REA-LP: RECURSO EDUCACIONAL ABERTO PARA O ESTUDO DE ALGORITMOS E LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

REA-LP: OPEN EDUCATIONAL RESOURCE FOR STUDYING ALGORITHMS AND PROGRAMMING LOGIC

Diego Eugenio Fernandes Pereira
ORCID 0000-0002-9911-7975
Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI
Itajubá, Brasil
diegoefp_90@hotmail.com

Rodrigo Duarte Seabra
ORCID 0000-0002-7465-2963
Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI
Itajubá, Brasil
rodrigo@unifei.edu.br

Resumo. O ensino e a aprendizagem de programação, em geral, têm se provado um desafio para discentes de cursos de informática e afins, pelo fato de apresentarem desafios e requererem habilidades complexas, como raciocínio lógico-matemático, para o seu bom desenvolvimento. A ferramenta proposta nesta pesquisa, REA-LP, visa facilitar o estudo e a retenção de conteúdos relacionados à disciplina de lógica de programação em nível técnico, ao apresentar seu conteúdo por meio de variados tipos de mídias, além de permitir que os discentes participem ativamente da construção de seu conhecimento, favorecendo o engajamento e a motivação. A partir dos resultados obtidos por meio de um estudo empírico com 39 estudantes, pode-se concluir que a ferramenta obteve ótima aceitação, sendo eficaz em sua função de facilitar e auxiliar os participantes em seu aprendizado, motivação e interesse nas aulas, devido, principalmente, à forma pela qual o conteúdo é apresentado no REA-LP, superando suas expectativas.

Palavras-chave: recursos educacionais abertos; algoritmos; lógica de programação; ensino técnico

Abstract. The teaching and learning of programming, in general, has proven to be a challenge for students of computer and related courses since they present challenges and require complex skills, such as logical-mathematical reasoning, for their good development. The tool proposed herein, REA-LP, aims to facilitate the studying and retention of content related to the discipline of programming logic at the technical level by presenting its content through various types of media, in addition to allowing students to actively participate in the construction of their knowledge, favoring engagement and motivation. From the results obtained through an empirical study with 39 students, it can be concluded that the tool was very well accepted, being effective in its function of facilitating and assisting participants in their learning, motivation, and interest in classes, mainly due to how the content is presented at REA-LP, exceeding their expectations.

Keywords: open educational resources; algorithms; programming logic; technical education

1. INTRODUÇÃO

De modo geral, o ensino de programação é um dos maiores desafios de discentes de cursos de Informática e afins, em nível superior e técnico, levando, em alguns casos, até a evasão de alunos. Para Medeiros (2019), diversos são os gatilhos que provocam a evasão, destacando-se as dificuldades com a Lógica de Programação (LP) e a sintaxe das linguagens utilizadas no ensino. No Brasil, Watson e Li (2014) apontam uma taxa de 55% de falha; semelhantemente, Medeiros (2019) relata uma taxa de reprovação e desistência de 45,6%. De acordo com Santiago e Kronbauer (2017), um dos fatores que leva ao mau aproveitamento da disciplina é a metodologia ruim utilizada em sala de aula.

Para Sancho e Hernández (2008), há uma necessidade de os atores envolvidos na educação, como professores, diretores e especialistas, revisarem sua forma de ensinar e direcionar maior atenção a como aprendem os jovens deste século. O sistema tradicional de ensino não leva em consideração a heterogeneidade dos alunos, suas diferenças na forma de aprender, aptidões e

dificuldades, principalmente em conteúdos nos quais habilidades e raciocínio lógico são extremamente necessários (BARCELOS et al., 2009).

Isso posto, nota-se que os modelos de ensino precisam ser alterados e a educação precisa se adequar à realidade atual. Para isso, as tecnologias de informação e comunicação precisam ser utilizadas na educação da mesma forma que estão praticamente onipresentes no cotidiano. Barbosa e de Moura (2013, p. 51) destacam que nos extremos da diversidade das escolas brasileiras "*encontramos escolas que estão no século XIX, com professores do século XX, formando alunos para o mundo do século XXI*". As dificuldades ficam mais evidentes em alunos do ensino médio, que estudam em um modelo de ensino que não incentiva o desenvolvimento das habilidades necessárias e não leva em consideração as peculiaridades de cada aluno.

Nesse sentido, o uso de um Recurso Educacional Aberto (REA), como uma alternativa tecnológica de ensino, pode ser benéfico no estudo de algoritmos e lógica de programação, vindo de encontro ao uso de novas tecnologias na educação e adequação ao perfil atual dos discentes de cursos de informática, que, normalmente, são alunos mais conectados e engajados tecnologicamente. Moon et al. (2020) apontam que REAs para programação ampliam as oportunidades de aprendizado dos indivíduos, permitindo a prática da programação sem restrições de localização e tempo, sendo ambientes nos quais os alunos podem escolher materiais que melhor atendam às suas necessidades educacionais.

Esta pesquisa se justifica devido a alguns fatores. Primeiramente, o ensino e a aprendizagem da disciplina de algoritmos e lógica de programação têm se provado um desafio há muitos anos. Jenkins (2002) se apoia em três principais causas para o desempenho insatisfatório dos estudantes: falta de competências para a resolução de problemas; métodos pedagógicos inadequados ao estilo de aprendizagem dos alunos; linguagens de programação utilizadas no ensino possuem sintaxes que são mais adequadas para profissionais, e não a estudantes iniciantes.

Em segundo lugar, a reforma do ensino médio, criada a partir da transformação da Medida Provisória 746 de 2016 (BRASIL, 2016a) na Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017), traz a possibilidade da oferta da disciplina de ensino de lógica de programação em todas as escolas brasileiras, ao permitir que os aprendizes escolham o ensino profissional dentre as áreas de interesse, aumentando a demanda pelo ensino de LP.

Finalmente, 75% dos objetos de aprendizagem (OA) desenvolvidos para o auxílio do ensino de LP, como apontado por Silva et al. (2015a), possuem foco no ensino superior, sendo apenas 3% voltados para o nível técnico. Ademais, a maioria dos OA apresenta linguagens de programação pouco didáticas e em idioma estrangeiro, não contemplando alunos brasileiros, havendo também a falta de testes e validação em sala de aula. Este último fato aponta uma lacuna na qual esta pesquisa visa atuar, apresentando um REA que contempla o estudo de algoritmos em nível médio e técnico, utilizando uma linguagem amigável para estudantes brasileiros iniciantes, investigando sua percepção por meio de testes em sala de aula.

Com base no exposto, esta pesquisa tem como objetivo apresentar um REA com o propósito de facilitar o estudo e a retenção de conteúdos relacionados à disciplina de LP em nível técnico. Ao apresentar o conteúdo por meio de recursos multimídia, espera-se que o ambiente proposto permitirá aos estudantes participarem ativamente da construção de seu conhecimento, os deixando mais motivados e engajados.

Butcher (2015) defende que o potencial transformador educacional dos REA gira em torno de três possibilidades vinculadas entre si: (i) maior disponibilidade de materiais de aprendizagem relevantes e de alta qualidade, melhorando a produtividade de alunos e professores; (ii) a adaptação de materiais fornece um mecanismo de participação ativa dos estudantes nos processos educacionais; (iii) os REA têm o potencial de desenvolver

capacitação e fornecer às instituições, a baixo ou nenhum custo, acesso aos meios de produção, de desenvolvimento de competências e materiais educacionais.

O uso de uma metodologia ativa de ensino tende a ser benéfica para o aprendizado e a retenção de conteúdos da disciplina para os aprendizes. Para Bonwell e Eison (1991) e Silberman (1996), uma aprendizagem ativa pode ser definida como estratégias que levam os alunos a pensarem sobre as coisas que estão fazendo, promovendo atividades que os ocupem e os façam participar ativamente.

Além do objetivo principal, esta pesquisa ainda abrangeu quatro objetivos específicos, a saber: (i) desenvolver um repositório de objetos de aprendizagem no formato de um REA, envolvendo diferentes mídias, direcionado ao ensino técnico integrado ao médio; (ii) aplicar o REA proposto em sala de aula, por meio de um estudo controlado, avaliando o nível de percepção de uso e de aceitação da ferramenta por um grupo de aprendizes, assim como o desempenho dos estudantes nas atividades realizadas; (iii) avaliar as características pedagógicas do REA, por meio de questionários e grupos focais, de acordo com a Teoria de Aprendizado Construtivista e a Teoria da Aprendizagem Multimídia (TAM); (iv) analisar qualitativamente, com alguns elementos quantitativos, os resultados observados.

Como contribuição direta deste estudo, destaca-se a disponibilização do REA-LP em forma de um *site* responsivo, disponível para discentes e docentes interessados na área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As disciplinas introdutórias de algoritmos e lógica de programação têm como principal objetivo ensinar habilidades de solução de problemas por meio de algoritmos computacionais. Contudo, as dificuldades e desafios que docentes e discentes enfrentam no ensino e aprendizagem dessas disciplinas são notórios, constituindo a base dos cursos de Informática e afins. Diversos são os problemas e obstáculos que impedem uma transmissão efetiva de conhecimentos e sua assimilação por parte dos discentes, podendo causar frustação e, muitas vezes, impactar no aumento da evasão desses cursos. Segundo Rapkiewicz et al. (2006), Kulyk et al. (2007), Medeiros et al. (2018), Holanda et al. (2018) e Bennedsen e Caspersen (2019), a disciplina de lógica de programação é um dos gargalos existentes nos cursos de computação, apresentando índices elevados de reprovação e desistência.

Dentre as dificuldades na construção de um programa computacional, para Caspersen e Kolling (2009) e Lahtinen et al. (2005), as maiores delas são a utilização e a combinação de conceitos básicos de programação. Bergin e Reilly (2005), Byrne e Lyons (2001) e Wilson e Shrock (2001) apontam para a importância de habilidades matemáticas prévias e, para Jenkins (2002), um programador experiente necessita de várias habilidades e muita experiência. Ensinar a solucionar problemas por meio de algoritmos, portanto, requer uma atenção a pequenos detalhes e aos seus pré-requisitos.

De acordo com Zorzo et al. (2017), as disciplinas de linguagens de programação, estrutura de dados e análise de algoritmos devem fazer parte dos cursos de graduação da área de Computação, estando presentes também nos cursos de nível técnico, por serem a base de cursos de Informática. Contudo, por não estarem presentes na educação básica e fundamental, essas disciplinas não são de conhecimento geral da população, o que pode causar estranheza ao primeiro contato.

Bezerra e Dias (2012) observam a importância do ensino de lógica de programação para a criação de bons profissionais, pois as atividades de tecnologia da informação correspondem a uma grande parte da atividade econômica de um país. Segundo Nobre e Menezes (2002), tradicionalmente, a disciplina é apresentada fazendo-se uso de aulas expositivas concentradas na solução de problemas. Nesse contexto, o conteúdo é apresentado por meio de pseudocódigos, sendo demonstrados alguns exemplos e exercícios propostos. Para Sloane e Linn (1988) e Ng e Bereiter (1991), os alunos vão aprendendo as habilidades necessárias em

uma forma hierárquica, começando com o básico da sintaxe e, gradualmente, progredindo seus níveis de habilidades.

3. DESAFIOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Medeiros et al. (2018) apontam, em sua revisão sistemática da literatura, algumas dificuldades encontradas pelos estudantes, tais como formulação e solução de problemas, pensamento algorítmico, a natureza abstrata da programação, solução, execução e avaliação de algoritmos, mas também problemas comportamentais, como motivação, engajamento, gerenciamento de tempo e falta de confiança. Além destas, Medeiros (2019) destaca o idioma estrangeiro (inglês) como um dos obstáculos encontrados pelos aprendizes.

