

SysEnade - Análise das questões de provas do Enade organizadas pelos temas abordados

**Priscila da Silva Neves Lima¹, Ana Paula Ambrósio¹,
Igor Moreira Félix¹, Jacques Duilio Brancher²**

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás – Brasil

²Departamento de Computação – Universidade Estadual de Londrina
Londrina – Paraná – Brazil

{prisciladasilva, apaula, igormoreira}@inf.ufg.br, jacques@uel.br

Abstract. *This article aims to presents a methodology for classification and analysis of National Assessment of Student Achievement (ENADE) exams by themes within the domain knowledge of the test. Exam questions are automatically classified using dictionaries that represent these themes. The mechanism then separates the student's results by theme, obtaining a grade for each theme, and generates reports that provide a better understanding of the structure of the exam and the student's outcome. A prototype has been implemented and tested with Enade Computer Science exams. The results showed the methodology allows to identify areas where students excel, and how the exam reflects the structure of the course.*

Resumo. *Este artigo tem por objetivo apresentar uma metodologia para a classificação e análise de questões do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) de acordo com a área do conhecimento. As questões do exame são classificadas automaticamente utilizando-se dicionários. O mecanismo apresentado neste trabalho agrupa os resultados dos estudantes por temas, gerando relatórios que fornecem uma melhor compreensão da estrutura do exame e do próprio desempenho dos alunos, possibilitando a observação individual de cada assunto abordado no exame. Um protótipo foi implementado e validado com dados do Enade do curso de Ciência da Computação. Os resultados mostraram que a metodologia permite identificar áreas onde os estudantes se saem melhor ou pior, e como o exame reflete a estrutura do curso.*

1. Introdução

No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é a entidade responsável por promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o sistema educacional em todos os níveis de formação [Fonseca e Namen 2016]. No Ensino Superior, são 3 os indicadores de qualidade fornecidos pelo INEP: Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição (EGC), que avalia a qualidade das instituições de educação superior; Conceito Preliminar de Curso (CPC), que avalia a qualidade dos cursos superiores; e o Conceito do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), que avalia o desempenho dos estudantes a partir dos resultados obtidos na aplicação de um exame [INEP 2017b].

O Enade tem por objetivo contribuir para a melhoria da qualidade dos níveis de escolaridade. É utilizado tanto para o desenvolvimento de políticas públicas da educação, quanto para garantir maior transparência dos dados sobre a qualidade da educação superior à sociedade [INEP 2017a]. Os dados coletados podem ser utilizados para subsidiar tomadas de decisão a todos os envolvidos no processo de ensino: aluno, docente, curso, instituição, governo e sociedade. Estes dados permitem ainda a elaboração de análises envolvendo diferentes perspectivas do Enade, sendo que as mais comuns englobam os resultados do exame e as informações do questionário socioeconômico.

Análises de conteúdo das questões nem sempre são exploradas na avaliação oficial, dadas as diferenças existentes entre as áreas de conhecimento, e a dificuldade em padronizar uma metodologia aplicável a todas os cursos. Eventualmente, análises de conteúdo pontuais são produzidas por pesquisadores interessados no aprimoramento de seus projetos pedagógicos [Costa e Martins 2014] ou de formação de professores [De Lara 2007] [Novossate 2010] [Schwengber 2013], mas não fazem parte de uma estatística do oficial INEP.

Analisar o conteúdo das questões de uma avaliação, permite uma melhor compreensão da estrutura do exame e uma visualização do conteúdo considerados relevante pelas organizações de avaliação. Esses dados permitem ainda aprimorar o exame educacional e oferece ao mercado uma visão mais clara do profissional que recebem. Do ponto de vista das instituições de ensino, estas podem analisar e adaptar seus currículos, além de identificar domínios em que seus alunos se destacam ou são deficientes.

No sentido de contribuir para uma análise mais abrangente do Enade, que leve em consideração o conteúdo das questões específicas das áreas de ensino, esta pesquisa propõe a definição de um protótipo, que permita classificar automaticamente as questões do exame em relação às áreas do conhecimento representadas nas provas. Um estudo de caso foi realizado com os dados do Enade do curso de Ciência da Computação. O processo adotado neste trabalho pode ser adaptado para outras provas, como o Enem, Prova Brasil ou o PISA.

