

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RODRIGO HENRIQUE BARBOSA MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA ESTIMAÇÃO DE PROFICIÊNCIA
NAS COMPETÊNCIAS DO CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO: UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM EM
TURMAS QUE USAM SISTEMAS GAMIFICADOS**

BELÉM

2018

RODRIGO HENRIQUE BARBOSA MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA ESTIMAÇÃO DE PROFICIÊNCIA
NAS COMPETÊNCIAS DO CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO: UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM EM
TURMAS QUE USAM SISTEMAS GAMIFICADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Bacharel em Ciência
da Computação, pela Universidade
Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Viégas
Junior

BELÉM

2018

RODRIGO HENRIQUE BARBOSA MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA ESTIMAÇÃO DE PROFICIÊNCIA
NAS COMPETÊNCIAS DO CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO: UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM EM
TURMAS QUE USAM SISTEMAS GAMIFICADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Bacharel em Ciência
da Computação, pela Universidade
Federal do Pará.

Data de aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof. Dr. RAIMUNDO VIÉGAS JÚNIOR
Orientador – UFPA

Prof.^a Dr.^a MARCELLE PEREIRA MOTA
Examinador Interno – UFPA

Prof. Msc. ARMANDO JORGE HAGE FILHO
Examinador Interno – UFPA

A minha família, razão de minha
existência.

A Deus.

“Não ensine aos meninos pela força e severidade, mas leve-os por aquilo que os diverte, para que possam descobrir a inclinação de suas mentes”.

(Platão, A República, VII)

RESUMO

A Terceira Revolução Industrial trouxe os nativos digitais para dentro da sala de aula, e esse acontecimento intensificou os esforços em pesquisa e inovação das metodologias de ensino e avaliação. Nesse contexto, a gamificação surge aclamada por visar um mercado crescente. Porém, alguns estudos empíricos de seu estado atual da arte apontam que a gamificação traz benefícios apenas à curto prazo, sem causar mudanças significativas no seu uso contínuo. Por isso, o presente trabalho teve por objetivo analisar como a Teoria Clássica dos Testes e a Teoria da Resposta ao item podem contribuir na proposição de um sistema de medição de aprendizagem de competências em disciplinas do curso de Bacharelado em Ciência da Computação que adotam a gamificação no processo avaliativo, afim de contribuir na geração de dados psicométricos em um ambiente de experimentação configurável: o software. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica exploratória para definir os conceitos envolvidos, além de encontrar sistemas educativos gamificados que pudessem vir a ter o mesmo objetivo deste trabalho. Dentre os vinte sistemas encontrados, apenas três pontuavam e armazenavam os dados que abstraíam o aprendizado, porém sem os indícios da abordagem da Teoria da Resposta ao Item. Por isso, concluiu-se que era preciso desenvolver um sistema capaz de estimar o aprendizado sob o prisma dessa teoria; que, vindouramente, pudesse ser integrado a outros sistemas gamificados avaliativos, e que por armazenar os dados obtidos, ajudasse a suprir a falta dos dados empíricos na área, a médio e longo prazo,

Palavras-Chaves: Gamificação; Teoria da Resposta ao Item; Competência; Software.

ABSTRACT

The Thirty Industrial Revolution brought the digital natives into the classroom, and this event intensified research and innovation efforts in teaching and assessment methodologies. In this context, gamification attracts by targeting a growing market. However, some empirical studies of its current state of art indicate that gamification brings benefits only in the short term, without causing significant changes in its continuous use. Therefore, the present work had as objective to analyze what the Classical Theory of Tests and the Item Response Theory can bring to the proposition of a competence learning measurement system in disciplines of the course of Bachelor in Computer Science that adopt gamification in the evaluation process, in order to contribute to the generation of psychometric data in a configurable experimentation environment: the software. In order to do so, an exploratory bibliographical research was carried out to define the concepts involved, as well as to find gamified educational systems that could have the same objective of this work. Of the twenty systems found, only three scored and stored the data that abstracted the learning, but without the indications of the approach of the Item Response Theory. Because of that, it was concluded that it was necessary to develop a system capable of estimating learning from this theory; which, in the future, integrating other gamified systems and storing the obtained data, will help fill the lack of empirical data in the area, in the medium and long term.

Keywords: Gamification; Item Response Theory; Competence; Software.

LISTA DE SIGLAS

API – Application Programming Interface.

CSS – Cascading Style Sheets.

HTML – Hypertext Markup Language.

MVC – Modelo-Visão-Controlador.

PDO – PHP Data Object.

PHP – PHP: Hypertext Preprocessor.

SQL – Structured Query Language

TCR: Teoria Clássica dos Testes.

TRI: Teoria da Resposta ao Item.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atividades identificação dos signos.....	17
Tabela 2 - Atividades do teste de cenário adaptado	18
Tabela 3 - Materiais para Implementação	18
Tabela 4 - Definições de Gamificação.....	22
Tabela 5 - Terminologia dos elementos de design de jogos	23
Tabela 6 - Terminologia do modelo proposto	38
Tabela 7 - Duração de cada etapa do processo.....	40
Tabela 8 - Atores do sistema.....	41
Tabela 9 - Lista de requisitos do módulo de curso	41
Tabela 10 - Lista de requisitos do módulo de conhecimento	42
Tabela 11 - Lista de requisitos do módulo de turma.....	42
Tabela 12 - Lista de requisitos do módulo de avaliação.....	43
Tabela 13 - Lista de requisitos do módulo de pontuação	43
Tabela 14 - Lista de módulos, controladores e ações do sistema.....	48
Tabela 15 - Resumo dos resultados dos testes aplicados	62
Tabela 16 - Lista de questões que examinam o item "Estudo de camada de redes"	63
Tabela 17 - Distribuição de frequência da pontuação estimada do estudo de caso de 2017	64
Tabela 18 - Distribuição de frequência da quantidade de respostas certas do estudo de caso de 2017	65
Tabela 19 – Distribuição de frequência das pontuações estimadas do caso de uso de 2018	65
Tabela 20 – Distribuição de frequência da quantidade de respostas certas do caso de uso de 2018.....	65

Tabela 21 - Signos referentes ao elemento de gamificação "Pontuação"	74
Tabela 22 - Resultado dos testes de cenário	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Logístico de Três Variáveis	25
Figura 2 - Probabilidade de acerto em um campo amostral de mesmo nível de habilidade	27
Figura 3 - Ajuste Qui-quadrado	27
Figura 4 - Aproximação Newton-Raphson	28
Figura 5 – Estruturação dos Referenciais de formação	29
Figura 6 - Esquema do Processo em Cascata	39
Figura 7 - Organização do MVC	44
Figura 8 - Visão geral da estrutura estática de uma aplicação Yii2	46
Figura 9 - Regras lexicais para requisições no Yii2 Framework	47
Figura 10 – Diagrama de casos de uso (módulo de curso)	49
Figura 11 - Diagrama de casos de uso (módulo de conhecimento)	51
Figura 12 - Diagrama de casos de uso (módulo de turma)	52
Figura 13 – Diagrama de casos de uso (Módulo de avaliação)	53
Figura 14 - Padrão de inserção de respostas	54
Figura 15 - Diagrama de casos de uso (Módulo de pontuação)	55
Figura 16 - Trecho de código de um arquivo de teste da tabela Usuário.	56
Figura 17 - Trecho de código de duas regras de validação por verificação integrada	57
Figura 18 - Trecho de código de interação com os elementos representados pelos identificadores HTML de um formulário	58
Figura 19 - Telas inicial e de descrição do sistema	58
Figura 20 - Telas de cadastro de uma instituição e seu administrador	59
Figura 21 - Tela inicial do administrador	59

Figura 22 - Tela de pesquisa por cursos, instituições e disciplinas	60
Figura 23 - Tela de curso do administrador.....	60
Figura 24 - Tela de listagens de solicitações de vínculo institucional dos professores	61
Figura 25 - Cadastro de questão.....	61
Figura 26 - Tela de inserção das respostas dos alunos	62
Figura 27 - Matriz de pontos por habilidade (KnowRe)	74
Figura 28 - Proporção de acerto por teste de um examinado (Socrative)	75
Figura 29 - Instruções sobre como ser recompensado ao submeter documentos acadêmicos (CourseHero).....	75
Figura 30- Pontos de experiência (Duolingo)	75
Figura 31 - Razão temporal (Kahoot!)	76
Figura 32 - Pontos de vida, habilidade, experiência, e pontos dourados (Clascraft) .	76
Figura 33 - Pontos adimensionais (Goosechase).....	76
Figura 34 - Razão temporal (Quizizz).....	77
Figura 35 - Unidades adimensionais (Khan academy)	77
Figura 36- Unidades adimensionais (Coursera)	78
Figura 37 - Pontos de experiência (Memrise).....	78
Figura 38 - Cenário do Socrative (https://b.socrative.com/teacher/#live-results/table)	80
Figura 39 - Cenário do Kahoot! (https://create.kahoot.it/create?_ga=2.13697783.1563300014.1546556236-400699923.1543777684#/new/quiz/question/1)	81
Figura 40 - Cenário do Goosechase (https://www.goosechase.com/game/205567/missions/).....	82

Figura	41	-	Cenário	do	Quizizz	(https://quizizz.com/quiz/5c2e9817ec12dc001a4874d8/edit)	83
Figura	42	-	Cenário	do	Udemy	(https://www.udemy.com/voluntariado/learn/v4/t/quiz/339214)	84
Figura	43	-	Cenário	do	Course Hero	(https://www.coursehero.com/payment/)	85
Figura	44	-	Cenário	do	Classcraft	(https://game.classcraft.com/teacher/class/o2GRNsLsfXiP6r6ie/dashboard/players/HeiSJY6cn2sZsvQgz)	86
Figura	45	-	Cenário	do	Duolingo	(https://www.duolingo.com/skill/en/Intro/1)	87
Figura	46	-	Cenário	do	Khan Academy	(https://pt.khanacademy.org/math/early-math/cc-early-math-counting-topic/modal/e/one-more--one-less)	88
Figura	47	-	Cenário	do	Coursera	(https://www.coursera.org/learn/age-of-cathedrals/exam/D4PCh/daily-life-and-chartres)	89
Figura	48	-	Cenário	do	Memrise	(https://www.memrise.com/course/1370032/ingles-americano-1/garden/classic_review/?source_element=scb&source_screen=eos)	89
Figura	49	-	Diagrama de sequência	(UC - Confirmação de vínculo institucional)			90
Figura	50	-	Diagrama de sequência	(UC - Cadastro de eixo de formação)			91
Figura	51	-	Diagrama de sequência	(UC – Finalização de turma)			92
Figura	52	-	Diagrama de classes	(Módulo de curso)			93
Figura	53	-	Diagrama de Classes	(Módulo de conhecimento)			94
Figura	54	-	Diagrama de classes	(Módulo de turma)			95
Figura	55	-	Diagrama de classes	(Módulo de avaliação)			96
Figura	56	-	Diagrama de classes	(Módulo de pontuação) - I			97
Figura	57	-	Diagrama de classes	(Módulo de pontuação) II			98
Figura	58	-	Diagrama de entidade-relacionamento	(Módulo de curso)			99
Figura	59	-	Diagrama de entidade-relacionamentos	(Módulo de conhecimento)			100

Figura 60 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de turma)	101
Figura 61 - Diagrama de entidade-relacionamento (Módulo de avaliação)	102
Figura 62 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de conhecimento) II .	103
Figura 63 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de pontuação) I.....	104
Figura 64 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de pontuação) II.....	105
Figura 65 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de pontuação) III.....	106
Figura 66 - Tela inicial	107
Figura 67 - Tela de Login	108
Figura 68 - Tela de seleção de cadastro	109
Figura 69 - Tela de cadastro de aluno.....	110
Figura 70 - Tela inicial do administrador (Nome da instituição: ciência da computação)	111
Figura 71 - Tela de edição de dados do curso (ciência da computação)	112
Figura 72 - Tela de busca de novos cursos	113
Figura 73 - Tela do curso segundo a visão do aluno, após este solicitar matrícula	114
Figura 74 - Tela de listagem de solicitações de matrícula no curso, segundo a visão do administrador.....	115
Figura 75 - Tela de cadastro de item de curso (Eixo de formação)	116
Figura 76 - Tela de listagem de eixos de formação, e seus itens derivados	117
Figura 77 - Tela de cadastro de disciplina.....	118
Figura 78 - Tela de edição de disciplina	119
Figura 79 - Tela de cadastro de item de disciplina	120
Figura 80 - Tela de edição de item de disciplina	121
Figura 81 - Tela de incorporação de conteúdo e competência	122
Figura 82 - Tela de cadastro de questão.....	123

Figura 83 - Tela de edição da questão	124
Figura 84 - Tela de incorporação de item de disciplina à questão cadastrada.....	125
Figura 85 - Tela de listagem de períodos do curso	126
Figura 86 - Tela de cadastro de período	127
Figura 87 - Tela de edição de período de curso	128
Figura 88 - Tela de cadastro de turma	129
Figura 89 - Tela de gerenciamento de turma, segundo a visão do professor	130
Figura 90 - Tela de cadastro de exame.....	131
Figura 91 - Tela de importação de respostas	132

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “a” muda	25
Gráfico 2 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “b” muda	26
Gráfico 3 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “c” muda.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2. JUSTIFICATIVA.....	13
1.3. MOTIVAÇÃO	13
1.4. OBJETIVOS	14
1.4.1. Objetivo Geral.....	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5. CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO	14
1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	15
2. METODOLOGIA	16
2.1. PROPÓSITO	16
2.2. ABORDAGEM	16
2.2. PROCEDIMENTOS.....	16
2.2.1. Revisão Bibliográfica.....	16
2.2.2. Pesquisa Documental	16
2.2.3. Material Utilizado na Desenvolvimento do Sistema Proposto	18
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	20
3.1. GAMIFICAÇÃO	20
3.2. TEORIA CLÁSSICA DOS TESTES (TCT).....	23
3.3. TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM (TRI).....	24
3.3.1. Estimação dos parâmetros.....	27
3.3.2. Estimação do traço latente.....	28
3.4. COMPETÊNCIAS.....	28
4. TRABALHOS RELACIONADOS.....	31
4.1. MODELOS ENCONTRADOS E SUAS ANÁLISES	31
4.1.1. KnowRe.....	31
4.1.2. ClassDojo.....	31
4.1.3. Socrative	31
4.1.4. MineCraft Education.....	31
4.1.5. Play Brighter	32
4.1.6. Course Hero.....	32

4.1.6. Duolingo.....	32
4.1.6. Kahoot!.....	32
4.1.7. Classcraft.....	32
4.1.8. Goosechase.....	32
4.1.9. BreakoutEDU.....	32
4.1.10. Quizizz.....	33
4.1.11. Ted-Ed.....	33
4.1.12. Khan Academy.....	33
4.1.13. Coursera.....	33
4.1.14. Udemy.....	33
4.1.15. Blinkist.....	33
4.1.16. Memrise.....	34
4.1.17. Sololearn.....	34
4.1.18. Yousician.....	34
4.2. IDENTIFICAÇÃO DO SIGNOS.....	34
4.3. ANÁLISE DA ESTIMAÇÃO DE PONTUAÇÃO.....	35
4.4. ANÁLISE DA ATRIBUIÇÃO DE PONTOS A COMPETÊNCIAS.....	36
4.5. SISTEMAS QUE IMPLEMENTAM A TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM.....	37
4.6. MODELO PROPOSTO.....	37
5. PROJETO E DESENVOLVIMENTO.....	39
5.1. PROCESSO.....	39
5.2. REQUISITOS.....	40
5.2.1. Atores.....	40
5.2.2. Requisitos Funcionais.....	41
5.3. ARQUITETURA.....	44
5.3.1. Visão Geral.....	44
5.3.2. Diagramas.....	48
5.4. TESTES.....	55
5.4.1. Testes Unitários e de Integração.....	56
5.4.2. Testes Funcionais.....	58
6. ESTUDO DE CASO.....	63
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
7.1. RESULTADOS OBTIDOS.....	66

7.2. TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE 1 – RELATÓRIO DA IDENTIFICAÇÃO DOS SIGNOS	74
APÊNDICE 2 – RELATÓRIO DOS TESTES DE CENÁRIO DE SISTEMAS GAMIFICADOS.....	79
APÊNDICE 3 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO CASO DE USO DE CONFIRMAÇÃO DE VÍNCULO INSTITUCIONA DE PROFESSORES.....	90
APÊNDICE 4 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO CASO DE USO DE CADASTRO DE EIXO DE FORMAÇÃO.....	91
APÊNDICE 5 – DIAGRAMA DE SEQUENCIA DO CASO DE USO DE FINALIZAÇÃO DE TURMA	92
APÊNDICE 6 – DIAGRAMAS DE CLASSES.....	93
APÊNDICE 7 – DIAGRAMAS DE ENTIDADE-RELACIONAMENTO	99
APÊNDICE 8 – TELAS DO SISTEMA.....	107

1. INTRODUÇÃO

Ao final do século XX, eventos de relevância histórica sem precedentes transformaram a relação entre o homem e o conhecimento que produz, espalhando-se de maneira incremental sobre as atividades humanas fabris e cotidianas, da novela ao seriado, e sobretudo, na difusão do saber. Segundo Castells (2011), este novo paradigma social e tecnológico age sobre a informação, analisando, produzindo, otimizando-a, e, gerando novos conhecimentos em um ritmo exponencial que possibilitou o surgimento da globalização, outrora nunca experimentada na escala cultural.

Todavia, a tecnologia por si só não determina a sociedade (CASTELLS, 2011) Apesar de o caráter inventivo existir e permitir tais avanços, nada disso seria possível se não por meio da intervenção estatal sobre a modernização armamentista. Foi assim que a revolução técnico-científica-informacional se iniciou – alavancada por meio do empreendedorismo e reentrando em voga quando os países desenvolvidos se utilizam do mercantilismo neoliberal quando fora estrategicamente vantajoso. Entretanto, o desenvolvimento tecnológico também pode ser sufocado em sociedades que não o consideram relevante. Schwartzman (2005) relata que, mesmo com anos e anos de dados que indicavam a ineficácia educacional, propostas de intervenção como a construção de novas escolas continuaram a ser consideradas premissas inexoráveis de melhoria educacional. Segundo ele, enquanto esse discurso era cumprido com a arrastada edificação de prédios mal planejados, e ainda faltando material de ensino, os índices educacionais flutuavam ou pioravam, mas nunca melhoravam efetivamente.

Na educação superior, estes dados são mais conflitantes: o número de matrículas duplicou desde a década de 2000, mas somente metade dos ingressantes consegue terminar o curso no prazo regular. Muito se fez com relação ao acesso a rede de ensino superior, como as políticas públicas do PROUNI, SISU e ENEM, além das assistências estudantis e as leis de cotas (SCHWARTZMAN, 2005), porém, as taxas de sucesso de conclusão são baixas.

Por existirem diversas razões para essa ser a realidade da educação superior no Brasil, a aplicação de novas metodologias de ensino revela-se como uma proposta de intervenção. Dentre tantos métodos aplicáveis, a gamificação apresenta-se como

uma abordagem que procura aumentar a motivação, o envolvimento e o comprometimento (DETERDING, DIXON, *et al.*, 2011).

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O avanço tecnológico trouxe para a sala de aula estudantes com um novo perfil, chamados nativos digitais (PRENSKY, 2001), sua maneira de aprender é diferenciada, desafiando o professor a encontrar novas formas de engajar o aluno com a disciplina ensinada. A gamificação surge aclamada, uma opção à abordagem convencional de ensino e avaliação. Desde 2010, esse vem sendo o tema de muitos estudos (HAMARI, KOIVISTO e SARSA, 2014), e se prevê que os investimentos na áreas cheguem à casa dos bilhões de dólares até 2020 (NACKE e DETERDING, 2017).

1.2. JUSTIFICATIVA

Por isso, Nacke e Deterding (2017) ressaltam a importância de estudos sobre a efetividade processual da aplicação da gamificação em ambientes educacionais. Para tanto, são necessários estudos qualitativos sobre as ferramentas educacionais disponíveis no mercado, para que se verifique a disponibilidade de dados psicométricos à comunidade, e quais modelos metodológicos se aplicam a essa estimação.

1.3. MOTIVAÇÃO

Diante da incomoda taxa de evasão dos estudantes nas universidades, a aplicação de novas abordagens de ensino e avaliação, como a gamificação, pode diminuir, ou até reverter, esse fenômeno. Entretanto, Schwartzman (2005) informa que há muitas variáveis fora da sala de aula que influenciam o engajamento, tais como vulnerabilidade social e financeira, o que, por consequência, torna mais complexa a tarefa de contenção de desistências.

Em contrapartida, o divertimento advindo do ato de jogar pode funcionar como válvula de escape, sobretudo em tais circunstâncias (PRENSKY, 2001). Por isso, é necessário salvaguardar a viabilidade da implantação dessas metodologias, contestando os seus efeitos a curto, médio e longo prazo por meio de estudos que analisam esses efeitos. Porém, com a baixa disponibilidade de dados empíricos produzidos sob modelos metodológicos documentados, faz-se preciso investigar quais destes podem ser aplicados, e como aplica-los. Como a Teoria da Resposta ao

Item (TRI) e a Teoria Clássica dos Testes (TCT) são os modelos mais usados no processo avaliativo (SARTES e SOUZA-FORMIGONI, 2013), a produção e coleta desses dados empíricos é facilitada pela adoção de sistemas de informação capazes de armazenar as pontuações obtidas em exame quando uma das duas abordagens é aplicada.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é analisar como a TCT e a TRI podem contribuir na elaboração de um sistema de medição de aprendizagem de competências em disciplinas do curso de Ciência da Computação, que adotam a gamificação no processo avaliativo, e, a partir dessa análise, desenvolver um sistema capaz de armazenar as pontuações obtidas nos testes (TCT), e nas competências examinadas (TRI).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Efetuar uma pesquisa exploratória em busca de definições sobre gamificação, Teoria Clássica dos Testes, Teoria da Resposta ao Item e competência.
- Apresentar modelos de sistemas gamificados e não gamificados que aplicam as duas teorias.
- Apresentar um modelo que adote (ou supra a falta), as características desejáveis a um sistema com TCT e TRI.
- Projetar um sistema de informação que adote o modelo proposto.
- Fornecer dados reais ao sistema, oriundos da disciplina de Tópicos de Redes de Computadores, do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará, no período compreendido entre 2017 e 2018, para verificação de viabilidade de uso real deste.

1.5. CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

A partir dos resultados obtidos, não se encontrou quaisquer sistemas gamificados que utilizassem a Teoria da Resposta ao Item para estimar as pontuações. Entretanto, foram encontrados 6 sistemas que pontuam por meio da Teoria Clássica dos Testes (“KnowRe”, “Socrative”, “Kahoot!”, “Goosechase”, “Quizizz” e “Udemy”), 4 sistemas que aparentam recorrer a mesma abordagem (“Duolingo”, “Khan Academy”, “Coursera” e “Memrise”), dos quais: 3 pontuam a

proficiência em habilidades (“KnowRe”, “Duolingo” e “Memrise”), e 1 pontua lições (“Khan Academy”). Os outros sistemas encontrados (“Classdojo”, “Minecraft Education”, “Play Brighter”, “Ted-Ed”, “Blinklist”, “Sololearn” e “Yousician”) não apresentaram elementos de pontuação segundo a metodologia estabelecida, mas, assim como os sistemas que os apresentaram, possuem funcionalidades comuns que puderam ser destacadas.

Como não fora vista possibilidade de integração com software de estimação de proficiências por meio da TRI encontrados devido a inexistência de API com essa finalidade, desenvolveu-se um sistema que estima as proficiências por meio da TRI e da TCT que pode ser usado junto com sistemas gamificados educacionais que necessitam de armazenagem de pontuações.

Apesar de ter sido necessária apenas a identificação do elemento de gamificação de pontuação, fez-se uma inspeção em busca de todos os outros, para que pudessem servir de estudo para futuros trabalhos relacionados.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Além da introdução, este trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

- O capítulo 2 trata da metodologia aplicada na busca por fundamentação teórica desse trabalho, a pesquisa de sistemas gamificados, e ao projeto de sistema.
- O capítulo 3 aborda as definições os conceitos de gamificação, Teoria da Resposta ao Item, Teoria Clássica dos Testes, e de Competências.
- O capítulo 4 apresenta o resultado da busca por sistemas gamificados, bem como os resultados das inspeções semióticas e testes de cenários. No final, fornece o modelo a ser usado no projeto de sistema.
- O capítulo 5 exhibe o resultado do projeto de sistema, orientado ao tipo de processo adotado, i.e., os atores, requisitos, artefatos, projeto arquitetural, e cenários de teste.
- O capítulo 6 mostra o estudo de caso da disciplina de Tópico de Redes de Computadores.
- O capítulo 7 apresenta a conclusão do trabalho, destacando as suas principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros,

2. METODOLOGIA

2.1. PROPÓSITO

Dado que o objetivo principal desse estudo é analisar como a Teoria da Resposta ao Item pode contribuir na elaboração de um sistema gamificado para medição de aprendizado orientado à competência, precisa-se de pesquisas exploratórias para a conceituação de gamificação, TRI e competência, e para a listagem de sistemas que podem vir a integrar esses mesmos conceitos.

2.2. ABORDAGEM

Para atingir a finalidade desse trabalho, usar-se-á a abordagem qualitativa na análise dos elementos de design de jogos, das funcionalidades e das limitações dos sistemas gamificados. Para a análise dos elementos de design de jogos, deve-se identificar os signos associados a esses elementos por meio de cenários de interação pré-elaborados, segundo Prates e Barbosa (2007), citados por Barbosa e Silva (2010). Para a análise dos métodos de estimação de pontuação dos sistemas em questão, far-se-ão testes de cenário (SOMMERVILLE, 2011) com o intuito de descobrir os valores obtidos no uso das funcionalidades relacionadas aos elementos de design de pontuação. Para a definição do modelo a ser adotado na implementação do sistema, considerar-se-á a heurística de estruturação de competências dos cursos de ciência da computação (DA ROCHA e DA SILVA, 2010; ZORZO, NUNES, *et al.*, 2017). E por fim, para demonstração, utilizar-se-ão registros de pontuações dos alunos das turmas de Redes de Computadores do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará, nos períodos de 2017 a 2018.

2.2. PROCEDIMENTOS

2.2.1. Revisão Bibliográfica

Foram usados motores de busca (Google Acadêmico, 2018; Portal de Periódicos CAPES, 2018; IEEE Xplore Digital Library, 2018; ACM Digital Library, 2018) para a exploração documental.

2.2.2. Pesquisa Documental

Com os sistemas gamificados encontrados e os métodos de análise definidos, segue-se a descrição das etapas dessas análises.

2.2.2.1. Identificação dos signos

Para Souza *et al.*(2006), a inspeção semiótica requer a identificação e análise dos signos a posteriori para compor perfis semióticos (*apud* BARBOSA e SILVA, 2010). Um signo é a representação de um objeto segundo a compreensão do interpretante. No caso, os elementos de design de gamificação são signos a serem encontrados. Como o objetivo do estudo não é fazer juízo da comunicabilidade desses objetos, e sim a sua simples ocorrência, deve-se apenas identificar os signos que remetem aos elementos de gamificação nesses sistemas.

Tabela 1 - Atividades identificação dos signos

Atividade	Tarefa
Preparação	<p>Identificação dos perfis dos usuários: Alunos e professores.</p> <p>Identificação dos objetivos apoiados pelo sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Professor: criar questões, criar questionários, pontuar alunos, designar tarefas... • Aluno: responder questões, cumprir tarefas... <p>Cenários de interação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pré-requisito: cadastro no sistema. • Cenário: explorar todas as opções de interação com o sistema.
Coleta de dados	<p>Inspeção da interface simulando a interação do cenário de interação.</p> <p>Identificação dos signos referentes aos elementos de design de jogos.</p>

Fonte: Adaptado de Barbosa e Silva (2010) segundo Souza *et al* (2006).

De acordo com Souza *et al* (2006), a completude da meta-mensagem a ser passada requer a identificação dos usuários que virão a usar o sistema, suas necessidades, a maneira como estas devem ser atendidas, e o porquê disto (*apud* BARBOSA e SILVA, 2010, p. 330). Estas questões serão respondidas quando na definição de gamificação no contexto educacional. Conquanto, as segundas questões, i.e., o produto final produzido e a forma como este deve ser usado para se atingir os objetivos, só poderão ser respondidas quando se identificarem os elementos de gamificação.

Deve-se identificar todos os elementos de gamificação, dos quais apenas os sistemas com signos referentes à pontuação passam ao próximo teste.

2.2.2.2. Teste de Cenário

Os testes de cenários também se utilizam de inspeção, porém o seu objetivo é a identificação das respostas do sistema por meio da interação nesses cenários (SOMMERVILLE, 2011). Como os requisitos de sistema desses sistemas não são necessariamente de domínio público, não se objetiva com estes testes qualificar as respostas desses sistemas, e sim coletá-las.

Tabela 2 - Atividades do teste de cenário adaptado

Atividade	Tarefa
Inspeção dos cenários	<p>Encontrar os papéis desempenháveis</p> <p>Explorar as opções de interação disponíveis no sistema para cada tipo de usuário.</p> <p>Encontrar os cenários que contenham o elemento de design “Pontuação”.</p>
Análise dos resultados	Coletar os valores de pontuação obtidos da interação com o cenário.

Fonte: Próprio autor.

2.2.3. Material Utilizado na Desenvolvimento do Sistema Proposto

Segue a tabela 3 contendo os materiais utilizados para a implementação do sistema em questão.

Tabela 3 - Materiais para Implementação

Material	Descrição
Equipamentos de desenvolvimento	Netbook PCMIX Intel® Celeron® CPU N3010 @ 1.04 GHz, RAM 4GB
Escolha de sistema operacional	Windows 10 x64 1803
Softwares	<ul style="list-style-type: none"> • PHP 7.2.7 • Apache 2.4.33 • MySQL 15.1 • XAMPP 7.2.11 • Composer 1.7.2 • Netbeans IDE 8.2 • MySQL Workbench 8.0 CE

Material	Descrição
Softwares	<ul style="list-style-type: none">• Astah UML 7.2.0/1ff236• Git 2.18.0.windows.1• Google Chrome 70.0.3538.102
Framework de desenvolvimento	Yii 2.0 (Yii Framework, 2018)
Framework de teste	Codeception (Codeception, 2018; Yii Framework, 2018)

Fonte: Próprio autor.