Barbosa et al. (2011) argumentam que o mau aproveitamento e a falta de motivação causam desinteresse nos estudantes, que passam a enxergar a disciplina como uma barreira para a sua formação, sentindo-se desencorajados em continuar o curso. De acordo com Almeida et al. (2002), o mau desempenho ocasionado pelas dificuldades se torna um ciclo vicioso, pois, ao perceber sua falta de evolução, o aluno se sente cada vez mais desmotivado e seu desempenho se torna cada vez pior.

Os maiores desafios de ensino encontrados pelo primeiro autor deste artigo, em seus quatro anos de docência na escola técnica alvo da intervenção proposta são: a motivação dos alunos com a disciplina, pois, no geral, são poucos os que se interessam pelas disciplinas de programação, mesmo estes tendo escolhido, entre outras opções, o curso técnico de informática; grande deficiência com matemática básica, noção de lógica e interpretação e resolução de problemas; por muitas vezes, os alunos não conseguem entender e aplicar os conceitos de resolução de problemas por meio dos algoritmos, pois não compreendem o problema ou não conseguem fazer uso da matemática necessária para sua solução.

Júnior et al. (2005) apontam que a diversidade nos estilos de aprendizagem dos discentes somada à superlotação das turmas (TOBAR et al., 2001) criam outro obstáculo para um aprendizado efetivo de algoritmos e programação. Nesse sentido, Gomes e Mendes (2014) argumentam que o modelo de aula tradicional de algoritmos não é proveitoso como deveria, apresentando exemplos, atividades e ritmo de aula não adequados para muitos alunos, devido à dimensão e à natureza heterogênea dos grupos.

A heterogeneidade dos alunos causa, ainda, um problema de ritmo de aula e grau de dificuldade. Koliver et al. (2004) exemplificam que, dentre os alunos, existem aqueles que possuem uma facilidade natural na solução de problemas e elaboração de algoritmos. Essa diversidade pode criar um desafio para os professores no que tange a auxiliar os aprendizes com dificuldade e, ao mesmo tempo, manter motivados os estudantes que possuem facilidade.

Para mitigar estas dificuldades e aproveitar a desenvoltura que os alunos atuais possuem no uso de recursos tecnológicos, Grabe e Grabe (2001) apontam que novas estratégias no uso de informática na educação devem ser estudadas para potencializar habilidades e desenvolver o raciocínio dos alunos. Ferrandin e Stephani (2005) argumentam que ferramentas desenvolvidas para a educação a distância, utilizadas por meio da web, podem ser utilizadas para enriquecer o espaço de aula tradicional, apresentando novas formas de interação com os alunos e aumentando o tempo limitado de ensino do modelo somente presencial, criando, assim, novas oportunidades de aprendizado para o estudante. Para Santiago e Kronbauer (2017), há uma necessidade de novas propostas metodológicas de ensino de programação que não sejam puramente baseadas em código textual.

Soares et al. (2004) apontam que o uso de ferramentas visuais, simuladores e atividades práticas apresentam melhor resultado na representação de conceitos abstratos. Nesse sentido, Byrne et al. (1996) mostram que o uso de imagens pode auxiliar no processo de ensino, sendo que imagens estáticas podem prover a essência de como algo se parece e animações são

melhores para explicar um processo dinâmico, bem como ilustrar o passo a passo de um algoritmo.

Diante do exposto, percebe-se que o ensino e a aprendizagem de lógica de programação e algoritmos são repletos de desafios e variáveis que podem influenciar diretamente no aprendizado efetivo da disciplina. Por essa razão, a seleção de ferramentas de ensino adequadas assim como a criação de um ambiente no qual o aluno se sinta confortável e possa ser autor de seu próprio desenvolvimento são de suma importância. Nesse sentido, existem muitas ferramentas e aplicações desenvolvidas para facilitar o ensino e a aprendizagem de algoritmos e lógica de programação.

4. TRABALHOS CORRELATOS

A partir do levantamento bibliográfico sobre REAs realizado nesta pesquisa, direcionados ao ensino de programação, percebeu-se uma tendência de recursos que fazem uso de linguagens de programação feitas para o ambiente profissional, como Java, Python e C, linguagens que não são didáticas e que possuem sintaxes complexas para estudantes iniciantes, além do fato de serem todas em inglês, criando uma barreira linguística para discentes brasileiros. Os REAs em questão foram, em sua maioria, desenvolvidos para o ensino superior. Há, portanto, uma carência de trabalhos direcionados ao ensino médio e técnico. Pode-se identificar também a falta de testes, estudos de caso e validações das referidas ferramentas. As principais características dos REA mapeados são sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos trabalhos correlatos (continua).

Nome do recurso	Idioma	Linguagem de programação	Nível de ensino	Metodologias/Teorias de aprendizagem utilizadas	Tipo de avaliação
Lógica de programação (De JESUS et al., 2007)	Português	Português Estruturado	Superior	N/A	N/A
Live Programming (WU et al., 2011)	Inglês	Java e Python	Superior	Pensamento Computacional, Aprender Fazendo, Aprender com o Fracasso, Aprendizagem Personalizada, Aprendizagem Colaborativa	N/A
VisualED (COSTA, 2011)	Português	Pascal	Superior	N/A	N/A
ROA (ADAMCHIK; GUNAWARDENA, 2003)	Inglês	C e Basic	Superior	N/A	Avaliação Qualitativa
ROA (NARASIMHAMURTHY; AL SHAWKANI, 2009)	Inglês	Java	Superior	N/A	N/A
ROA (BOYLE, 2003)	Inglês	Java	Superior	N/A	N/A
CodeHarbor (STAUBITZ et al., (2017)	Inglês	Java, Python, Ruby e Node	Todos	N/A	N/A
CodeCombat	Multi-	Python,	Todos	Teoria da Mediação de	Avaliação

(SAINES et al., 2013)	idiomas	JavaScript, Lua		Vygotsky	Qualitativa
Hour of Code (WILSON, 2014)	Multi-idiomas	Multilinguagem	Todos	N/A	Avaliação Qualitativa
ctGameStudio (WERNEBURG et al., 2018)	Inglês e Alemão	Blockly (Javascript)	Todos	N/A	Avaliação Mista
REA-AED (SILVA; SEABRA, 2018)	Português	C e Português Estruturado	Superior	N/A	Avaliação Qualitativa
Turing Project (SILVA et al., 2020)	Português	C# e Pseudocódigo	Superior	N/A	Avaliação Qualitativa
Learning to code: Programming with Pocket Code (GRANDL et al., 2018)	Alemão	Linguagem de programação baseada em blocos	Fundamental	N/A	Avaliação Qualitativa
AlgoVis (LIN et al., 2019)	Inglês	Java, C++ e Python	Superior	Aprendizagem Adaptativa: Aprendizagem exploratória, Aprendizagem explicativa e Aprendizagem intensiva	N/A
Projeto HEI-A (TOWEY; ZHAO, 2017)	Inglês	Java	Superior	N/A	N/A
Spielend Programmieren Lernen (LÖWIS et al., 2015)	Alemão	Python	Fundamental e Médio	Taxonomia de Bloom	Avaliação Mista
REA-LP	Português	Português Estruturado (VisuAlg)	Médio e Técnico	Construtivismo e Teoria de Aprendizagem Multimídia	Avaliação Mista

Fonte: Os autores

Um dos diferenciais do REA-LP é apresentar seu conteúdo por meio da pseudo-linguagem Portugol (português estruturado), fazendo uso do VisuAlg, uma ferramenta desenvolvida para ambientes acadêmicos. O VisuAlg disponibiliza várias características didáticas, como a área de visualização de variáveis e a possibilidade de executar o algoritmo passo a passo ou com tempo reduzido. Ademais, apresenta uma sintaxe simples e em português, eliminando a barreira linguística de um idioma estrangeiro, permitindo que os alunos foquem no desenvolvimento do seu pensamento algorítmico.

Outro diferencial do REA-LP é a presença dos dois primeiros módulos – matemática fundamental e introdução a lógica – considerados pré-requisitos para um aprendizado efetivo da disciplina de algoritmos e lógica de programação. Os tópicos citados se apresentam como uma revisão de conteúdos lógico-matemáticos essenciais e como uma antecipação de alguns conteúdos que um aluno de ensino médio estudaria apenas em anos posteriores.

As principais características que definem o REA-LP como um recurso voltado para o ensino médio e técnico são: (i) uso do português estruturado (VisuAlg) como linguagem de

programação, em contraste a linguagens como C e Java, que são mais comuns no ensino superior; (ii) a ementa da disciplina em nível técnico não apresenta estruturas de dados mais avançadas, tais como listas, pilhas, filas e árvores.

5. TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Segundo Henrique et al. (2015), as teorias de aprendizagem buscam explicar como ocorre o aprendizado, e, portanto, devem ser utilizadas no desenvolvimento e avaliação de software educacional. Os autores, em sua revisão sistemática da literatura sobre software educacional, apontam que apenas 27,9% de sua amostra utilizou alguma teoria de aprendizagem, sendo a mais utilizada a teoria do construtivismo de Piaget. O mesmo pode ser observado nos trabalhos de Wu et al. (2012), Ribeiro et al. (2015) e Silva et al. (2015b).

Para Gama (2007), no construtivismo, o aprendiz é um ser ativo e corresponsável pelo seu aprendizado, capaz de formular novas ideias, respostas e hipóteses, revisar seu pensamento e apresentar uma melhor solução para o problema; já o docente, possui o papel de incentivador, facilitador e o de criador de situações que oportunizem a construção do conhecimento de seus alunos. Para avaliar um ambiente construtivista é necessário testar a aptidão, o interesse e o aproveitamento do aluno.

O conceito de aprendizagem multimídia para Mayer (2005) é o de aprendizagem por meio da combinação de imagens e palavras. O primeiro se refere às imagens estáticas (ilustrações e fotos) ou dinâmicas (animações e vídeos), já as palavras se referem ao discurso falado (áudio) e à parte escrita (texto). Para o autor, as pessoas aprendem mais com o uso conjunto de imagens e palavras do que somente com o uso isolado de um ou outro. Ademais, mensagens educacionais multimídia, quando elaboradas, levando em consideração a forma como a mente humana recebe, processa e armazena essas informações, possuem maior probabilidade de proporcionar um aprendizado significativo. Como descrito por Mayer e Moreno (2002; 2003), o ser humano percebe mensagens pictóricas e sonoras/verbais por meio de diferentes canais de processamento. A combinação dessas informações, obtidas pelos dois canais, ao seu conhecimento prévio, podem se transformar em conhecimento que será armazenado em sua memória de longo prazo.

Pode-se testar a teoria de aprendizagem multimídia, de acordo com Mayer (2005), ao averiguar seus princípios: (i) modalidade: o aprendizado ocorre com maior facilidade se as imagens são apresentadas junto com o texto narrado; (ii) sinalização: o aprendizado é mais eficiente se existem dicas no texto do que deve ser analisado nas imagens; (iii) contiguidade: a aprendizagem é facilitada quando imagens e palavras correspondentes são apresentadas próximas umas das outras; (iv) segmentação: a aprendizagem é favorecida quando uma mensagem é apresentada de forma segmentada; (v) antecipação: o aprendizado ocorre com maior facilidade se o conteúdo for apresentado e, somente depois, detalhado; (vi) coerência: os indivíduos aprendem melhor se não forem apresentados palavras, sons e imagens irrelevantes para o assunto em questão; (vii) redundância: a repetição excessiva de informações causa uma sobrecarga cognitiva que atrapalha o aprendizado. Ainda, de acordo com o autor, é também necessário avaliar se as memórias de trabalho dos participantes, visual e/ou verbal, não estão sendo sobrecarregadas, bem como se os canais de processamento, verbal/auditivo e visual/pictórico, são igualmente estimulados.