Além desta introdução, o artigo está organizado em outras cinco (5) seções. Inicialmente é apresentada uma seção sobre o Enade. Em seguida, a metodologia para a análise do conteúdo por tema é discutida. Posteriormente, o *SysEnade* é apresentado por meio de um modelo de domínio e de sua implementação. Por fim, é realizada a análise de dados do curso de Ciência da Computação e são apresentados os resultados obtidos.

2. Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes - Enade

O Enade tem o objetivo de avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos; suas habilidades e competências para compreender temas exteriores ao âmbito específico da profissão escolhida [INEP 2008]. É subdividido em três anos, sendo que cada ano é composto por um conjunto de áreas de ensino. O ano I abrange as áreas da Saúde, Ciências Agrárias e afins. O ano II é formado pelas áreas de Ciências Exatas, Licenciaturas e afins. O ano III é composto pelas áreas de Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e áreas afins. Após todos os anos serem avaliados, o exame volta novamente a avaliar as áreas relacionadas ao ano I, seguindo posteriormente para os demais anos, formando assim um ciclo, onde cada conjunto de áreas é avaliado em um intervalo de três anos [INEP 2017c].

O Enade é estruturado a partir de quatro (4) instrumentos básicos: a prova, composta de questões objetivas e discursivas, divididas em duas partes (formação geral e componente específico) o questionário de impressões dos estudantes sobre a prova; o questionário do estudante, que tem a função de compor o perfil socioeconômico dos avaliados; e o questionário do coordenador do curso, que permitem caracterizar o perfil tanto dos gestores quanto dos projetos formativos.

A formação geral compõe a primeira parte da prova e apresenta-se como componente comum às diferentes áreas, investigando competências referentes ao conhecimento geral. Enquanto o componente específico encontra-se na segunda parte do exame, o qual contempla as especificidades de cada área, tanto no domínio dos conhecimentos quanto nas habilidades esperadas para o perfil profissional. Este componente específico é definido pelas diretrizes e matrizes elaboradas pela comissão assessora de avaliação da área e pela comissão assessora de avaliação de formação geral do Enade. Estas matrizes compreendem conteúdo similar ao apresentado pelas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação.

A estrutura da prova é a mesma para todos os cursos, composta por 40 questões: 10 questões de formação geral (sendo 2 discursivas) e 30 questões do componente específico (sendo 3 discursivas). A pontuação final do aluno é a média ponderada obtida em cada parte, com 25% para a formação geral e 75% para o componente específico [Santos et al. 2017]. No entanto, o cálculo das notas também considera a natureza da questão, atribuindo pesos diferentes às questões objetivas e discursivas. A Tabela 1 detalha os pesos das questões em cada componente.

Tabela 1. Distribuição das questões e pesos no Enade

Componentes	Número de questões	Peso das questões	Peso dos componentes
Formação Geral: Discursiva	2	40%	25%
Formação Geral: Objetiva	8	60%	
Componente Específico: Discursiva	3	15%	75%
Componente Específico: Objetiva	27	85%	

A primeira versão do exame foi realizada em todo o país em 6 de novembro de 2005, com a avaliação de 20 áreas do conhecimento [INEP 2008]. A área de Computação foi avaliada nos anos de 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017 (sendo que para o ano de 2017, na data de escrita deste artigo, os dados não estão disponíveis). Nas versões de 2005 e 2008, o Enade incluiu grupos de estudantes dos cursos de Sistema de Informação, Ciência da Computação e Engenharia da Computação. Esses alunos foram selecionados por amostragem, encontrando-se em diferentes momentos de curso: um grupo, considerado ingressante, cursava o final do primeiro ano; enquanto um outro grupo, considerado concluinte, frequentava o último ano do curso. Ambos grupos foram submetidos à mesma prova.

Na versão de 2011, os estudantes da área de Computação que realizaram a prova, pertenciam aos cursos de Licenciatura em Computação, Ciência da Computação, Engenharia da Computação e Sistemas de Informação. Em 2014, houve o desmembramento da

área de Computação e para cada curso foi elaborada uma prova específica diferente. Em 2011 e 2014, apenas alunos concluintes foram convocados para a realização das provas.

