

Desenvolvimento de uma ferramenta para coleta de dados sobre o nível de desenvolvimento cognitivo de estudantes

**Trabalho de Conclusão do Curso
Superior de Tecnologia em Sistemas Para Internet**

**José Vicente T. Rodrigues
Orientadora: Karen Selbach Borges**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
Campus Porto Alegre
Av Cel Vicente, 281, Porto Alegre – RS – Brasil
josehgunner@gmail.com, karen.borges@poa.ifrs.edu.br

***Resumo.** Este artigo apresenta uma ferramenta para aplicação e correção de testes que avaliam o estágio de desenvolvimento cognitivo humano. Esses testes foram criados por François Longeot, os quais são fundamentados nos experimentos de Jean Piaget. Tal proposta faz-se necessária visto que não há uma alternativa que automatize o processo de correção desse tipo de teste de forma a apresentar o diagnóstico. Para tal solução, foram utilizadas tecnologias para o desenvolvimento web como Java, HTML5 e CSS3.*

1. Introdução

Jean Piaget classifica os sujeitos em estágios de desenvolvimento cognitivo, sendo que cada estágio se caracteriza por aquilo que de melhor o indivíduo consegue realizar em cada faixa etária. Todos os indivíduos passam por esses estágios, que estão em desenvolvimento desde o seu nascimento até a idade adulta [Ferracioli, 1999].

Segundo Cantelli, Mantovani e Assis (2005), no nosso país a maioria dos jovens e adultos não frequentam a escola na idade adequada. A pesquisadora realizou um estudo, a nível de estrutura cognitiva, utilizando de provas piagetianas, o qual apontou que dos 77 sujeitos estudados, apenas cinco tinham alcançado o estágio que deveriam atingir. Pesquisas como essa mostram que nem todo sujeito adulto consegue atingir o último estágio de desenvolvimento.

Esse fato pode ter impacto direto no desempenho de alunos de curso superior. Um exemplo é a disciplina de Lógica de Programação, comumente ofertada no primeiro semestre dos cursos da área de Computação e que é uma cadeira fundamental para a continuidade do curso. Nela, o aluno utiliza do pensamento lógico para a resolução de problemas por meio da elaboração de algoritmos. Devido às dificuldades apresentadas nessa disciplina muitos alunos acabam enfrentando problemas com as demais disciplinas do curso, refletindo nos índices de evasão e retenção. Um projeto de pesquisa do IFRS tem como objetivo encontrar a relação entre o desempenho dos estudantes e o estágio operatório no qual ele se encontra.

Para isso, estão sendo realizados, com os alunos do primeiro semestre, testes operatórios. Inicialmente esses testes eram no formato lápis e papel. Devido ao custo com impressão e também ao tempo de avaliação dos testes, os mesmos foram adaptados para formato digital utilizando a ferramenta Google Forms¹. Ainda assim, a avaliação das questões que exigem que o aluno digite combinações de grupos de caracteres demanda uma correção manual, suscetível a erros e, conseqüentemente, resultados incorretos no teste da lógica combinatória.

Diversas ferramentas para a elaboração de provas, formulários *online* e aplicações que tem como objetivo a automação da atividade de aplicação e correção de testes foram investigadas. Assim como o Google Forms, o Moodle² possui um sistema de aplicação de provas que automatiza a correção de questões de múltipla escolha e escolha simples e também, o criador de questões dissertativas configura a resposta padrão (quanto mais complexa, menor a precisão de correção). Outra ferramenta é o Blackboard Learn³ que é utilizado principalmente pela rede privada de ensino. Possui funcionalidade de alimentar um banco de perguntas para posteriormente aplicar testes. No modo Ultra do Blackboard Learn, os tipos de questões suportadas são: Dissertativa, Múltipla-escolha, Resposta Múltipla e Verdadeiro ou Falso. O SurveyMonkey⁴ possibilita a criação de diversos formulários, porém não atende a necessidade de corrigir questões que envolvem respostas textuais e análise da resposta recebida. Outro contraponto é a versão gratuita do sistema possuir a limitação de 10 perguntas e 40 respostas por questionário.

Nenhuma dessas ferramentas demonstrou funcionalidades que fossem capazes de resolver o problema da correção das questões cujas respostas eram combinações de grupos de caracteres digitados pelos alunos. Sendo assim, tornou-se necessário desenvolver um sistema para a aplicação e correção dos testes. Espera-se, assim, contribuir com a automação do processo de reconhecimento do estágio operatório dos alunos.

Na próxima seção serão analisados os estudos de Piaget e as pesquisas de Longeot. Após, é apresentada a solução desenvolvida através da descrição das principais funcionalidades do sistema, bem como das tecnologias utilizadas. Na seção 4 são tecidas as considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

Essa seção irá tratar de forma mais aprofundada sobre a pesquisa de Jean Piaget, definindo assimilação e acomodação e explicando o estágio de desenvolvimento cognitivo - O que é? Como ele se desenvolve durante a vida? Qual a relevância do desenvolvimento pleno dessa capacidade? Também vai definir o que são os testes operatórios coletivos de François Longeot - Como foram desenvolvidos? O que avaliam? Como são aplicados?

