira clara e objetiva esse conteúdo.

Observa-se que não foi identificada uma aplicação que contemple, além de todo conteúdo, maneiras de interação que possam ajudar no ensino-aprendizagem do aluno na disciplina de Lógica Matemática. Por isso, entre todas as 19 aplicações, 5 obtêm notoriedade: app 1.1 pela vasta apresentação de conteúdos, serve para consultas em casa ou em sala de aula; apps 2.8 e *Forgik* são necessárias para que sejam averiguadas as TV, premissas e conclusões, bem como provas por dedução natural; os jogos de código 3.3 e 3.2, de uma maneira divertida, abordam os operadores lógicos, contribuindo com um aprendizado em diferentes conteúdos. Salienta-se que o uso em conjunto desses aplicativos pode auxiliar no entendimento do aluno, pois proporcionam um aprendizado interativo e como consequência, diminuir a retenção na disciplina.

5. Considerações finais

Os problemas de evasão e retenção atingem diferentes cursos de ensino superior e, cada vez se torna mais difícil entender e contornar os altos índices que eles atingem. Especialmente na área de Computação, esses números historicamente são altos e quando especializa-se mais esses dados e se olha para disciplinas com viés matemático e teórico, encontramos números ainda mais alarmantes. Prover ferramentas que auxiliem no ensino-aprendizagem dessas disciplinas pode ser uma estratégia para melhorar esses dados.

O objetivo deste trabalho foi, através de uma revisão sistemática, apresentar as possibilidades de aplicativos para *smartphones* que auxiliam no ensino-aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Lógica Matemática. A partir das descrições e comparações realizadas, foi possível concluir que não existe um único aplicativo que contemple de maneira satisfatória os conteúdos da disciplina, bem como apresente uma estratégia eficiente de ensino. Destaca-se o uso de pelo menos 5 aplicativos distintos para melhor suprir essa necessidade e acredita-se que, em conjunto, podem ser capazes de sanar as maiores dúvidas encontradas pelos discentes, podendo contribuir para a diminuição da retenção e frustração do estudante (que leva à evasão), além de manter motivado o docente que ministra a disciplina.

Como trabalhos futuros destaca-se a avaliação com teste de usabilidade ou heurística dos aplicativos escolhidos, a partir do presente trabalho. Também há a necessidade de desenvolvimento de aplicativos voltados para o ensino de Dedução Natural, contemplando regras para Lógica Proposicional e de Predicados.

Referências

- [Cervo et al. 2006] Cervo, A. L., Bervian, P. A., and da Silva, R. (2006). *Metodologia Científica*. Pearson Prentice Hall, 6 edition.
- [de Souza 2008] de Souza, J. N. (2008). *Lógica para Ciência da Computação: uma introdução concisa*. ELSEVIER, 2 edition.
- [Kitchenham and Charters 2007] Kitchenham, B. and Charters, S. M. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Keele University and Durham University Joint Report.
- [Oliveira et al. 2016] Oliveira, M., Rodrigues, L., and Queiroga, A. (2016). Material didático lúdico: uso da ferramenta scratch para auxílio no aprendizado de lógica da programação. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 22(1):359.
- [Pereira et al. 2019] Pereira, I., Santos, J., and e Milena Sousa, P. S. (2019). Estudo comparativo de ambientes gamificados no auxílio à aprendizagem. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 25(1):1.
- [SBC 2018] SBC (2018). Educação superior em computação Estatísticas - 2017. Sociedade Brasileira de Computação. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/summary/133-estatisticas/1200-pdf-png-educacao-superior-em-computacao-estatisticas-2017>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- [UNIPAMPA 2018] UNIPAMPA (2018). Universidade Federal do Pampa. Engenharia de Software Projeto Pedagógico do Curso Campus Alegrete. Alegrete, RS, 2018. Disponível em: http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/100/8/PPC_Engenharia%20de%20Software_Alegrete.pdf. Acesso em: 18 jun. 2020.
- [UNIPAMPA 2019] UNIPAMPA (2019). Universidade Federal do Pampa. Projeto Pedagógico do Curso de Ciência da Computação - Bacharelado. Campus Alegrete. Alegrete, RS, 2018. Disponível em: http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/97/7/PPC_Ci%3%aancia%20da%20Computa%3%a7%3%a3o_versao_2019.pdf. Acesso em: 18 jun. 2020.