3. Metodologia

A metodologia proposta neste estudo é dividida em três etapas principais: (i) Identificação/Catálogo; (ii) Agrupamento dos dados por Tema; (iii) Análises. Sendo cada etapa subdividida em três atividades cada (Figura 1).

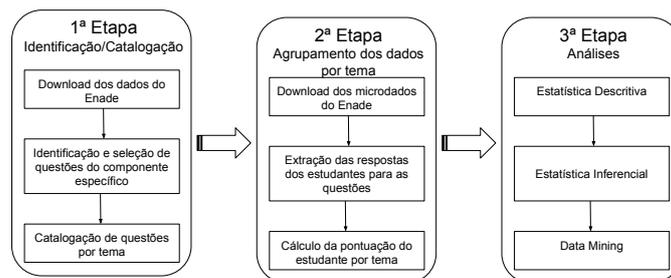


Figura 1. Etapas da metodologia

A 1ª Etapa - Identificação/Catálogo, consiste em identificar as questões do exame que serão analisadas, classificando-as em temas previamente definidos. Isto significa extrair a redação de cada questão do exame (incluindo as alternativas das questões de múltipla escolha) e identificar como são avaliadas e seu peso na nota final do exame. Cada questão deve ser classificada em um dos temas predefinidos. Para o curso de Ciência da Computação, foram selecionadas as provas e os relatórios de 2005, 2008, 2011 e 2014, fornecidos pelo INEP¹.

O relatório contém os índices de facilidade e discriminação calculados para cada questão. O índice de facilidade é calculado levando em conta o índice de correção de cada questão, ou seja, a porcentagem de alunos que a acertaram (Tabela 2). Para avaliar os alunos de um curso, uma questão deve ter mais acertos de alunos que tiveram um bom desempenho do que aqueles que tiveram um desempenho ruim. Para medir esse poder de discriminação da questão, o Enade usa a correlação ponto biserial. A Tabela 3 apresenta a classificação das questões de acordo com seu poder de discriminação. Questões com índice de discriminação 'fraco' são anuladas.

Tabela 2. Índice de Facilidade

Índice de Acerto	Índice de Facilidade
Maior ou igual que 0,86	Muito Fácil
Entre 0,61 e 0,85	Fácil
Entre 0,41 e 0,60	Médio
Entre 0,16 e 0,40	Difícil
Menor ou igual que 0,15	Muito Difícil

Tabela 3. Índice de Discriminação

Índice de Discriminação	Classificação
Maior ou igual 0,40	Muito Bom
Entre 0,30 e 0,39	Bom
Entre 0,20 e 0,29	Médio
Menor ou igual que 0,19	Fraco

Foram usados 11 temas no processo de catalogação. Esses temas foram definidos a partir dos conteúdos de referência estabelecidos pela comissão assessora de área do

¹Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos3>
Acessado em: 25/03/2018.

INEP, definidos com base nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos, aprovadas e instituídas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) do Ministério da Educação (MEC): (1) Algoritmos, Estrutura de Dados e Programação; (2) Arquitetura de Computadores e Circuitos Digitais; (3) Banco de Dados; (4) Computação Gráfica e Processamento de Imagem; (5) Engenharia de *Software*; (6) Ética, Computador e Sociedade; (7) Inteligência Artificial; (8) Linguagens Formais e Autômatos, Compiladores e Computabilidade; (9) Lógica Matemática, Matemática Discreta, Estatística e Grafos; (10) Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos e Telecomunicações; e (11) Sistemas Operacionais.

Na 2ª Etapa - Agrupamento dos dados por tema, deve-se calcular, para cada aluno, uma nota por tema. Isso é feito a partir da identificação do resultado do aluno para cada questão, agrupando-as por tema e calculando sua pontuação.

Os microdados do INEP² incluem em seu conteúdo as informações de todos os alunos que realizaram o Enade naquele ano. Assim, foi necessário extrair das planilhas os dados referentes aos estudantes de ciência da computação. As planilhas apresentam uma coluna com um vetor para cada aluno, no qual é indicada a correção da parte objetiva das questões do componente específico no exame. Cada elemento no vetor pode ser preenchido por 4 valores diferentes, expressando as seguintes informações: 0 = errado, 1 = correto, 8 = anulado pela comissão, 9 = anulado pelo índice de discriminação. Quando um aluno não responde a uma determinada questão, esta é considerada como resposta errada. A pontuação obtida nas questões discursivas são apresentadas em colunas específicas, tendo como valor uma nota de 0 a 100.