¹ Site do Google Forms <<https://docs.google.com/forms/u/0/>>

² Site do Moodle <<https://moodle.org/>>

³ Site do Blackboard Learn <<https://www.blackboard.com/>>

⁴ Site do SurveyMonkey <<https://pt.surveymonkey.com/>>

Para Piaget, há dois processos que contribuem na aquisição de conhecimento: Assimilação e Acomodação. A assimilação ocorre quando o indivíduo utiliza de uma experiência preexistente para compreender a realidade. Já a acomodação, se define pela mudança na estrutura cognitiva implicada pela assimilação. Ambos processos acompanham os seres humanos ao longo da vida [Hummel, 2003].

2.1 Estágios de desenvolvimento cognitivo

São esquemas organizados de forma hierárquica, do mais básico ao mais complexo, que evoluem incrementalmente. Ou seja, o estágio posterior irá depender de uma base cognitiva previamente desenvolvida. Representam a capacidade de compreensão de um sujeito baseado nas suas atuais estruturas mentais. Indivíduos na mesma faixa etária, normalmente, apresentam o mesmo estágio. Importante destacar que a maturidade é apenas um dos fatores do desenvolvimento humano, contribuindo para tanto, também, a interação com o mundo concreto (experiências), a interação social e os processos autorregulatórios.

2.1.2 Classificações

Piaget define quatro estágios cognitivos pelos quais todo sujeito deve passar ou atingir: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal [Teixeira, 2015].

Sensório-Motor: Apresentado por bebês até, aproximadamente, os 7 meses de idade. Durante esse estágio, o indivíduo não possui o senso de permanência de objeto, pois a memória ainda está em desenvolvimento. A interação com o mundo se dá por meio de atividades sensoriais e motoras. Algumas representações mentais são desenvolvidas ao final desse estágio.

Pré-operatório: Compreende desde os 18 meses até os 6 ou 7 anos de idade. Desenvolvimento das representações adquiridas no fim do sensório-motor. Esse estágio é marcado principalmente pelo uso de símbolos, linguagem madura, memória e imaginação, abrindo espaço para o desenvolvimento consequente do pensamento lógico.

Operatório Concreto: Fase que antecede a pré-adolescência. A inteligência é demonstrada por meio de sistemas de manipulação lógicos, utilizando símbolos ou objetos concretos. Diferente do estágio anterior, o indivíduo consegue não só conservar a memória de objetos, mas também, atribuir características, as quais é capaz de utilizar ao operar logicamente com outras instâncias.

Operatório Formal: Dos 11 ou 12 anos em diante, o sujeito demonstra a capacidade de usar a lógica e compreender conceitos abstratos. Divergindo das competências do estágio precedente, agora pode trabalhar com atributos sem forma concreta ou física. Passa a ter o controle analítico sobre possibilidades, sendo capaz de realizar operações envolvendo combinatórias.

Para determinar o nível de desenvolvimento cognitivo de um sujeito, Piaget desenvolveu uma série de provas que eram aplicadas utilizando o Método Clínico.

"Esse baseia-se num interrogatório maleável e adaptado a cada criança e enriquecido de uma dimensão experimental" (Reis, 1994). Apesar das vantagens deste método (flexibilidade e possibilidade de análise qualitativa dos processos de desenvolvimento cognitivo) a dificuldade de aplicá-lo de forma sistematizada, sem qualquer possibilidade de interferência do experimentador, a um número maior de sujeitos, levou alguns pesquisadores a buscar por métodos alternativos" [Borges, Castilho, Fagundes, 2018]

Um desses pesquisadores foi Françoise Longeot, que desenvolveu um conjunto de testes do tipo lápis e papel que avalia o uso da lógica e situa o sujeito em um dos níveis da Escala de Desenvolvimento do Pensamento Lógico (EDPL). Essa escala vai do nível concreto ao formal e os valores intermediários são diferentes para cada teste, como será explicado a seguir.

2.2 Testes operatórios coletivos (TOC)

Para avaliar o nível cognitivo do sujeito, François Longeot desenvolveu seis testes do tipo lápis-e-papel. Dentre eles, três testes serão usados como objeto desse trabalho: Teste de Operações Formais Combinatórias, Teste de Operações Formais de Proporções e Probabilidades e Teste de Operações Formais de Lógica das Proposições [Andrade, 1984].

2.2.1 Teste de Operações Formais Combinatórias (TOFC)

Composto por sete questões baseadas nos três tipos de operações combinatórias dos experimentos de Piaget, relacionados à ideia de acaso. Nesse teste, o indivíduo trabalha combinando elementos na tentativa de descobrir todas as possibilidades de pares possíveis entre eles, através de permutações, para saber a ordem que distribuirá os elementos, e arranjos, para combinar os pares lógicos com suas permutações. A classificação do TOFC é gerada a partir da quantidade de questões respondidas corretamente: de 0 a 3 pontos é concreto, de 4 a 5 pontos é formal A e de 6 a 7 pontos é formal B. A Figura 1 ilustra a equivalência das classificações de Longeot, nessa categoria, com os níveis propostos por Piaget..