6. MÉTODO

6.1 O REA-LP

O REA-LP é uma ferramenta educacional apresentada por meio de um website, e sua interface foi planejada e desenvolvida para proporcionar ao usuário uma experiência de interação simples e objetiva. Seu desenvolvimento teve como diretriz principal a criação de

uma ferramenta rica em conteúdo, objetivando auxiliar o estudo e proporcionar uma experiência agradável no ensino e aprendizado de algoritmos e lógica de programação. A ferramenta desenvolvida nesta pesquisa pode ser acessada no seguinte link: <<omitido para revisão cega>>.

O material apresentado pela ferramenta consiste em objetos de aprendizagem compostos por vários tipos de mídias, provenientes de várias fontes, como livros didáticos, apostilas, sites especializados nos conteúdos e OA criados pelos autores desta pesquisa.

Os dois primeiros módulos (de um total de 11), Matemática Fundamental e Introdução a Lógica, são considerados pré-requisitos para o aprendizado efetivo da disciplina de algoritmos e lógica de programação. Seu objetivo consiste em disponibilizar conteúdo para apoiar uma revisão de conceitos lógico-matemáticos, estudados nos anos anteriores, e antecipar alguns conteúdos que o aluno só estudará nos anos posteriores do ensino médio, como, por exemplo, matrizes.

Os conteúdos matemáticos apresentados no módulo 1 (Matemática Fundamental) foram escolhidos por serem assuntos essenciais para o entendimento e desenvolvimento de algoritmos, sendo considerados pré-requisitos para a disciplina, e foram baseados nos trabalhos de Ralston (1984) e Baldwin et al. (2013).

O módulo 1 apresenta conteúdos matemáticos fundamentais como: Ordem das Operações Aritméticas; Porcentagens e Regra de Três; Funções: Absoluto, Truncar, MOD e Aleatório; Análise Combinatória (Fatorial, Permutação, Arranjo, Combinação e Contagem); Notação Posicional (Decimal, Binário e Hexadecimal); Matrizes.

O segundo módulo (Introdução a Lógica) tem como objetivo apresentar aos estudantes um pré-requisito fundamental das disciplinas de algoritmos e lógica de programação, ausente das disciplinas do núcleo comum da educação básica. Seu conteúdo é baseado nas disciplinas de Introdução a Lógica presentes nos cursos de Computação do ensino superior. Neste módulo são apresentados os conceitos de Lógica Proposicional e de Tabela Verdade.

Os demais módulos seguem a programação habitual da disciplina de algoritmos e lógica de programação, em nível médio ou técnico. Seus conteúdos são baseados nas diretrizes do K-12 Computer Science Framework Steering Committee et al. (2016). A Figura 1 ilustra nove módulos da ferramenta, de um total de 11.

6.2 Tecnologias Utilizadas

A ferramenta foi desenvolvida utilizando o editor de código-fonte Sublime Text, versão 3.2.2 para Windows. O editor é multiplataforma, com suporte a várias linguagens de programação, sendo utilizada a linguagem de marcação HTML5 (HyperText Markup Language, versão 5) para estruturar o conteúdo do website, em conjunto com a linguagem de folha de estilos CSS3 (Cascading Style Sheets, versão 3), responsável pelo estilo e design da interface.

Os objetos de aprendizagem como GIFs (Graphics Interchange Format), responsáveis pelas imagens dinâmicas sem áudio, que apresentam a execução dos códigos, foram criados utilizando o software Snagit 2020, que permite a gravação de tela, edição e posterior conversão em vídeo ou GIF. Os demais GIFs da ferramenta foram criados utilizando o Microsoft Power Point.



Figura 1. Módulos do REA-LP. Fonte: Os autores

Os algoritmos apresentados no REA-LP foram desenvolvidos e executados utilizando o VisuAlg, um programa livre e gratuito de edição, interpretação e execução de algoritmos. Foi utilizada a versão 2 para a maioria dos algoritmos e a versão 3 para os códigos do módulo 11 (Registros). Os áudios presentes na ferramenta foram gravados e editados utilizando o *software* livre de gravação e edição de áudio Audacity, em sua versão 2.4.2.

6.3 Interface e Funcionalidades

Ao clicar no ícone ou no título da aula, o aluno será conduzido à respectiva aula. Ao acessá-la, o usuário encontrará um banner com seu título e uma breve descrição de seu conteúdo, seguidos da aula propriamente dita. Cada aula ou módulo podem ser subdivididos em seções. Todas as aulas possuem objetos de aprendizagem, bem como recursos multimídia na forma de texto (Figura 2a), imagens estáticas (Figura 2b), imagens dinâmicas (GIFs), áudio (Figura 2c) e vídeo (Figura 2d), contemplando variadas formas ou estilos de aprendizagem. Ao final de cada aula, pode ser encontrado um botão para o download de uma lista de exercícios referente ao módulo e um botão que leva o usuário à aula seguinte (Figura 2d).

Para Torres e Mazzoni (2004), os ícones devem facilitar a associação com o seu significado, devem estar bem rotulados e se diferenciarem uns dos outros, devendo ser utilizados como recurso alternativo e de redundância. Os ícones, quando bem planejados e relacionados ao seu conteúdo, podem ajudar o usuário em suas ações e interação com a ferramenta, por serem de fácil identificação.

Para Mayer (2002), as mensagens multimídia são os veículos de entrega da informação, proporcionando a aquisição de informação e o processo de aprendizagem multimídia, e atuando na construção de sentido e de conhecimento. Para o autor, alunos aprendem melhor quando palavras e imagens são apresentadas em conjunto, criando a oportunidade de construção de modelos mentais, verbais, pictoriais e as conexões entre eles, o que não seria possível apenas com recursos textuais. Ainda de acordo com o autor, alunos que fazem uso de recursos

multimídia, como textos, ilustrações, narrações e animações, performam melhor em testes se comparados a estudantes que fazem uso de apenas um tipo de recurso. Quando estes recursos são apresentados ao mesmo tempo, é mais provável que o aluno seja capaz de construir representações mentais, de memória e conexões entre eles.

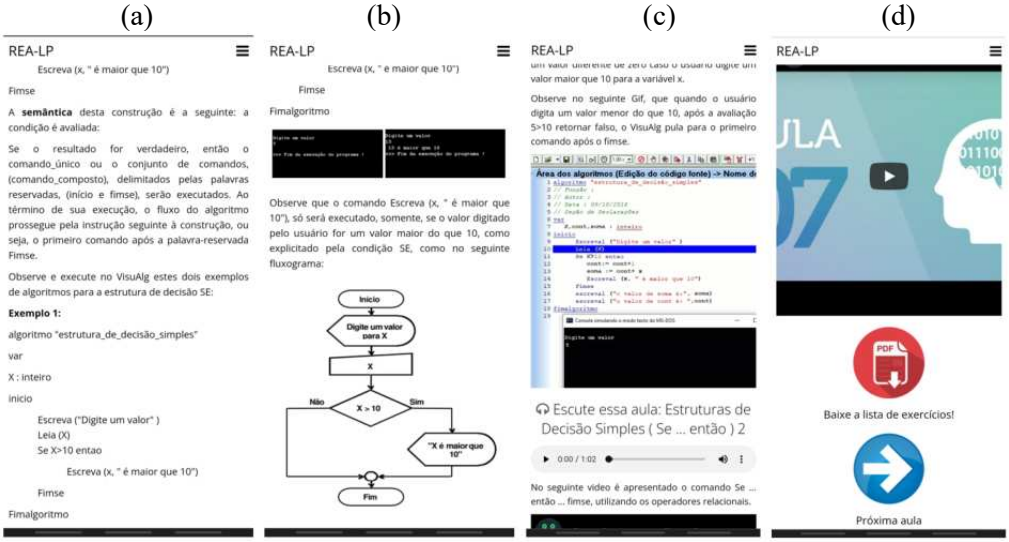


Figura 2. Objetos de aprendizagem multimídia. Fonte: Os autores

De acordo com Mayer (2005), animações apresentam um grande potencial para facilitar o entendimento de informações dinâmicas, tais como transformações, trajetórias e movimentos relativos, tanto em domínios físicos, como a mecânica, quanto em domínios abstratos, como algoritmos de computador.

Segundo Kenski (2003), as tecnologias digitais de comunicação e informação e os recursos multimídia promovem diferentes formas de se alcançar a aprendizagem, ao prover novas possibilidades de interação, comunicação e acesso à informação. Nesse sentido, a ferramenta foi desenvolvida de forma a contemplar recursos multimídia de variadas formas.

No que tange à representação textual, o material em forma de texto (Figura 3) é baseado nos materiais bibliográficos referenciados no rodapé de cada aula, desenvolvidos visando a simplicidade e a objetividade em relação à transmissão do conteúdo para o estudante.

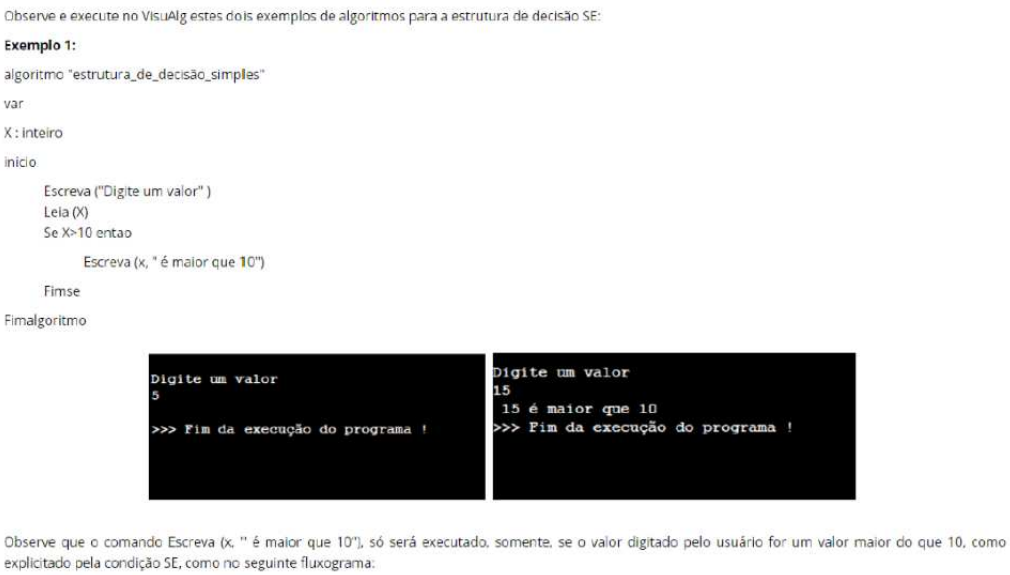


Figura 3. Exemplo de representação textual no REA-LP. Fonte: Os autores

Imagens estáticas (Figura 4) estão presentes para mostrar exemplos e apresentar saídas de tela dos programas, deixando os exemplos mais divertidos e engajadores.



Figura 4. Exemplos de imagens estáticas no REA-LP. Fonte: Os autores

Imagens dinâmicas (Figura 5) são um diferencial de uma ferramenta educacional na forma de *website*, pois possuem o atributo de movimentação, podendo ser utilizadas para mostrar a alteração de estado, por exemplo, a alteração dos valores armazenados por uma variável, ou como se dá o fluxo de execução de determinado algoritmo, podendo ser visualizadas variadas vezes.

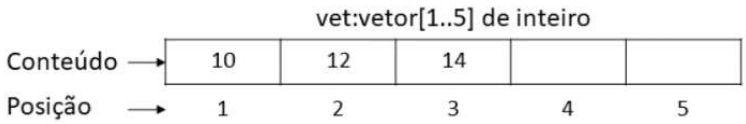


Figura 5. GIF demonstrando um vetor sendo preenchido.
Fonte: Os autores

Os áudios (Figura 6) representam outro diferencial de uma ferramenta educacional na forma de *website*, pois permitem que o estudante possa ouvir a explicação e/ou narração do conteúdo em questão, podendo ser executados variadas vezes pelo discente. O *player* de áudio possui um controle deslizante, no qual o aluno pode adiantar ou voltar uma gravação, possuindo também um controle de volume e um botão que disponibiliza o arquivo de áudio para *download*. Os áudios foram criados de forma a não serem longos e maçantes para o aluno, possuindo, em média, duração de dois minutos e meio.