Na análise realizada neste trabalho, para o cálculo da pontuação do estudante em cada tema, são somados os totais de respostas corretas, dividido pelo número total de perguntas associadas ao tema. Essas informações são armazenadas em uma nova coluna adicionada à planilha. Questões anuladas são desconsideradas neste cálculo. Outra coluna foi utilizada para armazenar a média dos alunos nas questões discursivas. Se nenhuma questão discursiva foi associada a um tema, o valor 0 é atribuído a todos os alunos. Por fim, foi adicionada também uma coluna contendo a nota final para o tema, calculado pela média ponderada, considerando 85% para as questões objetivas e 15% para as questões dissertativas, adotando-se a mesma proporção utilizada para calcular a pontuação final no exame.

Na 3ª Etapa - Análises, técnicas de análises de dados educacionais são definidas e empregadas visando obter informações importantes, melhoria na visualização de dados e a produção de relatórios mais detalhados. Exemplos de técnicas que podem ser aplicadas incluem: Estatística Descritiva, Estatística Inferencial e *Data Mining*.

Um conjunto de procedimentos estatísticos descritivos foram definidos. Este conjunto inclui moda, mediana, média, frequência, intervalo interquartil e desvio padrão. Estes podem ser utilizados para analisar a estrutura do exame e o resultado do aluno. A análise estatística inferencial permite verificar a correlação entre variáveis, diferenças entre grupos ou diferenças em diferentes momentos no tempo [Martins 2011]. Os testes inferenciais utilizados incluem o Coeficiente de Correlação de *Pearson* para análise de correlação, teste T e *ANOVA* para diferenças entre grupos e momentos no tempo. Técnicas de *Data Mining* serão usadas principalmente para prever resultados dos estudantes nos

²Disponível em: <http://inep.gov.br/microdados> Acessado em: 25/03/2018.

temas definidos. Algoritmos freqüentemente aplicados incluem *C45*, *J48*, *Naïve Bayes*, *Linear Regression*, e *KNN*.

4. SysEnade

O *SysEnade* é um protótipo de um sistema que automatiza a metodologia da seção 3. Esse protótipo foi desenvolvido em Java³, utilizou *MySQL*⁴ para armazenar as questões, temas e dicionários. Além disso o *SysEnade* emprega as bibliotecas *JFreeChart*⁵, *Commons Math*⁶ e a *JRI*⁷ para realizar as análises estatísticas e uma integração com o *software WEKA*⁸ para a mineração de dados.

Como uma aplicação da metodologia por meio do *SysEnade*, foram analisadas informações sobre estudantes de Ciência da Computação. No entanto, como todas as provas em outras áreas seguem a mesma estrutura, esse sistema pode ser facilmente adaptado para analisar dados do Enade de outros os cursos de ensino superior oferecidos no Brasil. Sendo necessário basicamente a definição dos temas e associar a estes as questões do exame. A classificação pode ser realizada automaticamente utilizando-se dicionários com as palavras e termos mais relevantes para os temas predefinidos.

Usando notação UML (*Unified Modeling Language*), o modelo de domínio do *SysEnade* é ilustrado com um conjunto de diagramas de classes nos quais nenhuma operação é definida (Figura 2). O diagrama mostra que o estudante realiza o exame, que ao ser processado permite a associação de questões e temas, então notas por temas podem ser geradas e novos tipos de análises podem ser realizadas.