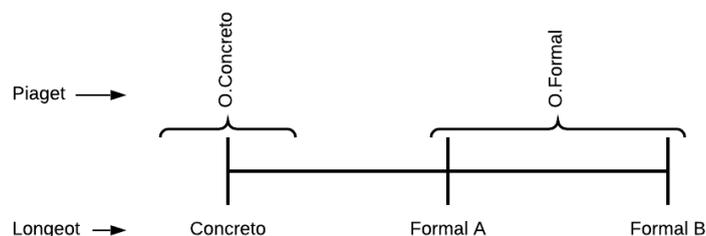


Figura 1. EDPL do TOFC e a equivalência aos níveis de Piaget.

2.2.2 Teste de Operações Formais de Proporções e Probabilidades (TOFP)

Possui nove questões relacionadas a prova de quantificação e probabilidades proposta nos estudos de Piaget. Nesse contexto, o sujeito deve utilizar de cálculos mentais para ponderar as propriedades de elementos a ele dispostos. A classificação do TOFP é gerada a partir da quantidade de questões respondidas corretamente: de 0 a 3 pontos é concreto, de 4 a 5 pontos é pré-formal e de 6 a 9 pontos é formal. A Figura 2 ilustra a equivalência das classificações de Longeot, nessa categoria, com os níveis propostos por Piaget.

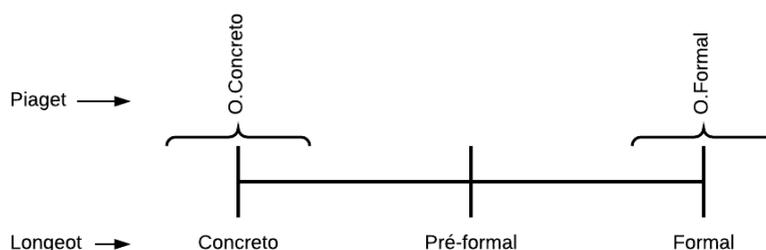


Figura 2. EDPL do TOFP e a equivalência aos níveis de Piaget.

2.2.3 Teste de Operações Formais de Lógica das Proposições (TOFLP)

Compreende onze itens de lógica proposicional. Há uma parte onde o indivíduo trabalha com relações assimétricas por meio de transitividade e reciprocidade, e outra utilizando implicação, disjunção e conjunção sobre enunciado. A classificação do TOFLP é gerada a partir da quantidade de questões respondidas corretamente: de 0 a 5 pontos é concreto superior, de 6 a 8 pontos é formal A e de 9 a 11 pontos é formal B. A Figura 3 ilustra a equivalência das classificações de Longeot, nessa categoria, com os níveis propostos por Piaget.

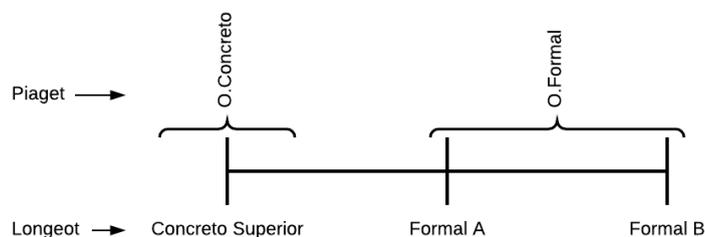


Figura 3. EDPL do TOFLP e a equivalência aos níveis de Piaget.

3. Descrição do Sistema

Foi desenvolvido um sistema para a plataforma web que automatiza a aplicação e correção dos testes operatórios coletivos de François Longeot. Nas subseções seguintes serão apresentadas as tecnologias utilizadas, as funcionalidades do sistema, incluindo explicações sobre como os testes são corrigidos e pontuados, e demais requisitos de implementação do sistema.

3.1 Aspectos Técnicos da Implementação

Para a implementação, foi utilizada a linguagem de programação Java, com apoio do *framework* Spring Boot para o desenvolvimento do *backend*. Esse *framework* auxiliou na facilidade de iniciar o projeto, de forma que, trouxe velocidade, gerenciando os arquivos de configuração e utilizando suas ferramentas como o Spring Data e Spring Security para mapeamento de classes Java para um banco de dados através da JPA (*Java Persistence Api*). A segurança da autenticação de operações específicas de cada tipo de usuário foi garantida graças a utilização do JSON Web Token (JWT). O banco de dados utilizado foi o PostgreSQL por ser gratuito, robusto e de fácil gerenciamento.

No *frontend* foi utilizada a biblioteca ReactJS, do javascript, por ser uma tecnologia bem consolidada e utilizada no mercado. Além disso, foram aplicadas tecnologias para criar páginas web como HTML5 e CSS3, respeitando os padrões web, levando em conta os conceitos de *web design*.