3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1. GAMIFICAÇÃO

De acordo com as pesquisas feitas por Deterding *et al* (2011), o termo "Gamification", ou gamificação, surgiu na indústria de mídias digitais de 2008, na qual também era representado por outros termos, tais como: "jogos produtivos", "design da diversão", "jogos comportamentais", "camada jogo" e "jogos aplicados". Segundo o estudo, há duas fortes correntes filosóficas capazes de definir o processo de gamificação: a primeira é a ubiquação dos jogos, i.e., o ato de institucionalizar essa prática no cotidiano, e a segunda é a inspiração no design de jogos para reprodução das vantagens experimentadas nesses jogos em novos contextos. Entretanto, há uma grande diferença entre utilizar os jogos em si ou apenas os elementos de design, pois enquanto o primeiro implica em aplicar as funcionalidades no ambiente em questão, a um nicho específico, o outro diz respeito apenas a readequação da interface das funcionalidades de sistemas novos ou estabelecidos. Portanto, apesar da mútua dependência entre jogo e experiência de jogo, há uma clara separação quanto ao nível de sua abordagem.

Em contrapartida, mesmo que gamificar e implantar jogos sejam processos distintos, nada impede que os dois sejam utilizados em prol de um mesmo objetivo específico, porém é necessário delimitar o conceito de jogo para que este não seja confundido com a gamificação em si.

Em seu livro, McGonigal (2011) diz que todo jogo se subdivide em: metas, regras, feedback e participação voluntária. Para ela, toda funcionalidade imbuída no jogo deve pertencer a uma dessas partes.

Percebe-se que a existência de regras e de metas dá ao jogo direção e orientação aos seus participantes, de modo a limitar as ações desses indivíduos. Para McGonigal (2011), "Jogar é o ato voluntário de superação de obstáculos desnecessários", podendo-se entender que a diversão é a chave para que o jogador se sinta motivado a alcançar as metas. Como o objetivo deste trabalho é definir uma heurística de medição de aprendizado, estimar o que é ou não é divertido foge ao seu escopo – consequentemente, um dos conceitos de gamificação a serem utilizados será o que diz respeito ao uso de elementos de design que remetem aos jogos.

Deterding *et al* (2011) completa essa definição ao afirmar que a gamificação se dá apenas em contextos não-jogos.

Todavia, Huotari e Hamari (2012) contestam a parte final dessa definição. Em seu trabalho, eles defendem a desconstrução do que se entende como jogo, visto que a experiência adquirida pelos usuários depende de tantos fatores humanos que a percepção acerca do que vem a ser um jogo é individual e subjetiva. Se a sensação de jogo depende do perfil individualizado do jogador, firmar o que é ou não é um jogo seria contraproducente.

Pelo caráter novo e inovador, principalmente nas áreas de marketing e educação, houve um crescimento no investimento de 1,4 bilhões de dólares à pesquisa e implementação da gamificação, entre 2011 e 2015. Logo, com a profusão de estudos, objetivando entender, estruturar e delimitar esse fenômeno, surgem controvérsias e críticas, e muitas delas defendem que os sistemas gamificados devem instar a geração de motivações intrínsecas ao processo de design de interação, e não simplesmente a adoção de elementos e signos que remetem a um aspecto de jogo em específico, esperando, inequivocamente, automática motivação (REINERS e WOOD, 2015).

Apesar das divergências, a definição de Deterding *et al* (2011) é reafirmada por uma série de pesquisadores da área, ambos referenciados no livro "Gamification in Education and Business", de Torsten Reiners e Lincoln C. Wood, publicado em 2015; e, segundo a ferramenta Google Scholar, até novembro de 2018, houve 4298 citações diretas a esse artigo. Mesmo assim, para o escopo desse trabalho, não haverá um fechamento quanto a definição de gamificação, podendo esta ser entendida tanto pela visão top-down (que destaca o objetivo da gamificação, i.e., a experiência), quanto pela visão bottom-up (que foca a construção do mesmo a partir de elementos específicos de design). Consequentemente, qualquer solução a ser sugerida dentro deste trabalho, para medir o aprendizado, deve considerar estes dois paradigmas.

Tabela 4 - Definições de Gamificação.

Perspectiva	Conceito de Gamificação
Top-down	Processo de fortalecimento dos serviços por meio de “affordance” para experiências de jogo que suportem o processo de criação do usuário (Huotari e Hamari, 2012).
Bottom-up	Uso de elementos de design característicos de jogos em contextos não-jogos (Deterding et al, 2011).

Fonte: Próprio autor.

Ao interpretar as implicações desses dois conceitos, observa-se que a visão de Huotari e Hamari nega apenas o cenário de aplicação do conceito dado por Deterdings, no caso, os contextos não-jogos. “Affordance” é uma palavra que não tem tradução literal para a língua portuguesa, porém descreve a sensação de percepção da finalidade de objetos a partir de sua forma, e conseqüentemente, remete a visão que o usuário pode vir a ter pelo uso de elementos de design nesses objetos. Por isso, conclui-se que ambas as visões concordam quanto ao uso desses elementos de design como prerrogativa de experiência gamificada.

Paralelo a essa eventual divergência, a gamificação cresce com um forte apelo comercial. O surgimento de novas “startups” e agências de design que oferecem design de gamificação (SaaS – Software as a Service, i.e., Software como serviço) fundamentou o estabelecimento industrial deste segmento, e agora se estima um crescimento de mais de US\$ 11 bilhões de dólares até 2020 (Markets and Markets, 2016 *apud* NACKE e DETERDING, 2017). Nessa nova fase de pesquisas, Nacke e Deterding salientam a importância da conceituação e justificativa, porém se passa a dar mais ênfase a como, quando e quando não aplicar os elementos de design de jogos.

Em seu atual estado da arte, a gamificação possui dados empíricos que comprovam a existência de melhora no processo de interação com sistemas que utilizam alguns elementos de design. SDT *et al* (2012), Mekler *et al* (2013) e Hamari (2016) *apud* Nacke e Deterding (2017) apontam que a adoção de sistemas de pontos, insígnias e de classificação melhoram a performance de uso, mas que, por outro lado, não causam mudanças significativas na competição, satisfação ou motivação dos usuários no uso contínuo. Segue abaixo a terminologia empregada.

Tabela 5 - Terminologia dos elementos de design de jogos

Termo	Definição	Exemplos
Pontos	Unidades numéricas que indiquem progresso	Pontos de experiência, "score"
Insígnias	Ícones que simbolizam conquistas	Troféus
Tabelas de classificação	Monitoramento das pontuações públicas, para fins de comparação	Lista de classificados e tabelas de pontuação
Progressão	Barras horizontais que indicam o avanço de etapas	Animações de avanço de nível
Status	Unidades textuais que indiquem progresso	Títulos e classificações
Níveis (de dificuldade)	Crescimento gradativo de dificuldade	Fácil, Médio e Difícil
Recompensas	Itens desejados	Incentivo, prêmios e presentes
Funções	Papeis desempenhados pela persona	Classes e personagens

Fonte: (SEABORN e FELLS, 2015).

Por não haver uma clara sinalização positiva às vantagens no engajamento advindo da aplicação dos outros elementos de design por meio de estudos empíricos quantitativos, Nacke e Deterding afirmam que este é um terreno de estudo inexplorado. Paralelo a isso, no levantamento feito Hamari, Koivisto e Sarsa (2014), dentre os 24 estudos que avaliavam as vantagens motivacionais e psicológicas supostamente trazidas pela gamificação, apenas um utilizara dados psicométricos.

Dado que já existem anos de estudo sobre estimação de dados psicométricos na área da educação (ANDRIOLA, 2009), percebe-se uma possibilidade de estudo ao se associar este conhecimento a cenários de teste para cada elemento de design de jogo.

3.2. TEORIA CLÁSSICA DOS TESTES (TCT)

Dentro do campo da psicometria moderna, os testes psicológicos se mantiveram estáveis por um longo período. Segundo Embretson e Reise (2000), a Teoria Clássica dos Testes servia como principal fundamentação metodológica de avaliação psicológica, somente passando a compartilhar este posto com a Teoria da Resposta ao Item no início da década de 1960, por meio dos trabalhos escritos por Allan Birnbaum em quatro capítulos do livro "Statistical Theories of Mental Test Scores", e pelos modelos publicados em dissertações por David Andrich, Geoffrey

Masters, Graham Douglas, Mark Wilson e, principalmente, Georg Rasch, sob a orientação de Benjamin Wright (EMBRETSON e REISE, 2000).

Para Muñis (1994) *apud* Andriola (2009), a TRI “não contradiz nem os supostos nem as conclusões fundamentais da TCT”, apesar de ela ser enfoque nas produções teóricas no assunto. Mesmo assim, as duas serão conceituadas para que se entenda a finalidade da TRI.

Para a Teoria Clássica dos Testes, o todo é o mais importante (SARTES e SOUZA-FORMIGONI, 2013). Segundo elas, a análise dos itens de um teste tem por objetivo a estimação do resultado total obtido em um teste, que deve ser aplicado a maior quantidade possível de pessoas, visto que sua precisão deve aumentar com o número de observações. Admite-se também a existência de erros aleatórios de medidas que podem influenciar o resultado final do teste, não sendo possível isolar a fonte destes erros. Então, segue-se a definição $X = V + E$, sendo: X, o resultado individual observado no teste; V, o valor real da proficiência geral no teste; e E, a variável aleatória de erro.

Contudo, apesar da facilidade de aplicação desta metodologia, hegemonicamente difundida nas escolas, há limitações quanto a dependência exclusiva das amostras de indivíduos que responderam ao teste, a instabilidade na medição quando se aplicam testes diferentes sobre um mesmo assunto, gerando resultados diferentes para os mesmos indivíduos, e, sobretudo, a expressão destes em escalas distintas conforme se alternam tais testes (SARTES e SOUZA-FORMIGONI, 2013).

3.3. TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM (TRI)

Considerando essas limitações, a Teoria da Resposta ao Item oferece uma abordagem orientada aos itens presentes no teste, ao invés do todo. Propõem-se modelos para estimação de traços latentes tomando como base o conjunto de acertos e erros de uma série de itens que dependem das mesmas habilidades. Dessa forma, passa a ser possível comparar o desempenho de populações diferentes em um mesmo teste composto por esses itens, além de indivíduos de uma mesma população, em testes diferentes (ANDRADE, TAVARES e VALLE, 2000). Por causa disso, em 1995, a então SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) implementou o uso da TRI nas avaliações educacionais ENCCEJA, Prova Brasil e ENEM (INEP, 2012a).

Como existem muitos modelos matemáticos que procuram representar a probabilidade de acerto de um item (ANDRADE, TAVARES e VALLE, 2000), seguindo o exemplo do INEP quanto ao cálculo da nota com base na Teoria da Resposta ao Item, utilizar-se-á o mesmo modelo de estimação de proficiência aplicado na correção das provas do ENEM: o Modelo Logístico de três variáveis (INEP, 2012b).

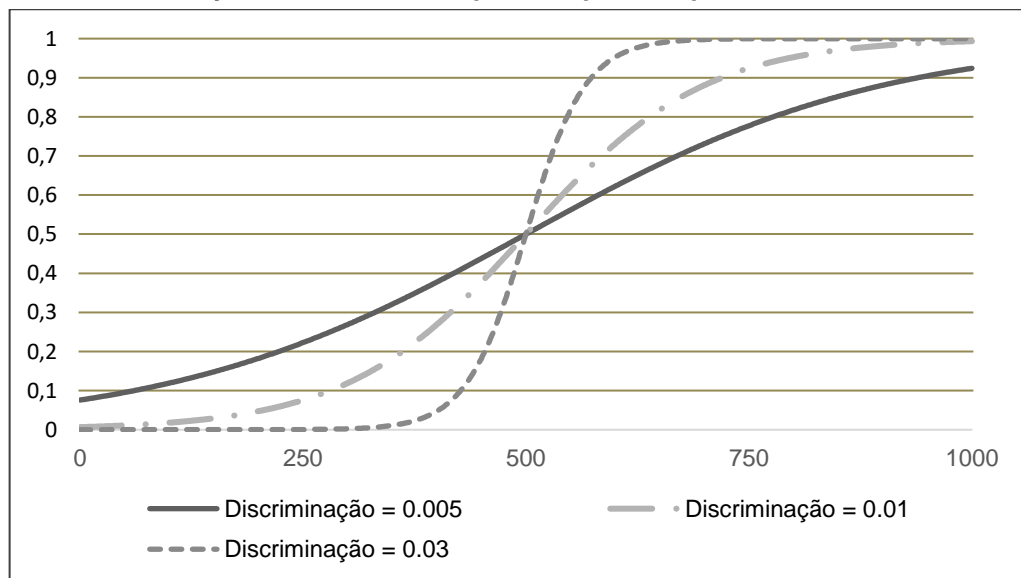
Figura 1 - Modelo Logístico de Três Variáveis

$$P_{ML3}(u_{\mu} = 1 | \theta_j, a_j, b_j, c_j) = c_j + \frac{1 - c_j}{1 + e^{-a_j(\theta_j - b_j)}}$$

Fonte: (INEP, 2012b).

Onde P é a probabilidade de acerto, θ é a proficiência ou o traço latente a ser estimado, a é a discriminação, b é a dificuldade, e c é a probabilidade de acerto casual. Estes três últimos são os parâmetros que determinam a qualidade do item, podendo este: discriminar os participantes que o dominam, dificultar o acerto elevando a proficiência mínima necessária, e diminuir a relevância do acerto caso este possua a chance de ter sido acidental.

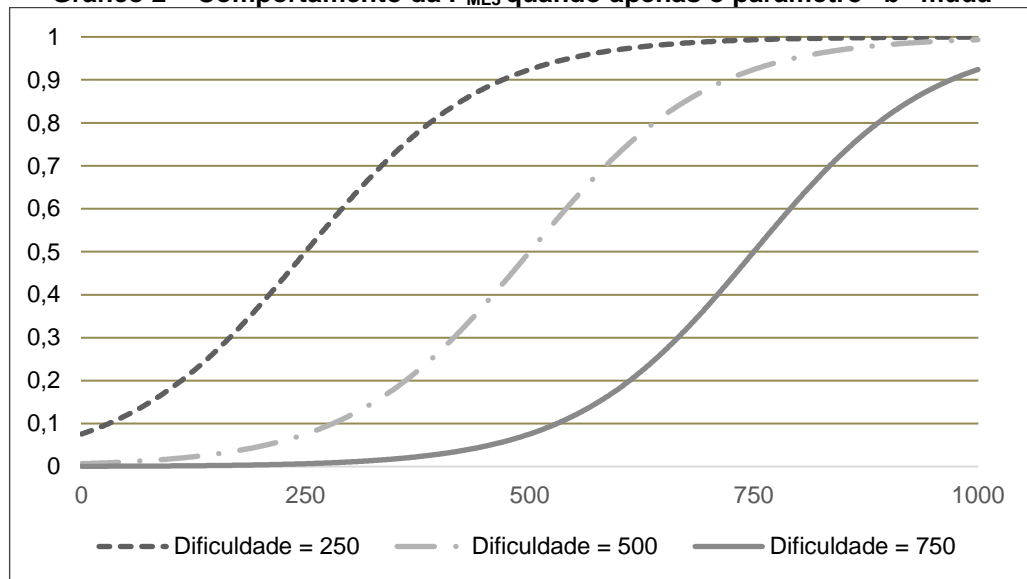
Gráfico 1 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “a” muda



Fonte: Próprio autor.

No gráfico acima, o parâmetro de dificuldade “ b ” está definido para 500, e a probabilidade de acerto casual é nula. Percebe-se que quando a discriminação aumenta, a taxa de crescimento da probabilidade de acerto também aumenta nas proximidades do ponto médio fixado pela dificuldade.

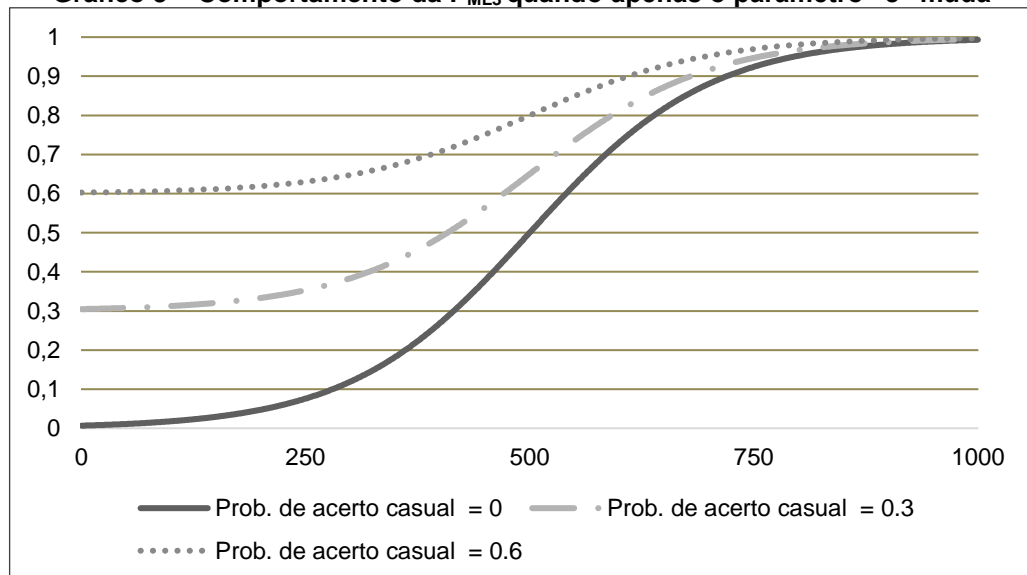
Gráfico 2 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “b” muda



Fonte: Próprio autor.

Ao se modificar a dificuldade, a forma de onda translada horizontalmente, sempre mantendo seu ponto médio sobre o valor da abscissa que tem o mesmo valor de “b”. Por conseguinte, independente da dificuldade estipulada, o indivíduo deve possuir um valor de proficiência igual ou maior a dificuldade do item para que haja uma probabilidade de acerto maior ou igual a 50%.

Gráfico 3 – Comportamento da P_{ML3} quando apenas o parâmetro “c” muda



Fonte: Próprio autor.

Por sua vez, a probabilidade de acerto casual retira o determinismo paramétrico da dificuldade da questão. Dependendo deste valor, mesmo que o indivíduo avaliado não tenha a proficiência necessária, a chance de acerto ainda pode ser alta.

Não obstante, em um teste real os valores correspondentes aos parâmetros e às habilidades são desconhecidos, e a estimação desses valores se torna a principal tarefa dos modelos. Os próximos tópicos explicarão os algoritmos de estimação baseados no livro “The Basics of Item Response Theory” (BAKER, 2001).

3.3.1. Estimação dos parâmetros

Para que a discriminação, a dificuldade e a probabilidade de acerto casual sejam estimados, assume-se que as proficiências dos examinandos sejam conhecidas. Destarte, o algoritmo pressupõe o agrupamento de M examinandos classificados em N grupos em função da proximidade ao traço latente (θ_n) que rotulam estes. Assim, é possível calcular a probabilidade de acerto de um mesmo grupo pela razão de acertos por campo amostral,

Figura 2 - Probabilidade de acerto em um campo amostral de mesmo nível de habilidade

$$P(\theta_j) = \frac{r_j}{m_j}$$

Fonte: (BAKER, 2001).

Onde r_j é a quantidade de acertos do grupo, e m_j é a quantidade de indivíduos dentro deste.

Com a probabilidade de acerto e as habilidades em mãos, pode-se aplicar o ajuste qui-quadrado iterativamente, obedecendo-se um critério de parada,

Figura 3 - Ajuste Qui-quadrado

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^J m_j \frac{[p(\theta_j) - P(\theta_j)]^2}{P(\theta_j)Q(\theta_j)}$$

Fonte: (BAKER, 2001).

Sendo $Q(\theta_j) = 1 - P(\theta_j)$, e o χ encontrado maior que o definido no critério de parada, o algoritmo para. Entretanto, Dekker ressalta que durante o processo de varredura de possíveis valores de a , b e c é possível que se encontrem mínimos e máximos locais, e que, portanto, a curva característica encontrada pode vir a estar errada. Logo, foram propostas soluções computacionais, dentre as quais se destacam: a pura e simples pseudorandomização, o algoritmo de Monte Carlo, e a adoção de algoritmos genéticos (KIM, KIM e LEE, 2015).

3.3.2. Estimação do traço latente

Assim como na estimação dos parâmetros, o traço latente ou habilidade (θ) de um indivíduo (em uma dada área do conhecimento a ser examinada) só poderá ser averiguada quando os parâmetros de discriminação, dificuldade e de acerto casual estiverem fixados. O algoritmo iterativo usado para esse fim é o método de aproximação Newton-Raphson (ANDRADE et al, 2000, DAKER, 2001).

Figura 4 - Aproximação Newton-Raphson

$$\hat{\theta}_{s+1} = \hat{\theta}_s + \frac{\sum_{i=1}^N -a_i [u_i - P_i(\hat{\theta}_s)]}{\sum_{i=1}^N a_i^2 P_i(\hat{\theta}_s) Q_i(\hat{\theta}_s)}$$

Fonte: (ANDRADE et al, 2000, DAKER, 2001).

Onde $\hat{\theta}_s$ é a habilidade estimada do examinado com o decorrer das iterações, u_i é a resposta dicotômica (i.e., um ou zero em caso de acerto ou erro, respectivamente), e a somatória de i , um a N , que engloba todos os itens que avaliam $\hat{\theta}_s$. O valor inicial dado a $\hat{\theta}_s$ pode ser qualquer um pois converge, exceto em duas situações: quando se erra ou acerta todas as questões referentes a habilidade examinada pelo conjunto de itens que o fazem (diverge para $-\infty$ ou $+\infty$, respectivamente).

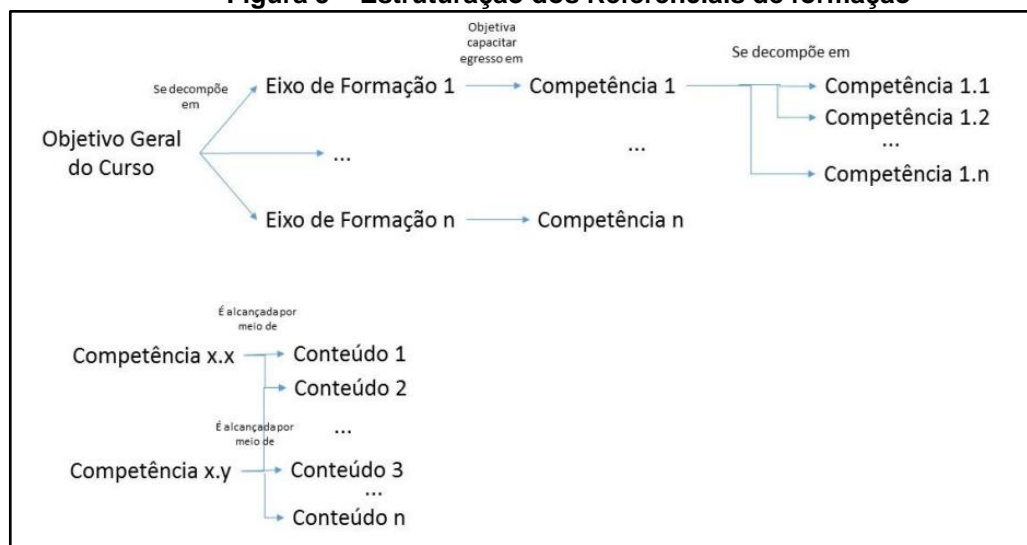
3.4. COMPETÊNCIAS

Nota-se aqui o uso frequente dos termos proficiência, traço latente e habilidade como sinônimos. Certamente, eles se referem ao grau de domínio de uma ou mais áreas de conhecimento, mas para que objetivos de aprendizagem sejam decididos, deve-se induzir um processo de estruturação do saber em estudo (FERRAZ e BELHOT, 2010).

Tanto o parecer de nº 136/2012 publicado pela Câmara de Educação Superior (CES), do Conselho Nacional de Educação (CNE), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2016), quanto os Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação publicados pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) (ZORZO, NUNES, *et al.*, 2017) utilizam como modelo a Taxonomia de Bloom Revisada para embasar sua estrutura conceitual. Enquanto o parecer lista as competências de cada um dos cursos especificados, o compêndio da SBC agrupa estas competências em eixos temáticos de formação.

Segundo Klirk *et al* (2007), competência pode ser entendida como um “conjunto coerente de elementos necessários à atividade de resolução de problemas”, de modo que a volatilidade dos conteúdos abordados em curso não impute a necessidade de reformulações metodológicas a todo momento. Ferraz e Belhot, por sua vez, relatam que a taxonomia de Bloom permite estruturar o processo cognitivo, estipulando a etapa em que uma competência é desenvolvida, sendo esta o produto final de um construto incremental de habilidades, das mais simples até as mais complexas, sempre interdependentes.

Figura 5 – Estruturação dos Referenciais de formação



Fonte: Zorzo *et al*, 2017.

Considerando essa estruturação, passa a ser possível identificar os traços latentes inerentes às competências de cada curso, sendo então possível avaliá-los por meio da estimação das proficiências em cada conhecimento e em cada habilidade que compõe o aprendizado destas. Assim, com a avaliação quantitativa empregada na aplicação da teoria da resposta ao item às competências desenvolvidas no ensino superior, pode-se desenvolver um sistema de informação capaz de estimar a proficiência em cada um destes elementos, por meio de aplicação de testes, e armazenar o seu avanço incremental.

Todavia, espera-se que existam sistemas que objetivam cumprir estes mesmos propósitos, mesmo que sem utilizar essa mesma modelagem. Por isso, é preciso fazer uma pesquisa exploratória dos sistemas gamificados e não gamificados que pontuam competências, habilidades, ou quaisquer outras formas de unidades de conhecimento

para confirmar a baixa quantidade, ou ausência, de sistemas que podem vir a fazer o mesmo.

4. TRABALHOS RELACIONADOS

Com base na metodologia definida para a pesquisa dos modelos que satisfaçam as condições estabelecidas, os itens a seguir mostrarão: os resultados da busca, a análise desses resultados, e o modelo proposto com baseado na análise aferida.

4.1. MODELOS ENCONTRADOS E SUAS ANÁLISES

A partir da pesquisa utilizando os termos “gamification”, “education” e “software”, foi possível encontrar 20 sistemas (GUPTA, 2016; LYNCH, 2017; LOAYZA, 2018) dos quais três estavam inativos (“Zondle”, “Maven”, “Class Realm”) e dois não eram relacionados a educação (“Virtonomics” e “Veri”).

4.1.1. KnowRe

Suporte no aprendizado e avaliação nas disciplinas de Pré-álgebra, Álgebra I, Geometria e Álgebra II, disponibilização de exercícios práticos com tutoria automatizada, reconhecimento de escrita manual e adaptabilidade individualizada orientada ao progresso dos alunos.

4.1.2. ClassDojo

Suporte a comunicação dentro da sala de aula por meio de reportes, dados pelo professor, a atividades feitas em sala. Suporte a mensagens entre professores, alunos, pais e líderes escolares. Construção de portfólio das turmas, composto pelas atividades registradas no sistema. Cada atividade permite a submissão de entradas de texto, gravações de vídeo, fotografias e desenhos. O professor pode aprovar as atividades diretamente. O professor também pode dar insígnias aos seus alunos.

4.1.3. Socrative

Elaboração de questionários, onde é possível embaralhar questões e alternativas, exibir o status de cada resposta dada e as pontuações finais. Cada sala possui um código de ingresso, o qual o aluno deve digitar para ter acesso aos questionários. Cada questionário pode ter questões de múltipla-escolha, verdadeiro-ou-falso e de repostas curtas.

4.1.4. MineCraft Education

Versão educativa do jogo de mundo aberto “Minecraft”, onde os alunos e professores podem ingressar a mundos que representam as turmas. Em cada um

desses mundos é possível realizar atividades de laboratório, como experimentos químicos, físicos, de geometria e linguísticos, além de lições em história e arte visual (A Look at Minecraft Education Edition, 2017).

4.1.5. Play Brighter

Elaboração e publicação de questões e questionários dentro de missões.

4.1.6. Course Hero

Consulta e publicação de problemas práticos, guias de estudo, vídeos, notas de classe e tutoriais sobre assuntos acadêmicos.

4.1.6. Duolingo

Aprendizado de diversos idiomas a partir de sua língua materna.

4.1.6. Kahoot!

Elaboração de “kahoots” (questionários ou enquetes), onde é possível embaralhar questões e alternativas, exibir o status de cada resposta dada e as pontuações finais. É possível utilizar quatro tipos de “kahoots”: “quis” (questionário de múltipla-escolha), “survey” (enquete), “discussion” (Debate), e “jumble” (dentro um grupo de alternativas, ordenar em ordem decrescente de qualidade ou assertividade). Cada “kahoot” possui um código de ingresso, o qual o aluno deve digitar para ter acesso aos questionários.

4.1.7. Classcraft

Motivação dos estudantes por meio de recompensas concedidas no cumprimento de tarefas em sala de aula. de recompensas: comer em sala de aula, ganhar uma questão extra no teste, sair cinco minutos antes do final da aula... Cada recompensa é cumulativa e é adquirida quando o aluno muda de nível.

4.1.8. Goosechase

Criação de tarefas simples. O criador da tarefa pode customizar a quantidade e pontos de maneira livre. São três tipos de tarefas: Envio de fotografia, envio de texto (podendo ser avaliado) e check-in.

4.1.9. BreakoutEDU

Fornecimento de jogos educativos offline.

4.1.10. Quizizz

Elaboração e publicação de questionários de múltipla-escolha. É possível adicionar dois tipos de questão: questão de uma escolha e questões de múltipla-escolha. Cada quiz possui um código de ingresso, o qual o aluno deve digitar para ter acesso aos questionários.