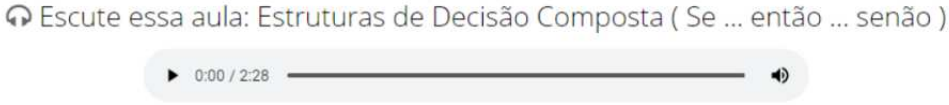


Figura 6. Exemplo de áudio no REA-LP.
Fonte: Os autores

Os vídeos, como ilustrado na Figura 7, permitem que o aluno visualize e ouça a aula por meio de um tipo de mídia que possibilita customização e liberdade de criação, com o potencial de ser um objeto de aprendizagem muito rico. Os vídeos utilizados na ferramenta, provenientes

do YouTube, foram escolhidos pela qualidade do seu conteúdo, fidelidade com a aula em questão e recursos utilizados para ensinar os variados assuntos.

No rodapé das páginas das aulas, é apresentada uma seção que contém *links* úteis para os canais dos vídeos utilizados e para os *sites* que podem servir como fontes adicionais de conhecimento, além das referências utilizadas na elaboração do respectivo módulo. O REA-LP foi desenvolvido de forma responsiva, sendo capaz de se adaptar aos diferentes tamanhos e resoluções de telas dos dispositivos que o usuário venha a utilizar a ferramenta, como pode ser observado na Figura 2.

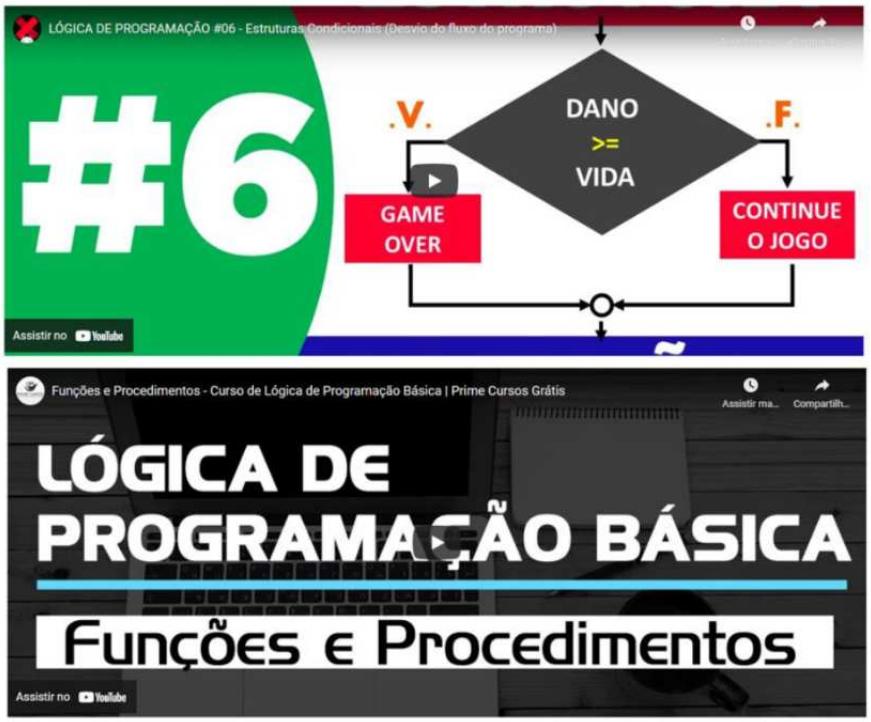


Figura 7. Exemplos de vídeos no REA-LP.
Fonte: Os autores

6.4 Participantes e Descrição do Método

Devido à interação e ao compartilhamento de experiências entre os alunos e o professor/pesquisador responsável pela condução da disciplina que abrange este estudo, características de uma pesquisa em educação, além das dificuldades apresentadas pelas circunstâncias decorrentes da pandemia de COVID-19 (Coronavirus Disease 2019), foi escolhida, para este trabalho, uma pesquisa de caráter misto, fazendo-se uso de uma abordagem qualitativa com elementos quantitativos.

Após o desenvolvimento da ferramenta proposta nesta pesquisa, foram oferecidas aulas de LP a 39 alunos ingressantes de uma escola de Minas Gerais, de um curso técnico de informática integrado ao ensino médio. Os alunos foram expostos ao REA-LP por um semestre, tendo a duração de 32 horas-aula.

Devido à pandemia, algumas medidas de isolamento, que visam evitar a propagação da doença, foram colocadas em prática no Brasil e no mundo. Entre as medidas adotadas no Brasil e, por conseguinte, no estado de Minas Gerais, dentre outras, foi a suspensão de aulas presenciais em todas as escolas na época da realização desta pesquisa. Desta forma, as aulas foram ministradas por meio do chamado PET (Plano de Estudo Tutorado), uma das ferramentas do regime de estudo não presencial criado pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

Os PETs foram disponibilizados para os alunos por meio da ferramenta Google Classroom, e as aulas ministradas de forma remota, utilizando o Google Meet para a realização de reuniões a distância. Cada PET teve a duração de um bimestre ou oito semanas, sendo que em cada semana foi apresentado um material didático e a sua atividade correspondente. O estudo de caso, portanto, foi realizado pela duração de dois PETs ou dezesseis semanas.

É importante esclarecer que esta pesquisa seguiu os preceitos éticos determinados pela Resolução 510 (BRASIL, 2016b), de 07 de abril de 2016. Quando os participantes voluntários foram convidados a participar da pesquisa, estes foram comunicados quanto à experimentação da nova ferramenta incorporada no processo de ensino, o propósito inicial da pesquisa em questão, bem como sobre o anonimato e uso dos dados coletados apenas para fins de pesquisa. Após a explicação, aqueles que concordaram participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para investigar a percepção de uso e a aceitação da ferramenta, por meio das opiniões dos alunos participantes sobre questões relacionadas ao uso do REA-LP, foram aplicados dois questionários baseados nas pesquisas de Gama (2007) e Cacho (2016): (i) questionário de expectativa de uso e (ii) questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Finalmente, foram realizadas entrevistas com grupos focais.

Além destes dois questionários, cada atividade enviada aos alunos contou com um conjunto de questões referentes ao uso da ferramenta para aquela atividade. Após a realização das aulas utilizando o REA-LP, na última semana também foi realizada uma atividade avaliativa didática extra, correspondente ao pós-teste. A referida atividade teve como objetivo mensurar o conhecimento adquirido, na opinião dos participantes, por meio das aulas ministradas com o uso do REA-LP, e relacionar seus desempenhos com os níveis de aceitação e utilização da ferramenta.

O primeiro questionário, de expectativa de uso do REA, foi aplicado após a apresentação da ferramenta aos alunos, anteriormente ao uso da ferramenta em sala de aula. Por meio do questionário, que possuiu 13 questões, os participantes responderam qual seu nível de conhecimento no tema algoritmos e LP, o que esperavam do REA-LP, se já tiveram a oportunidade de utilizar algum REA antes deste estudo, entre outras questões. O segundo questionário, de reação ao uso e aceitação da ferramenta, foi aplicado após o uso do REA-LP nas aulas, no qual os alunos descreveram suas experiências com a ferramenta (Tabela 2).

Tabela 2. Questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta

	Questões
1	Você usa frequentemente a *web* para os estudos?
2	Gosta da ideia de poder acessar em casa um recurso educacional a qualquer hora, quando precisar e sem custo?
3	O REA-LP é compreensível e de fácil manuseio?
4	O recurso educacional apresenta os recursos necessários para o estudo adequado de algoritmos e lógica de programação?
5	Em relação à motivação de utilizar o REA-LP para auxiliar o estudo de algoritmos e lógica de programação, pode ser considerada que:
6	Na sua opinião, o uso do REA-LP despertou o interesse sobre os conteúdos de algoritmos e lógica de programação nele contidos?
7	A aula se tornou mais interessante com o uso do REA-LP?
8	As atividades são apropriadas e o uso do REA-LP facilitou a sua compreensão sobre o conteúdo de algoritmos e lógica de programação?
9	Você se sente confiante ao utilizar o REA-LP?
10	Você saberá usar o conhecimento adquirido pelo REA-LP em futuras práticas?
11	O uso do REA-LP aumentou o nível de seu conhecimento em relação ao conteúdo de algoritmos e lógica de programação?
12	Avalie a relevância, a adequação ao conteúdo de algoritmos e lógica de programação e a facilidade na compreensão do conteúdo proporcionados pelo REA-LP
13	Os recursos visuais disponibilizados pela ferramenta (cores, imagens, botões, dimensão das telas,

	tamanho do texto etc.) são:
14	Dos tipos de mídia presentes no REA-LP, qual você mais utilizou?
15	Dos tipos de mídia presentes no REA-LP, qual você acredita que agregou mais ao seu conhecimento?
16	Os módulos de revisão (Matemática Fundamental e Introdução a Lógica), presentes no REA-LP auxiliaram o seu aprendizado de lógica de programação?
17	As imagens e áudios presentes no REA-LP facilitaram o seu aprendizado?
18	Em algum momento você se sentiu sobrecarregado pelas informações apresentadas por texto, imagens e áudios presentes no REA-LP?
19	A informação textual presente no REA-LP apresenta dicas ou sinais do que deve ser observado nas imagens?
20	A informação textual e imagens correspondentes, presentes no REA-LP, são apresentadas próximas umas das outras?
21	As imagens dinâmicas/segmentadas (GIFs), presentes no REA-LP, facilitaram a aprendizagem dos conceitos de algoritmos e lógica de programação?
22	A forma com que os conteúdos presentes no REA-LP são apresentados e posteriormente detalhados é adequada?
23	Você acredita que o REA-LP apresenta palavras, sons ou imagens irrelevantes para o aprendizado dos conceitos de algoritmos e lógica de programação?
24	Você acredita que o REA-LP apresenta palavras, sons ou imagens, com repetições excessivas de informações?
25	Quais dos dispositivos eletrônicos que se conectam à Internet, você utilizou mais para acessar o REA-LP?
26	Você usaria o REA-LP novamente?
27	Você gostaria que outras disciplinas explorassem ferramentas similares para o ensino e reforço dos conteúdos aprendidos em sala de aula?
28	Gostaria de fazer algum comentário sobre o uso do REA-LP?
29	Você identificou algum defeito e/ou gostaria de sugerir melhorias no REA-LP?

Fonte: Os autores

As 29 questões visaram averiguar se os alunos acreditaram que houve um ganho nos seus conhecimentos sobre algoritmos e LP, se suas expectativas foram atendidas e se eles utilizariam e/ou recomendariam o REA, entre outras questões. Os alunos foram também questionados sobre a presença de alguma falha na ferramenta ou se houve dificuldade durante o uso. A maioria das questões envolve respostas segundo uma escala Likert de cinco pontos.

As entrevistas com grupos focais, por sua vez, foram realizadas para um entendimento em maior profundidade do nível de aceitação e uso da ferramenta, bem como para avaliar os princípios da Teoria de Aprendizagem do Construtivismo e da TAM. As 10 questões abordadas durante as entrevistas foram selecionadas a partir do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Doze participantes integrantes dos quatro grupos focais entrevistados foram selecionados por critérios de nota, comportamento e participação nas aulas; participaram das entrevistas três alunos de cada grupo.

As entrevistas foram realizadas na escola, com cada grupo separadamente. Durante as entrevistas, os alunos foram questionados e levados a pensarem sobre as questões extraídas do questionário de aceitação e reação ao uso da ferramenta. Os participantes ouviram as respostas uns dos outros e ofereceram comentários adicionais sobre as questões. As entrevistas tiveram duração média de 20 minutos e foram gravadas em áudio com a permissão dos alunos participantes. As transcrições das respostas foram feitas de forma a serem o mais próximo possível das falas dos estudantes.