A estrutura básica de classes do sistema é apresentada na Figura 4

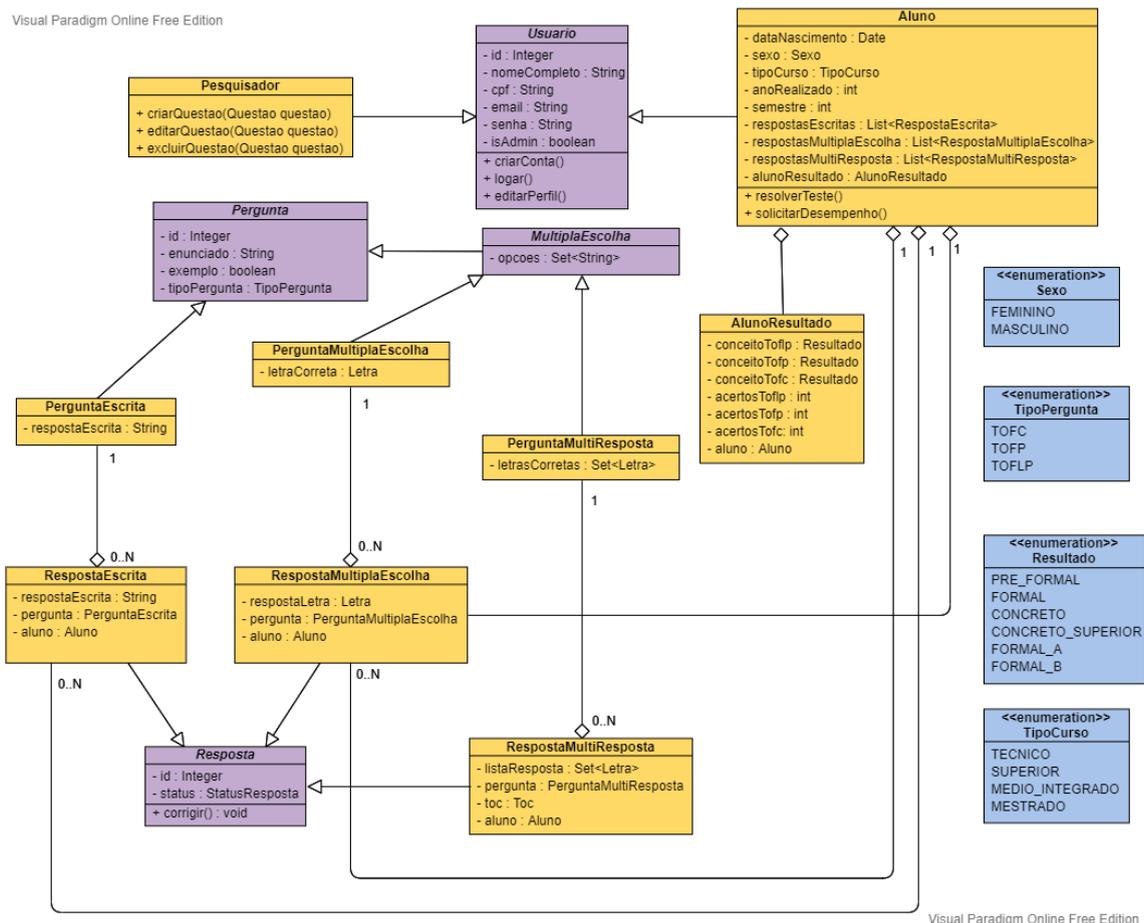


Figura 4. Modelo de Classes do Sistema Desenvolvido.

Através da Figura 4 é possível observar que Pesquisador e Aluno possuem atributos em comum que são herdados da classe mais genérica, Usuario. O aluno está relacionado à classe Resposta, que está relacionada à uma Pergunta, que é de um dos tipos: TOFLP, TOFP ou TOFC.

3.2 Funcionalidades:

As principais funcionalidades do sistema são apresentadas no diagrama de caso de uso, da Figura 5.