4.1.11. Ted-Ed

Aplicação online onde o professor pode escolher um vídeo do Youtube para discutir algum assunto. É possível criar questões e ligá-las a instantes do vídeo e questão, além de fóruns para discussões.

4.1.12. Khan Academy

Disponibiliza diversos cursos contendo exercícios, vídeos de instrução e relatórios de aprendizado aos alunos que se cadastrarem. É possível também que professores criem turmas e relacioná-las aos cursos que seus alunos podem vir a fazer, e recomendar-lhes materiais de dentro do sistema para complementarem seus cursos. Cada curso é composto por unidades. Cada unidade é composta por habilidades. Cada habilidade possui três exercícios. Cada unidade possui conjuntos de habilidades que possuem uma lista de vídeos de tutoria. Cada Unidade possui um teste que requer proficiência em todas as habilidades desta unidade.

4.1.13. Coursera

Disponibiliza diversos cursos contendo exercícios, vídeos de instrução e relatórios de aprendizado aos alunos que se cadastrarem. Cada curso é dividido em semanas, e cada semana é dividida em capítulos. Cada capítulo pode possuir exercícios, podendo ser questionários ou submissão de arquivos. O pacote “enterprise” permite que os líderes escolares criem turmas e relacioná-las aos cursos que seus alunos podem vir a fazer, além de fornecer diversos relatórios de habilidades desses alunos nesses cursos.

4.1.14. Udemey

Oferta cursos. Pode-se criar uma conta de instrutor, na qual se pode salvar vídeos de tutoria e simulados.

4.1.15. Blinkist

Oferta diversos livros e audiolivros.

4.1.16. Memrise

Disponibiliza cursos de memorização. Cada curso é composto por habilidades, que por sua vez são compostas por exercícios. Cada exercício possui questões que contabilizam unidades de proficiência em cada habilidade.

4.1.17. Sololearn

Disponibiliza cursos de programação. Cada curso é composto de habilidades, cada habilidade é composta de lições, e cada lição pode ser composta de instruções textuais, questões objetivas e trechos de código a serem compilados ou interpretados em sistemas terceiros.

4.1.18. Yousician

Aplicação “stand alone” em que os usuários podem aprender a tocar um instrumento.

4.2. IDENTIFICAÇÃO DO SIGNOS

Com as suas funcionalidades principais descritas, é possível identificar os signos referentes aos elementos de gamificação em cada um desses sistemas, segundo Souza et al (2006) (*apud* BARBOSA e SILVA, 2010), afim de encontrar elementos de design de jogos que façam o usuário se perceber em uma experiência de jogo, mesmo que não se trate de um. Segue abaixo a frequência de uso desses elementos pelos sistemas pesquisados.

- Pontuação: treze sistemas.
- Insígnias: cinco sistemas.
- Tabelas de classificação: cinco sistemas.
- Progressão: treze sistemas.
- Status: quatro sistemas.
- Recompensas: cinco sistemas.
- Funções: apenas um sistema.
- Níveis: nenhum sistema.

O sistema Ted-ED não apresentou esses elementos, portanto, mesmo que tenha aparecido na pesquisa, não deve ser considerado um sistema gamificado.

Numerados os elementos de design dos sistemas gamificados, a próxima tarefa é listar os sistemas que armazenam o avanço incremental das pontuações, verificar que métodos de estimação usam para pontuar, e também se atribuem essas pontuações a competências¹.

4.3. ANÁLISE DA ESTIMAÇÃO DE PONTUAÇÃO

Naturalmente, somente sistemas que geram pontuações utilizam algum método de estimação para tanto. Os sistemas que estão nessa categoria são: “KnowRe”, “Socrative”, “Course Hero”, “Duolingo”, “Kahoot!”, “Classcraft”, “Goosechase”, “Quizizz”, “Khan Academy”, “Coursera”, “Udemy” e “Memrise”.

Para verificar se esses sistemas utilizam TCT ou TRI, empregou-se dois métodos: testes de cenário² e pesquisa bibliográfica. No teste de cenário, o testador assumiu o papel de professor, que por sua vez permite a criação de questões e questionários em todos esses sistemas, exceto no “KnowRe”, “Duolingo”, “Khan Academy”, “Coursera” e “Memrise”. Nesses quatro, os professores ou são cadastrados em outro sistema, ou todas as questões e todos os questionários estão pré-definidos, sendo apenas possível inferir, porém não afirmar, qual método de estimação de pontuação estes utilizam, exceto no “KnowRe”, que possui uma patente registrada para esse fim (KIM, KIM e CHO, 2012). A partir da experiência de uso dos sistemas restantes (“Socrative”, “Kahoot!”, “Goosechase”, “Quizizz” e “Udemy”), observou-se três métodos de estimação baseados na Teoria Clássica dos Testes:

- Quantidade total de acertos no teste: “Goosechase”
- Proporção de respostas certas por teste: “Socrative”, “Udemy”.
- Soma de razões, entre tempo de resposta restante e tempo total de resposta, das respostas certas no teste: “Kahoot!”, “Quizizz”.

Os sistemas “Course Hero” e “Classcraft” pontuam o comportamento do usuário quanto a sua interação com o sistema. Enquanto no primeiro se soma a quantidade

¹ Para mais informações referentes aos signos encontrados nos sistemas com elementos de pontuação, consulte o apêndice 1.

² Para mais informações referentes aos testes de cenário, consulte o apêndice 2

de documentos salvos, no segundo o professor atribui arbitrariamente pontos de experiência para os jogadores.

Quando o testador assumiu o papel de aluno na interação com os sistemas restantes (“Duolingo”, “Khan Academy”, “Coursera” e “Memrise”), observou-se dois comportamentos que sinalizaram a existência de métodos de estimação baseados na Teoria Clássica dos Teste:

- Atribuição de pontos para cada teste cumprido: “Duolingo” e “Memrise”.
- Soma de respostas corretas em um teste: “Khan Academy” e “Coursera”.

O último sistema, “KnowRe”, emprega a Teoria Clássica dos Testes associada a unidades de conhecimento conectados em rede (KIM, KIM e CHO, 2012). O sistema não utiliza a Teoria da Resposta ao Item porque não a cita na descrição da patente e porque os testes são feitos especificamente para cada item, usando-se a quantidade de acertos na contabilização de pontos por item, e não usando a estimação da proficiência nas unidades de conhecimento a partir das questões (ou itens).

4.4. ANÁLISE DA ATRIBUIÇÃO DE PONTOS A COMPETÊNCIAS

Para atribuir pontuações a competências, é preciso que os sistemas armazenem as pontuações, associando-as a competências pré-determinadas. Dentre os sistemas que pontuam, os que armazenam esses valores são: “KnowRe”, “Duolingo”, “Classcraft”, “Khan Academy”, “Coursera”, “Udemy” e “Memrise”. A partir do uso do sistema na perspectiva do aluno, observou-se três tipos de estruturas associadas a cada pontuação.

- Habilidade: “KnowRe”, “Duolingo” e “Memrise”.
- Comportamento: “Classcraft”.
- Lição: “Khan Academy”, “Coursera” e “Udemy”.

Cada habilidade é pontuada em função dos testes que a avaliam. Cada comportamento é pontuado quando o professor seleciona um botão de incremento desse comportamento de maneira arbitrária. Cada lição possui testes dependentes em que se deve ter uma certa proporção de respostas corretas para o prosseguimento da lição. Outra exceção é o “Khan Academy”, que utiliza a pontuação das lições para a estimação de pontuação das habilidades do curso; entretanto, a estrutura básica

usada para pontuar nele é a lição, apesar de o “Coursera” e o “Udemy” o não utilizarem as duas estruturas.

Até o final dessa investigação, não foram encontradas estruturas que englobassem as habilidades ou os comportamentos, sem que estas sejam próprio curso.

4.5. SISTEMAS QUE IMPLEMENTAM A TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM

Apesar de não ter sido encontrado nenhum sistema educacional gamificado que pontuasse as competências por meio de modelos logísticos da TRI, existem sistema que o fazem sem o necessário intuito de dar suporte a experiências gamificadas. Segue abaixo a lista de softwares encontrados na busca pelos termos “item response theory software”, “irt software”, “item response theory api” e “irt api”.

- Softwares:
 - Xcalibre (XCALIBRE, 2018).
 - IRTPro (SSI, 2018).
 - BILOG (SSI, 2018).
 - PARSCALE (SSI, 2018).
 - Winsteps (RASCH ANALYSIS, 2018).
 - Flexmirt (FlexMIRT®, 2018).
 - Eqsirt (EQSIRT, 2018).

Todos os softwares encontrados são do tipo “stand alone”. Para seu uso, é preciso criar novos projetos, selecionar os modelos logísticos, algoritmos de estimação e importação dos dados para computação.

4.6. MODELO PROPOSTO

A partir dos resultados obtidos, não se encontrou quaisquer sistemas gamificados que utilizem a Teoria da Resposta ao Item para estimar as pontuações. Entretanto, foi encontrado um sistema que estima a proficiência de habilidades por meio da Teoria Clássica dos Testes (“KnowRe”), dois sistemas que aparentam recorrer a mesma abordagem (“Duolingo” e “Memrise”), e um sistema que o faz indiretamente por meio das lições (“Khan Academy”). Também foi visto que não há possibilidade de integração com software de estimação de proficiências por meio da TRI encontrados devido a inexistência de API com essa finalidade.

Por causa disso, este trabalho propõe um sistema gamificado que estima as proficiências por meio da TRI.

Inicialmente, o sistema deve considerar apenas a heurística dos cursos de bacharelado em ciência da computação (BRASIL, 2016; ZORZO *et al*, 2017) e os algoritmos de estimação de habilidade do livro “The Basics of Item Response Theory”, por Frank Baker (2001). Como não há registros prévios de questões, e nem os resultados de suas possíveis aplicações, o sistema deve permitir aos professores que estes atribuam valores arbitrários aos parâmetros da função logística de cada questão com base nos valores apresentados pelo INEP (INEP, 2012b).

Outrossim, as funcionalidades básicas extraídas consonam-se com as principais dos sistemas pesquisados.

Tabela 6 - Terminologia do modelo proposto

Elemento do modelo	Descrição
Funcionalidades básicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registro de alunos, para acompanhamento de suas proficiências (KNOWRE, 2018; A Look at Minecraft Education Edition, 2017; DUOLINGO, 2018; CLASSCRAFT, 2018; KHAN ACADEMY, 2018; COURSERA, 2018; UDEMY, 2018; MEMRISE, 2018). 2. Registro de pontuações a serem estimadas (KNOWRE, 2018; DUOLINGO, 2018; KHAN ACADEMY, 2018; COURSERA, 2018; MEMRISE, 2018). 3. Registros das questões respondidas por alunos, criadas pelo professor (SOCRATIVE, 2018; KAHOOT, 2018; QUIZZ, 2018). 4. Registro dos professores para cadastrarem questões (SOCRATIVE, 2018; PLAY BRIGHTER, 2018; KAHOOT, 2018; CLASSCRAFT, 2018; GOOSECHASE, 2018; QUIZZ, 2018). 5. Associação ente os itens da disciplina ministrada, que por sua vez associam-se com itens de curso. 6. Registros de competências, conteúdos e eixos de formação.
Usuários	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aluno, que é avaliado. 2. Professor, que cria as questões. 3. Administrador do curso, que institui o curso, seus eixos de formação, competências, conteúdos, disciplinas e itens de disciplina.
Algoritmo de estimação de proficiência	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo logístico dicotômico de três variáveis. 2. Algoritmo Newton-Ramphson para estimação das habilidades (i.e., das proficiências).

Fonte: Próprio autor.

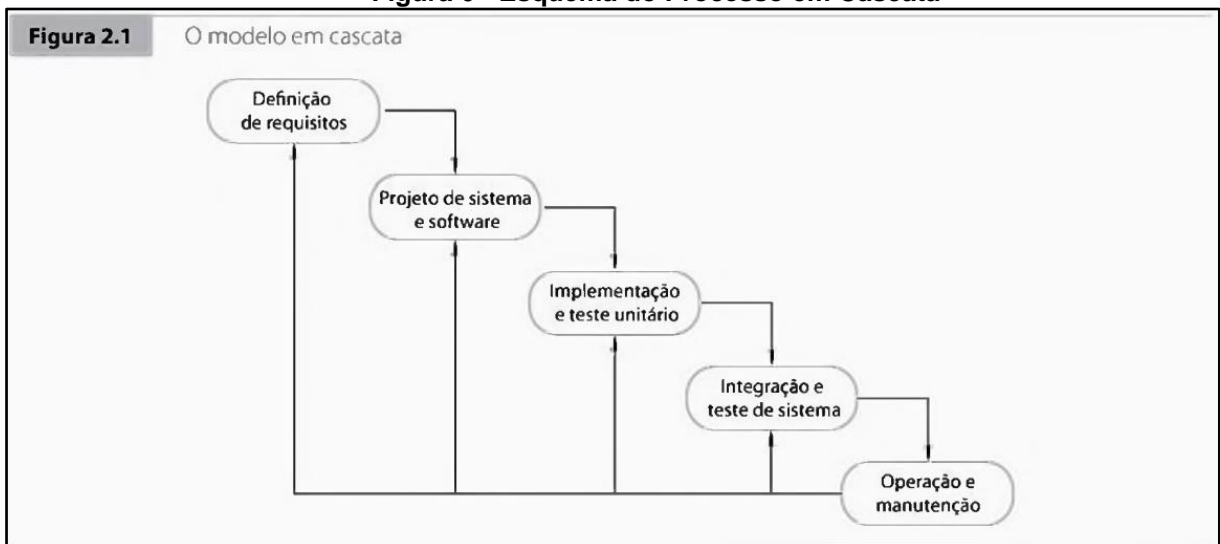
5. PROJETO E DESENVOLVIMENTO

5.1. PROCESSO

Sommerville (2011) conceitua o processo de software como um “conjunto de atividades que levam à produção de um produto de software”. Não é possível conceber, estruturar, desenvolver e testar um sistema de informação sem que se definam as etapas necessárias para tanto. Por isso, ao propor um sistema baseado no modelo aqui proposto, deve-se abstrair os procedimentos tácitos desse setor.

Considerando que todas as funcionalidades básicas deste sistema já foram expostas, o processo de software aparentemente mais adequado para o seu desenvolvimento é o processo em cascata. Segue abaixo as definições dadas por Sommerville (2011) para as etapas desse tipo de processo.

Figura 6 - Esquema do Processo em Cascata



Fonte: Sommerville (2011).

- Definição dos requisitos: as funcionalidades a serem disponibilizadas, suas limitações e os objetivos que os usuários do sistema podem gozar.
- Projeto de sistema e software: alocação de requisitos de hardware e de software por meio o projeto arquitetural do sistema.
- Implementação e teste unitário: desenvolvimento de unidades de sistema juntamente aos testes para sua validação e verificação de conformidade aos requisitos definidos.

- Integração e teste de sistema: testes finais do sistema que buscam averiguar a integração das unidades de sistema em detrimento do cumprimento de todos os requisitos definidos.
- Operação e manutenção: instalação e disponibilização do sistema para uso, acompanhamento de seu funcionamento real, e manutenção de eventuais problemas.

Esse tipo de processo requer a completude de uma etapa para que se prossigam às outras. Em contrapartida, uma das prerrogativas desse projeto é a continuidade do desenvolvimento do sistema por meio da implementação de novos jogos, além disso, não se sabe quais serão as novas percepções dos usuários quando estes tiverem o primeiro contato com este a primeira experiência de uso acerca da estimativa de proficiência de suas capacidades intelectuais no curso. Sendo assim, a última etapa desse processo deve ser reconfigurada vislumbrando o risco da mudança de requisitos, e por isso o processo a ser utilizado deve considerar a possibilidade de início de um processo incremental ao final do processo em cascata deste trabalho (Sommerville, 2011).

Por isso, todas as etapas desse processo de software são galgadas para que haja a disponibilização de um protótipo de sistema gamificado segundo os moldes iniciais definidos no final do capítulo anterior. Por sua vez, a unidade de medida do sistema empregada fora a de unidades de esforço em horas.

Tabela 7 - Duração de cada etapa do processo

Fase	Duração (horas)
Definição dos requisitos	60
Projeto de sistema e software	50
Implementação e teste unitário	97,75 (85+ 15% dos testes)
Integração e teste de sistema	12,75
Operação e manutenção	N.A.

Fonte: Próprio autor.

5.2. REQUISITOS

5.2.1. Atores

Dentre todos os sistemas revisados no capítulo anterior, observou-se que o testador podia desempenhar até três papéis: aluno, professor e líder de ensino. Em

detrimento disso, o sistema proposto deve fornecer as funcionalidades para esses usuários. A terminologia usada para referenciar esses atores serão: aluno, professor e administrador de instituição de ensino, respectivamente.

Tabela 8 - Atores do sistema

Código	Ator	Descrição
AT01	Aluno	É o usuário que deve construir competências, e que, portanto, será avaliado, e suas proficiências, estimadas.
AT02	Professor	É o usuário proprietário das questões que avaliam os alunos.
AT03	Administrador da Instituição	É o usuário que define os eixos de formação, competências, conteúdos e habilidades do curso.

Fonte: Próprio Autor.

5.2.2. Requisitos Funcionais

Ao todo, foram levantados 31 requisitos funcionais. Por causa disso, subdividiu-se o sistema em cinco módulos para que agrupassem os requisitos com maior interdependência: módulo de curso, de conhecimento, de turma, de avaliação e de pontuação.

Tabela 9 - Lista de requisitos do módulo de curso

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Cadastrar (RF01)	aluno Permite o cadastro informando: nome, sobrenome, e-mail, senha e RG.	3
Cadastrar (RF02)	professor Permite o cadastro informando: nome, sobrenome, e-mail, senha, RG e link do currículo LATTES.	3
Cadastrar administrador (RF03)	Permite o cadastro informando: nome, sobrenome, e-mail, senha, RG e instituição de ensino.	3
Cadastrar (RF04)	instituição Permite o cadastro informando: nome, telefone, e-mail e CNPJ.	5
Matricular em curso (RF05)	aluno Permite ao aluno se matricular em um curso.	3
Confirmar em curso (RF06)	matrícula Permite ao administrador a confirmação da matrícula dos alunos em um dado curso de sua instituição.	3
Vincular instituição (RF07)	professor à Permite ao professor que se vincule a uma instituição	2
Confirmar (RF08)	vínculo de professor à instituição Permite ao administrador a confirmação de vínculo dos professores de sua instituição.	2
Vincular (RF08)	professor ao curso Permite ao professor que se vincule a um curso da instituição vinculada.	1

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Confirmar vínculo de professor ao curso (RF09)	Permite ao administrador a confirmação de vínculo dos professores em um dado curso de sua instituição.	1

Fonte: Próprio autor.

Tabela 10 - Lista de requisitos do módulo de conhecimento

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Cadastrar curso (RF10)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de cursos, informando: nome, parâmetros padrões, mínimos, médios e máximos, para estimação de proficiência (discriminação, dificuldade e probabilidade de acerto casual) e instituição.	3
Cadastrar item de curso (RF11)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de itens de cursos, informando: nome, descrição, curso e tipo (eixo de formação, competência ou conteúdo).	5
Cadastrar blocos de disciplinas (RF12)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de blocos de disciplinas, informando: ordem de sequência e curso.	2
Cadastrar disciplinas (RF13)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de blocos de disciplinas, informando: nome e bloco de disciplinas.	2
Cadastrar item de disciplina (RF14)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, itens de disciplina, informando: nome, descrição, disciplina, competências e conteúdos desenvolvidos.	5
Vincular professor à disciplina (RF15)	Permite ao professor que se vincule a uma disciplina do curso vinculado.	1
Confirmar vínculo de professor à disciplina (RF16)	Permite ao administrador a confirmação de vínculo dos professores em uma dada disciplina dos cursos de sua instituição.	1
Cadastrar questão (RF17)	Permite ao professor cadastrar questões, informando: comando, tipo (objetiva) e itens de disciplina avaliados. Case seja uma questão objetiva, deve-se cadastrar suas alternativas, informando o seu texto e se está é uma alternativa correta.	3

Fonte: Próprio autor.

Tabela 11 - Lista de requisitos do módulo de turma

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Cadastrar período (RF18)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de períodos, informando: curso, datas de início das matrículas, de processamento, de atividade, e de fechamento, além de identificar os blocos de disciplinas a serem ofertados.	2

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Cadastrar turma (RF19)	Permite ao administrador o cadastro e consulta, a todos os usuários, de turmas, informando: disciplina de bloco ofertado, período, professor vinculado à disciplina e capacidade máxima.	2
Matricular aluno em turma (RF20)	Permitir ao aluno se matricular em turmas de curso em que já está matriculado, informando: turma e matrícula de curso.	2
Confirmar matrícula em turma (RF21)	Permite ao administrador a confirmação da matrícula dos alunos em uma dada turma dos períodos de um dado curso de sua instituição.	2
Finalizar turma (RF22)	Permite ao professor finalizar as atividades da turma.	6

Fonte: Próprio autor.

Tabela 12 - Lista de requisitos do módulo de avaliação

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Adicionar questão à turma (RF23)	Permite que o professor adicione, em uma turma, questões de seu curso.	2
Cadastrar exame (RF24)	Permite que o professor cadastre exames, informando: data e hora de início, turma, tipo ("quiz"), se pontuará por meio da TCT e da TRI, e adicionar questões da turma.	3
Importar respostas (RF25)	Permite que o professor adicione as respostas dos exames.	5

Fonte: Próprio autor.

Tabela 13 - Lista de requisitos do módulo de pontuação

Requisito	Descrição	Esforço (horas)
Consultar pontuação de aluno em item de disciplina (RF27)	Permite que o aluno visualize a proficiência estimada em um dado item de disciplina, informando a sua matrícula de turma.	2
Consultar pontuação de aluno em item de curso (RF28)	Permite que o aluno visualize a soma de proficiências estimadas em um dado item de curso, informando-se a matrícula em curso.	2
Consultar pontuação geral de item de disciplina (RF29)	Permite que qualquer usuário visualize os valores mínimos, máximos, médios e desvios padrões de um item de disciplina.	2
Consultar pontuação geral de item de curso (RF30)	Permite que qualquer usuário visualize os valores mínimos, máximos, médios e desvios padrões de um item de curso.	2
Atualizar pontuações gerais (RF31)	Permite que o administrador indique ao sistema que se deve atualizar as pontuações gerais com base, desde que todos os períodos estejam inativos.	6

Fonte: Próprio autor.

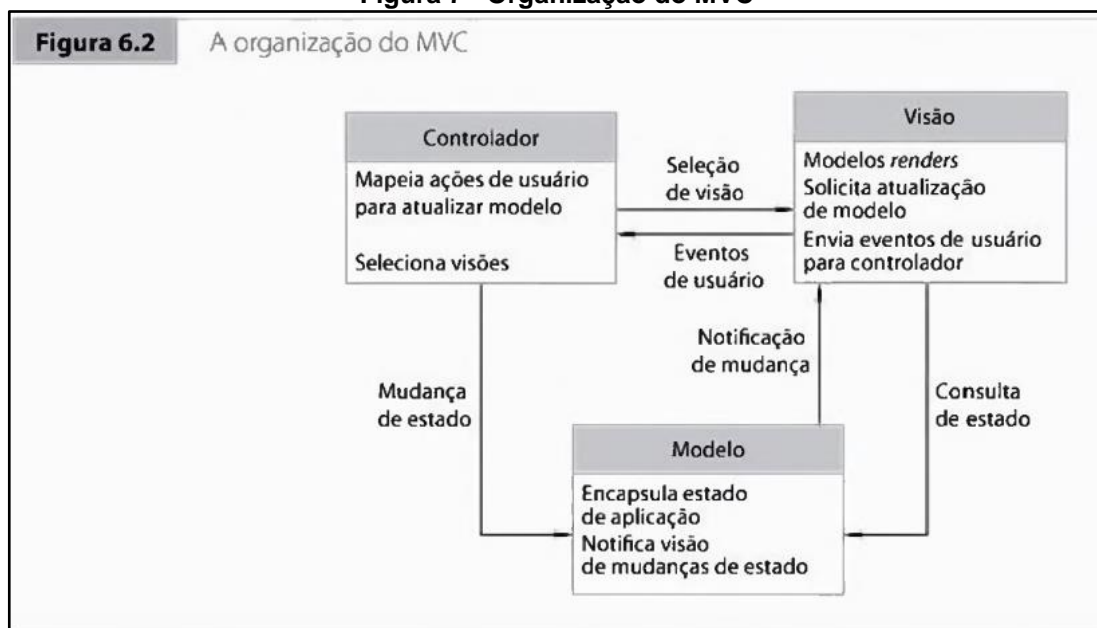
5.3. ARQUITETURA

Nessa etapa do processo de software se define o modelo arquitetural do sistema, estabelecem-se as visões lógicas acerca do papel das funcionalidades definidas nos requisitos, decompõe-se o todo em componentes a serem implementados individualmente e as necessidades operacionais, i.e., materiais para desenvolvimento, suporte, disponibilização e teste do sistema (Sommerville, 2011). Sendo assim, a etapa de projeto arquitetural será dividida em função dos artefatos gerados para a explicação da arquitetura em si.

5.3.1. Visão Geral

Dado que os requisitos não funcionais decidem que o sistema deve ser implementado obedecendo o paradigma da orientação ao objeto, disponibilizado via web e fazer separação entre interface, controle e banco de dados, usar-se-á o modelo MVC (Modelo-Visão-Controlador), que é um compêndio de padrões de design de sistemas que dão suporte a esse tipo de arquitetura. Assim, o sistema estrutura três componentes principais que interagem, e modo que: as atividades de interação com o banco de dados (operações de registro, leitura, edição e exclusão) ficam a cargo dos modelos, as lógicas de negócio nos controladores, e as interfaces do usuário serão abstraídas em visões reutilizáveis.

Figura 7 - Organização do MVC

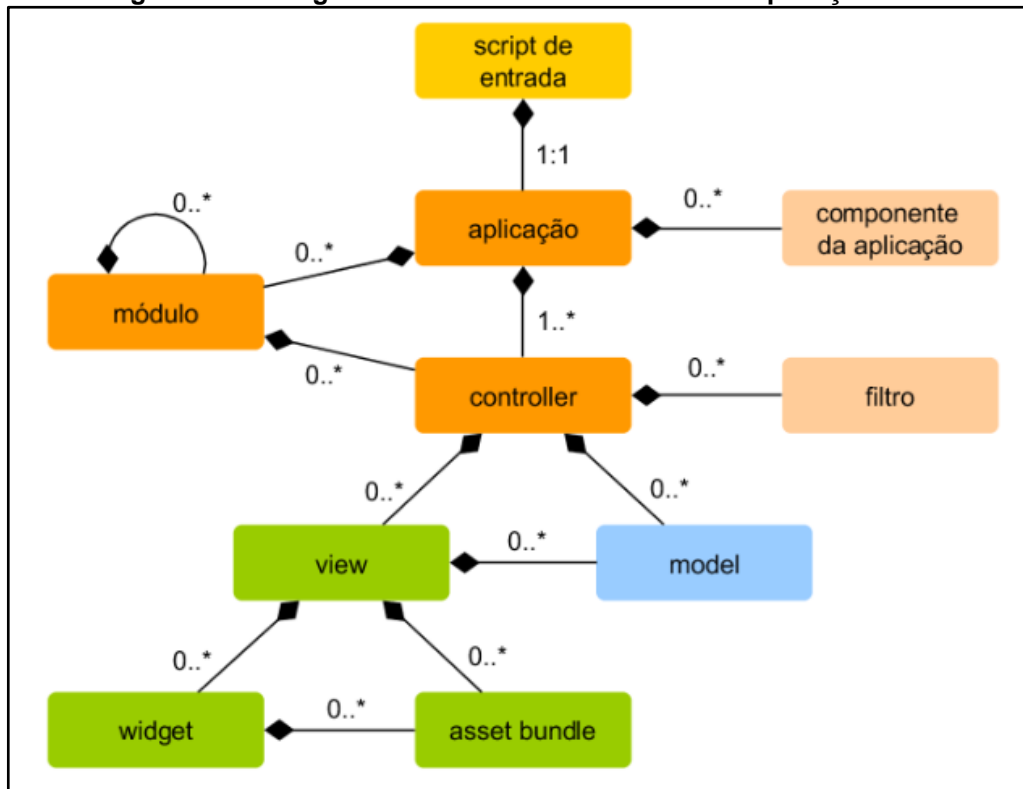


Fonte: Sommerville (2011).

Contudo, dado que esta será uma aplicação web, ela deve ser apresentada em páginas web, geradas dinamicamente, de modo que o usuário possa interagir com o seu conteúdo, ou mesmo sinalizar alterações sem se consultar um servidor, e quando o faz, pode ser síncrona ou assincronamente. Ao interagir com o servidor, este deve saber lidar com o acesso simultâneo de seus recursos, e por vezes isso requer comunicação com a camada de banco de dados. Conseqüentemente, esse tipo de aplicação requer, inerentemente, o casamento das seguintes tecnologias: linguagem de marcação de hipertexto (HTML), linguagem de programação interpretada para execução de scripts pelo navegador (Javascript), linguagem para suporte à geração dinâmica de páginas web pelo servidor (PHP), linguagem de consulta estruturada (SQL) ao banco de dados relacional, e linguagem para suporte à interface entre a camada de geração dinâmica de páginas e o banco relacional (PDO).

Por decisão de projeto, optou-se por usar o PHP como linguagem de programação no suporte ao controle e na geração dinâmica de páginas. Para agilizar o desenvolvimento, aproveitou-se do framework PHP “Yii2”, para dar suporte no lidar simultâneo de requisições, controle de sessões, aplicação do modelo arquitetural MVC, utilização de biblioteca PDO para a geração segura de sequências de consulta ao banco de dados, e o framework de design Bootstrap 3.3.7 para o desenho das visões por meio de folhas de estilo CSS pré-fabricadas. Quanto ao banco de dados de desenvolvimento, preferenciou-se pelo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL. As versões preferidas de cada uma dessas tecnologias estão no final do capítulo 2 desse trabalho (Metodologia).