A análise dos dados visou avaliar qualitativamente, com alguns elementos quantitativos, os resultados observados, caracterizando uma pesquisa de caráter misto.

7. RESULTADOS

No que tange ao questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta, em relação ao gênero dos estudantes (Q1), 73,3% se identificaram como sendo do sexo masculino, e 26,7%

do feminino. Dentre os participantes, 50% afirmaram usar a *web* diariamente para os estudos (Q2), 30% a utilizam mais de três vezes por semana, 13,3% menos de três vezes por semana, e 6,7% declararam não utilizar a Internet para os estudos.

Os resultados das questões 3 a 12 são apresentados na Figura 8. A maioria dos participantes (90%) 'concordou totalmente' sobre gostar da ideia de poder acessar em casa um REA a qualquer hora, quando precisarem e sem custo (Q3) e 10% 'concordaram parcialmente'; nenhum participante respondeu 'não concordo nem discordo' ou 'discordo parcialmente ou totalmente'. Seguem algumas justificativas manifestadas por dois participantes: "*Caso eu tenha alguma dificuldade, posso procurar ajuda nesses recursos. Muitas vezes não entendo alguma coisa em sala de aula, então tendo algo para me ajudar consigo esclarecer minhas dúvidas a qualquer momento*" e "*Eu gosto, pois isso facilita e melhora o aprendizado, que antes era feito apenas nas escolas e com meios como cadernos e resumos. Um recurso educacional com certeza é muito útil*."

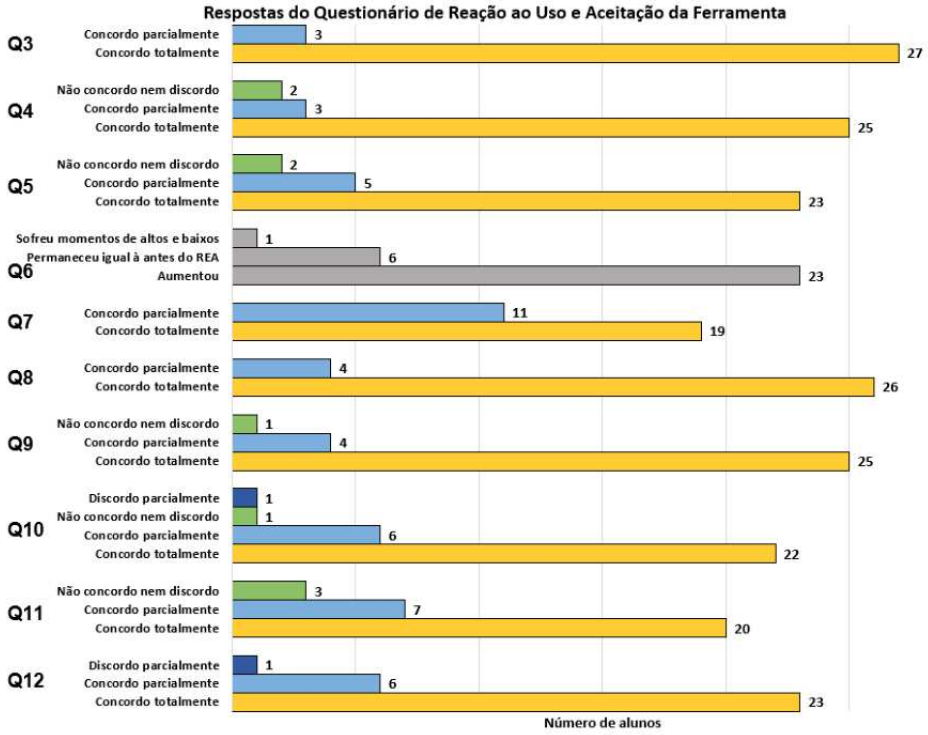


Figura 8. Respostas das questões 3 a 12 do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Fonte: Os autores

Quando questionados se o REA-LP é compreensível e de fácil manuseio (Q4), 83,3% dos alunos 'concordaram totalmente', 10% 'concordaram parcialmente' e 6,7% 'não concordaram nem discordaram'. Seguem algumas justificativas manifestadas: "*Site com interface ótima e de fácil entendimento, dividindo a matéria em cada categoria fica muito mais fácil de encontrar o que a gente deseja aprender*"; "*É bem acessível para quem não tem muito conhecimento*" e "*O site é muito bem planejado e executado, ele divide as matérias em temas de forma organizada e as explica de maneira bem didática*."

No que tange à questão 5, os discentes, em sua maioria (76,7%), 'concordaram totalmente' que o REA apresenta os recursos necessários para o estudo adequado de algoritmos e lógica de programação, 16,7% 'concordaram parcialmente e 6,7% 'não concordaram nem discordaram'; nenhum deles 'discordou parcialmente ou totalmente'. Seguem algumas justificativas: "*Sim, toda a base da matéria se encontra e consigo compreender muito bem*"; "*Sim, eu mesmo posso dizer, pois tive dificuldades com a matéria, e o REA-LP me auxiliou bastante*"; "*Eu entrei no*

curso sem ter nenhuma base e esse recurso me ajudou bastante, principalmente no começo que não sabia literalmente nada. Ele me salva muitas vezes quando não entendo, ou quando eu quero ver se entendi a matéria, posso voltar lá para fazer mais exercícios."

Em relação à motivação de utilizar o REA-LP para auxiliar os estudos de algoritmos e lógica de programação (Q6), 76,7% dos alunos afirmaram ter 'aumentado', 20% acreditam ter 'permanecido igual a quando eles não conheciam o REA' e 3,3% responderam que sua motivação 'sofreu momentos de altos e baixos'. Seguem algumas opiniões: "*Sim, porque fica mais fácil de encontrar a parte da matéria e os pontos que fiquei em dúvida e o conteúdo do site facilita a aprendizagem da matéria*"; "*No começo tive muitas dificuldades com a matéria e até hoje tenho, mas eu já vi melhoras no meu aprendizado*"; "*O jeito que o site foi planejado me faz querer cada vez mais me aprofundar no assunto, vendo videoaulas ou lendo textos sobre o tema*" e "*No site, há atividades que dão vontade de fazer*."

A maioria dos participantes (63,3%) 'concordou totalmente' que o uso do REA-LP despertou o interesse sobre os conteúdos de algoritmos e lógica de programação nele contidos (Q7), 36,7% 'concordaram parcialmente'; nenhum aluno participante respondeu 'não concordo nem discordo' ou 'discordo parcialmente ou totalmente'. Seguem algumas justificativas: "*Eu gosto da matéria, mas exige muita concentração e força de vontade. Com esse recurso se torna mais fácil e não é cansativo, porque muitas vezes temos que pesquisar na internet, então é melhor*"; "*Antes não tinha muito interesse em particular, fui interessando cada vez mais e me aprofundando mais também*" e "*Me despertou o interesse em programar jogos*."

Ao serem perguntados se o REA-LP tornou as aulas mais interessantes (Q8), 86,7% 'concordaram totalmente' e 13,3% 'concordaram parcialmente. Mais uma vez, nenhum aluno 'discordou parcialmente ou totalmente'. Seguem algumas justificativas: "*Se tornou algo mais dinâmico e interativo, que se encaixou com nossa geração de internet*"; "*Sim, pois muitos outros sites acabam tornando o assunto repetitivo e muito técnico, com palavras difíceis de entender*" e "*Fica mais divertido estudar e aprender quando tem algumas imagens dinâmicas para praticar*."

Quando perguntados se as atividades foram apropriadas e se o uso do REA-LP facilitou a compreensão sobre o conteúdo de algoritmos e lógica de programação (Q9), 83,3% dos estudantes 'concordaram totalmente', 13,3% 'concordaram parcialmente' e apenas 3,3% 'não concordaram nem discordaram'; nenhum participante respondeu 'discordar parcialmente ou totalmente'. Seguem alguns relatos: "*Sim, todas as atividades que eu fiz até agora foram compatíveis ao que estamos nos aprofundando em aula*"; "*Sim, está tudo bem explicado e adorei as formas de explicação, poder escolher como quer ver*" e "*Totalmente, eu estava toda perdida na matéria e graças a ajuda do REA-LP, me dei bem melhor na matéria*."

No que se refere à confiança, 73,3% dos participantes 'concordaram totalmente' sobre se sentirem confiantes ao utilizar o REA-LP (Q10), 20% 'concordaram parcialmente' e 3,3% responderam 'não concordar nem discordar' e 'discordar parcialmente'; nenhum participante respondeu 'discordar totalmente'. Seguem algumas opiniões: "*Sim, conteúdo abundante e com ótima explicação; quando a gente aplica isso no Visualg e vê que dá certo ficamos mais confiantes*"; "*Não me sinto tão seguro, pois não tenho o professor para me auxiliar*" e "*Às vezes tenho medo de acabar usando alguma informação do site e conter algum erro, mas pelo que eu olhei até agora está tudo certo*."

Quando questionados se eles saberão usar o conhecimento adquirido pelo REA-LP em futuras práticas (Q11), 66,7% 'concordaram totalmente', 23,3% 'concordaram parcialmente', e 10% responderam 'não concordar nem discordar'. Seguem algumas justificativas: "*Sim, é algo que caso esquecemos ou ficamos em dúvida, podemos ir ao site tirar a dúvida*"; "*Sim, poderei usar os conhecimentos em um futuro emprego ou até mesmo em trabalhos de escola*" e "*Sim, saberei por conta da prática na ferramenta*."

A maioria dos participantes (76,7%) ‘concordou totalmente’ sobre o REA-LP aumentar seu nível de conhecimento em relação ao conteúdo de algoritmos e lógica de programação (Q12), 20% dos respondentes ‘concordaram parcialmente’ e apenas 3,3% ‘discordaram parcialmente’, sendo que nenhum aluno ‘discordou totalmente’. Seguem alguns relatos: “*Sim, pois eu fui me interessando ao longo do tempo, e fui adquirindo mais conhecimento ao decorrer*”; “*Parcialmente, porque, em parte, foi com o auxílio do professor*” e “*Com certeza, quando não estava em aulas e não tinha os professores para me auxiliar tive que recorrer ao REA-LP, que me ajudou muito*.”

Quanto à reação e aceitação do REA-LP (Q13), 73,3% dos alunos manifestaram que a relevância da ferramenta é ‘muito boa’, 23,3% julgaram ser ‘boa’ e apenas 3,3% afirmaram ser ‘regular’. Em relação à adequação ao conteúdo de algoritmos e lógica de programação, 70% acreditaram ser ‘muito boa’, 26,7% creem ser ‘boa’ e somente 3,3% julgaram ser ‘regular. Sobre a facilidade na compreensão do conteúdo, 63,3% assentiram ser ‘muito boa’, 23,3% julgaram ser ‘boa’ e apenas 13,3% acreditaram ser ‘regular’; nenhum aluno respondeu ‘ruim’ ou ‘péssimo’ para nenhuma das três questões, sendo que os resultados são observados na Figura 9. Seguem alguns relatos: “*Gostei do site, fácil de localizar o que eu quero e tem um ótimo texto de aprendizado, não deixando enjoativo*”; “*A relevância é muito boa, pois ajuda muito. A adequação também e a facilidade depende um pouco de mim também, porém é muito boa*” e “*De fácil acesso e simples de mexer. Conteúdos que nos ajudam muito a compreender a matéria*.”