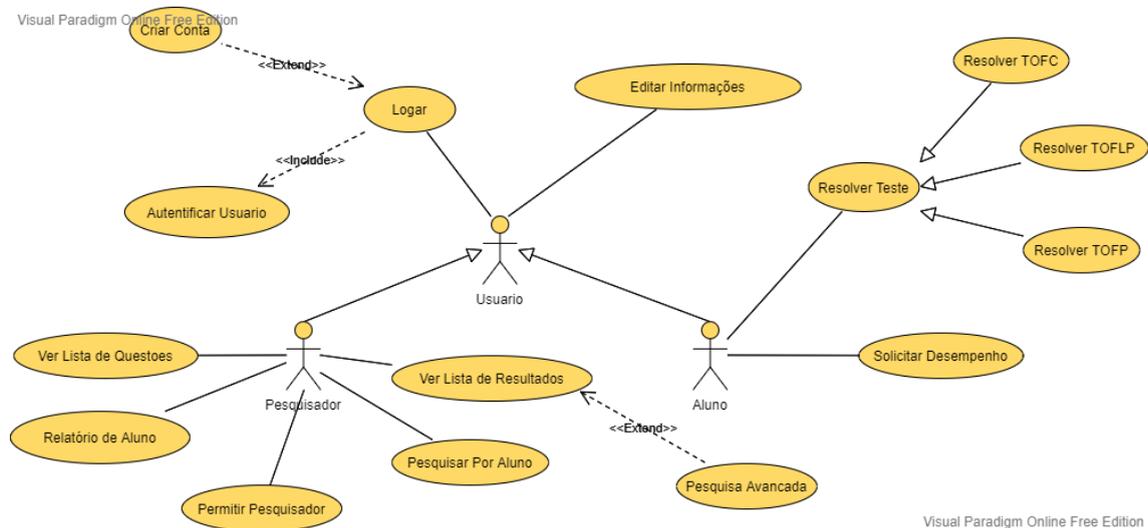


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso.

Como pode-se observar no diagrama acima, o sistema será utilizado por dois tipos de usuários:

Usuário do tipo Aluno: deve se cadastrar no momento do primeiro acesso, informando nome, cpf, email, data de nascimento, sexo, curso em que está matriculado e senha para autenticação. Essas informações podem ser alteradas e, caso o aluno esqueça a sua senha, a interface de autenticação no sistema irá permitir que a senha seja recuperada através do email cadastrado pelo aluno.

Depois de autenticado, o aluno terá acesso aos três testes, conforme imagem da Figura 6.

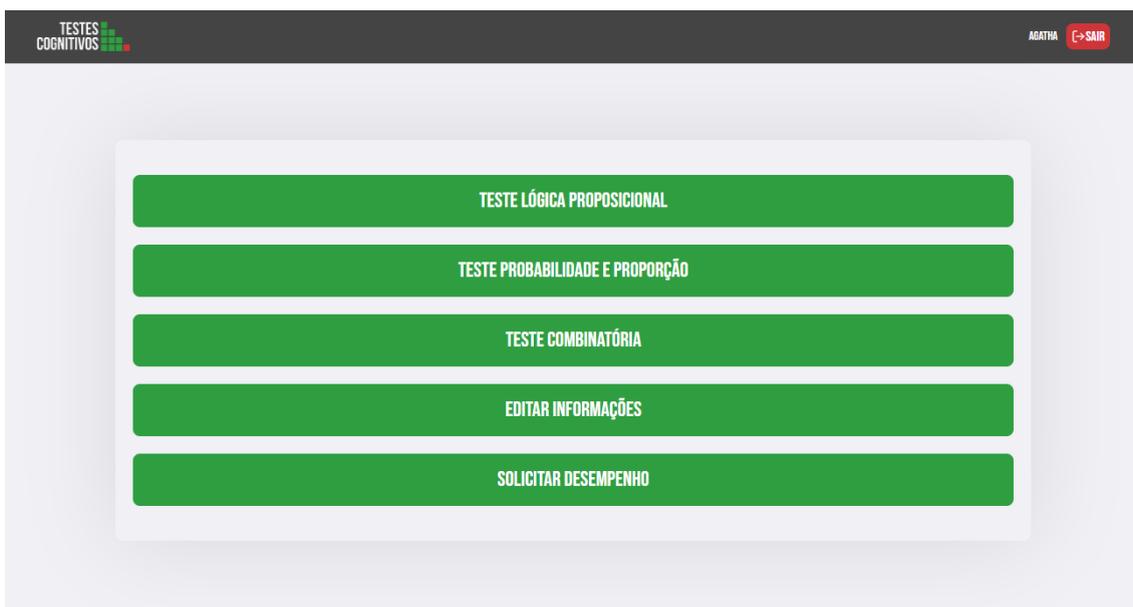


Figura 6. Dashboard do aluno.

Os testes seguem o padrão de interface apresentado nas Figuras 7, 8 e 9 que ilustram, respectivamente, questões com resposta única, de múltipla escolha e resposta textual.

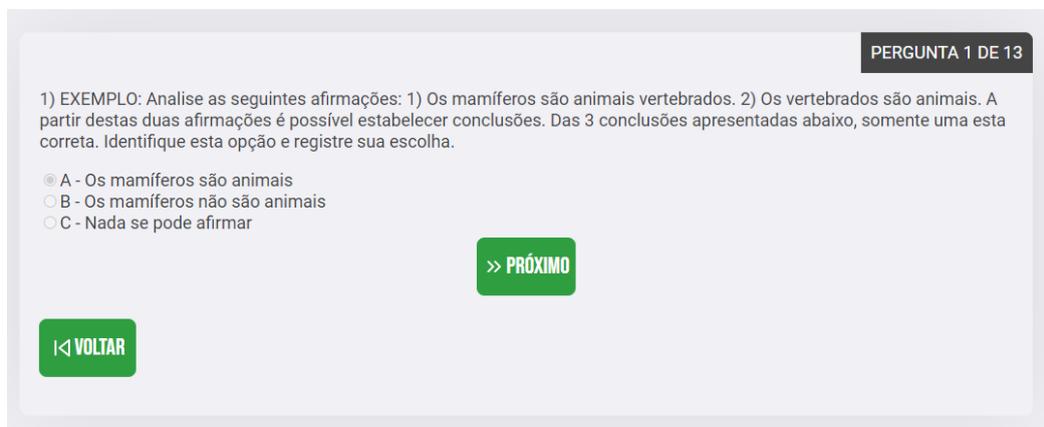


Figura 7. Exemplo de pergunta com resposta única.