Figura 8 - Visão geral da estrutura estática de uma aplicação Yii2



Fonte: Yii PHP Framework (2018)

Sendo assim, diferente do que foi exibido na figura 7, quaisquer interações com os modelos devem ser tratadas com o controlador, não podendo haver comunicação direta deles com a visão.

Dentro de uma aplicação desenvolvida com o framework Yii2, existem os seguintes componentes (Yii Framework, 2018):

“Script de entrada: são os scripts PHP diretamente acessíveis pelos usuários finais. São responsáveis por iniciar o ciclo de tratamento de uma requisição.

Aplicações: são objetos globalmente acessíveis que gerenciam os componentes da aplicação e os coordenam para atender às requisições.

Componentes da aplicação: são objetos registrados com as aplicações e fornecem vários serviços para atender às requisições.

Módulos: são pacotes autocontidos que contém um MVC completo por si sós. Uma aplicação pode ser organizada em termos de múltiplos módulos.

Filtros: representam código que precisa ser chamado pelos controladores antes e depois do tratamento propriamente dito de cada requisição.

Widgets: são objetos que podem ser embutidos em visões. Podem conter lógica de controladores e podem ser reutilizados em diferentes visões”.

A interação entre o usuário e o sistema inicia quando ele acessa o endereço inicial do sistema. A partir da requisição do tipo GET a esse endereço, o sistema processa a página “index.php”, que cria uma nova instância de aplicação caso se trate de uma nova sessão. A partir daí o sistema permite que sejam feitas requisições GET e POST aos caminhos descritos após a página inicial, sendo semanticamente interpretados pelo componente de gerenciamento URL, obedecendo as seguintes regras lexicais:

Figura 9 - Regras lexicais para requisições no Yii2 Framework

```
'<controller:\w+>/<id:\d+>' => '<controller>/view',
'<controller:\w+>/<action:\w+>/<id:\d+>' => '<controller>/<action>',
'<controller:\w+>/<action:\w+>' => '<controller>/<action>;'
```

Fonte: (Yii Framework, 2018).

A partir disso, pode-se definir rotas de acesso das requisições aos controladores e suas respectivas ações, e quanto aos módulos, adiciona-se o seu nome no início do caminho, e depois, seus controladores e ações. Ao acessar a ação de um controlador, o usuário solicita a execução de um caso de uso específico.

Devido a essa facilidade, foi possível planejar a distribuição das funcionalidades dos módulos da lista de requisitos em detrimento do acesso usuário. Segue abaixo a lista de módulos que os usuários terão acesso:

- “Conta”: para criação e alterações de dados pessoais de conta.
- “Admin”: espaço de administração da instituição.
- “Avalia”: local das funcionalidades de vínculo, matrícula, criação de questões e exames.

O quarto módulo do sistema é múltiplo. Neste, encapsular-se-á futuras funcionalidades que emulem jogos educativos, comunicando-se apenas com as questões criadas e adicionadas em turma, para geração de resposta. Para esse trabalho, haverá apenas os três módulos listados, os quais localizar-se-ão os controladores e as suas respectivas ações.

Tabela 14 - Lista de módulos, controladores e ações do sistema

Módulo	Controlador	Ação
Conta	Cadastro	Index, aluno, professor, administrador e confirmação.
	Dados pessoais	Consulta e edição.
Admin	Instituição	Consulta, edição e index-vínculos.
	Curso	Index, consulta, cadastro, edição, index-matrículas e index-vínculos, confirmação-matricula e confirmação-vinculo.
	Item-curso	Index, consulta, cadastro e edição.
	Bloco	Consulta, cadastro e edição.
	Disciplina	Index, consulta, cadastro, edição e index-vínculos.
	Item disciplina	Index, consulta, cadastro e edição.
	Período	Index, consulta, cadastro e edição.
	Turma	Index, consulta, cadastro, edição, index-matrículas e confirmação-matricula.
Avalia	Curso	Index, consulta, vinculo e matrícula.
	Disciplina	Index, consulta e vinculo.
	Período	Index e matrícula.
	Turma	Index, consulta, matrícula e finalização.
Avalia	Exame	Index, consulta, cadastro e edição.

Fone: Próprio autor.

5.3.2. Diagramas

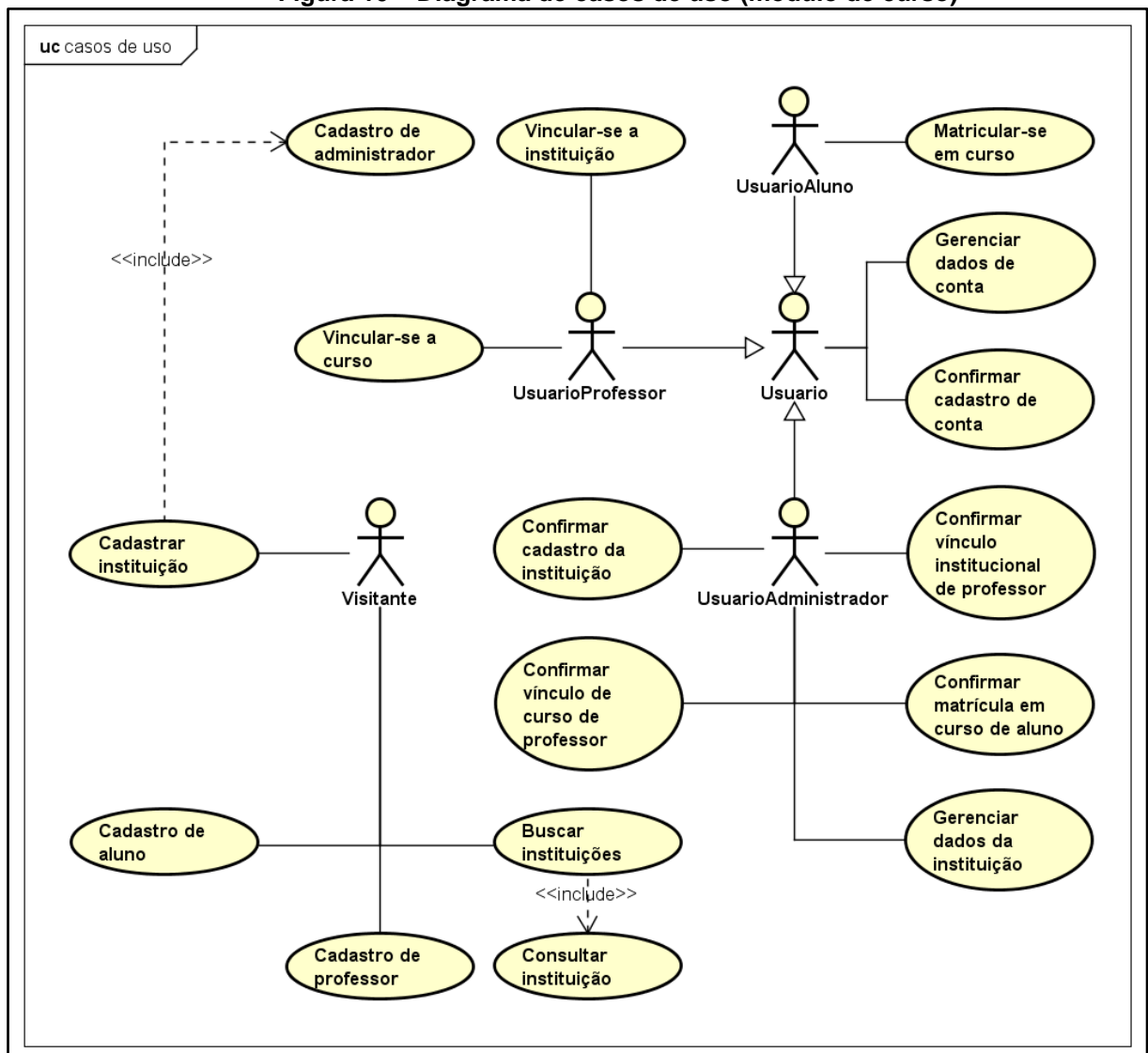
Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005), a modelagem é a parte central que leva a implantação de um software de qualidade. Ela deve ligar a estrutura do projeto ao comportamento esperado. Para construir prédios, pontes, rodovias, embalagens, são necessários modelos que expressem um determinado aspecto do projeto. Sendo assim, neste subitem irá expor os diagramas que representam as funcionalidades do sistema, a sua estrutura de armazenamento lógico, e seu comportamento, baseados no padrão de linguagem de visualização UML.

5.3.2.1. Casos de Uso

Estes exprimem as ações que os usuários podem executar ao interagir com o sistema. Como os requisitos funcionais expressam funções, estas podem ser subdivididas em ações, para que então sejam especificadas. Portanto, assim como na listagem de requisitos, os diagramas de casos de uso serão organizados em função de sua proximidade funcional, e não dos módulos explícitos ao usuário, anteriormente citados. Em cada um destes, eleger-se-á um caso de uso para exibição e explicação dos passos, com eventuais diagramas de sequência.

5.3.2.1.1. Módulo de Curso

Figura 10 – Diagrama de casos de uso (módulo de curso)



Fonte: Próprio autor.

Percebe-se o surgimento do usuário visitante, pois não há terminal necessidade de identificação para acesso a todos os casos de uso. Todo usuário sem autenticação de identificação, e, portanto, todos a princípio acessam o sistema como visitantes. Por isso, há uma tela de login para este, afim de autenticar-se, e uma tela de cadastro, para o caso de não possuir conta.

Os casos de uso do usuário administrador são os mais cruciais, pois é ele quem cadastra, gerencia e as instituições do sistema, e é este quem confirma os vínculos e as matrículas.

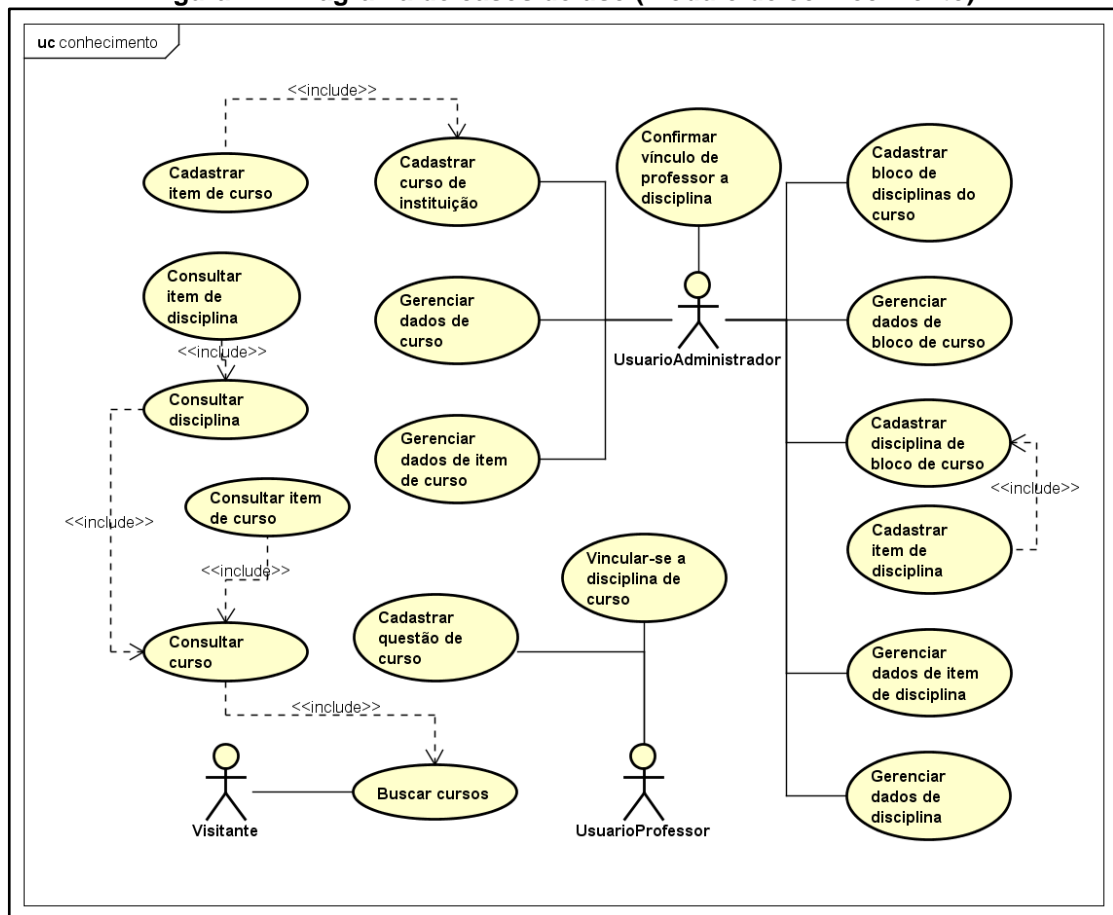
Os casos de uso de cadastro, vinculação e visualização requerem apenas fornecimento de dados via formulário e de dados, com interação direta com os modelos do sistema MVC. Por outro lado, para que o administrador confirme as solicitações e vínculo e de matrícula, é estabelecido que o sistema deve verificar tais solicitações que de algum modo ainda estejam pendentes, sempre que o administrador interagir com o sistema. Dentre estes, pode-se destacar o caso de uso de confirmação de vínculo institucional de professor³.

Ele começa quando o administrador seleciona a opção de listagem de vínculos pendentes de professores à instituição. O sistema exibe essa lista, e então o administrador pode selecionar um destes para confirmar ou reprovar. O sistema valida as entradas e processa a requisição.

³ Vide o apêndice 2.

5.3.2.1.2. Módulo de Conhecimento

Figura 11 - Diagrama de casos de uso (módulo de conhecimento)



Fonte: Próprio autor.

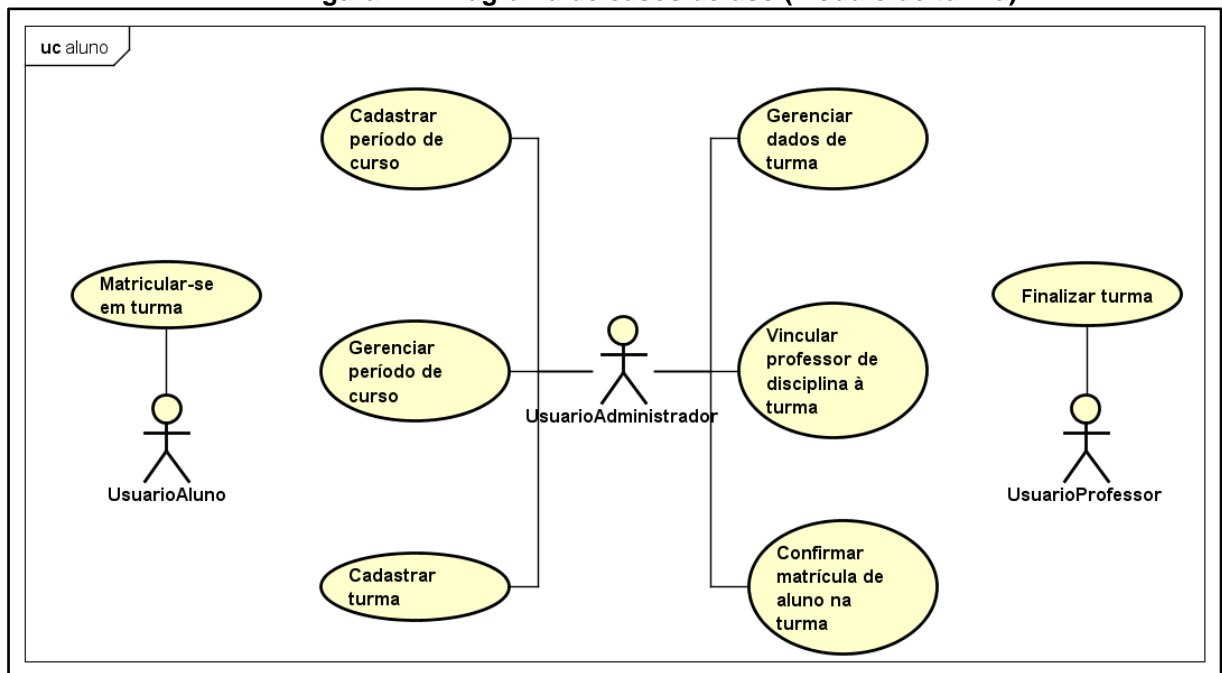
Neste módulo, o administrador é o responsável por popular a instituição. Ele irá cadastrar os cursos e seus itens, suas disciplinas, além de confirmar as vinculações e matrículas a eles submetidas. O professor pode vincular-se a disciplinas do curso, além de cadastrar questões referentes a este. O visitante, por sua vez, também pode buscar e consultar cursos e disciplinas.

Tem-se que o caso de uso de cadastro de item de curso se subdivide em quatro: cadastro de eixo de formação, de competência, de conteúdo e associação entre competência e conteúdo já cadastrados. Seus cadastros semelhantes, diferindo apenas no nível de hierarquia da orientação ao objeto⁴.

⁴ Vide o apêndice 3.

5.3.2.1.3. Módulo de Turma

Figura 12 - Diagrama de casos de uso (módulo de turma)



Fonte: Próprio autor.

Seguindo a heurística da sala de aula, tem-se que os cursos possuem períodos de oferta de matrícula e turmas que nestes são instanciadas. O administrador, mais uma vez, exerce o papel de processador de solicitações de matrícula, de cadastrador de turmas, períodos, responsabilizando o professor com o ministério em turma cuja disciplina este tenha se vinculado anteriormente. Os cadastros de períodos e de vinculações são ambos recorrentes no sistema, sendo, portanto, o caso de uso de finalização de turma o mais importante deste módulo⁵.

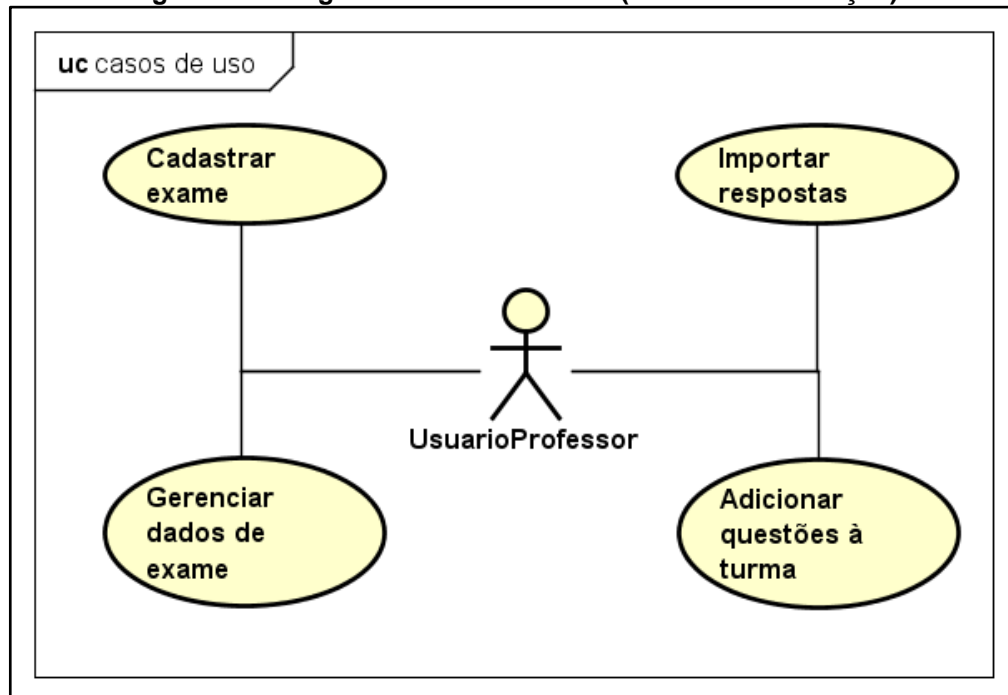
À princípio, como será visto no próximo módulo, o processo avaliativo implica pontuação imediata ao término de um exame, mas a Teoria da Resposta ao Item foge ao escopo do teste orientado, e isso implica na não necessidade de correção no momento do teste, e sim na resolução de uma questão. Entretanto, seguindo o modelo estrutural básico, onde há questões, examinandos e habilidades estimadas, espera-se que haja pelo menos a execução de três iterações para a varredura completa de habilidades examinadas por uma questão, para cada examinando avaliado. Se isso ocorrer em tempo real, deve-se considerar o tempo de latência triplamente

⁵ Vide o apêndice 4.

proporcional à quantidade de comandos executados, sempre que se responde uma pergunta. Tendo isso em vista, adicionou-se a funcionalidade que dispara a estimação das pontuações das habilidades, sem que haja necessidade de resposta em tempo real.

5.3.2.1.4. Módulo de Avaliação

Figura 13 – Diagrama de casos de uso (Módulo de avaliação)



Fonte: Próprio autor.

Dentro do módulo de avaliação, ficam os casos de uso respectivos aos exames das turmas. O professor é quem domina-o, cadastrando exames, adicionando questões vinculadas à sua turma, e importar as respostas dos alunos.

Para a importação das respostas, o professor pode enviar uma matriz seguindo o formato abaixo:

Figura 14 - Padrão de inserção de respostas

```
[
  "exame_id" => {identificador do exame},
  "cadernosRespostas" => [
    [
      "id" => {identificador do caderno de respostas},
      "respostasArray" => [
        [
          "certa" => 'on',
          "questaoExameId" => {identificador da questão correta}
        ]
      ]
    ]
  ]
]
```

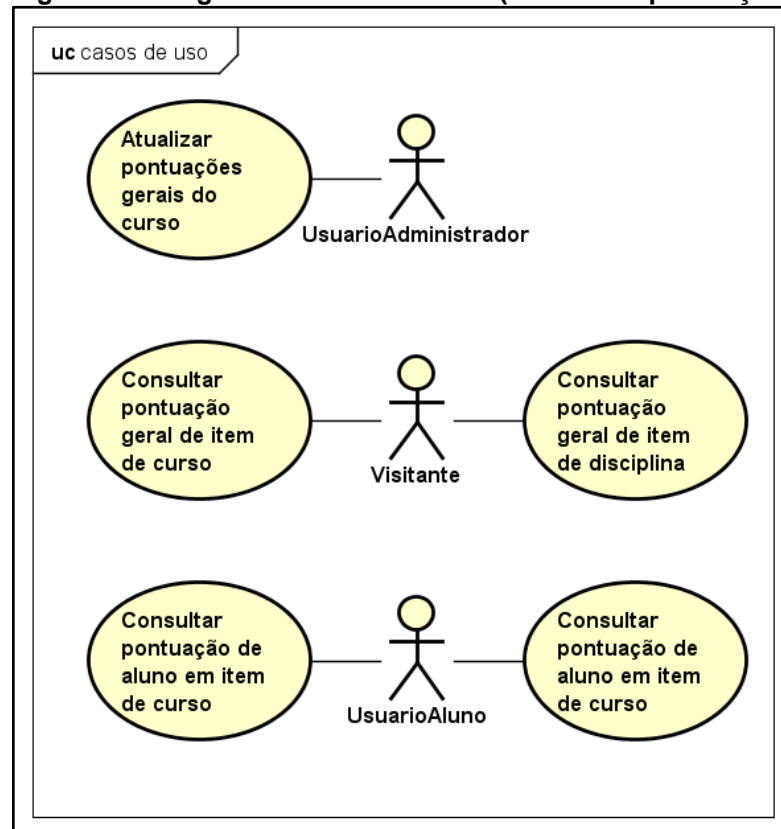
Fonte: Próprio autor.

5.3.2.1.5. Módulo de Pontuação

Por fim, no módulo de pontuações estão os casos de uso referentes a visualização desses dados, gerados por meio da execução de casos de uso anteriores.

Mesmo que no sistema haja itens de disciplina e de curso, os primeiros são estimados diretamente. Os itens de curso são pontuados ao se somar as pontuações estimadas dos itens de disciplina que lhes são associados. Por não haver métrica própria ao decurso de pontuação por Teoria da Resposta ao Item no curso de Bacharelado em Ciência da Computação da UFPA (DA ROCHA e DA SILVA, 2010), considerar-se-á que o desempenho à longo prazo no curso, no uso desta aplicação, pode vir a trazer luz aos limites psicométricos não experimentados.

Figura 15 - Diagrama de casos de uso (Módulo de pontuação)



Fonte: Próprio autor.

5.3.2.2. Classes

As classes são os elementos mais importantes quando se considera que o comportamento dos objetos de sistema é a base para o modelo arquitetural do sistema. Em um MVC, as ações são tomadas pelos controladores, mas a execução destas dependem de comportamentos quando os modelos são requisitados para criação, obtenção ou exclusão de seus atributos, ou seja, quando a execução de uma rotina necessita verificar o estado desses atributos para seu prosseguimento.

Novamente, havendo cinco módulos estruturais, haverá cinco diagramas de classe. As classes em cores mais claras são classes presentes em mais de um módulo. O mesmo se aplica aos diagramas de entidade relacionamentos⁶.

5.4. TESTES

A partir da codificação dos componentes do sistema, o próximo passo consiste em testá-los (SOMMERVILLE, 2011). Para fazê-lo, é necessário que cada

⁶ Apêndices 5 e 6, respectivamente.

componente do sistema seja isolado e testado individualmente (testes unitários), verificar-se como ocorre a interação entre estes (testes de integração), e se atendem aos requisitos funcionais (testes funcionais) e não-funcionais (testes de desempenho). Para a execução destes testes, utilizou-se da ferramenta “Codeception”, que dá suporte a essa etapa do processo de software ao framework “Yii2”. Para os testes unitários e de integração, essa ferramenta provê um código de alto nível construído sobre o “PHPUnit” (CODECEPTION, 2018). Não foram realizados testes de desempenho.

5.4.1. Testes Unitários e de Integração

Basicamente, faz-se a verificação dos tipos de dados de entrada aceitos para cada estrutura, bem como estes são salvos no banco de dados.

Figura 16 - Trecho de código de um arquivo de teste da tabela Usuário.

```
public function testValidationString()
{
    $usuario = new \common\models\Usuario();
    $usuario->nome = 'Teste';
    $usuario->sobrenome = 'Teste';
    $usuario->email = 'Teste';
    $usuario->senha = 'Teste';
    $usuario->setSenha();
    $usuario->data_nascimento = 'Teste';
    $usuario->confirmacao_senha = $usuario->senha;
    $this->assertTrue($usuario->validate(['nome']));
    $this->assertTrue($usuario->validate(['sobrenome']));
    $this->assertTrue($usuario->validate(['email']));
    $this->assertTrue($usuario->validate(['senha']));
    $this->assertTrue($usuario->validate(['data_nascimento']));
    $this->assertTrue($usuario->validate(['confirmacao_senha']));
}
```

Fonte: Próprio autor.

O objetivo desta etapa é documentar no código a consonância com as regras de negócios dos dados. Assim, assegura-se a confiabilidade do sistema em prol dos tipos de dados aceitos. O exemplo acima exhibe um teste de validação para os valores de entrada dos atributos da tabela Usuário que aceitam apenas cadeias de caracteres.

Foram realizados testes unitários de validação de entrada para todas as tabelas do sistema conforme suas regras de negócio⁷.

Quanto aos testes de integração, verificou-se o estado da validação conforme se adicionavam linhas nas tabelas que se relacionavam com outras por meio de chaves estrangeiras. Se a identificação estrangeira referenciada existisse, o valor de entrada era aprovado no teste. Esta parte do teste replicou o processo de criação de instâncias, no qual era preciso inserir os dados obrigatórios⁸. O framework Yii2 facilita esse processo por meio da implementação de um método inerente à classe padrão PDO, a “ActiveRecord”, chamado “rules”. Nele é possível declarar a necessidade de existência de registros referenciados pelas chaves estrangeiras, especificando-se a tabela a ser verificada.

Figura 17 - Trecho de código de duas regras de validação por verificação integrada

```
[
    ['situacao_usuario_id'],
    'exist', 'skipOnError' => true,
    'targetClass' => SituacaoUsuario::className(),
    'targetAttribute' => ['situacao_usuario_id' => 'id']
],
[
    ['tipo_usuario_id'],
    'exist',
    'skipOnError' => true,
    'targetClass' => TipoUsuario::className(),
    'targetAttribute' => ['tipo_usuario_id' => 'id']
],
```

Fonte: Próprio autor.

Após a inserção das instâncias, verificou-se se os dados foram efetivamente inseridos na tabela, fazendo-se busca baseadas nos valores inseridos em seus atributos.

Os resultados deste teste foram gerados iterativamente, conforme se implementavam os casos de uso, e, portanto, sempre que fosse importante corrigir

⁷ Para a consulta das tabelas de negócio de todas as tabelas do sistema, confira os tipos de colunas nos diagramas de entidade-relacionamentos do apêndice 6.

⁸ Para a consulta dos dados obrigatórios para inserção de novos registros, consulte o mesmo apêndice, dando atenção aos campos “NULL” e “NOT NULL” de cada atributo.

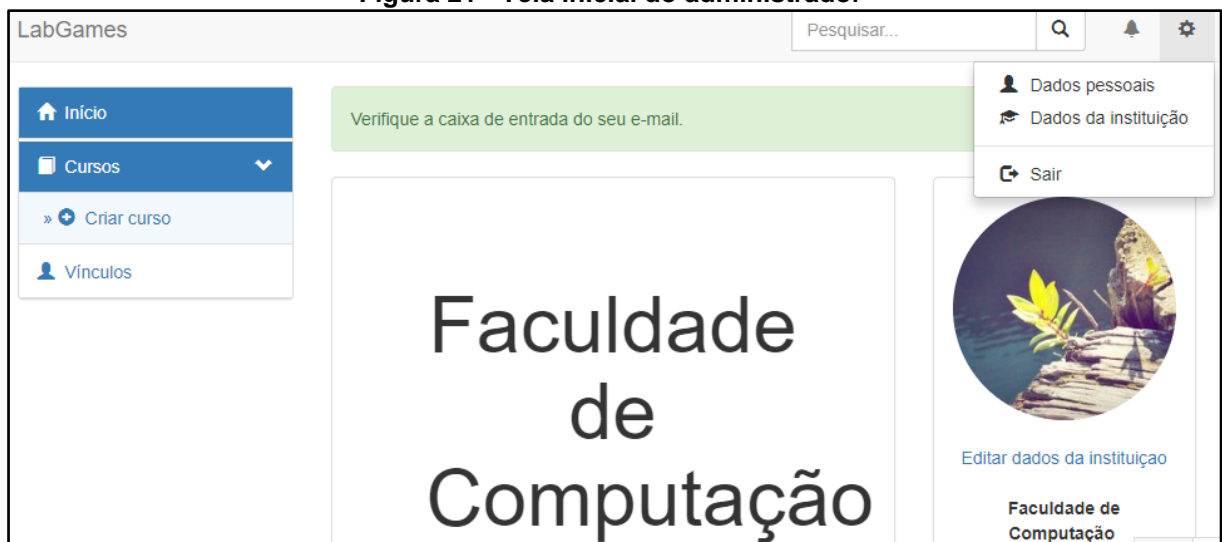
- Assim, ele insere os dados da instituição e os seus próprios.