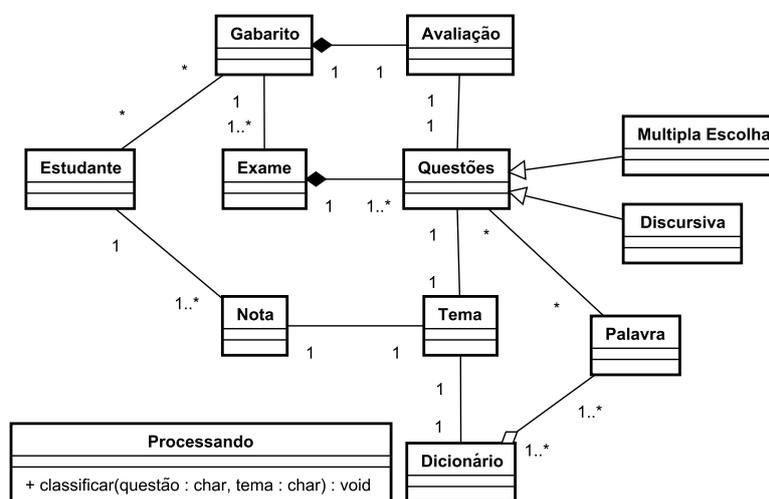


Figura 2. Modelo de Domínio - Diagrama de Classes

³Disponível em: <https://www.java.com/en/>. Acessado em: 01/05/2018.

⁴Disponível em: <https://www.mysql.com/>. Acessado em: 01/05/2018.

⁵Disponível em: <https://www.gnu.org/software/pspp/http://www.jfree.org/jfreechart/>. Acessado em: 04/03/2018.

⁶Disponível em: <http://commons.apache.org/proper/commons-math/>. Acessado em: 05/01/2018.

⁷Disponível em: <http://www.rforge.net/JRI/>. Acessado em: 05/01/2018.

⁸Disponível em: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>. Acessado em: 04/06/2017.

Para a implementação desse protótipo os quatro componentes principais são: Obtenção, Processamento, Análise, e Exibição, como mostra a Figura 3. Cada componente possui elementos e funções específicas dentro do protótipo, e estes serão detalhados abaixo.

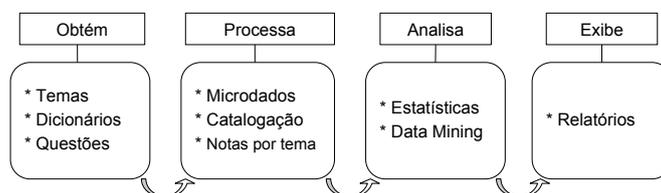


Figura 3. Processo de implementação do protótipo

4.1. Obtem

Consiste em introduzir no sistema os dados externos necessários. Para tanto, é preciso incluir a lista de temas com o dicionário, as questões e os dados do exame.

Tema: A lista temática foi baseada nos conteúdos de referência estabelecidos pela comissão assessora da área no INEP, definidos com base nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos, aprovados e instituídos pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) do Ministério da Educação (MEC).

Dicionário: Cada tema tem um dicionário que será usado no processo de catalogação das questões. O dicionário foi criado a partir de palavras-chave relacionadas às áreas do conhecimento. Essas palavras-chave foram definidas por um especialista com base na análise das questões. No entanto, o dicionário pode ser construído de outras maneiras, por exemplo, a utilização de recursos computacionais como DBpedia, ou por meio de questionários para especialistas.

Questões: Extrair do exame as questões que serão analisadas. O Enade é composto de questões gerais e específicas da área. Neste estudo, foi necessário separar as questões específicas do componente e inseri-las no sistema manualmente.

4.2. Processa

Esse componente é responsável por manipular os dados inseridos no processo de obtenção.

Microdados: Dados demográficos, socioeconômicos e acadêmicos dos estudantes que fizeram o exame. Apenas os dados que compreendem o escopo da análise são filtrados e processados. Neste caso, o foco estava no curso de Ciência da Computação. Outros filtros também foram usados para selecionar e integrar informações contidas nos dados dos diferentes anos, pois não são estruturados e nomeados exatamente da mesma forma.

Catalogação: Associa as questões do exame aos temas fornecidos. Isso é realizado automaticamente com a utilização dos dicionários. O algoritmo lê a questão e a compara com o dicionário do tema. A associação é estabelecida com o tema que contém a maior quantidade de palavras que aparecem na questão.

Notas por tema: Este é o cálculo da pontuação de cada aluno de acordo com o tema. Para o Enade, a nota foi calculada individualmente para os 11 temas, aplicando-se

os pesos utilizados no exame (85% para a parte objetiva e 15% para a parte discursiva). Apenas questões do componente específico do exame foram utilizadas.

4.3. Analisa

Esse componente é responsável por analisar os dados selecionados e transformados. A análise inclui estatísticas e procedimentos de mineração de dados.