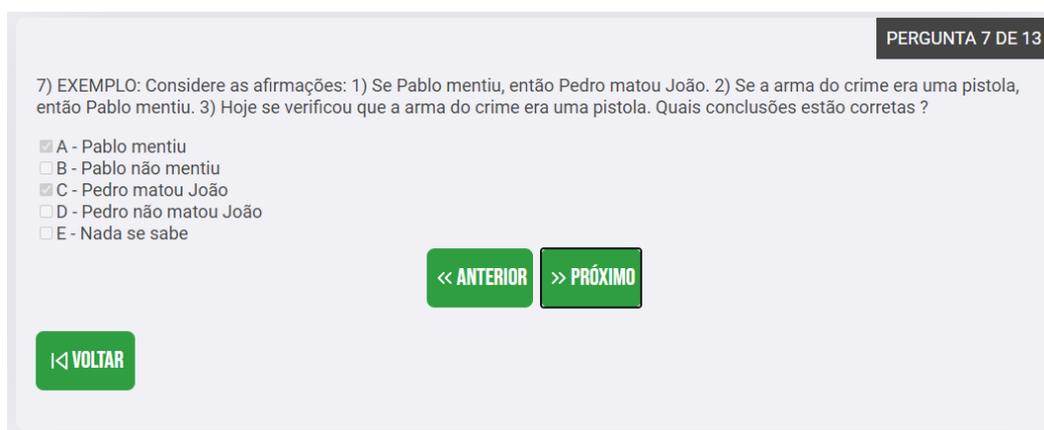


Figura 8. Exemplo de pergunta com resposta múltipla escolha.

PERGUNTA 1 DE 8

1) Exemplo: O BAILE - Depois de um almoço em família, as pessoas decidiram dançar. Há três homens (Alberto, Bernardo e Carlos) e três mulheres (Luisa, Mônica e Nelly). Quais são os pares (homem-mulher) possíveis de serem formados nesta festa improvisada? Escreva os pares, indicando a primeira letra de cada bailarino. Por exemplo: A-L, que se referem a Alberto e Luisa.

AL, BL, CL, AM, BM, CM, AN, BN, CN

>> PRÓXIMO

<< VOLTAR

Figura 9. Exemplo de pergunta com resposta textual.

A realização dos testes pode ser interrompida sem perda de dados. No próximo acesso do aluno, o mesmo poderá continuar a responder às questões.

Usuário do tipo Pesquisador: terá acesso a lista de questões, onde é capaz de consultar o identificador, enunciado e resposta esperada em cada questão (Figura 10). Também poderá buscar alunos através de nome ou cpf (Figura 11).

ID PERGUNTA	ENUNCIADO	RESPOSTA
9	EXEMPLO: Analise as seguintes afirmações: 1) Os mamíferos são animais vertebrados. 2) Os vertebrados são animais. A partir destas duas afirmações é possível estabelecer conclusões. Das 3 conclusões apresentadas abaixo, somente uma esta correta. Identifique esta opção e registre sua escolha.	
10	Analise as seguintes afirmações: 1) Armando é mais ágil do que Bernardo. 2) Bernardo é mais ágil do que Daniel. Qual conclusão está correta ?	
11	Analise as seguintes afirmações: 1) Dos cogumelos saem fiapos. 2) Os fiapos são venenosos. Qual conclusão está correta ?	■
12	Analise as seguintes afirmações: 1) Em um jardim se plantam flores. 2) Neste jardim existem 30 rosas e 5 margaridas. Qual conclusão está correta ?	■
13	Analise as seguintes afirmações: 1) Jorge canta melhor do que Maria. 2) Maria canta melhor do que Alberto. Qual conclusão está correta ?	
14	Analise as seguintes afirmações: 1) Marcos é menos valente do que José. 2) José é menos valente do que	

Figura 10. Tela de perguntas.