Figura 20 - Telas de cadastro de uma instituição e seu administrador

Fonte: Próprio autor.

- Ao submeter este formulário, o sistema guia o usuário administrador a uma tela em que ele pode ter acesso aos seus dados e aos de sua instituição, à criação de cursos e consulta de solicitações de vínculo.

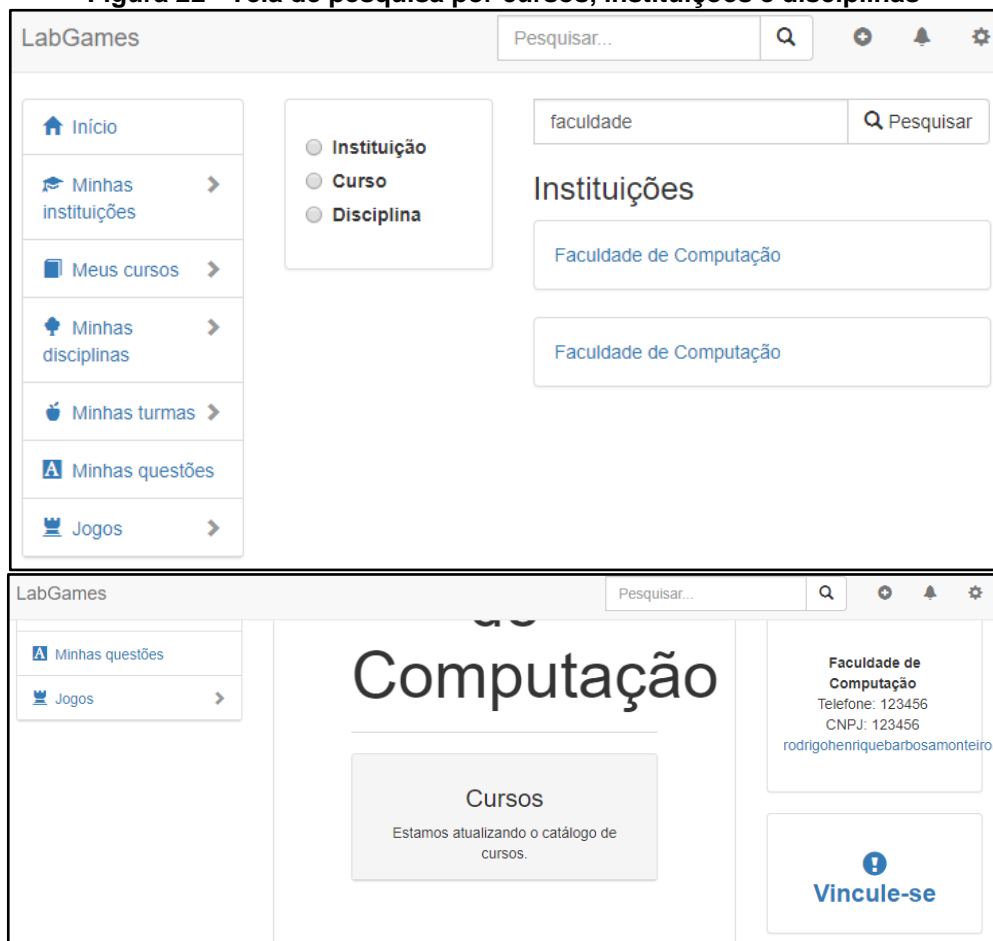
Figura 21 - Tela inicial do administrador



Fonte: Próprio autor.

- Os professores que se cadastrarem poderão consultar as instituições e os cursos os quais desejam se vincular, solicitando o mesmo aos administradores.

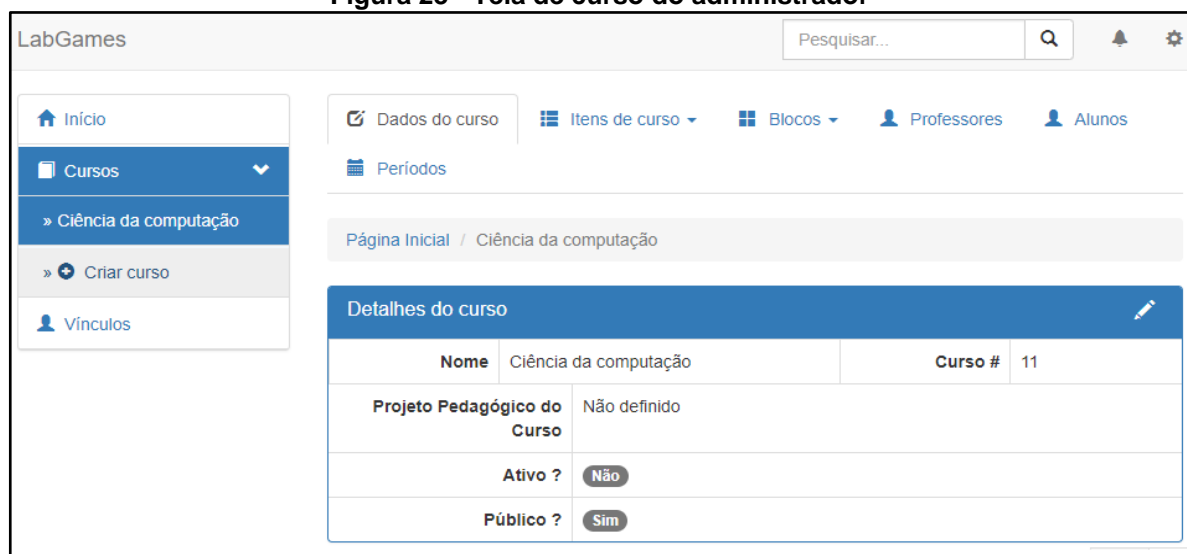
Figura 22 - Tela de pesquisa por cursos, instituições e disciplinas



Fonte: Próprio autor.

- Conforme os administradores vão aprovando as solicitações, o professor vai visualizando os mesmos no menu lateral. O administrador por sua vez, deve aprovar ou rejeitar essas solicitações:

Figura 23 - Tela de curso do administrador



Fonte: Próprio autor.

Figura 24 - Tela de listagens de solicitações de vínculo institucional dos professores

The screenshot shows a web interface with a sidebar on the left containing 'Início', 'Cursos', and 'Vínculos'. The main content area has a breadcrumb 'Página Inicial / Vínculos institucionais' and a table with the following data:

tipo vínculo	Nome	Sobrenome	Data de submissão	Data de processamento	
criado pelo administrador	Rodrigo	Professor	Dec 10, 2018 11:04:22 PM	Dec 11, 2018 2:36:45 PM	
criado pelo professor	Rodrigo	Professor	Dec 17, 2018 4:38:29 AM	(não definido)	✓ ✕

Fonte: Próprio autor.

- Quando estas são aprovadas, o professor pode solicitar vínculos com os cursos da instituição, e por último, às disciplinas destes cursos. Após a inserção dos valores de entrada segundo às regras de negócio de seu requisito, é possível que o administrador adicione os itens de curso e de disciplina.
- Com os itens de curso definidos, o professor pode criar questões.

Figura 25 - Cadastro de questão

The screenshot shows the 'LabGames' interface with a search bar and a sidebar containing 'Início', 'Minhas instituições', 'Meus cursos', 'Minhas disciplinas', 'Minhas turmas', 'Minhas questões', and 'Jogos'. The main content area is titled 'Cadastro de uma nova questão' and contains the following fields:

- Vínculo institucional:** Dropdown menu with the text 'Selecione uma instituição vinculada'.
- Vínculo de curso:** Dropdown menu with the text '...'.
- Comando da questão:** Text input field.
- Tipo de questão:** Dropdown menu with the text 'Selecione o tipo de questão'.
- Submitter:** A green button at the bottom right.

Fonte: Próprio auto.

- Para tanto, ele deve selecionar a instituição e o curso.
- Dentro de suas turmas, o professor pode escolher quais questões deseja usar dentro da turma, além do agendamento de exames e importação de suas respostas.

Figura 26 - Tela de inserção das respostas dos alunos

Página Inicial / Novas turmas / Redes de computadores(ID: 6) / Exame #8 (0000-00-00 00:00:00)

Todas as respostas foram corrigidas. ×

Funcionalidade temporária de cadastro manual de respostas.

	ID Examinado:	ID Examinado:	ID Examinado:
	42	43	44
DHCP é um protocolo da camada d+A7:AB50e aplicação da suite TCP/IP que permite a configuração dinâmica de			



Redes de computadores(ID: 6)

Gerar cadernos de respostas

Fonte: Próprio autor.

- No caso acima, as respostas já foram inseridas e corrigidas. Do contrário, apareceriam campos de marcação.

O restante dos casos de uso foi implementado e testado seguindo o mesmo molde dos cenários de teste exibidos até então. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 15 - Resumo dos resultados dos testes aplicados

Testes de unidade	Testes de integração	Testes de funcionalidades
100%	100%	Não foi possível concluir os testes dos casos de uso do módulo de pontuação.

Fonte: Próprio autor.

6. ESTUDO DE CASO

Para simular a estimação das pontuações segundo o algoritmo escolhido, selecionaram-se algumas questões da disciplina de Redes de Computadores, do curso de Bacharelado em Ciência da Computação nos períodos de 2017.4 e 2018.4, que foram usadas em questionários online aplicados por meio do sistema “Quizizz”, durante esses dois períodos. Segue abaixo a relação das questões usadas para o item de disciplina “Estudo de camada de redes”, segundo a ementa do curso (DA ROCHA e DA SILVA, 2010). As dificuldades foram geradas a partir da proporção de acertos: se fosse menor que 40%, era considerada difícil (800), entre 40 e 60%, média (500), e maior que 60%, fácil (200). A discriminação está configurada para 0,01, e a probabilidade de acerto casual está nula.

Tabela 16 - Lista de questões que examinam o item "Estudo de camada de redes"

Questão	Dificuldade
DHCP é um protocolo da camada de aplicação da suíte TCP/IP que permite a configuração dinâmica de máquinas numa rede local. Oferece as seguintes funcionalidades, EXCETO,	500
Qual é o dispositivo de interconexão de redes que opera na camada 3 do modelo OSI/ISO ?	200
Gerar o quadro Ethernet, pegando os dados passados pela camada imediatamente superior a ela (LLC) e acrescentando um cabeçalho a esses dados, é função primordial da sub-camada?	800
Caso um roteador não consiga passar adiante um datagrama recebido (por congestionamento demais ou por zeragem do TTL do datagrama, por exemplo), ele precisa informar ao transmissor do datagrama que ocorreu um erro. O mecanismo usado para tal pelos roteadores é o uso do protocolo:	500
Considerando o modelo TANENBAUM (4 camadas) de referência TCP/IP, os protocolos FTP, IP e UDP pertencem, respectivamente, às camadas:	200
O meio de transmissão a ser fortemente considerado, quando a interferência e a distância se constituir num problema crítico de um projeto de rede, é?	200
no Modelo OSI da ISO, constitui uma referência para o funcionamento das redes de computadores. A camada que se refere às especificações de hardware é denominada:	200
Dentre os equipamentos de interconexão de redes de computadores, os dispositivos que executam filtro de tráfego são:	200

São equipamentos de interconexão com as seguintes características: I. dispositivos que filtram e encaminham frames com base no endereço físico; II. dispositivos que filtram e encaminham frames com base no endereço lógico. Esses equipamentos são conhecidos, respectivamente, como:	200
Acerca de conceitos relacionados à Internet e intranet, assinale a opção correta.	200
Os tipos básicos de topologia física das redes de computadores são?	200
Os protocolos da pilha TCP/IP: HTTP, FTP, NFS e SMTP, operam na camada OSI de?	500
No modelo de referência TCP/IP, os protocolos IP, TCP e também aquele cujo objetivo é organizar máquinas em domínios e mapear nomes de hosts em ambientes IP, são, respectivamente, partes integrantes das camadas?	200
Com relação ao protocolo TCP. I - executa o empacotamento, fragmentando os dados em pacotes menores, numerando-os, garantindo que cada pacote seja entregue no destino em segurança e na ordem adequada. II - pertence à camada de transporte. III - executa o endereçamento e o roteamento. IV - pertence à camada de rede. Está correto o que se afirma APENAS em:	800
A tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) é utilizada:	500
Sobre os elementos de interconexão de redes de computadores, é correto afirmar que:	200
Sobre as redes de computadores, assinale a alternativa correta.	200
Dentre os equipamentos de redes de computadores, a função da Switch é:	200
Em relação aos elementos de interconexão de redes de computadores, é correto afirmar que:	500
O canal das redes de difusão é:	200
Uma das vantagens da adoção do uso de switches, comparando-se ao uso de hubs em redes ethernet, é:	200
Com relação às tecnologias Ethernet, Fast Ethernet e Gigabit Ethernet é correto afirmar que:	500

Fonte: Próprio autor.

A partir destes valores, é possível estimar a pontuação dos estudantes com base nos seus acertos. Segue abaixo os resultados:

Tabela 17 - Distribuição de frequência da pontuação estimada do estudo de caso de 2017

Pontuação estimada	Frequência
825,18	1
682,54	6
568,2	7

Pontuação estimada	Frequência
477,7	7
399,38	8
331,11	4
218,58	1

Fonte: Próprio autor.

Tabela 18 - Distribuição de frequência da quantidade de respostas certas do estudo de caso de 2017

Quantidade de acertos	Frequência
11	1
10	7
9	6
8	7
7	8
6	3
5	1

Fonte: Próprio autor

Tabela 19 – Distribuição de frequência das pontuações estimadas do caso de uso de 2018

Pontuação estimada	Frequência
218,58	2
272,17	3
331,11	2
399,38	4
477,7	5
568,2	3
682,54	3
825,18	1

Fonte: Próprio autor.

Tabela 20 – Distribuição de frequência da quantidade de respostas certas do caso de uso de 2018

Quantidade de acertos	Frequência
4	2
5	3
6	2
7	5
8	4
9	3
10	3
11	1
12	1

Fonte: Próprio autor.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todos os casos de estudo visto no capítulo anterior, percebe-se que conforme a pontuação tende a centro da distribuição, a frequência dos examinados aumenta. Independente disso, houve casos de examinados que acertaram mais questões, e que pontuaram menos por meio da TRI, e que isso se devia a alta quantidade de questões difíceis acertadas em comparação às fáceis. Este é só um exemplo de ocorrência, mas prova que é possível utilizar essa abordagem quando é computacionalmente viável, com exceção das situações que provocam divergência, como já fora citado no capítulo de referência.

7.1. RESULTADOS OBTIDOS

Conquanto, o objetivo principal deste trabalho fora cumprido. Com a definição de um modelo de sistema de medição de aprendizado, por meio da TRI, que viesse a possibilitar a implementação de um sistema baseado nessa heurística, fornece-se uma nova opção de mercado para pontuação. Entretanto, a aplicação dessa abordagem não anula a efetividade da Teoria Clássica dos Testes, pois, apesar do diferente escopo de suas avaliações, estas servem a um mesmo objetivo. Além disso, os resultados da pesquisa qualitativa dos sistemas gamificados que pontuam serviu para apontar a escassez desse tipo de implementação, o que foi possível graças à conceituação da gamificação, buscando mostrar diferentes pontos de vista para a definição de um framework que classifica sistemas gamificados quanto aos seus elementos de design.

7.2. TRABALHOS FUTUROS

Entretanto, não foi possível abordar de maneira mais aprofundada alguns conceitos relacionados aos algoritmos de estimação, como as funções não dicotômicas, que podem ser implementadas semelhantemente à lógica fuzzy, e os algoritmos genéticos para estimação dos parâmetros de discriminação, dificuldade e probabilidade de acerto casual.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se:

- A investigação dos métodos de estimação de proficiência não abordados nesse trabalho,

- Estudos de simulação do comportamento destas funções em aplicações que necessitam de estimação em tempo real.
- Investigação bibliográfica de dados psicométricos que relacionam a adoção da gamificação a mudanças comportamentais que aumentam o rendimento acadêmico.
- Implementação de sistemas gamificados que venham a registrar suas pontuações no sistema aqui desenvolvido.

REFERÊNCIAS

A Look at Minecraft Education Edition. Intérpretes: OMGcraft - Minecraft Tips & Tutorials! [S.l.]: [s.n.]. 2017.

ACM Digital Library. **ACM Digital Library**, 2018. Disponível em: <<https://dl.acm.org/>>.

ANDRADE, D.; TAVARES, H.; VALLE, R. **Teoria da Resposta ao Item: Conteiros e Aplicações**. [S.l.]: SINAPE, 2000. Disponível em: <<http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/livrotri.pdf>>.

ANDRIOLA, W. Psicometria Moderna: características e tendências. **Est. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 20, maio 2009. ISSN 43. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/viewFile/2052/2011>>. Acesso em: 29 nov 2018.

BAKER, F. **The Basics of Item Response Theory**. 2. ed. [S.l.]: ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED458219>>.

BARBOSA, S.; SILVA, B. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: Guia do Usuário**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BRASIL. Resolução n. 5, de 16 de nov. de 2016. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área de Computação, e dá outras providências**, 30 mar 2016. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 29 nov 2018.

CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

CLASSCRAFT. Classcraft. **Classcraft**, 2018. Disponível em: <<https://www.classcraft.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

CODECEPTION. **Codeception**, 2018. Disponível em: <<https://codeception.com/>>.

CODECEPTION. Codeception. **Codeception**, 2018. Disponível em: <<https://codeception.com>>.

COURSEHERO. Coursehero. **Coursehero**, 2018. Disponível em: <<https://www.coursehero.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

COURSERA. Coursera. **Coursera**, 2018. Disponível em: <<https://www.coursera.org/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

DA ROCHA, F.; DA SILVA, M. PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - UFPA. **PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - UFPA**, 2010. Disponível em: <<http://computacao.ufpa.br/DocumentosPublicos/PPC%20de%20Ciencia%20da%20Computacao%202010.pdf>>. Acesso em: 14 dex 2018.

DETERDING, S. et al. **From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"**. MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Tampere: Finlândia. 2011. p. 9-15.

DUOLINGO. Duolingo. **Duolingo**, 2018. Disponível em: <<https://www.duolingo.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

EMBRETSON, S.; REISE, S. **Item Response Theory for Psychologists Multivariate**. [S.l.]: Alrence Erlbaum Associates, 2000.

FERRAZ, A. P.; BELHOT, R. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, 17, 2010. 421-431. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2>>.

GOOGLE Acadêmico. **Google Acadêmico**, 2018. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/>>.

GOOSECHASE. Goosechase. **Goosechase**, 2018. Disponível em: <<https://www.goosechase.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

GUPTA, P. Tools, Tips & Resources Teachers Must Know to Learn About Gamification of Education. **Tools, Tips & Resources Teachers Must Know to Learn About Gamification of Education**, 2016. Disponível em: <<http://edtechreview.in/trends-insights/insights/2293-gamification-of-education>>.

HAMARI, J.; KOIVISCO, J. Why do people use gamification services? **International Journal of Information Management: The Journal for Information Professionals**, agosto 2015. 419-431. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2798001>>.

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. **HICSS '14 Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences**, Washington, DC, 06 setembro 2014. 3025-3034. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2585491>>.

HUORARI, K.; HAMARI, J. Defining Gamification - A Service Marketing Perspective. **MindTrek '12 Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference**, Tampere, 03 outubro 2012. 17-22. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2393137>>.

IEEE Xplore Digital Library. **IEEE Xplore Digital Library**, 2018. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>.

INEP. NOTA TÉCNICA. **NOTA TÉCNICA**, 2012a. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf>.

INEP. Entenda a sua nota no enem: guia do participante. **Entenda a sua nota no enem: guia do participante**, 2012b. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/guia_participante/2013/guia_do_participante_notas.pdf>.

KAHOOT! Kahoot! **Kahoot!**, 2018a. Disponível em: <kahoot.com>. Acesso em: 16 dez. 2018.

KAHOOT! Kahoot! **Kahoot!**, 2018b. Disponível em: <<https://kahoot.uservoice.com/knowledgebase/articles/462128-how-does-the-points-system-work>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

KHAN ACADEMY. Khan Academy. **Khan Academy**, 2018. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

KIM, B.; KIM, J.; LEE, W. Applying Genetic Algorithm to Generation of High-Dimensional Item Response Data. **Mathematical Problems in Engineering**, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2015/589317>>.

KIM, Y. J.; KIM, S. J.; CHO, S. Y. **Method, system, and computer-readable recording medium for providing education service based on knowledge units**. US20150111191A1, 20 fevereiro 2012.

KLINK, M. V. D.; BOON, J.; SCHLUSMANS, K. Competências e ensino superior profissional: presente e futuro. **Revista Europeia de Formação Profissional**, p. 72-89, 2007. ISSN 40. Disponível em: <<http://www.cedefop.europa.eu/files/40-pt.pdf>>.

KNOWRE. Knowre Math | Product. **Knowre**, 2018. Disponível em: <<http://knowre.com/product/>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

LOAYZA, J. The 10 Best Educational Apps that use Gamification for adults in 2018. **The 10 Best Educational Apps that use Gamification for adults in 2018**, 2018. Disponível em: <<https://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-education-gamification-examples/>>.

LYNCH, M. 8 MUST HAVE GAMIFICATION APPS, TOOLS, AND RESOURCES. **8 MUST HAVE GAMIFICATION APPS, TOOLS, AND RESOURCES**, 2017. Disponível em: <<https://www.thetechadvocate.org/8-must-gamification-apps-tools-resources/>>.

MCGONIGAL, J. **Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World**. New York: The Penguin Press, 2011.

MEMRISE. Memrise. **Memrise**, 2018. Disponível em: <<https://memrise.com>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

NACKE, L.; DETERDING, S. The maturing of gamification research. **Computers in Human Behavior**, 71, junho 2017. 450-454. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.062>>.

PORTAL de Periódicos CAPES. **Portal de Periódicos CAPES**, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>.

PRENSKY, M. Digital natives, Digital Immigrants. **On the Horizon**, 9, outubro 2001. Disponível em: <http://old.ektf.hu/~kbert/2014_15_01/erasmus/DigitalNativesPartIII.pdf>.

QUIZIZZ. Quizizz. **Quizizz**, 2018. Disponível em: <<https://quizizz.com>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

REINERS, T.; WOOD, L. **Gamification in Education and Business**. [S.l.]: Springer, 2015.

SARTES, A.; SOUZA-FORMIGONI, M. Avanços na psicometria: da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item. **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, 26, 2013. 241-250. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722013000200004&lng=en&nrm=iso>.

SCHWARTZMAN, S. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.

SEABORN, K.; FELLS, D. Gamification in theory and action. **Journal International Journal of Human-Computer Studies**, fevereiro 2015. 14-31. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2952375>>.

SOCRATIVE. Socrative. **Socrativo**, 2018. Disponível em: <<https://socrative.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Tradução de Ivan Bosnic e Kalinka Gonçalves. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

UDEMY. Udemy. **Udemy**, 2018. Disponível em: <<https://www.udemy.com/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

Yii Framework. **Yii Framework**, 2018. Disponível em: <<https://www.yiiframework.com/>>.

ZORZO, A. F. et al. Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. **Sociedade Brasileira de Computação**, 12 dez 2017. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/127-educacao/1155-referenciais-de-formacao-para-cursos-de-graduacao-em-computacao-outubro-2017>>. Acesso em: 29 nov 2018.

APÊNDICE 1 – RELATÓRIO DA IDENTIFICAÇÃO DOS SIGNOS

Tabela 21 - Signos referentes ao elemento de gamificação "Pontuação"

Sistema	Elemento de design (Pontos)
"KnowRe"	Unidades adimensionais
"Socrative"	Proporção de acertos
"Course Hero"	Contribuições
"Duolingo"	XP
"Kahoot!"	Razão entre tempo de resposta e tempo de questão
"Classcraft"	HP, XP, AP e GP
"Goosechase"	Unidades adimensionais
"Quizizz"	Razão entre tempo de resposta e o tempo de questão
"Khan Academy"	Unidades adimensionais
"Coursera"	Unidades adimensionais
"Udemy"	Proporção de acertos
Memrise	Unidades adimensionais

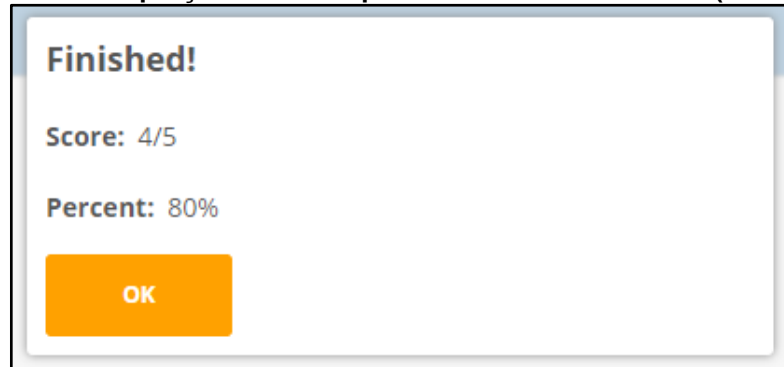
Fonte: Próprio autor.

Figura 27 - Matriz de pontos por habilidade (KnowRe)

Student Progress							
Select Chapter >	1	2	3	4	5	6	7
	Chapter 1: Number Theory						
Student Name ▼	1-1	1-2	1-3	1-4			
Elliot Willis	60	73	50	80			
Samuel Murray	0	15	75	30			
Luke Gardner	33	10	55	20			
Noah Armstrong	90	59	84	14			
Alonso Kemp	11	53	2	56			
Luke Smith	52	11	55	20			
Andrew Park	90	59	95	50			
Carlos Rodriguez	11	50	3	90			

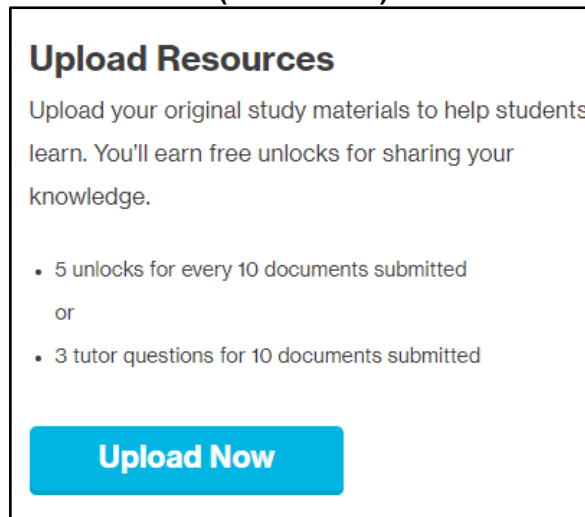
Fonte: (KNOWRE, 2018).

Figura 28 - Proporção de acerto por teste de um examinado (Socrative)



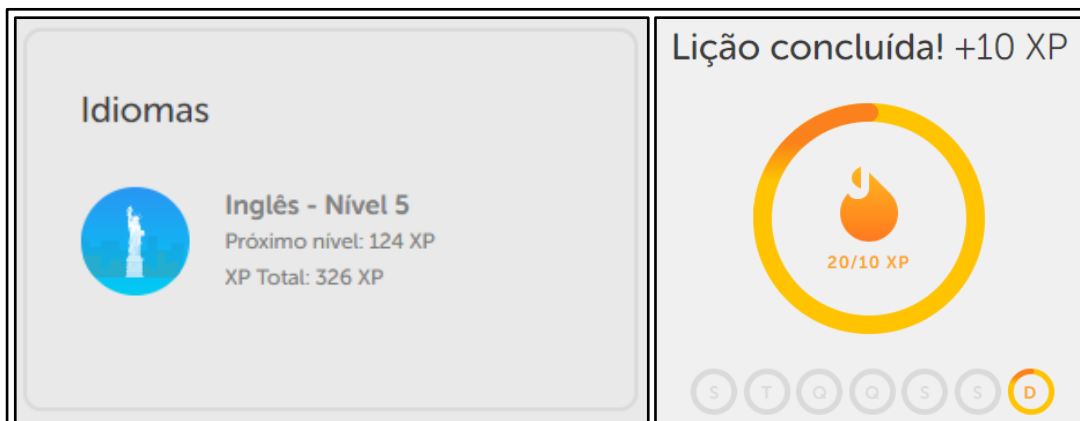
Fonte: (SOCRATIVE, 2018).

Figura 29 - Instruções sobre como ser recompensado ao submeter documentos acadêmicos (CourseHero)



Fonte: (COURSEHERO, 2018).


Figura 30- Pontos de experiência (Duolingo)



Fonte: (DUOLINGO, 2018)

Figura 31 - Razão temporal (Kahoot!)

Correct



Answer Streak 1

+ 799

Here's how points are calculated:

- All questions offer 1000 points if you respond correctly in under 0.5 seconds
- To calculate points, round (1000 * (1 - (([response time] / [question timer]) / 2)))
- Based on this formula, the minimum points you can receive is 500


Fonte: (KAHOOT!, 2018a; KAHOOOT!, 2018b).