Estatísticas: A análise estatística foi realizada utilizando diversas bibliotecas. Inclui o *JFreeChart* para criar uma ampla variedade de gráficos interativos e não interativos; *Commons Math*, uma biblioteca de componentes matemáticos e estatísticos leves, auto-contidos, abordando os problemas mais comuns não disponíveis na linguagem de programação Java ou no *Commons Lang*; e *JRI*, uma interface Java/R, que permite executar R dentro de aplicativos Java como um único encadeamento.

Data Mining: A mineração de dados no *SysEnade* é executada com a utilização do *software WEKA* [Hall Eibe Frank et al. 2009], por meio de uma API (*Application Programming Interface*) que permite que as tarefas de mineração de dados sejam executadas de forma automatizada e integrada a partir do próprio *software*.

4.4. Exibe

Componente final do protótipo, responsável por apresentar as informações dos resultados.

Relatórios: São compostos por uma breve descrição da análise que está sendo realizada e como os resultados podem ser interpretados, seguidos pela saída de análise obtida da execução do algoritmo apropriado. Tabelas e gráficos são elementos que compõem os relatórios. Estes são inseridos de forma a facilitar a interpretação dos relatórios, agilizando o acesso e melhorando a visualização das informações.

5. Análise do curso Ciência da Computação

Esta seção descreve os resultados obtidos do *SysEnade* para o curso de Ciência da Computação. E serve como um exemplo do tipo de informação que pode ser obtida a partir de uma análise baseada em temas.

No total, os quatro exames do Enade possuem 120 questões específicas da área de ciência da computação, sendo 109 questões objetivas e 11 questões discursivas. Cada prova é composta por 27 questões objetivas e 3 questões discursivas, com exceção de 2005, constituída por 28 questões objetivas e 2 questões discursivas.

O tema Algoritmos, Estrutura de Dados e Programação, predomina, com 22% do total de questões, seguido de Linguagens Formais e Autômatos, Compiladores e Computabilidade, com 14%. Por outro lado, os temas menos presentes entre as questões analisadas são Ética, Informática e Sociedade; e Inteligência Artificial, ambas com 3%, seguidas de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, com 4%.

A pesquisa mostrou ainda que o tema Ética, Informática e Sociedade, apresenta 100% das questões classificadas com índice médio de facilidade, ou seja, mais de 40% dos alunos responderam corretamente as questões nesta área. Os temas Computação Gráfica e Processamento de Imagens e Inteligência Artificial apresentaram questões com índice difícil e muito difícil, ou seja, no máximo 40% dos alunos conseguiram responder a essas questões, sendo que as questões muito difíceis foram respondidas corretamente por

um máximo de 15% dos alunos. Outros temas, como Banco de dados e Engenharia de Software, tiveram uma distribuição mais homogênea dos índices de facilidade.

Quanto ao índice de discriminação, questões referentes ao tema Ética, Informática e Sociedade apresentaram o melhor poder de discriminação, com 100% das questões classificadas com índice ótimo. Inteligência Artificial apresentou 50% das questões classificadas com discriminação fraca. 17 questões objetivas foram anuladas pelo critério do índice de discriminação, 1 questão objetiva (2011) foi desconsiderada pelo comitê consultivo do domínio de informática devido a problemas na questão, e 1 discursiva (2005) foi anulada porque a redação da questão apresentava imprecisões que dificultaram a solução.

Uma observação interessante ao analisar a correlação entre os índices facilidade e discriminação, é que as questões com índices de facilidade "fácil" e "médio" têm índices de discriminação "bons" ou "muito bons". Isso significa que as questões que foram respondidas corretamente por mais de 40% dos alunos foram melhores na avaliação do que aquelas que poucos estudantes responderam.

A análise das questões discursivas mostrou que os estudantes ingressantes tiveram dificuldade em responder as questões propostas, com um alto índice de notas zero, quase todas acima de 90%. A exceção aparece no tema Arquitetura de Computadores e Circuitos Digitais, onde a porcentagem de notas zero foi de 71%. Isso pode ser justificado por esses estudantes estarem iniciando o curso e não possuírem conhecimentos prévios sobre os assuntos. As questões discursivas que obtiveram 71% de notas zero abordam conteúdos relacionados à organização de computadores e hierarquia de memória, geralmente vistos no primeiro ano do curso.