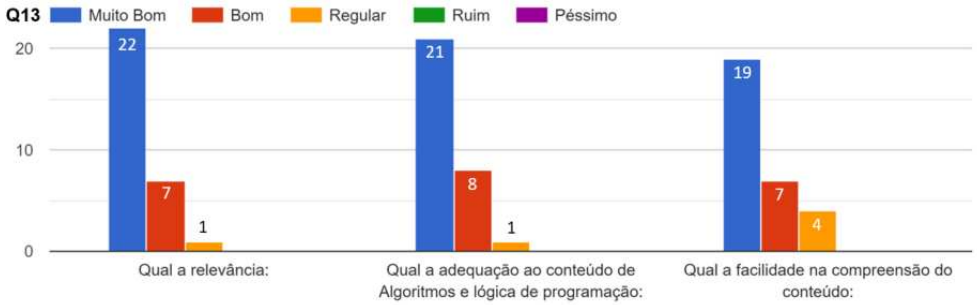


Figura 9. Respostas da Q13 do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Fonte: Os autores

Os resultados das questões 14 a 17 são apresentados na Figura 10. Em relação aos recursos visuais disponibilizados pela ferramenta, tais como cores, imagens, botões, dimensão das telas, tamanho do texto etc. (Q14), 63,3% dos participantes afirmaram ser ‘excelentes’, 33,3% julgaram ser ‘bons’ e somente 3,3% acreditaram ser ‘regulares’. Seguem algumas opiniões em relação a esta questão: “*São de muita qualidade e em boa resolução*”; “*São excelentes, pois são de ótima qualidade e de um ótimo tamanho, o que facilitou a aprendizagem*” e “*Mesmo no celular a fonte está no tamanho ideal*.”

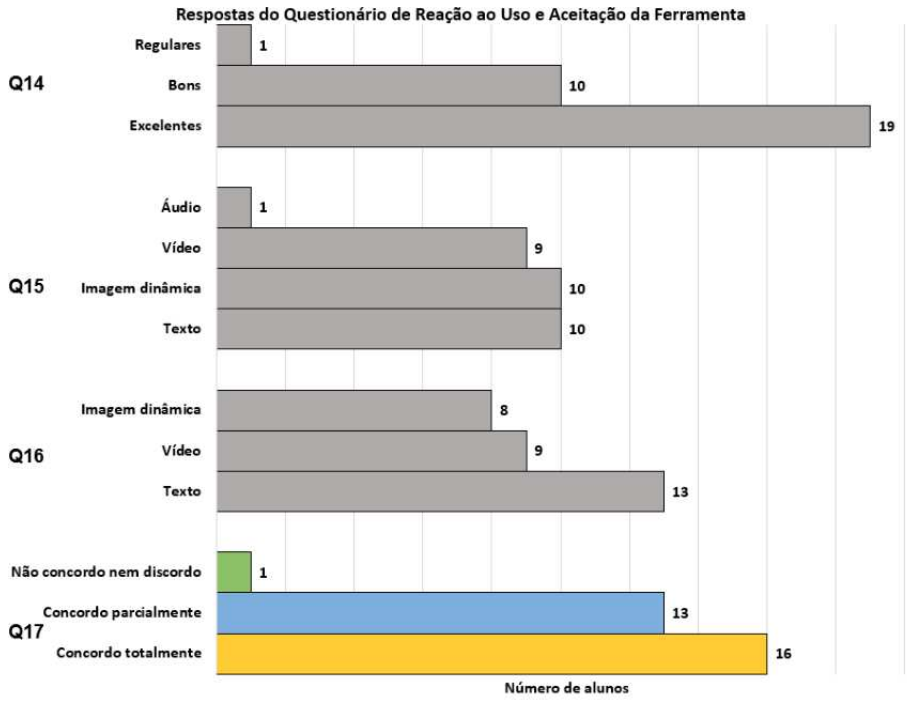


Figura 10. Respostas das questões 14 a 17 do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Fonte: Os autores

Quando perguntados sobre quais tipos de mídias presentes no REA-LP eles mais utilizaram (Q15), 33,3% dos alunos responderam 'texto' e 'imagem dinâmica', 'vídeo' recebeu 30% dos votos e, por último, 'áudio', com apenas 3,3%. Seguem alguns relatos: "*Gosto desse de tipo de mídia, explica passo a passo sobre a matéria que queremos aprender*"; "*Gosto muito das imagens dinâmicas, me ajudam a ver se fiz a atividade corretamente*" e "*O que eu tenho mais facilidade para entender é através do texto*."

Quando questionados sobre qual tipo de mídia presente no REA-LP eles acreditaram que mais agregou ao seu conhecimento (Q16), 43,3% julgaram ser 'texto', 30% acreditaram ser 'vídeo' e 26,7% apontaram ser 'imagem dinâmica'; nenhum aluno escolheu 'imagem estática' ou 'áudio'. As justificativas foram as seguintes: "*O texto é mais explicativo e detalhado*"; "*Vídeos foram os que mais me ajudaram na hora de algumas confusões*"; "*A imagem dinâmica também é muito boa para acompanhar passo a passo e agrega muito*."

A maioria dos participantes (53,3%) 'concordou totalmente' que os módulos de revisão (Matemática Fundamental e Introdução à Lógica), presentes no REA-LP, os auxiliaram no aprendizado de lógica de programação (Q17), sendo que 43,3% destes 'concordaram parcialmente' e apenas 3,3% 'não concordaram nem discordaram"; nenhum aluno 'discordou parcialmente ou totalmente'. As justificativas foram: "*Eles ajudarão muito a rever coisas que eu já tinha esquecido*"; "*Nossa, e como! A dificuldade que eu tinha em relação a isso melhorou muito*" e "*Sim, me ajudaram não só na matéria do curso mais também nas outras*."

Os resultados das questões 18 a 25, referentes à TAM, são apresentados na Figura 11. Quando questionados se as imagens e áudios presentes no REA-LP facilitaram o seu aprendizado (Q18), 60% dos participantes 'concordaram totalmente', 20% responderam 'concordar parcialmente' e 'não concordaram nem discordaram'; nenhum aluno respondeu 'discordar parcialmente ou totalmente'. Seguem as justificativas: "*Sim, vários formatos de mídias ajudaram muito no aprendizado*"; "*Sim, porque às vezes não basta lermos sobre*" e "*Ajudou sim com vídeo, áudios e imagens... fica mais fácil para aprender.*"

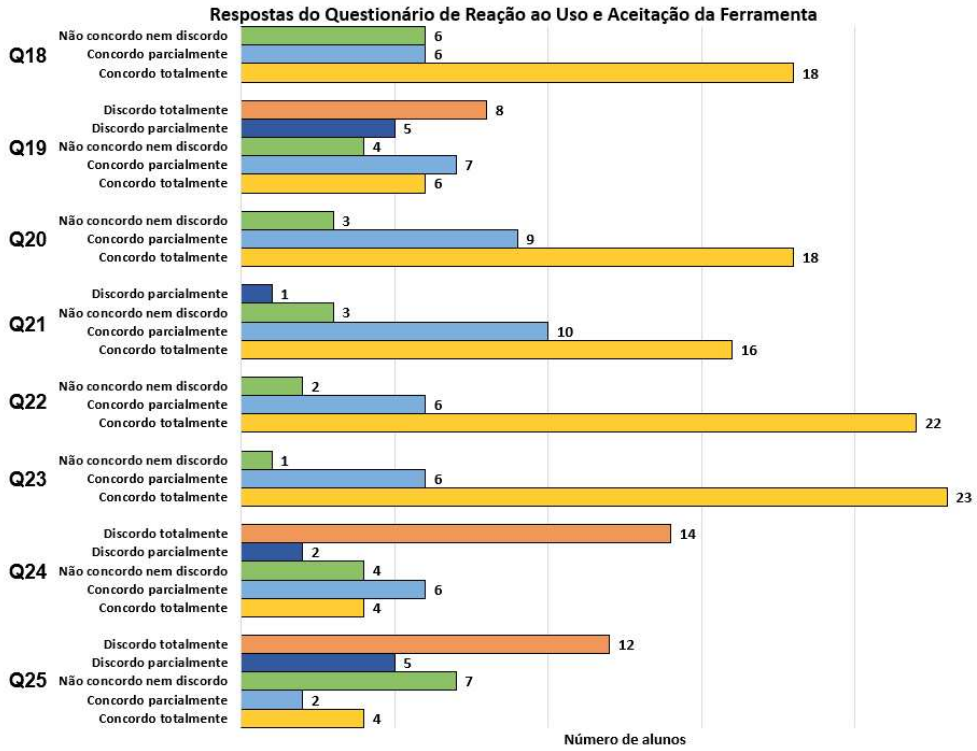


Figura 11. Respostas das questões 18 a 25 do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Fonte: Os autores

Em relação a se, em algum momento, os alunos se sentiram sobrecarregados pelas informações apresentadas por texto, imagens e áudios presentes no REA-LP (Q19), 26,7% dos alunos 'discordaram totalmente', 23,3% 'concordaram parcialmente', 20% 'concordaram totalmente', 16,7% 'discordaram parcialmente' e 13,3% 'não concordaram nem discordaram'. As opiniões manifestadas foram as seguintes: "*Às vezes sim, pelo alto e extenso conteúdo que está presente na web*"; "*Não, de forma alguma, encarei mais como um conteúdo extra, para quem tiver realmente interessado*" e "*Pelo fato de ter muito conteúdo, isso acaba sobrecarregando em algum momento.*"

No que tange à questão 20, os discentes, em sua maioria (60%), 'concordaram totalmente' sobre as informações textuais presentes no REA-LP apresentarem dicas ou sinais do que deve ser observado nas imagens, 30% 'concordaram parcialmente' e apenas 10% 'não concordaram ou discordaram'; nenhum aluno 'discordou parcialmente ou totalmente'. Os relatos manifestados foram: "*Acho que apresenta complementos que ajudam na hora de praticar*"; "*Sim, o texto sempre aponta o que deve ser observado na imagem*" e "*Os textos descrevem as imagens para facilitar o aprendizado*."

A maioria dos participantes (53,3%) 'concordou totalmente' sobre a informação textual e imagens correspondentes, presentes no REA-LP, serem apresentadas próximas umas das outras (Q21), 33,3% dos participantes 'concordaram parcialmente', 10% destes 'não concordaram nem discordaram' e apenas 3,3% 'discordaram parcialmente'; nenhum aluno 'discordou totalmente'. As opiniões foram: "*São sim, é muito bom, pois logo após ler o texto, você já olha na prática como funciona*"; "*Ao ler o texto e logo depois ver as imagens, faz com que facilite o aprendizado*" e "*Sempre é apresentado um próximo ao outro.*"

Quando perguntado se as imagens dinâmicas/segmentadas (GIFs), presentes no REA-LP, facilitaram a aprendizagem dos conceitos de algoritmos e lógica de programação (Q22), 73,3% dos alunos 'concordaram totalmente', 20% 'concordaram parcialmente' e 6,7% destes 'não concordaram nem discordaram'; nenhum aluno 'discordou parcialmente ou totalmente'.

Seguem algumas opiniões sobre esta questão: "*Sim, as imagens dinâmicas são ótimas para aprender, nelas você consegue ver passo a passo o que está sendo feito, sendo mais fácil de aprender*"; "*Eu acho que essa é uma função muita boa, que faz total diferença no aprendizado*" e "*Essas imagens foram as melhores em minha opinião, pois se mexem e mostram todo o trabalho feito*."

Ao serem questionados se a forma com que os conteúdos presentes no REA-LP são apresentados e, posteriormente, detalhados, é adequada (Q23), a grande maioria (76,7%) dos participantes 'concordou totalmente', 20% 'concordaram parcialmente' e apenas 3,3% 'não concordaram nem discordaram'; nenhum participante 'discordou parcialmente ou totalmente'. Justificativas: "*Isso torna o site mais legal e compreensivo*"; "*Sim, isso pode ajudar muitas pessoas que podem possuir dúvidas*" e "*Sim, eles são apresentados de uma forma bem simples e depois detalhados*."