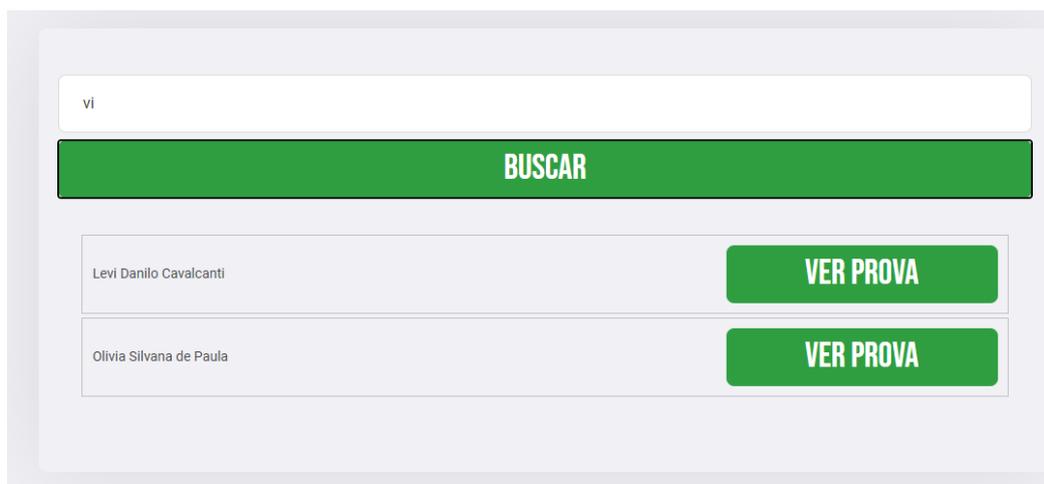


Figura 11. Tela de busca de aluno.

A Figura 12 ilustra os resultados dos alunos que podem ser consultados em uma tabela, funcionalidade conhecida como relatórios de resultados. Esses resultados são calculados baseados nas classificações do Longeot e na pontuação por teste, representados no Quadro 1. O pesquisador pode solicitar a visualização dos resultados através de relatórios específicos, como, por exemplo, o relatório que apresenta todas as pessoas que com um determinado resultado no conjunto de testes X ou o relatório que apresenta resultados num intervalo de tempo.

NOME DO ALUNO	TOFLP	TOFC	TOFP	ACERTOS TOFLP	ACERTOS TOFC	ACERTOS TOFP	REALIZADO EM
Luciana Elisa Silva	Concreto Superior	Concreto	Concreto	3	3	0	05/04/2021
Kevin José Novaes	Formal A	Concreto	Concreto	6	0	0	05/04/2021
Louise Luana Vanessa Dias	Concreto Superior	Concreto	Concreto	2	0	0	05/04/2021
Agatha Lorena Barbosa	Concreto Superior	Concreto	Concreto	2	1	2	05/04/2021

Figura 12. Tabela de resultados.

Ao clicar em uma linha da tabela, na figura 12, é possível ver o relatório detalhado do aluno (Figura 13).

Aluno: Kevin José Novaes

Data de realização: 05/04/2021

TOFLP

PERGUNTA	RESPOSTA	CORREÇÃO
Analise as seguintes afirmações: 1) Armando é mais ágil do que Bernardo. 2) Bernardo é mais ágil do que Daniel. Qual conclusão está correta ?	■	acerto
Analise as seguintes afirmações: 1) Dos cogumelos saem fiapos. 2) Os fiapos são venenosos. Qual conclusão está correta ?	■	acerto
Analise as seguintes afirmações: 1) Em um jardim se plantam flores. 2) Neste jardim existem 30 rosas e 5 margaridas. Qual conclusão está correta ?	■	acerto
Analise as seguintes afirmações: 1) Jorge canta melhor do que Maria. 2) Maria canta melhor do que Alberto. Qual conclusão está correta ?	■	acerto
Considere as afirmações: 1) Se o vigia era cúmplice, então a porta da casa estava aberta e o ladrão entrou pelo sótão. 2) Se o roubo aconteceu a meia-noite, então o vigia era cúmplice. 3) Foi possível provar que a porta da casa não estava aberta e que o ladrão não entrou pelo porão. Quais conclusões estão corretas ?	■	erro

Figura 13. Relatório do aluno, contendo o desempenho detalhado.

O desempenho dos alunos é determinado a partir da pontuação gerada ao final da avaliação das respostas, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Resultado dos testes operatórios quanto ao número de acertos

TOFC	TOFP	TOFLP
0 a 3 pontos - Concreto	0 a 3 pontos - Concreto	0 a 5 pontos - Concreto
4 a 5 pontos - Formal A	4 a 5 pontos - Pré-formal	6 a 8 pontos - Formal A
6 a 7 pontos - Formal B	6 a 9 pontos - Formal	9 a 11 pontos - formal B

Essa avaliação é feita dependendo da forma como as respostas são informadas. Essas podem ser:

- Respostas Textuais: é realizada a comparação do texto esperado com o que foi digitado na resposta informada pelo aluno. Quando a resposta escrita é de forma combinatória, o sistema valida o tamanho (para ver se corresponde ao tamanho da faixa de respostas combinatórias) e a partir disso toma a decisão de agrupar em pares ou em quarteto cada elemento das permutações. O sistema monta os conjuntos e faz o mesmo com a resposta do usuário, agrupando os elementos. Após é feita uma comparação se todos os conjuntos esperados estão contidos na resposta do aluno.
- Respostas de Escolha Única: é feita uma comparação para saber se aluno informou a letra correspondente a opção correta.

- Respostas de Múltipla Escolha: é feita uma comparação para saber se aluno informou as letras correspondentes às opções corretas.