Figura 32 - Pontos de vida, habilidade, experiência, e pontos dourados (Clascraft)



Fonte: (CLASSCRAFT, 2018)

Figura 33 - Pontos adimensionais (Goosechase)



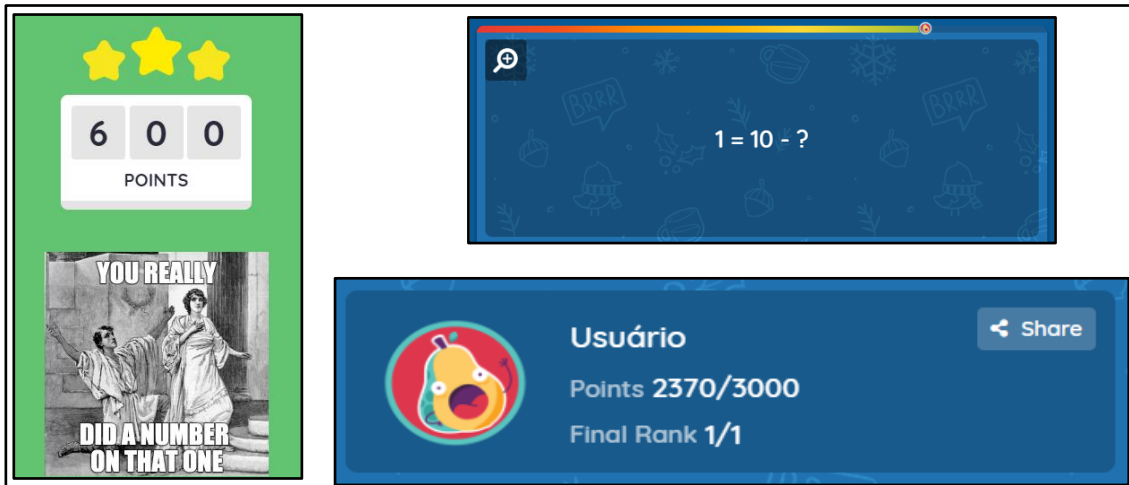
Tire uma foto

Ao capturar uma foto, adquira 400 pontos.

400 Points

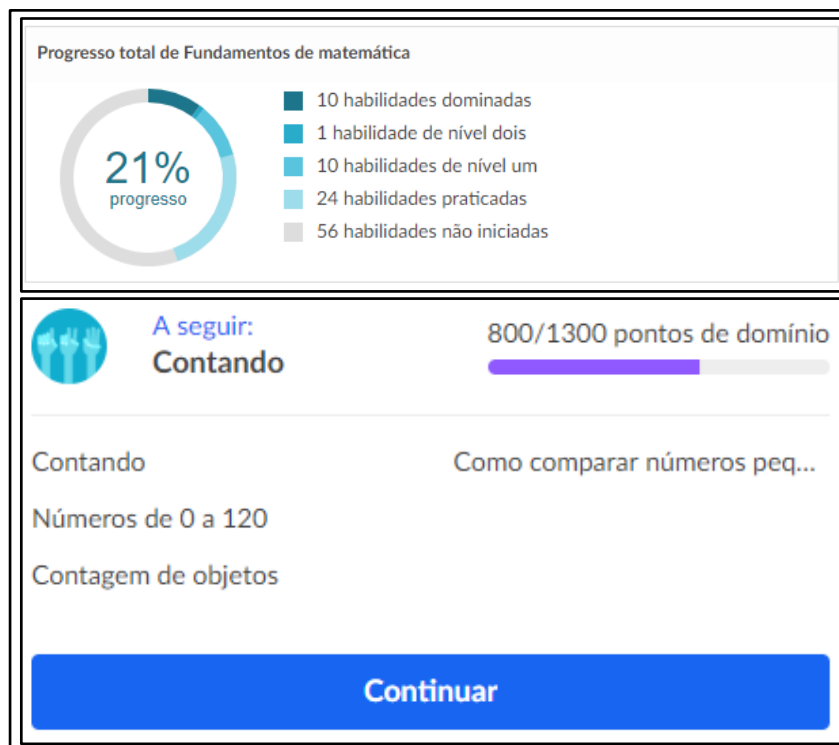
Fonte: (GOOSECHASE, 2018).

Figura 34 - Razão temporal (Quizizz)



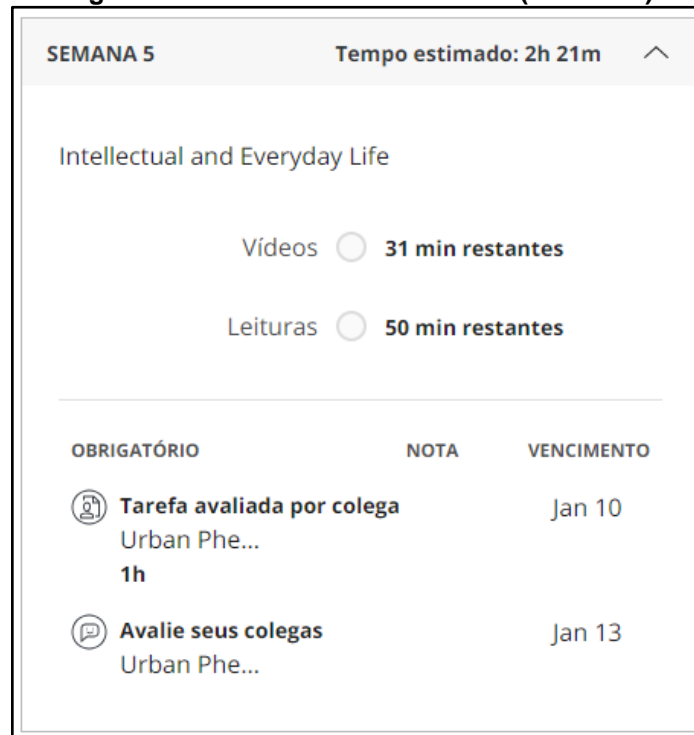
Fonte: (QUIZIZZ, 2018).

Figura 35 - Unidades adimensionais (Khan academy)



Fonte: (KHAN ACADEMY, 2018).

Figura 36- Unidades adimensionais (Coursera)

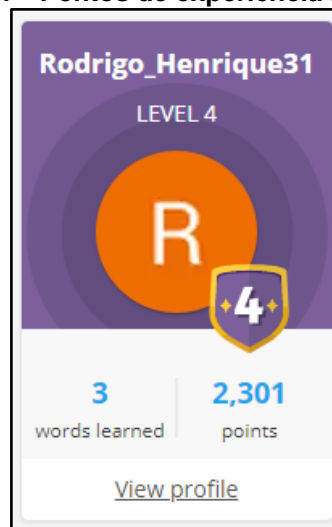


Fonte: (COURSERA, 2018).



Fonte: (UDEMY, 2018).

Figura 37 - Pontos de experiência (Memrise)



Fonte: (MEMRISE, 2018)

APÊNDICE 2 – RELATÓRIO DOS TESTES DE CENÁRIO DE SISTEMAS GAMIFICADOS

Tabela 22 - Resultado dos testes de cenário

Sistema	Tipo de usuário	Cenário de interação com elementos de pontuação	Método de pontuação verificado
Socrative	Professor	<i>Verificação de resultados dos testes</i>	Proporção de respostas certas
Kahoot!	Professor		Soma de razões das respostas certas no teste
Goosechase	Professor	<i>Atribuição de pontuação na elaboração do teste</i>	Quantidade total de acertos no teste
Quizizz	Professor		Soma de razões das respostas certas no teste
Udemy	Aluno	<i>Resolução de teste</i>	Proporção de respostas certas
Course Hero	Aluno	<i>Solicitação de informação sobre as premiações ofertadas</i>	Quantidade de documentos salvos
Classcraft	Professor	<i>Atribuição de pontuação arbitrária</i>	Atribuição arbitrária de pontos de experiência pelo professor
Duolingo	Aluno		Atribuição de pontos de experiência para cada teste cumprido
Khan Academy	Aluno	<i>Resolução de teste</i>	Proporção de acertos no teste
Coursera	Aluno		Proporção de acertos no teste
Memrise	Aluno		Atribuição de pontos para cada teste cumprido
KnowRe	-	-	-

Fonte: Próprio autor.

Descrição dos cenários:

- Verificação de resultados dos testes: após o teste ser elaborado e disponibilizado, para que alunos o respondessem, e finalizado, observou-se o relatório do teste.
- Atribuição de pontuação na elaboração do teste: durante a elaboração do teste, observou-se a criação de questões.
- Solicitação de informação sobre as premiações ofertadas: observou-se a existência de instruções para aquisição de premiações na página de pagamento.
- Atribuição de pontuação arbitrária: observou-se a existência de mecanismos manuais de atribuição de pontuação para um aluno específico de uma classe específica.
- Resolução de teste: durante a resolução dos testes, ou em sua finalização, verificou-se o relatório de teste.

O KnowRe não pode ser inspecionado por haver prévia necessidade de pagamento pelo serviço ofertado.

Figura 38 - Cenário do Socrative (<https://b.socrative.com/teacher/#live-results/table>)

Teste de cenário **FINISH**

Show Names

Show Answers

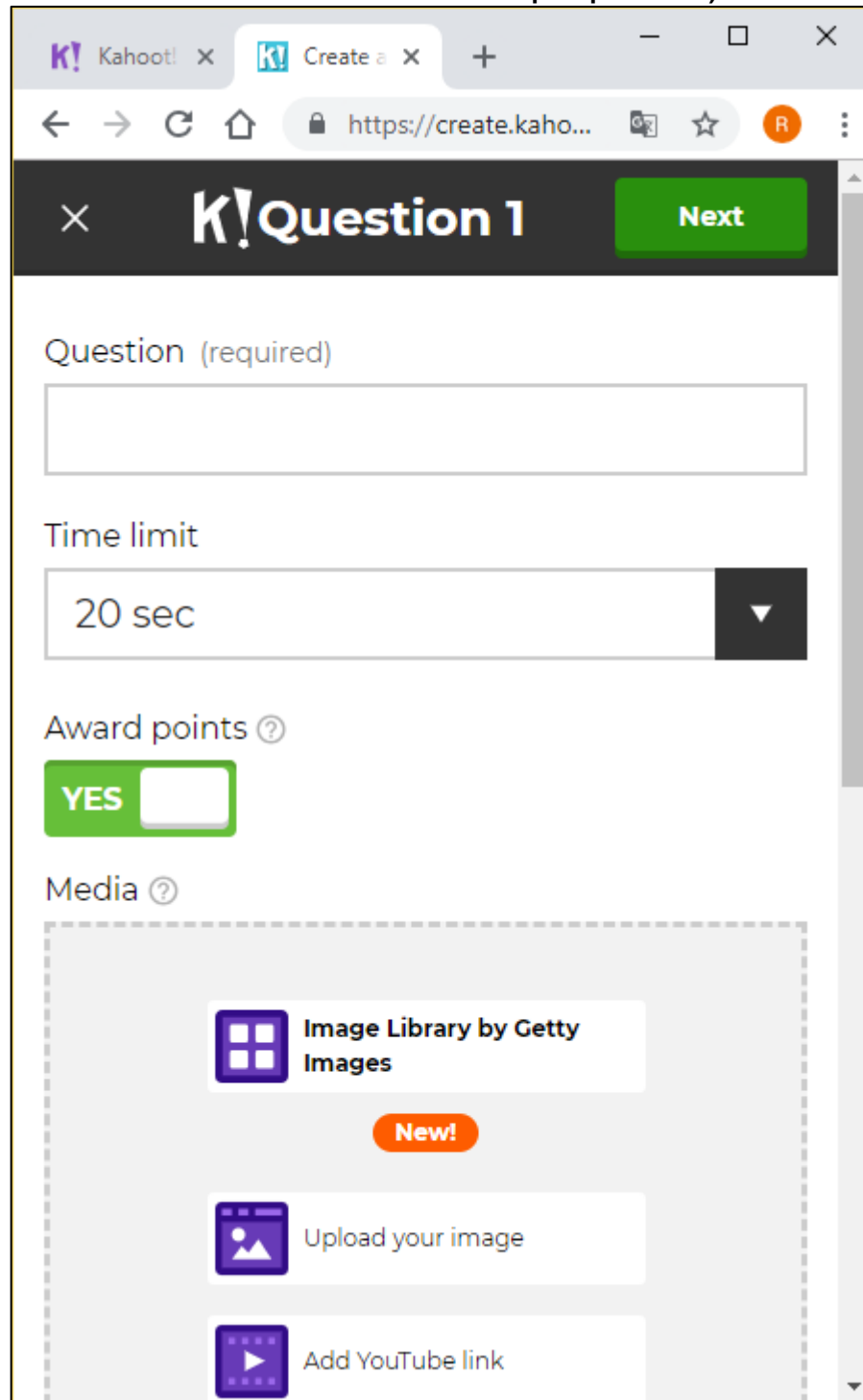
Name ↑	Progress (%) ▼	1	2	3
Aluno1	100% ✓	A	B	B
Aluno2	100% ✓	A	C	C
Aluno3	100% ✓	B	B	C
Class Total		67%	67%	67%

Click question numbers or class total percentages for detailed views.

Socrative Get **PRO!** [Learn More](#)

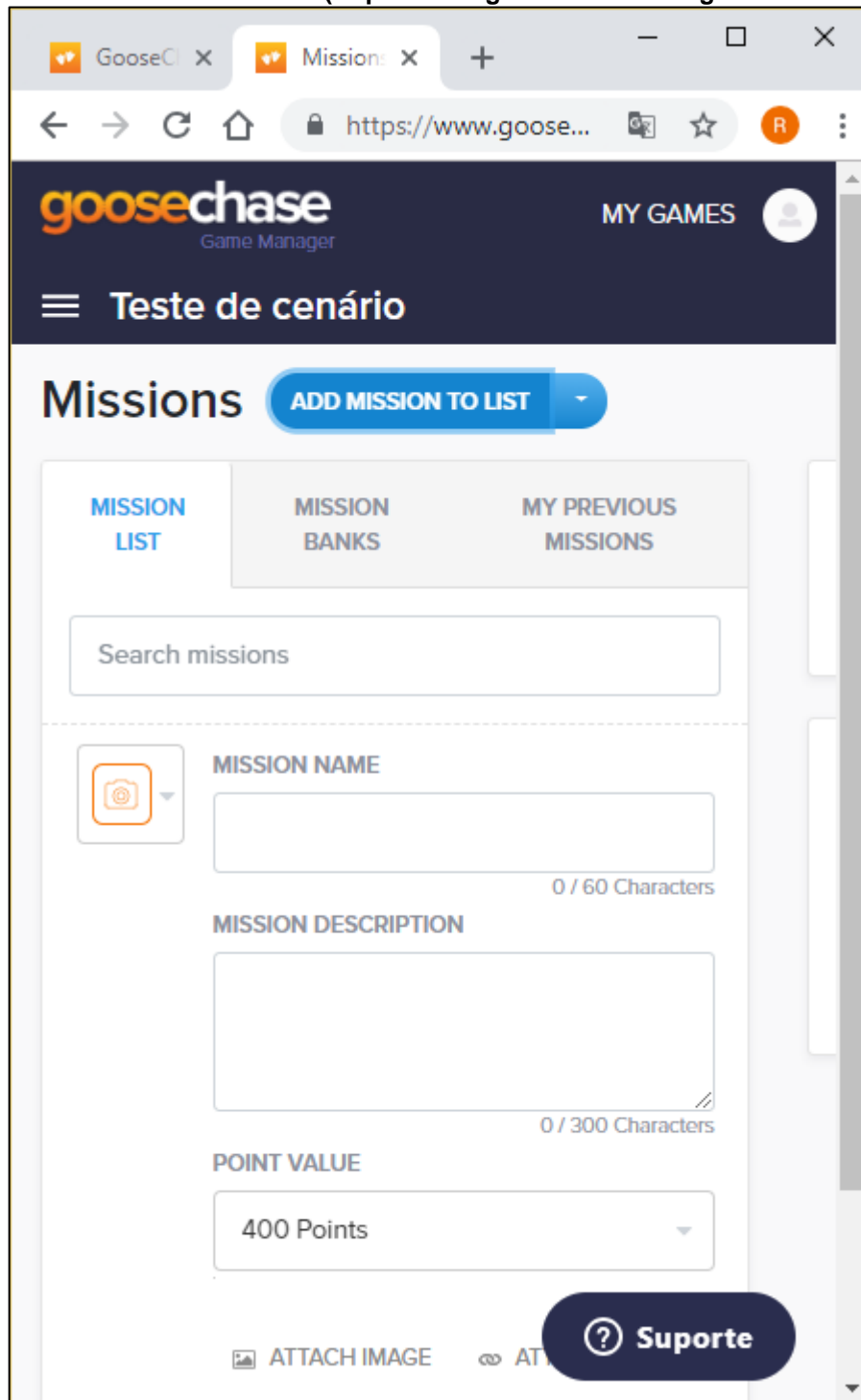
Fonte: (SOCRATIVE, 2018).

Figura 39 - Cenário do Kahoot!
(https://create.kahoot.it/create?_ga=2.13697783.1563300014.1546556236-400699923.1543777684#/new/quiz/question/1)



The screenshot shows a web browser window with two tabs: 'Kahoot!' and 'Create a Quiz'. The address bar displays the URL: https://create.kahoot.it/create?_ga=2.13697783.1563300014.1546556236-400699923.1543777684#/new/quiz/question/1. The page title is 'K! Question 1' with a 'Next' button. The form includes a 'Question (required)' text input field, a 'Time limit' dropdown menu set to '20 sec', an 'Award points' section with a 'YES' button and an empty input field, and a 'Media' section with three options: 'Image Library by Getty Images' (marked 'New!'), 'Upload your image', and 'Add YouTube link'.

Fonte: (KAHOOT!, 2018a)

Figura 40 - Cenário do Goosechase (<https://www.goosechase.com/game/205567/missions/>)

The screenshot shows a web browser window with two tabs: 'GooseC' and 'Mission:'. The address bar shows the URL 'https://www.goose...'. The page header features the 'goosechase Game Manager' logo and a 'MY GAMES' profile icon. A dark blue navigation bar contains a hamburger menu icon and the text 'Teste de cenário'. Below this, the main heading is 'Missions' with a blue button labeled 'ADD MISSION TO LIST'. Three tabs are visible: 'MISSION LIST' (active), 'MISSION BANKS', and 'MY PREVIOUS MISSIONS'. A search bar labeled 'Search missions' is positioned below the tabs. The form fields include: 'MISSION NAME' with a character count of '0 / 60 Characters'; 'MISSION DESCRIPTION' with a character count of '0 / 300 Characters'; and 'POINT VALUE' set to '400 Points'. At the bottom, there are links for 'ATTACH IMAGE' and 'ATTACH VIDEO', and a dark blue 'Suporte' button with a question mark icon.

Fonte: (GOOSECHASE, 2018).

Figura 41 - Cenário do Quizizz (<https://quizizz.com/quiz/5c2e9817ec12dc001a4874d8/edit>)

The screenshot displays the Quizizz Creator interface in a web browser. The browser's address bar shows the URL <https://quizizz.com/q...>. The main content area is titled "Question 1" and is set to "Single answer" type. The question text is "Selecione a opção correta" (Select the correct option). Below the question, there are four answer options, each with a radio button and a text input field. The first option is "Correta" (Correct) and is marked with a green checkmark. The other three options are "Incorreta" (Incorrect) and are marked with blue checkmarks. Each option has a small image icon to its right. At the bottom of the question editor, there is a "+ Add answer option" button, a "Tag standards" button, a "30 Seconds" timer dropdown, and "CANCEL" and "SAVE" buttons.

Quizizz Creator

Single answer

Question 1

Write your question here

Selecione a opção correta

Image

Enter answer options below

Answer option 1

Correta

Answer option 2

Incorreta

Answer option 3

Incorreta

Answer option 4

Incorreta

+ Add answer option

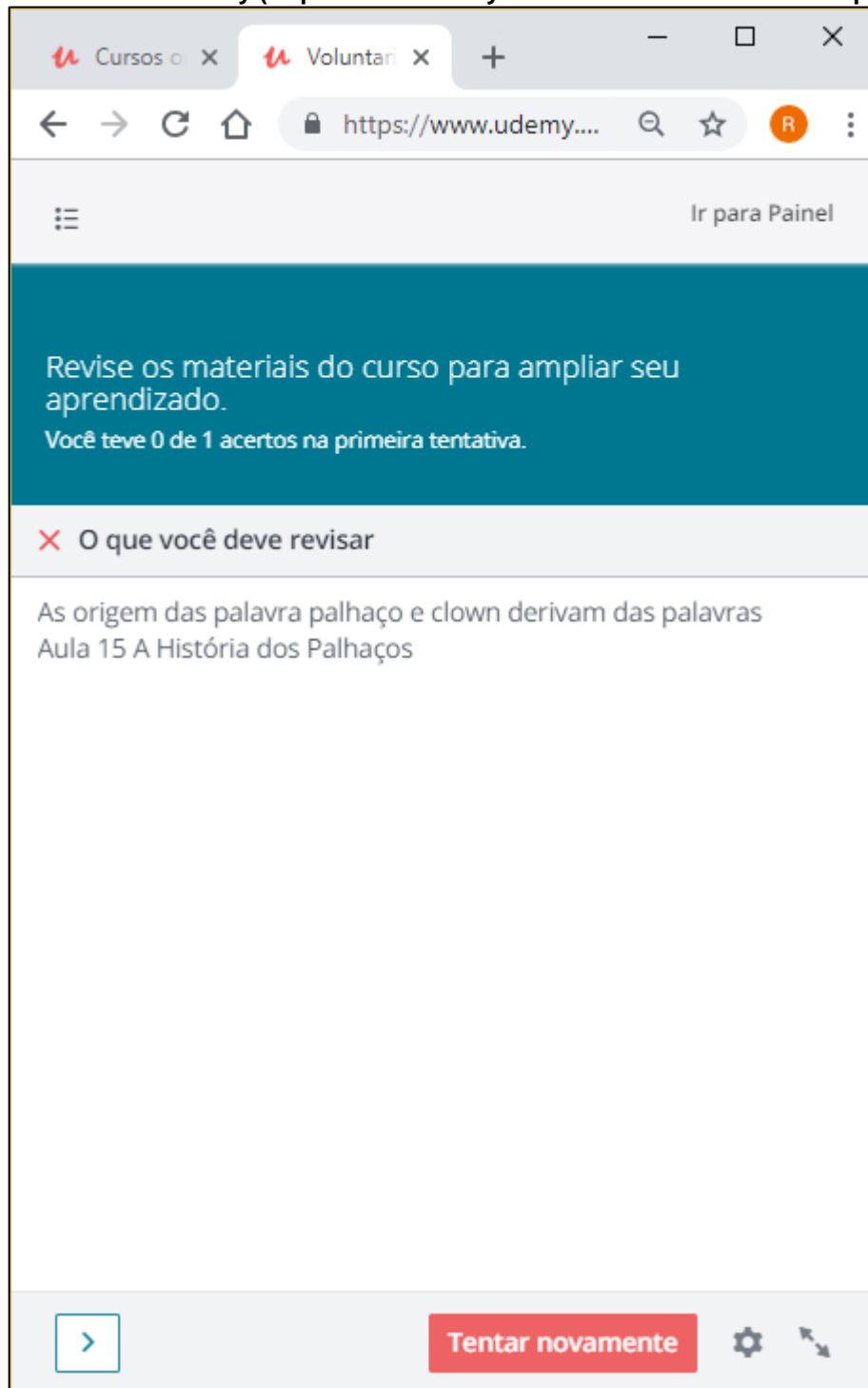
Tag standards

30 Seconds

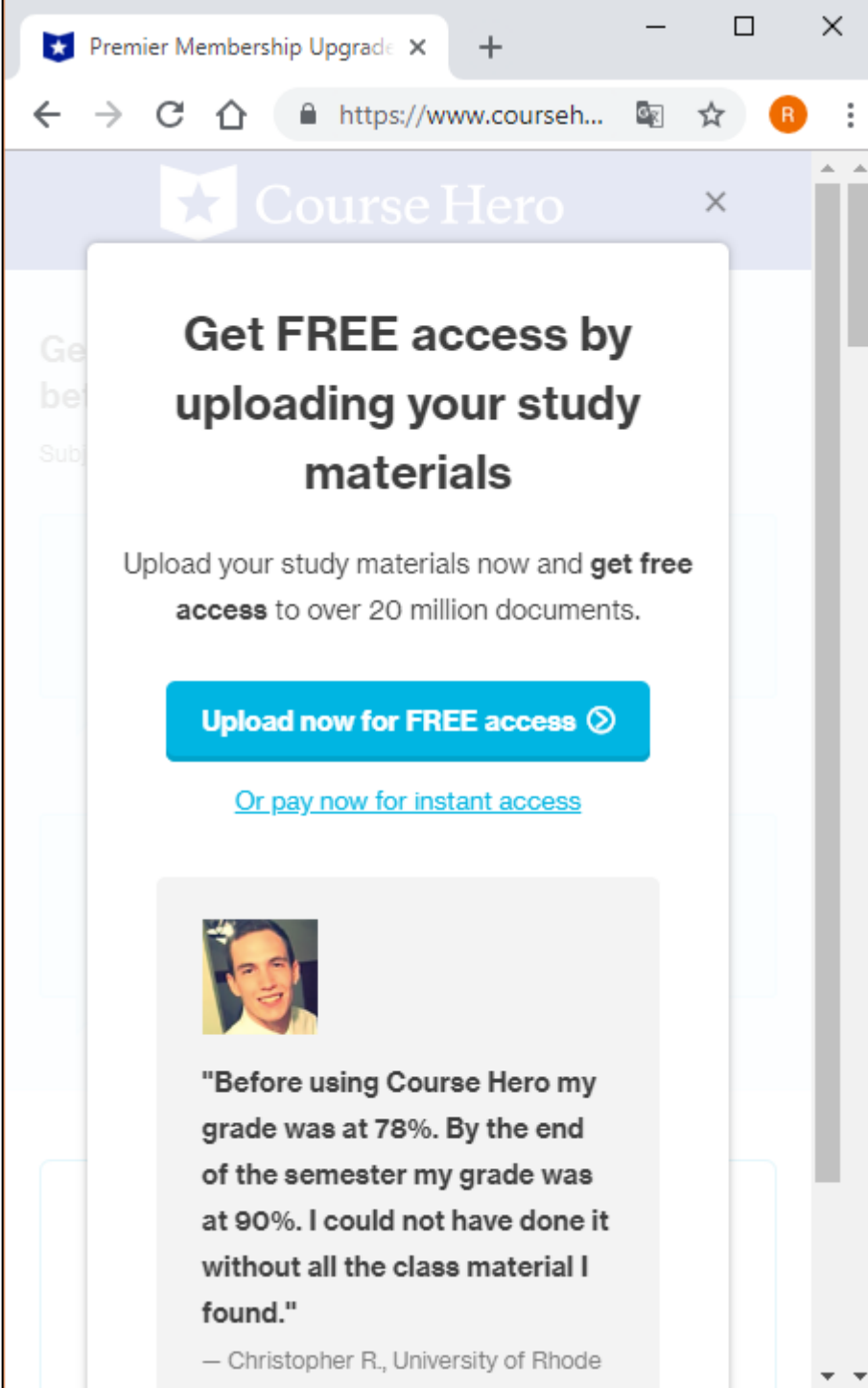
CANCEL SAVE

Fonte: (QUIZIZZ, 2018)

Figura 42 - Cenário do Udeemy (<https://www.udemy.com/voluntariado/learn/v4/t/quiz/339214>)



Fonte: (UDEMY, 2018).

Figura 43 - Cenário do Course Hero (<https://www.coursehero.com/payment/>)


The screenshot shows a web browser window with the Course Hero website. The browser's address bar displays the URL <https://www.coursehero.com/payment/>. The Course Hero logo is visible at the top of the page. The main content area features a large white box with the following text:

Get FREE access by uploading your study materials

Upload your study materials now and **get free access** to over 20 million documents.

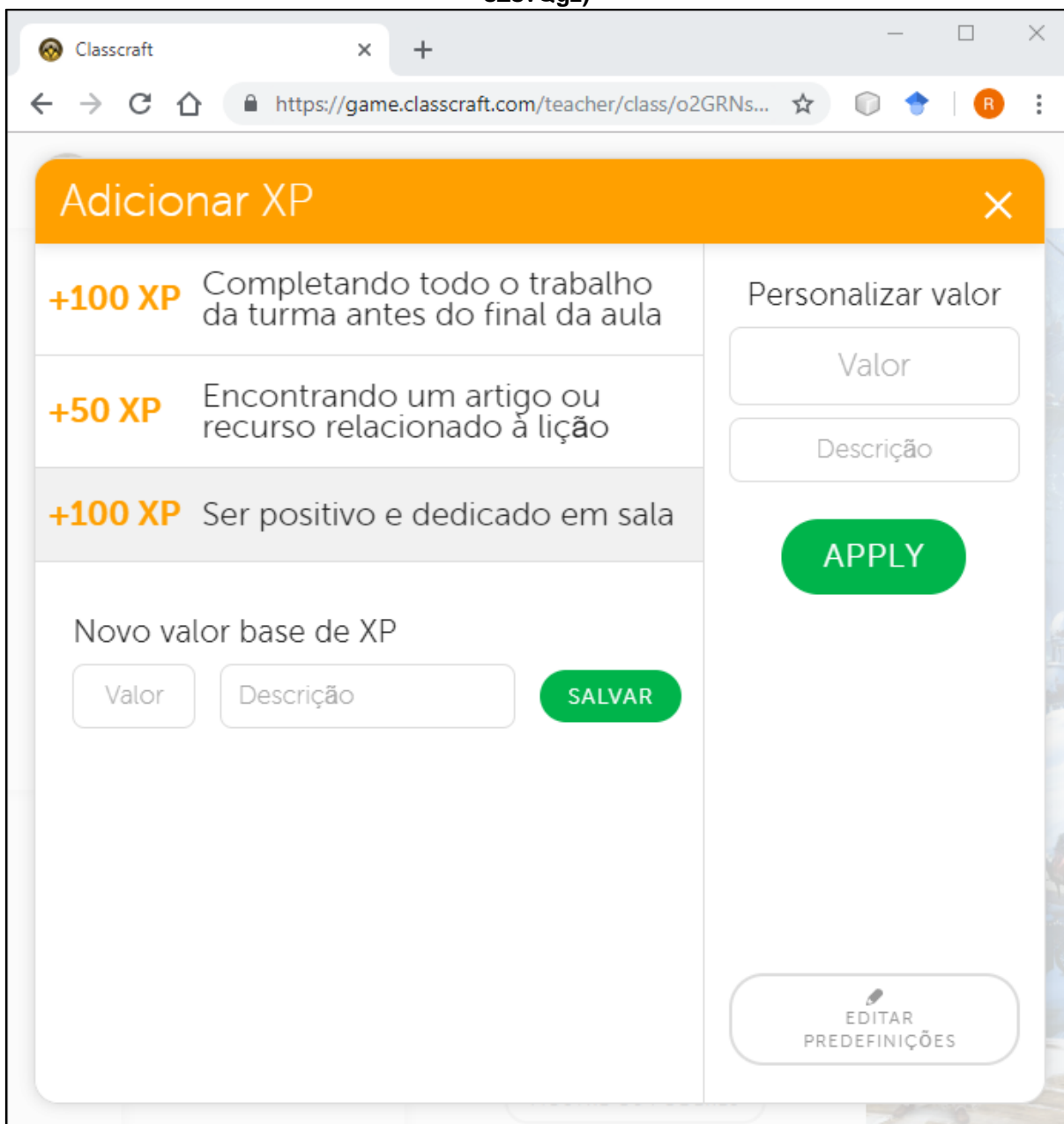
[Upload now for FREE access](#) ↻

[Or pay now for instant access](#)


"Before using Course Hero my grade was at 78%. By the end of the semester my grade was at 90%. I could not have done it without all the class material I found."
— Christopher R., University of Rhode

Fonte: (COURSEHERO, 2018).