A maioria dos discentes (46,7%) 'discordou totalmente' sobre o REA-LP apresentar palavras, sons ou imagens não relevantes para o aprendizado dos conceitos de algoritmos e lógica de programação (Q24), 20% destes 'discordaram parcialmente', 13,3% 'não concordaram nem discordaram' ou 'concordaram totalmente' e 6,7% dos alunos 'concordaram parcialmente'. Justificativas: "*Até agora não vi palavras, sons ou imagens não relevantes para o aprendizado*"; "*Tem algumas coisas que não são tão relevantes, mas esses recursos não atrapalham*" e "*Acredito que tudo está de acordo com a matéria.*"

Em relação a se os participantes acreditaram que o REA-LP apresenta palavras, sons ou imagens com repetições excessivas de informações (Q25), 40% dos alunos 'discordaram totalmente', 23,3% 'não concordaram nem discordaram', 16,7% 'discordaram parcialmente', 13,3% 'concordaram totalmente', e apenas 6,7% dos alunos 'concordaram parcialmente'. Justificativas: "*Não, está tudo bem detalhado e isso ajuda demais*"; "*Eles mostram as mesmas informações só que de forma diferente então depende da opinião da pessoa*" e "*Sim, mas são boas as repetições para relembrar o conteúdo*."

Os resultados das questões 26 a 28 são apresentados na Figura 12. Quando questionados sobre quais dispositivos eletrônicos que se conectam à Internet os estudantes mais utilizaram para acessar o REA-LP (Q26), 43,3% deles afirmaram utilizar o smartphone e o computador de mesa; 13,3% destes utilizaram o notebook. Justificativas: "*Acho que usei mais o celular, é uma forma mais rápida já que sempre estou com ele na mão*"; "*Porque normalmente sempre uso meu computador para tudo*" e "*Utilizei mais o pc de mesa, pois o visor é maior.*"

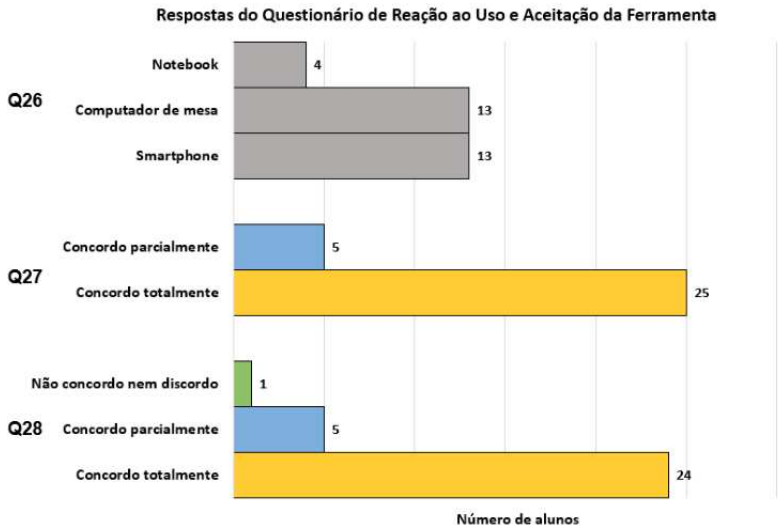


Figura 12. Respostas das questões 26 a 28 do questionário de reação ao uso e aceitação da ferramenta. Fonte: Os autores

A maioria dos participantes (83,3%) 'concordou totalmente' sobre o fato de que utilizariam o REA-LP novamente (Q27), 16,7% destes 'concordaram parcialmente'; nenhum aluno respondeu 'não concordar nem discordar' ou que 'discordou parcialmente ou totalmente'. Justificativas: "*Sim, é um site muito bom para quem está querendo apreender mais sobre programação*"; "*Usaria de novo, pois é de fácil entendimento e quando precisar posso acessar de novo*" e "*Acredito que irei usar muito ainda para tirar dívidas e me auxiliar*."

No que tange à questão 28, os discentes, em sua maioria (80%), 'concordaram totalmente' que gostariam que outras disciplinas explorassem ferramentas similares para o ensino e reforço dos conteúdos aprendidos em sala de aula, 16,7% 'concordaram parcialmente' e apenas 3,3% 'não concordaram ou discordaram'; nenhum aluno 'discordou parcialmente ou totalmente'. Justificativas: "*Sim, deveria ter pra todas as matérias, facilitaria muito aprender, e daria mais vontade de estudar*"; "*Seria ótimo, muitas coisas seriam esclarecidas, tenho dificuldade em matérias de exatas então me ajudaria demais*" e "*Sim, pois a integração com a tecnologia e internet é muito prática e útil*."

Por fim, os participantes fizeram comentários sobre o uso do REA-LP e foram questionados se identificaram algum defeito e/ou gostariam de sugerir melhorias para a ferramenta. Seguem alguns comentários: "*Até agora gostei de usar o site e está sendo de grande ajuda para aprender a matéria*"; "*Gostei muito dessa plataforma de ensino*"; "*Gostei da ideia, continue usando com outras turmas*"; "*Graças a ele, consegui aprender mais sobre o conteúdo, e sei que meus colegas também!*" e "*Sim, é bem organizado e fácil de usar, sendo mais fácil aprender os conteúdos.*"

A partir das informações levantadas, pode-se identificar que, ao final da intervenção, aproximadamente um quarto dos participantes da amostra foi do gênero feminino, apontando uma baixa adesão de mulheres em cursos de informática e afins. A maioria dos participantes afirmou utilizar a Internet para os estudos diariamente ou ao menos três vezes por semana, comportamento que também foi observado nas entrevistas com os grupos focais. Esta preferência pelo uso da Internet para os estudos se deve, principalmente, à facilidade, à quantidade e à qualidade dos conteúdos disponíveis na *web*. Uma comparação entre os resultados dos questionários de atividade, de expectativa de uso e de reação ao uso e aceitação da ferramenta é apresentada na Figura 13.



Figura 13. Comparação entre os resultados dos questionários. Fonte: Os autores

Houve um aumento na porcentagem de alunos que gostaram da ideia de poder acessar um REA para auxiliar seus estudos a qualquer momento, de forma gratuita, superando a expectativa que era de 67,6%, passando para 90%. Os alunos apontaram a diversidade de mídias e o conteúdo pré-selecionado pelo docente, reunido em um só local, como os principais fatores de aprovação. Nesse sentido, os participantes, em sua maioria, concordaram que o REA-LP foi compreensível e de fácil manuseio, e que também apresentou os recursos necessários para o aprendizado de LP, justificando que o *site* possui boa interface, foi bem planejado e organizado, com a matéria dividida e apresentada de forma didática. Foi possível observar também um aumento em relação à expectativa do interesse e motivação para estudar a disciplina, devido ao uso do recurso.

Em relação às atividades propostas pela ferramenta, a maioria dos alunos afirmou que elas foram apropriadas, e que o REA-LP facilitou sua compreensão. Comparando com o questionário de atividades, foi possível observar um aumento de 64,3% para 83,3% entre os que 'concordaram totalmente' com a questão. Os participantes, em sua maioria (73,3%), também se sentiram confiantes de que saberão utilizar os conhecimentos adquiridos em experiências futuras, retratando um aumento da expectativa que era de 41,2% entre os que 'concordaram totalmente'. Os participantes comentaram que retornarão à ferramenta em casos de dúvida, e que a prática proporcionada pelo REA-LP viabilizou um ganho de conhecimento duradouro.

Nesse sentido, houve relatos que o uso do REA-LP aumentou o nível de conhecimento dos participantes na disciplina. Contudo, observou-se uma redução em relação à expectativa de aumento de conhecimento, que era de 85,3% para 76,7%. Essa realização se deve, em parte, à descoberta de que o REA-LP sozinho não irá fazê-los compreender a matéria, sendo necessária uma dedicação por parte dos alunos, além de muita prática, para um aprendizado efetivo de algoritmos e LP. Durante as entrevistas, a maioria dos participantes julgou ter obtido um ganho de conhecimento graças à ferramenta, que os auxiliou a aprender mais e de forma eficiente. Isso posto, um bom aproveitamento é uma das formas de se avaliar positivamente um ambiente educacional, de acordo com a Teoria de Aprendizagem do Construtivismo.

Em relação aos tipos de mídias presentes no REA-LP, houve um empate entre 'texto' e 'imagem dinâmica', com um terço dos alunos afirmando que foram as mais utilizadas, seguidas de 'vídeo'. O 'texto' foi preferido devido a apresentar o conteúdo de forma mais resumida e objetiva; já 'imagem dinâmica' foi escolhida por facilitar a visualização do passo a passo dos

exemplos. Os módulos de revisão presentes no REA-LP, um de seus diferenciais em relação a outros REA e ferramentas semelhantes, foram bem recebidos pelos alunos, com a maioria concordando que estes os auxiliaram a revisar os conteúdos de forma efetiva na disciplina e, até mesmo, em outras matérias.

Sobre as questões relacionadas à TAM, a maioria dos alunos apontou que a ferramenta está em conformidade com os seus princípios (modalidade, sinalização, contiguidade, segmentação, antecipação, coerência e redundância), e que suas memórias de trabalho visual e/ou verbal foram igualmente estimuladas e não houve sobrecarga, facilitando a aprendizagem.

No que tange aos dispositivos que os alunos utilizaram para acessar a ferramenta, houve um empate entre *smartphone* e computador de mesa, seguido de *notebook*. As preferências por estes dispositivos, de acordo com os relatos obtidos, devem-se à sua disponibilidade, à facilidade de utilizar o *smartphone* para consultas e ao *display* maior do computador de mesa.

Sobre os participantes utilizarem o REA-LP novamente em atividades futuras, a maioria (83,3%) apontou que sim, indicando um aumento em relação à expectativa que era de 41,2%, sendo os principais motivos, para isso, revisar e tirar dúvidas sobre o conteúdo da disciplina. A maioria dos alunos concordou que outras disciplinas deveriam explorar ferramentas similares ao REA-LP para o estudo e reforço dos conteúdos aprendidos em sala de aula, sendo os principais motivos: fonte de pesquisa direta ao assunto, possibilidade de revisão, aumento da motivação e interesse nas disciplinas, e para auxiliar com dificuldades nas matérias.

Em relação ao teste de desempenho (pós-teste), este consistiu em atividades teóricas e práticas relacionadas ao conteúdo da disciplina presente na ferramenta, e possuiu o valor máximo de 10 pontos. A média geral dos alunos obtida na atividade foi de 7,9 pontos, sendo que 56,6% dos discentes obtiveram nota máxima; foi possível observar que a maioria dos alunos obteve excelente desempenho no referido teste. Verificou-se também que os alunos que acenaram positivamente para as questões dos questionários alcançaram média maior no teste de desempenho, podendo-se concluir que a boa reação ao uso e aceitação da ferramenta, por parte dos participantes, pode ter contribuído para um melhor desempenho.

Os resultados das entrevistas também apontaram que o REA-LP, de acordo com os grupos, está alinhado com as teorias de aprendizado multimídia e construtivista. Em relação à TAM, os grupos, em geral, responderam de forma positiva aos seus princípios, com apenas um aluno apontando o princípio da redundância, ao citar ter muito conteúdo em algumas partes da ferramenta, o que poderia levar a uma sobrecarga cognitiva e atrapalhar o aprendizado. Em relação à teoria construtivista, de acordo com os participantes, sua aptidão, interesse e aproveitamento foram positivos para todos os grupos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal motivação desta pesquisa é o fato de a aprendizagem de algoritmos e LP ser um dos maiores desafios de discentes de cursos de informática e afins, em nível técnico e superior. Nesse sentido, buscando amenizar as dificuldades enfrentadas pelos aprendizes, este trabalho apresentou a ferramenta educacional REA-LP, com o objetivo de ampliar as oportunidades de estudo, permitindo seu uso e prática, sem restrições de localização e tempo, estando disponível de forma aberta e sem custos. Alguns dos diferenciais do REA-LP são a presença dos módulos de matemática fundamental e de introdução a lógica, assuntos essenciais para o entendimento e desenvolvimento de algoritmos. Ademais, a ferramenta apresenta seu conteúdo por meio da pseudo-linguagem Portugol, fazendo uso do VisuAlg, uma ferramenta desenvolvida para ambientes acadêmicos e no idioma português, permitindo o foco no desenvolvimento do pensamento algorítmico.