Além das funcionalidades acima descritas, foram definidos alguns requisitos não-funcionais, a saber:

- Interface acessível a deficientes visuais: As imagens e botões possuem texto para que o navegador interprete-as, facilitando a experiência de pessoas com problemas visuais.
- Boa usabilidade: o feedback sobre as ações no sistema é garantido através de *toasts* (mensagens rápidas que surgem na tela e desaparecem após um curto período de tempo).
- Privacidade: a senha de autenticação, no momento da criação da conta, é criptografada e salva. Dessa forma, espera-se garantir que as credenciais do usuário não possam ser expostas por quem tenha acesso ao banco de dados.
- Facilidade de Manutenção do Sistema: o sistema busca atender ao desenvolvimento chamado *clean code*, o qual recomenda uma série de características que devem ser levadas em consideração durante a escrita do código. Variáveis, atributos, métodos com nomes autoexplicativos maior que comentários dispersos e complexos. Foi levado em conta a “quebra” de grandes funcionalidades em partes menores, cada uma com a sua responsabilidade.

4. Considerações Finais

Esse trabalho faz parte do projeto intitulado “Um estudo sobre a evasão nos cursos técnicos e tecnológicos a partir do desempenho operatório dos estudantes”, que vem sendo desenvolvido desde 2016, pelo Laboratório de Estudos Cognitivos Apoiados por Computação (LECC), o qual é coordenado pela professora Karen Selbach Borges, e tem como objetivo investigar a possível relação entre o desempenho dos alunos ingressantes da cadeira de Lógica de Programação e o nível cognitivo dos mesmos.

Espera-se com esse trabalho agilizar o processo de aplicação e correção, automatizando a geração do conceito do respondente. Além disso, os dados coletados fornecerão uma base para mineração a ser realizada através do sistema desenvolvido em outro Trabalho de Conclusão de Curso, realizado em 2019, intitulado Machine Learning como ferramenta de auxílio na predição de rendimento de alunos do curso de Sistemas para Internet (Pezzoli, 2019).

Como continuidade desse sistema, sugerimos a implementação de uma funcionalidade que permita o bloqueio completo de um teste, caso o aluno tenha respondido todas as questões. Esse bloqueio será com o intuito de não permitir que o aluno, posteriormente, modifique as questões, o que poderia comprometer o conjunto de dados coletados. Outra funcionalidade desejada é exportar os dados da tabela de resultados para o formato csv, assim esses dados podem ser importados em uma ferramenta para geração de métricas, como, por exemplo, uma planilha Excel.

Referências

- ANDRADE, Antonio. **Psicologia do Desenvolvimento**. p. 21. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/abp/article/view/19001/17735>. Acesso em: Out de 2019.
- BORGES, K. S.; CASTILHO, M. I.; FAGUNDES, L. C. **Avaliação dos Níveis de Desenvolvimento Cognitivo de Estudantes de Segundo Grau da Rede Pública de Ensino**. In: ticEduca 2018 - V Congresso Internacional TIC e Educação, 2018, Lisboa. Atas do V Congresso Internacional das TICs na Educação. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2018. p. 635-646. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328809165_AVALIACAO_DOS_NIVEIS_DE_DESENVOLVIMENTO_COGNITIVO_DE_ESTUDANTES_DE_SEGUNDO_GRAU_DA_REDE_PUBLICA_DE_ENSINO. Acesso em: Out de 2019.
- CANTELLI, V. C. B.; BORGES, R. R.; ASSIS, O. Z. M. DE. **Avaliação do Desenvolvimento Intelectual de Alunos da Educação de Jovens e Adultos Brasileiros Numa Perspectiva Piagetiana**. VIII Congresso GalaicoPortuguês de Psicopedagogia. **Anais...**Centro de Investigação em Educação (CIEd). Instituto Educação e Psicologia. Universidade Minho, 2005. Disponível em: <http://www.educacion.udc.es/grupos/gipdae/documentos/congreso/viiiicongreso/pdfs/96.pdf>. Acesso em: Fev de 2021.
- FERRACIOLI, Laércio. **Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget**. 1999. v. 16, n. 2, p. 15. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6808/6292>. Acesso em: Out de 2019.
- HUITT, W., HUMMEL, J. **Piaget's Theory of Cognitive Development**. p. 5. Disponível em: https://intranet.newriver.edu/images/stories/library/stennett_psychology_articles/Piagets%20Theory%20of%20Cognitive%20Development.pdf. Acesso em: Out de 2019.
- PEZZOLI, A. C. **Machine Learning como ferramenta de auxílio na predição de rendimento de alunos do curso de Sistemas para Internet. Trabalho de Conclusão de Curso**. Tecnologias em Sistemas para Internet. IFRS. Porto Alegre, 2019.
- TEIXEIRA, Hélio. **Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget**. Hélio Teixeira, 2015. Disponível em: <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-do-desenvolvimento-cognitivo-de-jean-piaget/>. Acesso em: Out de 2019.