Figura 44 - Cenário do Classcraft
(<https://game.classcraft.com/teacher/class/o2GRNsLsfXiP6r6ie/dashboard/players/HeiSJY6cn2sZsvQgz>)



Fonte: (CLASSCRAFT, 2018).

Figura 45 - Cenário do Duolingo (<https://www.duolingo.com/skill/en/Intro/1>)



Fonte: (DUOLINGO, 2018).

Figura 46 - Cenário do Khan Academy (<https://pt.khanacademy.org/math/early-math/cc-early-math-counting-topic/modal/e/one-more--one-less>)

The image shows a browser window with a modal window from Khan Academy. The modal title is "Calcule quanto é mais 1 ou menos 1 de um número" (Calculate how much more 1 or less 1 of a number). Below the title, it says "A prática leva ao progresso" (Practice leads to progress) and "Muito bem! Você já percorreu mais da metade do caminho para aprender essa habilidade. Pratique novamente para se tornar Proficiente!" (Very good! You have already traveled more than halfway to learning this skill. Practice again to become Proficient!).

On the right, there is a link: "Ir para a página da aula" (Go to the lesson page).

Below the text is a progress bar with three levels:

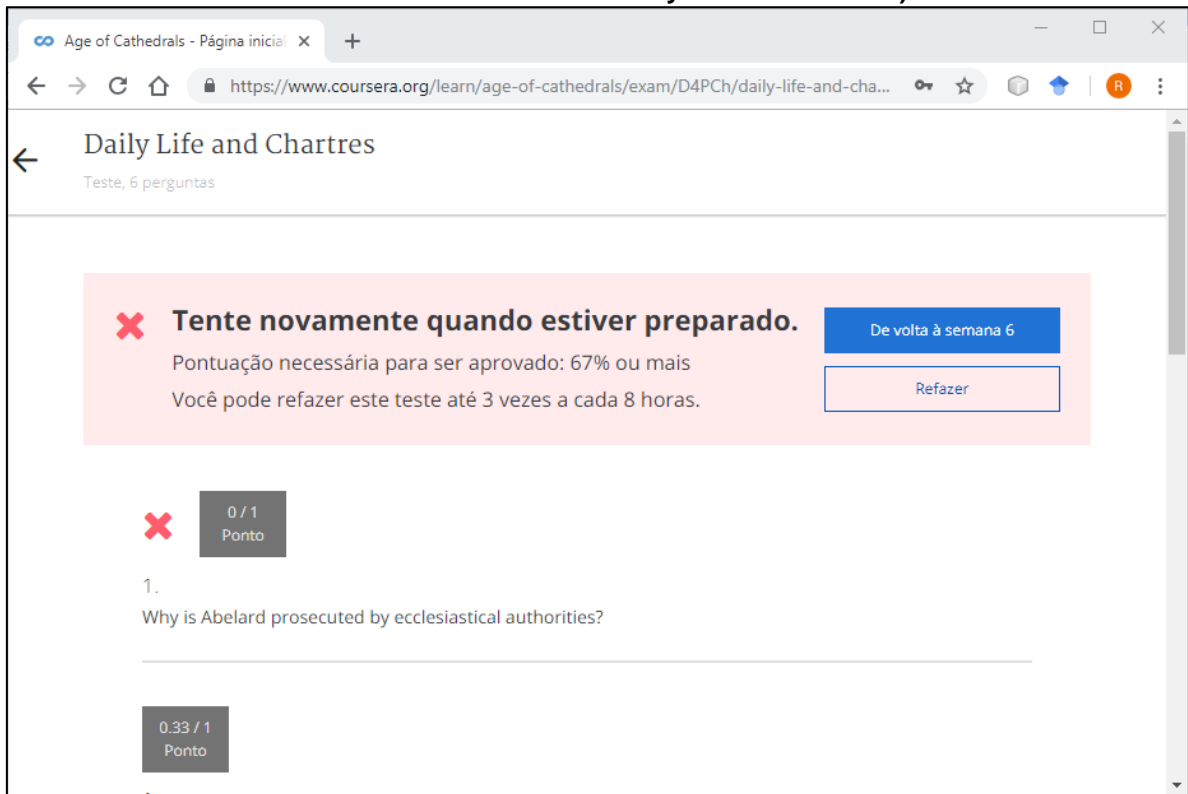
- Dominado (100 pontos)**
Iniciar teste de unidade
- Proficiente (80 pontos)**
7 de 7 corretas
- Familiar (50 pontos)**
5 de 7 corretas

The progress bar shows a solid purple bar at the bottom, indicating the current level is Familiar (50 points).

At the bottom right of the modal, it says "7 perguntas" (7 questions) and a blue button "Iniciar exercício" (Start exercise).

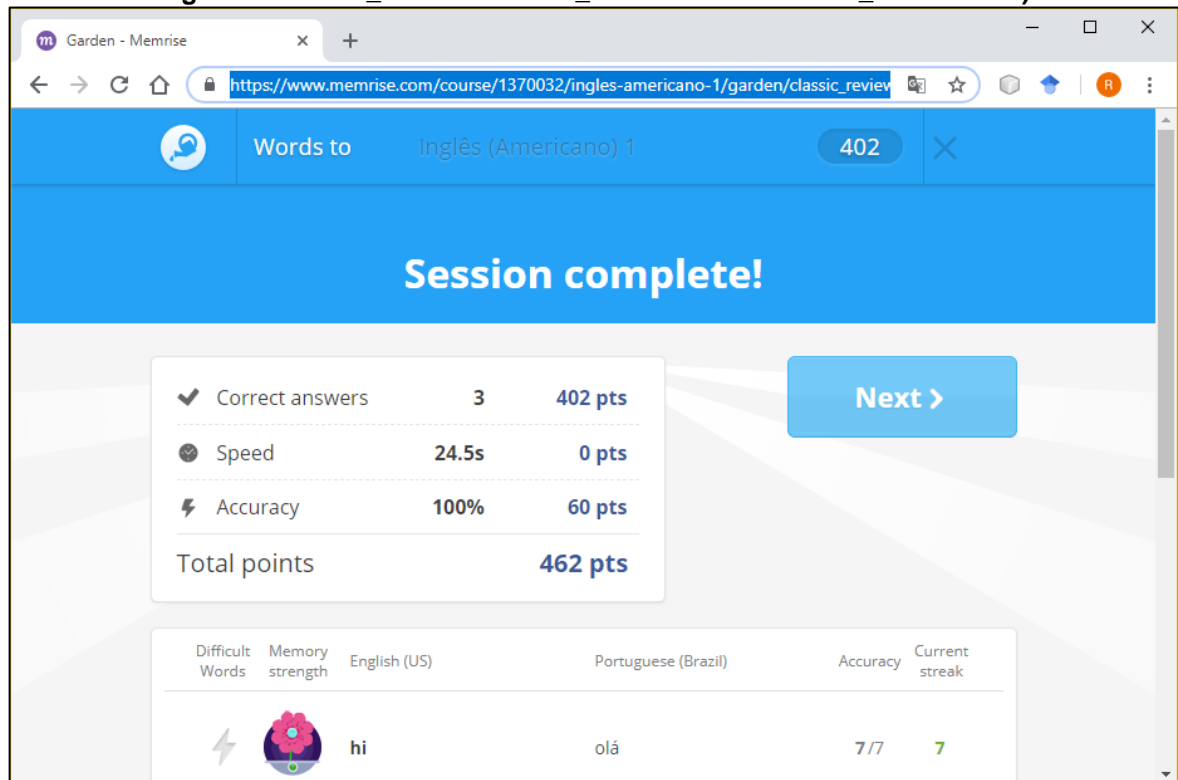
Fonte: (KHAN ACADEMY, 2018).

Figura 47 - Cenário do Coursera (<https://www.coursera.org/learn/age-of-cathedrals/exam/D4PCh/daily-life-and-chartres>)



Fonte: (COURSERA, 2018).

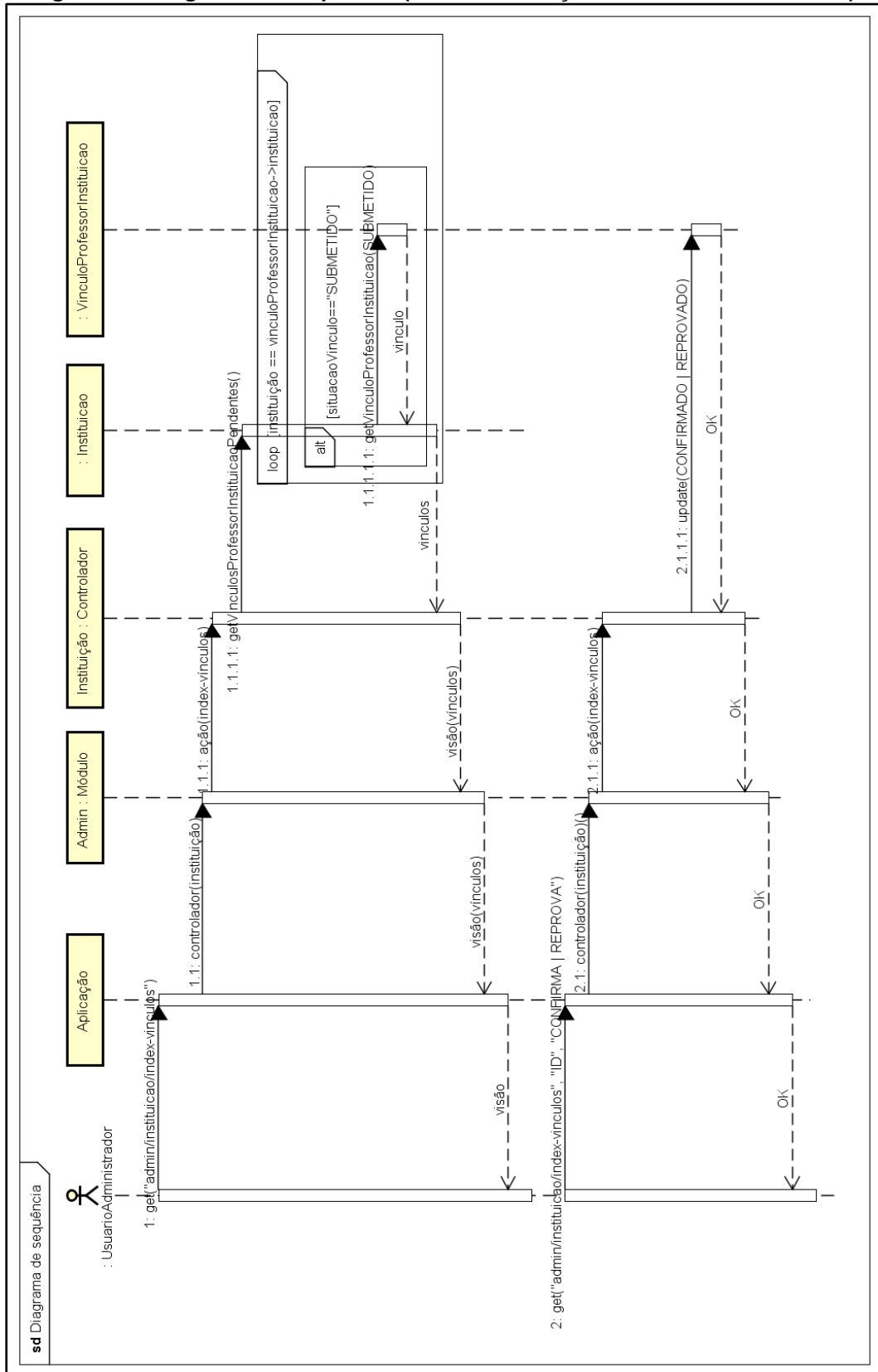
Figura 48 - Cenário do Memrise (https://www.memrise.com/course/1370032/ingles-americano-1/garden/classic_review/?source_element=scb&source_screen=eos)



Fonte: (MEMRISE, 2018).

APÊNDICE 3 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO CASO DE USO DE CONFIRMAÇÃO DE VÍNCULO INSTITUCIONA DE PROFESSORES

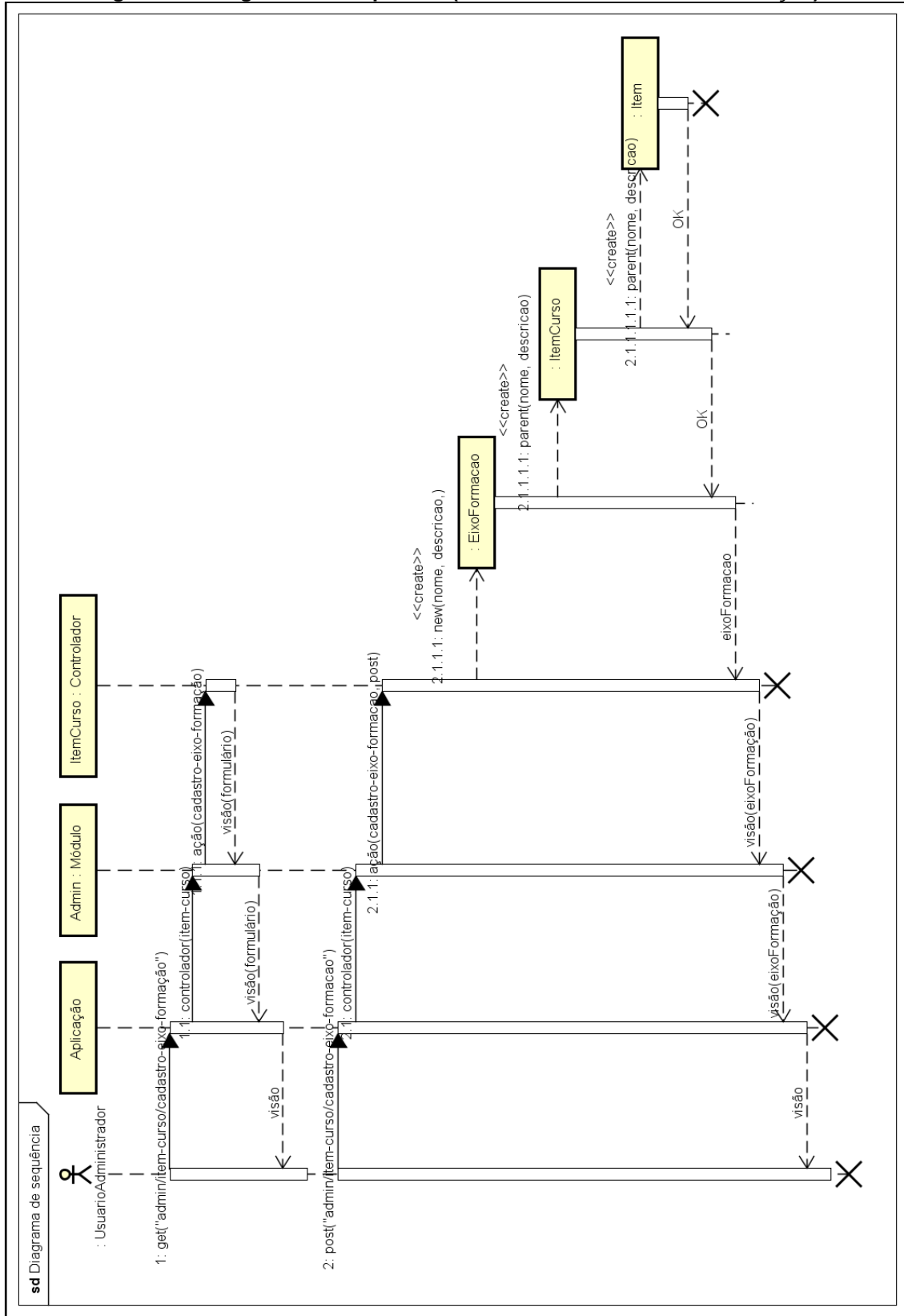
Figura 49 - Diagrama de seqüência (UC - Confirmação de vínculo institucional)



Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE 4 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO CASO DE USO DE CADASTRO DE EIXO DE FORMAÇÃO

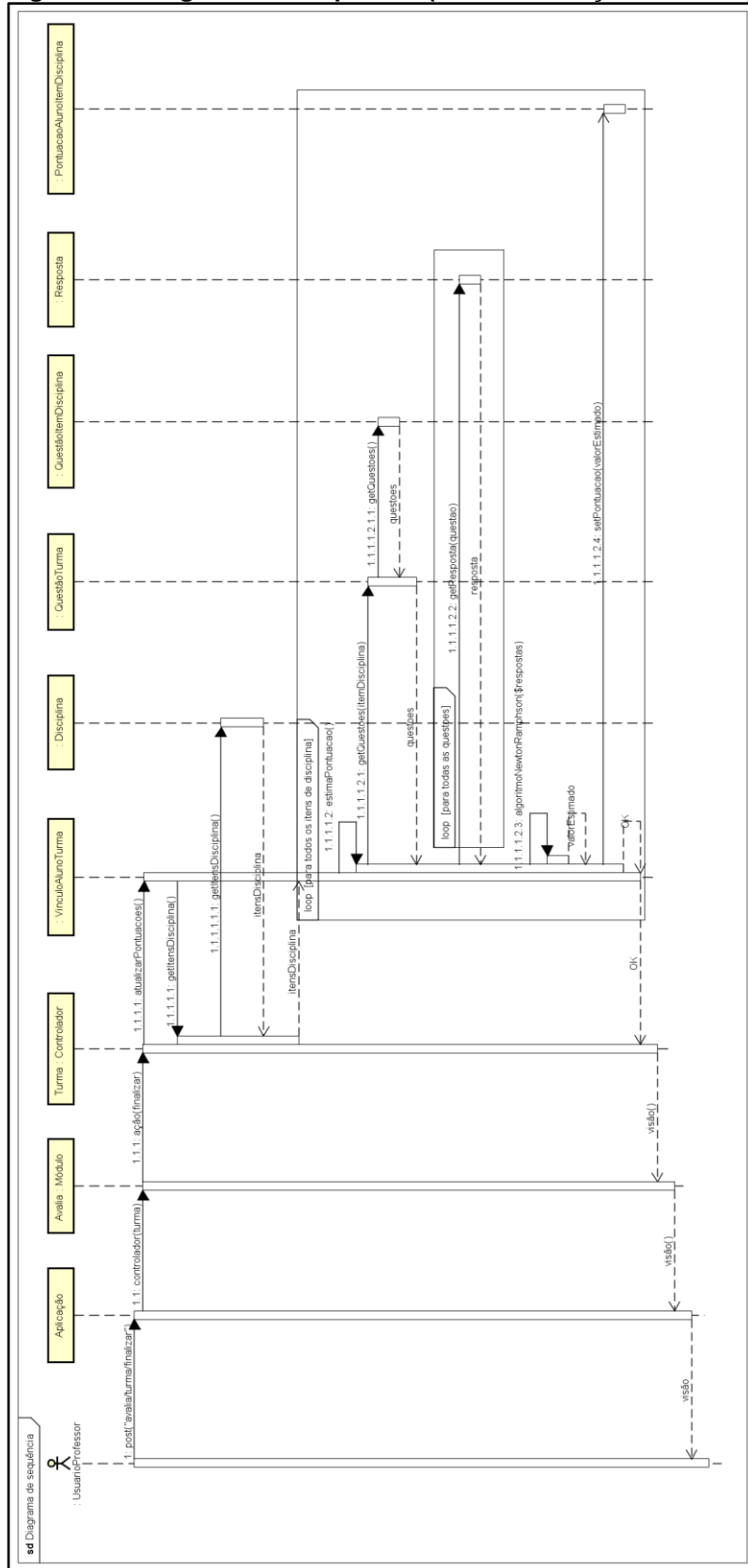
Figura 50 - Diagrama de sequência (UC - Cadastro de eixo de formação)



Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE 5 – DIAGRAMA DE SEQUENCIA DO CASO DE USO DE FINALIZAÇÃO DE TURMA

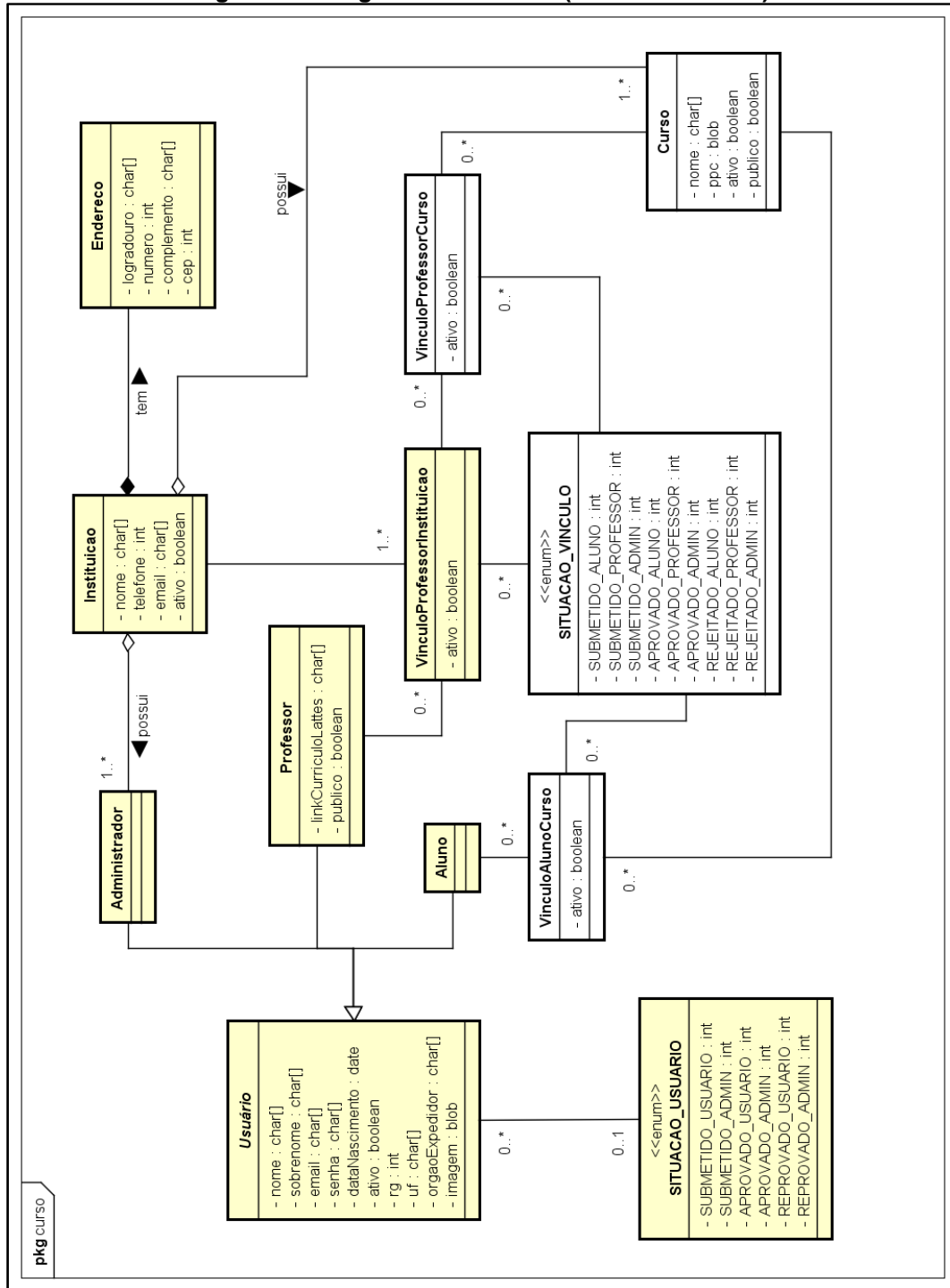
Figura 51 - Diagrama de seqüência (UC – Finalização de turma)



Fonte: Próprio autor.

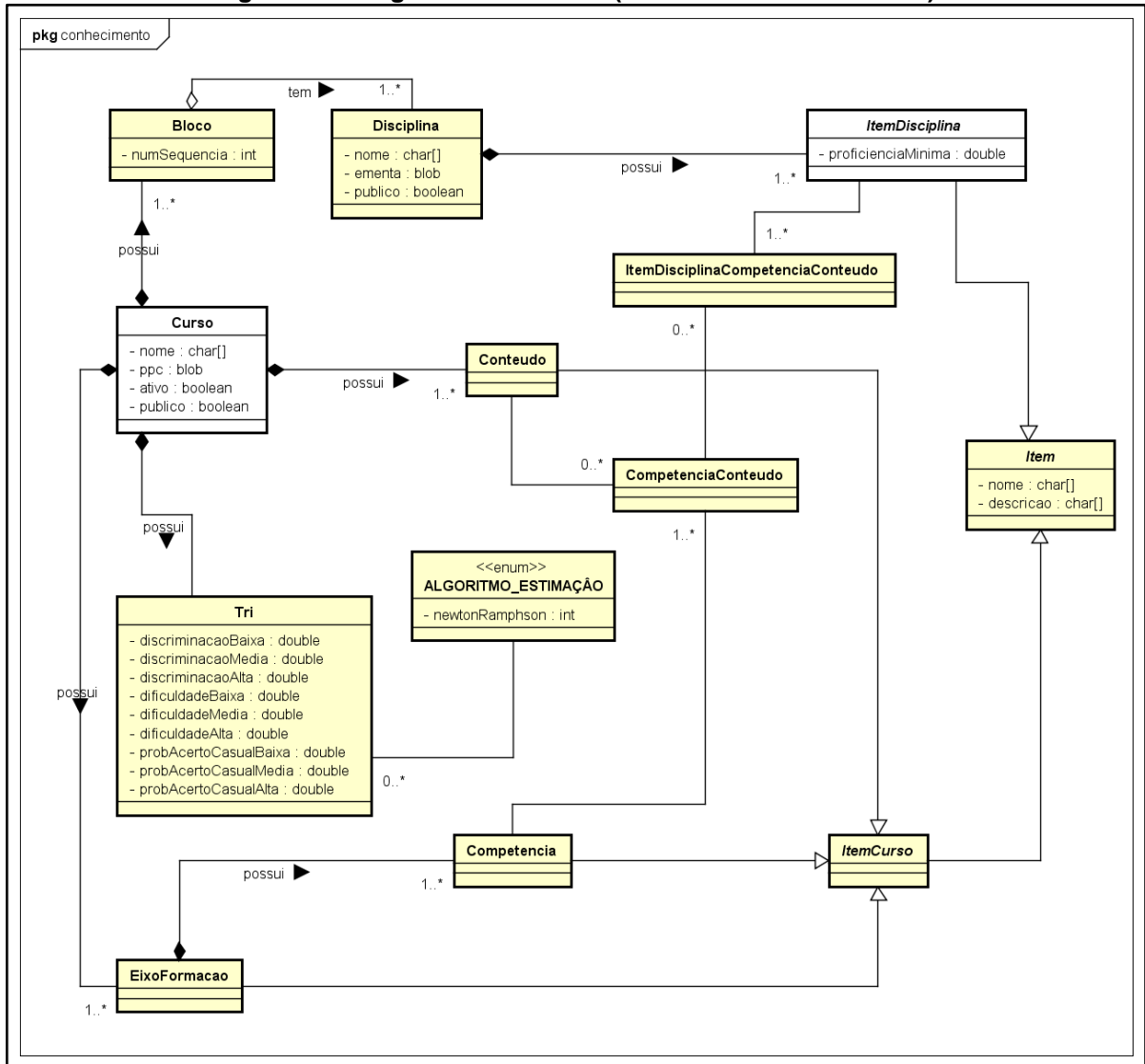
APÊNDICE 6 – DIAGRAMAS DE CLASSES

Figura 52 - Diagrama de classes (Módulo de curso)



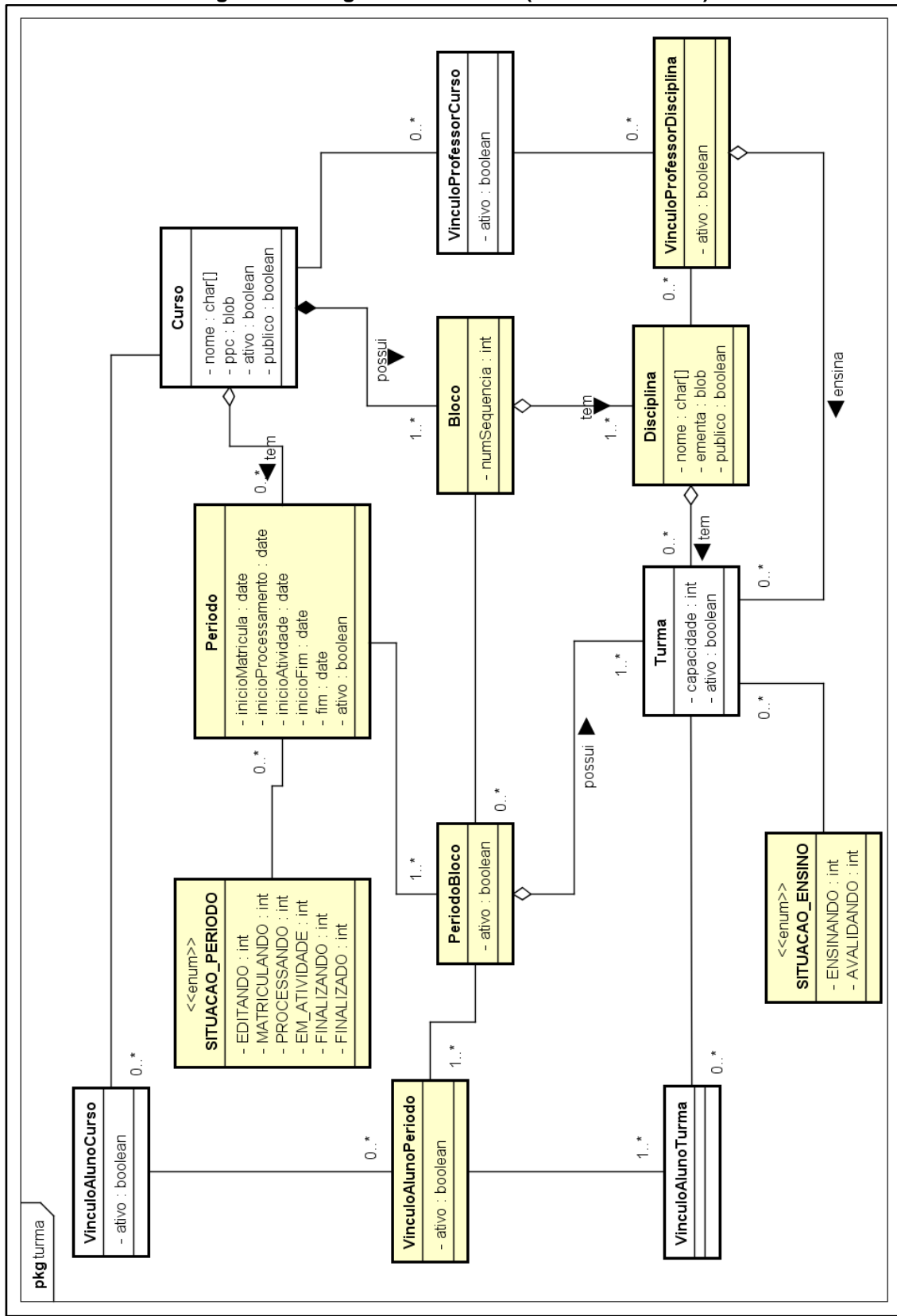
Fonte: Próprio autor.