Os resultados mostraram que a grande maioria dos alunos nunca teve contato com um REA antes deste estudo, mostrando que o uso de REA ainda é muito tímido e deve ser mais bem

aproveitado. Todavia, vários estudantes gostaram da ideia de poder acessar um REA para auxiliar seus estudos a qualquer momento, de forma gratuita.

Como trabalhos futuros, deve-se criar um ciclo de avaliação e aprimoramento da qualidade do conteúdo do REA-LP. Deve-se também investir esforços para a utilização do REA-LP, bem como a difusão e compartilhamento da ferramenta para que outras escolas que possuam o ensino técnico em informática, assim como a comunidade em geral, possam usufruir do REA desenvolvido. Outras iniciativas poderão abranger uma avaliação de impacto a longo prazo do REA-LP no desempenho acadêmico dos alunos. Com o objetivo de avaliar o ganho de desempenho proporcionado pelo uso do REA-LP, sugere-se realizar uma pesquisa experimental com a presença de um grupo controle, visando determinar, de forma quantitativa, se o seu uso promoverá um aumento significativo no desempenho dos alunos, e se, possivelmente, será mais efetivo se comparado às aulas tradicionais. Ademais, pode-se realizar uma avaliação de acessibilidade e de usabilidade do recurso, promovendo o uso do design inclusivo.

REFERÊNCIAS

Adamchik, V; Gunawardena, A. (2003). A learning objects approach to teaching programming. In: *Proceedings ITCC 2003. International Conference on Information Technology: Coding and Computing*. IEEE, p. 96-99.

Almeida, E. S. et al. (2002). AMBAP: Um ambiente de apoio ao aprendizado de programação. In: *Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. p. 79-88.

Baldwin, D. et al. (2013). The roles of mathematics in computer science. *Acm Inroads*, v. 4, n. 4, p. 74-80.

Barbosa, L. S. et al. (2011). Takkou: uma ferramenta proposta ao ensino de algoritmos. In: *XVIII Workshop sobre Educação em Computação* (WEI 2011).

Barbosa, E. F; De Moura, D. G. (2013). Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67.

Barcelos, R. et al. (2009). O uso de mobile learning no ensino de algoritmos. *RENOTE*, v. 7, n. 3, p. 327-337.

Bennedsen, J; Caspersen, M. E. (2019). Failure rates in introductory programming: 12 years later. *ACM Inroads*, v. 10, n. 2, p. 30-36.

Bergin, S; Reilly, R. (2005). Programming: factors that influence success. In: *Proceedings of the 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. p. 411-415.

Bezerra, F; Dias, K. (2012). Programação de computadores no ensino fundamental: experiências com Logo e Scratch em escola pública. *Traços*, v. 14, n. 30, p. 9-19.

Bonwell, C. C; Eison, J. A. (1991). Active learning: creating excitement in the classroom. ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.

Boyle, T. (2003). Design principles for authoring dynamic, reusable learning objects. *Australasian Journal of Educational Technology*, v. 19, n. 1, p 46-58.

BRASIL. (2016a). *Medida Provisória MPV 746/2016*. Brasília, 22 set. 2016. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/Mpv/mpv746.htm >. Acesso em: 19 fev. 2022.

BRASIL. (2016b). *Resolução n. 510, de 07 de abril de 2016*. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, Conselho Nacional de Saúde.

BRASIL. (2017). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei nº 13.415/2017, de 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm>. Acesso em: 19 fev. 2022.

Butcher, N. (2015). A basic guide to open educational resources (OER). Commonwealth of Learning (COL).

Byrne, P; Lyons, G. (2001). The effect of student attributes on success in programming. In: *Proceedings of the 6th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. p. 49-52.

Byrne, M. D. et al. (1996). Do algorithm animations aid learning?. Georgia Institute of Technology.

Cacho, C. E. A. (2016). Desenvolvimento e utilização de recursos educacionais abertos para colaborar com ensino de memória virtual. *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo.

Caspersen, M. E; Kolling, M. (2009). STREAM: A first programming process. *ACM Transactions on Computing Education* (TOCE), v. 9, n. 1, p. 1-29.

Costa, F. H. G. D. (2011). Objeto de aprendizagem para o ensino de estruturas de dados. Brasília: [s.n].

De Jesus, A. N. et al. (2007). Objetos de aprendizagem no ensino de lógica de programação. *Revista de Informática Aplicada*, v. 3, n. 2.

Ferrandin, M; Stephani, S. L. (2005). Ferramenta para o ensino de programação via Internet. *Anais SULCOMP*, v. 1.

Gama, C. L. G. (2007). Método de construção de objetos de aprendizagem com aplicação em métodos numéricos. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Paraná.

Gomes, A; Mendes, A. (2014). A teacher's view about introductory programming teaching and learning: difficulties, strategies and motivations. In: *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. IEEE. p. 1-8.

Grabe, M; Grabe, C. (2001). Integrating technology for meaningful learning. Houghton Mifflin Co. Boston.

Grandl, M. et al. (2018). It's in your pocket: a MOOC about programming for kids and the role of OER in teaching and learning contexts. In: *Conference Proceeding Open Educational Global Conference*. p. 14.

Henrique, M. S. et al. (2015). Uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de teorias de aprendizagem em softwares educacionais. *RENOTE*, v. 13, n. 2.

Holanda, W. et al. (2018). Uma intervenção metodológica para auxiliar a aprendizagem de programação introdutória: um estudo experimental. In: *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Computação.

Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. In: *Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences*, p. 53-58.

Júnior, J. C. R. P. et al. (2005). Ensino de algoritmos e programação: uma experiência no nível médio. In: *XIII Workshop de Educação em Computação*. São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

K-12 COMPUTER SCIENCE FRAMEWORK STEERING COMMITTEE et al. (2016). K-12 computer science framework. ACM.

Kenski, V. M. (2003). Aprendizagem mediada pela tecnologia. *Revista Diálogo Educacional*, v. 4, n. 10, p. 1-10.

Koliver, C. et al. (2004). Das (muitas) dúvidas e (poucas) certezas do ensino de algoritmos. In: *XII Workshop de Educação em Computação*.

Kulyk, O. et al. (2007). Human-centered aspects. In: *Human-centered visualization environments*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 13-75.

Lahtinen, E. et al. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *Acm Sigcse Bulletin*, v. 37, n. 3, p. 14-18.

Lin, F. et al. (2019). Open interactive algorithm visualization. In: *2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering* (CCECE). IEEE, p. 1-4.

Löwis, M. et al. (2015). Scaling youth development training in IT using an xMOOC platform. In: *2015 IEEE Frontiers in Education Conference* (FIE). IEEE, p. 1-9.

Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E.; Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, v. 12, n. 1, p. 107-119.

Mayer, R. E; Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*. v. 38, n. 1, p. 43-52.

Medeiros, R. P. (2019). Hello, world: uma análise sobre dificuldades no ensino e na aprendizagem de introdução à programação nas universidades. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Pernambuco.

Medeiros, R. P. et al. (2018). A systematic literature review on teaching and learning introductory programming in higher education. *IEEE Transactions on Education*, v. 62, n. 2, p. 77-90.

Moon, J. et al. (2020). A conceptual framework for teaching computational thinking in personalized OERs. *Smart Learning Environments*, v. 7, n. 1, p. 1-19.

Narasimhamurthy, U; Al Shawkani, K. (2009). Teaching of programming languages: an introduction to dynamic learning objects. In: *2009 International Workshop on Technology for Education*. IEEE, p. 114-115.

Ng, E; Bereiter, C. (1991). Three levels of goal orientation in learning. *Journal of the Learning Sciences*, v. 1, n. 3-4, p. 243-271.

Nobre, I. A. M.; Menezes, C. S. (2002). Suporte à cooperação em um ambiente de aprendizagem para programação (SAmbA). In: *XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* – SBIE 2002. São Leopoldo, p. 337-347.

Ralston, A. (1984). The first course in computer science needs a mathematics corequisite. *Communications of the ACM*, v. 27, n. 10, p. 1002-1005.

Rapkiewicz, C. E. et al. (2006). Estratégias pedagógicas no ensino de algoritmos e programação associadas ao uso de jogos educacionais. *RENOTE*, v. 4, n. 2.

Ribeiro, R. J. et al. (2015). Teorias de aprendizagem em jogos digitais educacionais: um panorama brasileiro. *RENOTE*, v. 13, n. 1.

Saines, G. et al. (2013). Codecombat. Silicon Valley. Disponível em: <https://br.codecombat.com/about>. Acesso em: 01 ago. 2021.

Sancho, J. M; Hernández, F. (2008). *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre: Artmed.

Santiago, A. D.; Kronbauer, A. H. (2017). Um modelo lúdico para o ensino de conceitos de programação de computadores. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 25, n. 3, p. 1-29.

Silberman, M. (1996). *Active learning: 101 strategies to teach any subject*. Prentice-Hall, PO Box 11071, Des Moines, IA 50336-1071. p. 189.

Silva, G; Seabra, R. D. (2018). REA-AED: Recurso educacional aberto para o ensino de algoritmos e estruturas de dados. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, p 1-7.

Silva, J. P. et al. (2020). Turing Project: an open educational game to teach and learn programming logic. In: *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (CISTI). IEEE, p. 1-6.

Silva, P. et al. (2015a). Um mapeamento sistemático sobre iniciativas brasileiras em ambientes de ensino de programação. In: *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, p. 367.

Silva, T. R. et al. (2015b). Ensino aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 1, p. 182-196.

Sloane, K. D; Linn, M. C. (1988). Instructional conditions in Pascal programming classes. In R. E. Mayer (ed), *Teaching and Learning Computer Programming*, Lawrence Erlbaum Associates. pp 207-235.

Soares, T. C. A. P. et al. (2004). Uma proposta metodológica para o aprendizado de algoritmos em grafos via animação não-intrusiva de algoritmos. In: *III Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais* (WEIMIG'2004). Belo Horizonte, p. 1-14.

Staubitz, T. et al. (2017). Towards a repository for open auto-gradable programming exercises. In: *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering* (TALE). IEEE, p. 66-73.

Tobar, C. M. et al. (2001). Uma arquitetura de ambiente colaborativo para o aprendizado de programação. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. p. 367-376.

Torres, E. F; Mazzoni, A. A. (2004). Conteúdos digitais multimídia: o foco na usabilidade e acessibilidade. *Ciência da Informação*, v. 33, n. 2, p. 152-160.

Towey, D; Zhao, K. (2017). Developing an automated coding tutorial OER. In: *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering* (TALE). IEEE, p. 233-238.

Watson, C; Li, F. W. (2014). Failure rates in introductory programming revisited. In: *Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education*. p. 39-44.

Werneburg, S. et al. (2018). ctGameStudio – a game-based learning environment to foster computational thinking. In: *26th International Conference on Computers in Education*, Philippines.

Wilson, B. C; Shrock, S. (2001). Contributing to success in an introductory computer science course: a study of twelve factors. *ACM SIGCSE Bulletin*, v. 33, n. 1, p. 184-188.

Wilson, C. (2014). Hour of code: we can solve the diversity problem in computer science. *ACM Inroads*, v. 5, n. 4, p. 22-22.

Wu, B. et al. (2011). Live programming learning objects on cloud. In: *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE, p. 362-363.

Wu, W. H. et al. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: the perspective of learning theoretical bases. *Computers & Education*, v. 59, n. 4, p. 1153–1161.

Zorzo, A. F. et al. (2017). *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação*. 2017. Disponível Em: https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1165-referenciais-de-formacao-para-cursos-de-graduacao-em-computacao-outubro-2017. Acesso: fev. 2022.