Os estudantes concluintes, no entanto, obtiveram melhores resultados, como esperado, com melhorias em torno de 10%. No entanto, a porcentagem de notas zero permanece alta. Sistemas Operacionais teve 98% de notas zero entre os estudantes concluintes.

6. Considerações

Os resultados apresentados pela pesquisa demonstraram que a metodologia proposta permite a análise do conteúdo de uma prova. E esta permitiu o desenvolvimento de um protótipo que pode ser adaptado para qualquer exame de avaliação. Isso permite uma análise automática de testes e dados educacionais.

A análise baseou-se em 120 questões de quatro exames, classificados em onze temas. Essa classificação destaca a estrutura do exame, identificando temas considerados mais importantes e como essa estrutura se relaciona com as matrizes curriculares dos cursos de graduação. A análise também mostra como os estudantes atuam em diferentes temas. Temas ou questões com baixos índices discriminatórios ou índices de facilidade muito difíceis devem receber maior atenção. Eles podem indicar que os estudantes não estão aprendendo o que deveriam sobre um tema específico, ou pode indicar que as questões elaboradas não são adequadas para o nível de conhecimento dos estudantes ou de acordo com o conteúdo avaliado.

Os dados analisados apontam para os temas mais recorrentes no Enade de Ciência da Computação, Algoritmos, Estrutura de Dados e Programação; Linguagens Formais e Autômatos, Compiladores e Computabilidade; e Lógica Matemática, Matemática Discreta, Estatística e Gráficos.

A implementação da metodologia mostrou-se viável e adequada aos objetivos propostos, especialmente para a análise de exames que se estendem por muitos anos e são realizados por um número significativo de estudantes, como é o caso do Enade. Embora o protótipo tenha sido desenvolvido para o curso de Ciência da Computação, pode ser facilmente adaptado para ser utilizado por outros cursos avaliados por meio do Enade, o que o torna extremamente relevante no contexto educacional brasileiro. No entanto, para a análise de outros exames, que podem ter estruturas completamente diferentes, a metodologia pode ser reutilizada, mas com ajustes que atendam as especificidades de cada exame.

Referências

- Costa, J. P. D. C. e Martins, M. I. (2014). O ENADE para a licenciatura em física: Uma proposta de Matriz de Referência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(3):3401 – 3401/9.
- De Lara, I. C. M. (2007). Exames Nacionais e as "verdades" sobre a Produção do Professor de Matemática. *Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.
- Fonseca, S. O. e. e Namen, A. A. (2016). Mineração em Bases de Dados do INEP: Uma Análise Exploratória para Nortear Melhorias no Sistema Educacional Brasileiro. *Educação em Revista*, 32(1):133–157.
- Hall Eibe Frank, M., Holmes, G., Pfahringer Peter Reutemann, B., e Witten, I. H. (2009). The WEKA Data Mining Software: An Update. *ACM SIGKDD Explorations*, 11(1):10–18.
- INEP (2008). Relatório de Síntese - Computação. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/relatorios>>. Acesso em: 17 de abril 2017.
- INEP (2017a). ENADE. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/enade>>. Acesso em: 21 de agosto de 2017.
- INEP (2017b). Indicadores de Qualidade - INEP. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/indicadores-de-qualidade>>. Acesso em: 20 de abril 2017.
- INEP (2017c). Manual do ENADE 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/manuais>>. Acesso em: 29 de maio 2017.
- Martins, C. (2011). *Manual de análise de dados quantitativos com recurso ao IBM SPSS*.
- Novossate, S. (2010). O ENADE e os Documentos Curriculares: Um Estudo sobre a Formação de Professores de Biologia. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná*.
- Santos, R. A., Quintilio, R., Vargas, S. M., e Teixeira, U. (2017). Nota Técnica N 2/2017/CGCQES/DAES. *INEP*, páginas 1–7.
- Schwengber, L. (2013). Exame Nacional de Desempenho de Estudantes: Problematisando Verdades sobre a Formação do Professor de Matemática. *Dissertação (Mestrado) - Universidade de Santa Cruz do Sul*.