Figura 53 - Diagrama de Classes (Módulo de conhecimento)



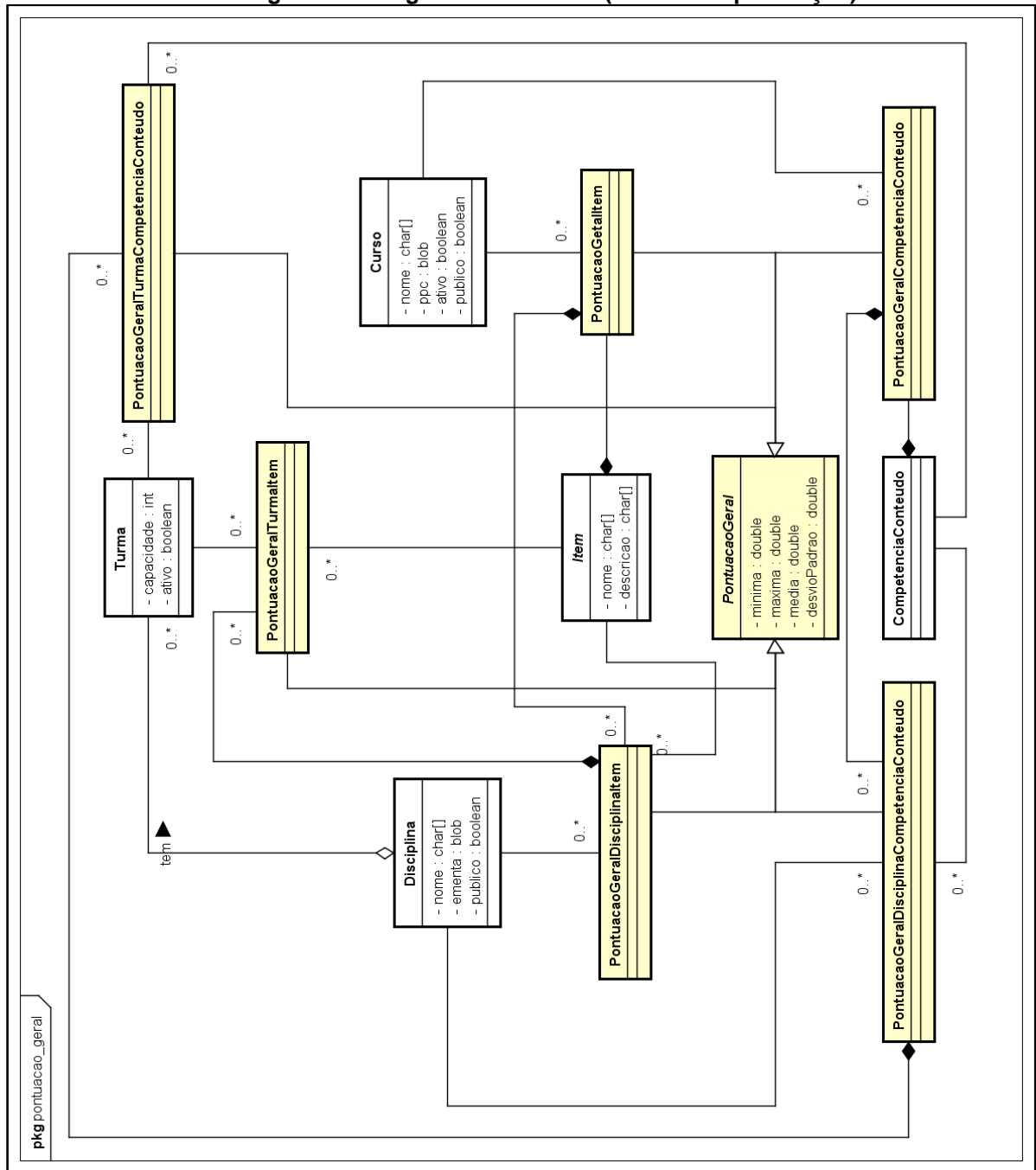
Fonte: Próprio autor.

Figura 54 - Diagrama de classes (Módulo de turma)



Fonte: Próprio autor.

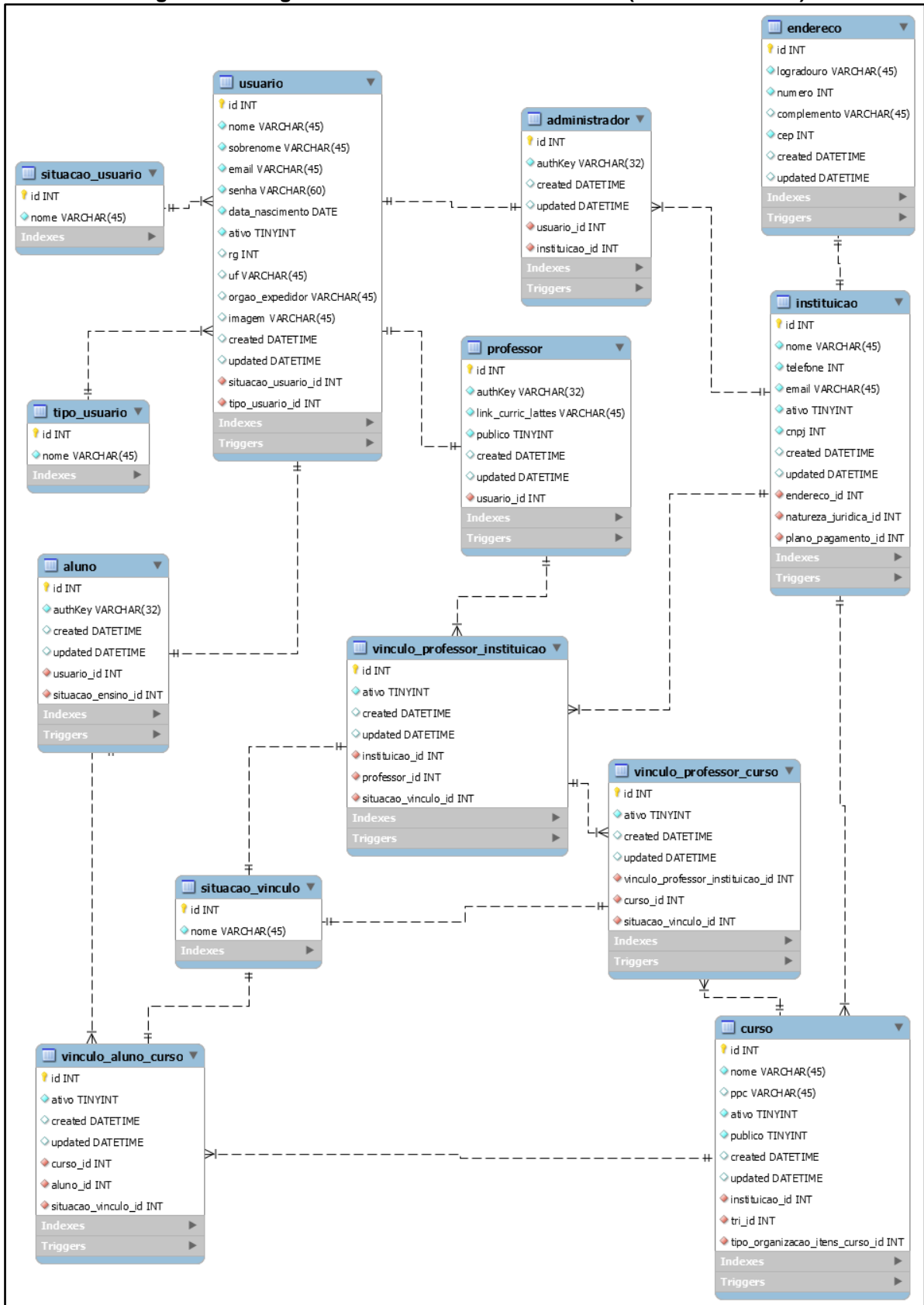
Figura 57 - Diagrama de classes (Módulo de pontuação) II



Fonte: Próprio autor.

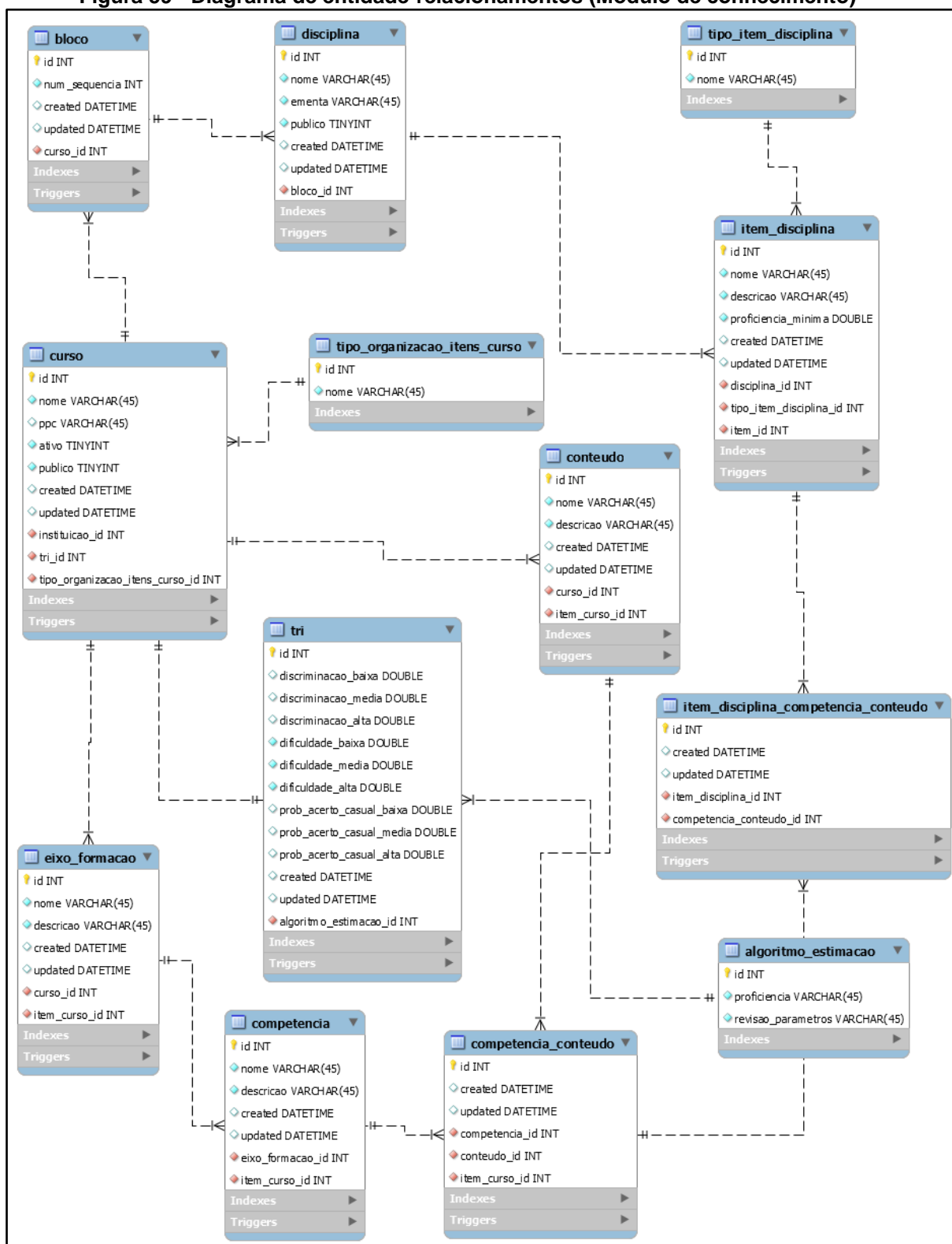
APÊNDICE 7 – DIAGRAMAS DE ENTIDADE-RELAÇONAMENTO

Figura 58 - Diagrama de entidade-relacionamento (Módulo de curso)



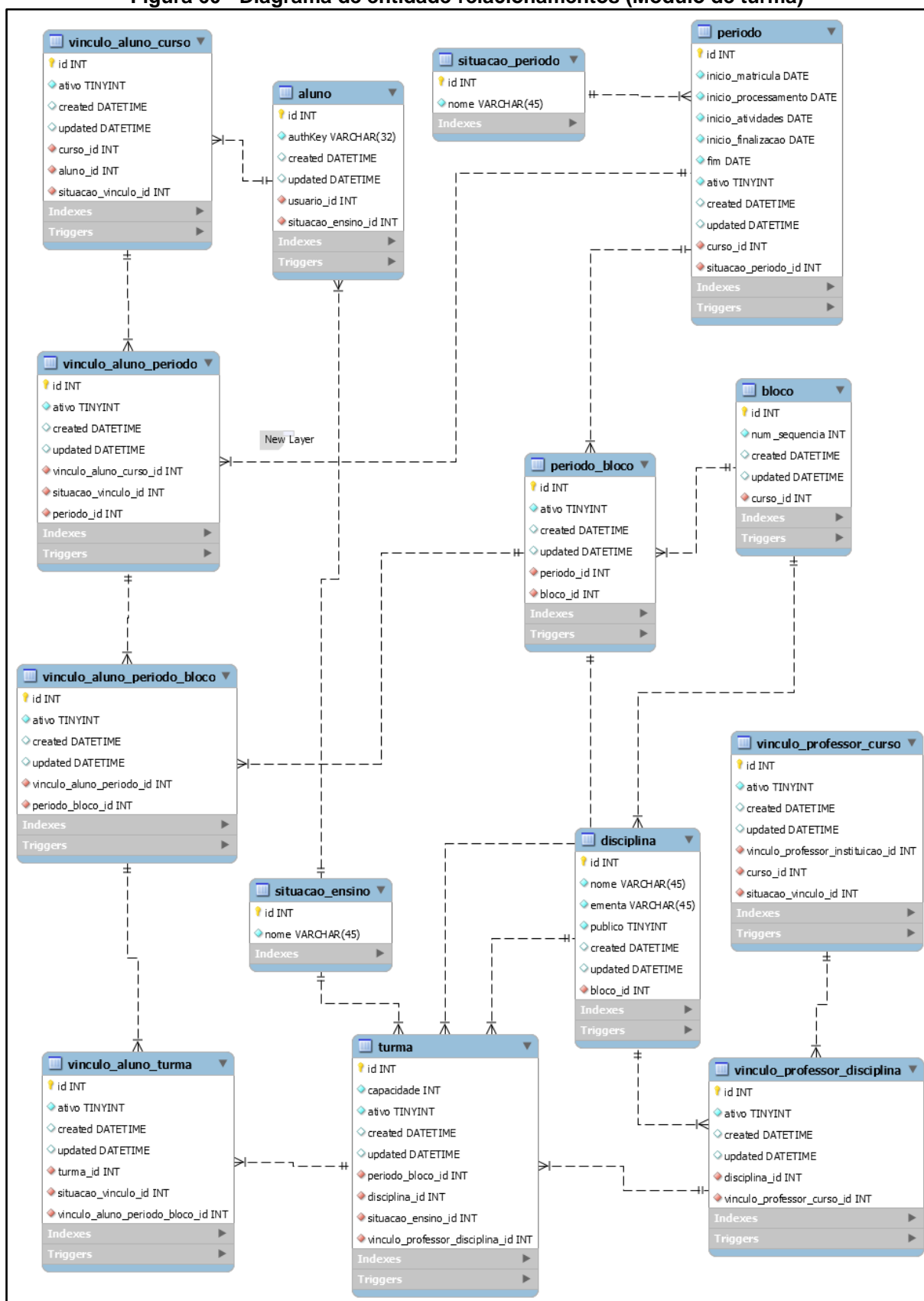
Fonte: Próprio autor.

Figura 59 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de conhecimento)



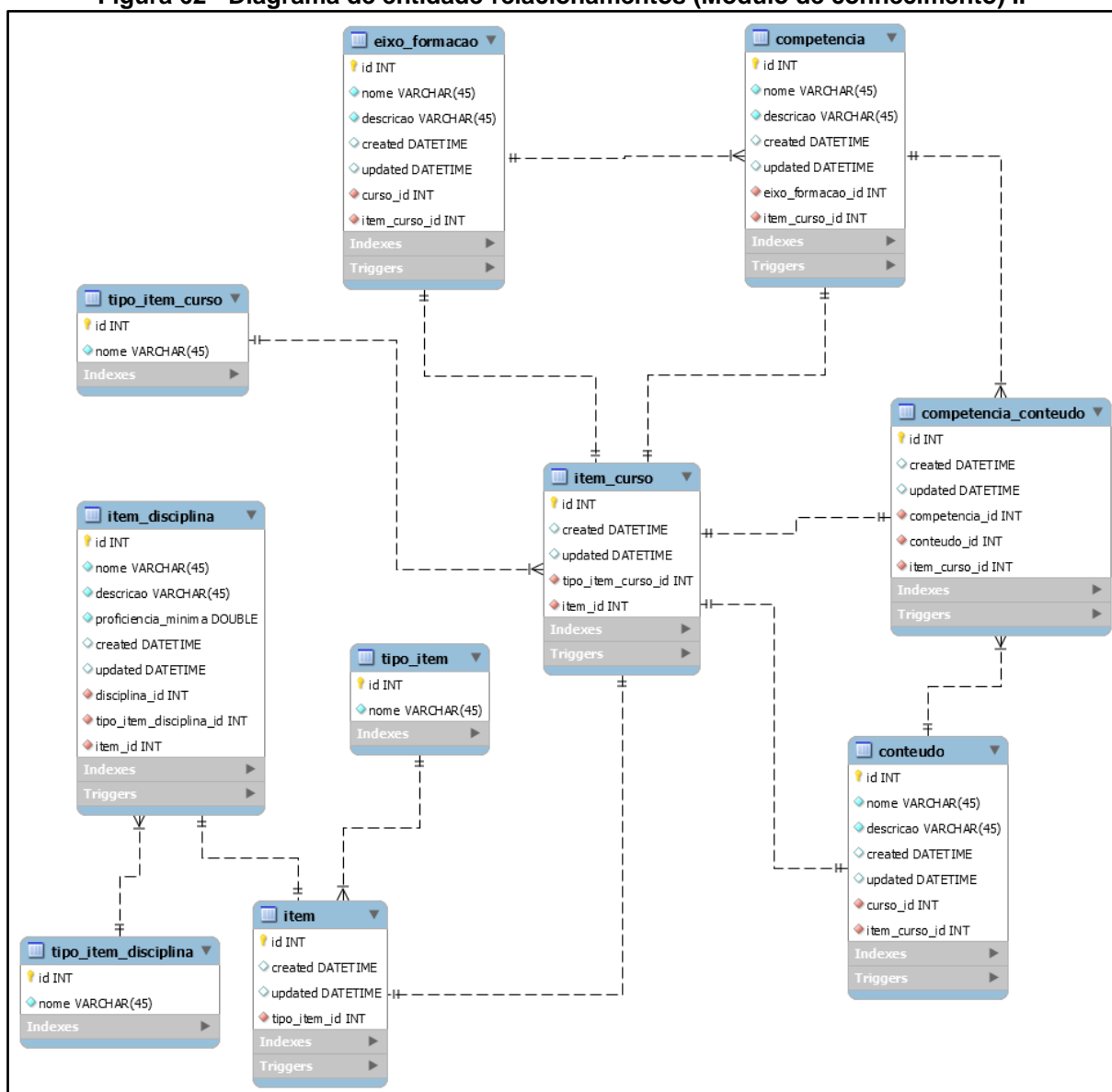
Fonte: Próprio autor.

Figura 60 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de turma)



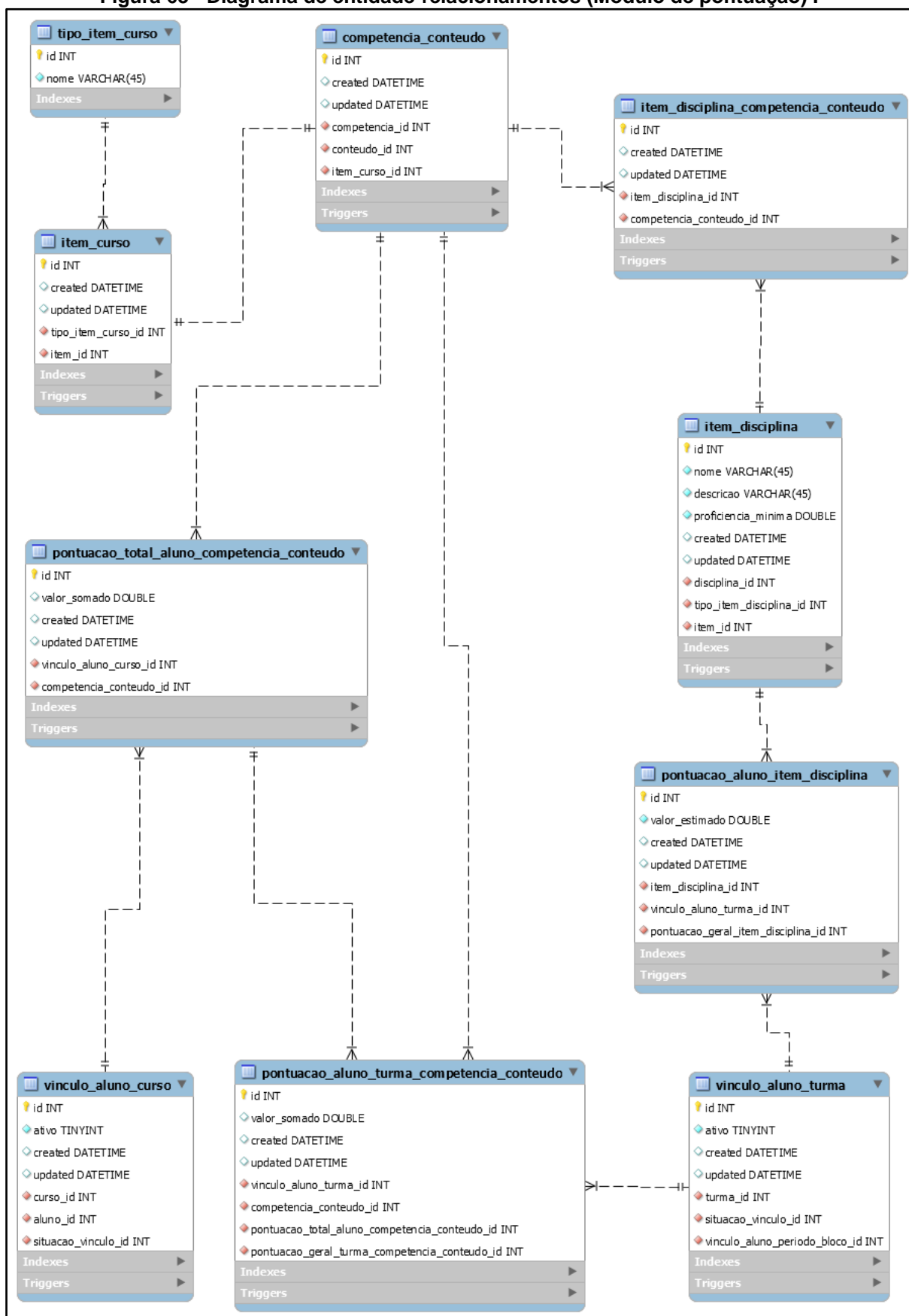
Fonte: Próprio autor.

Figura 62 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de conhecimento) II



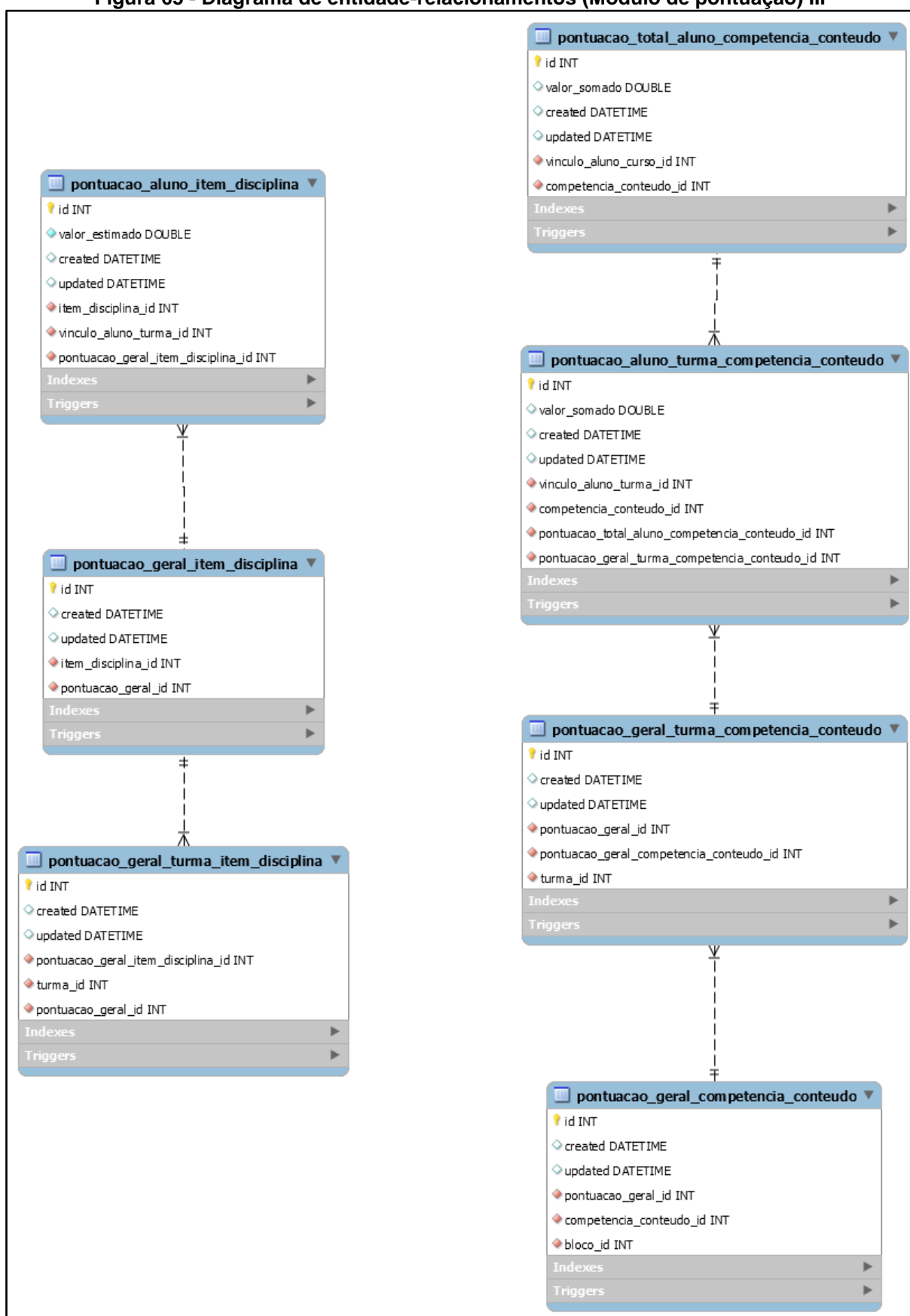
Fonte: Próprio autor.

Figura 63 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de pontuação) I



Fonte: Próprio autor.

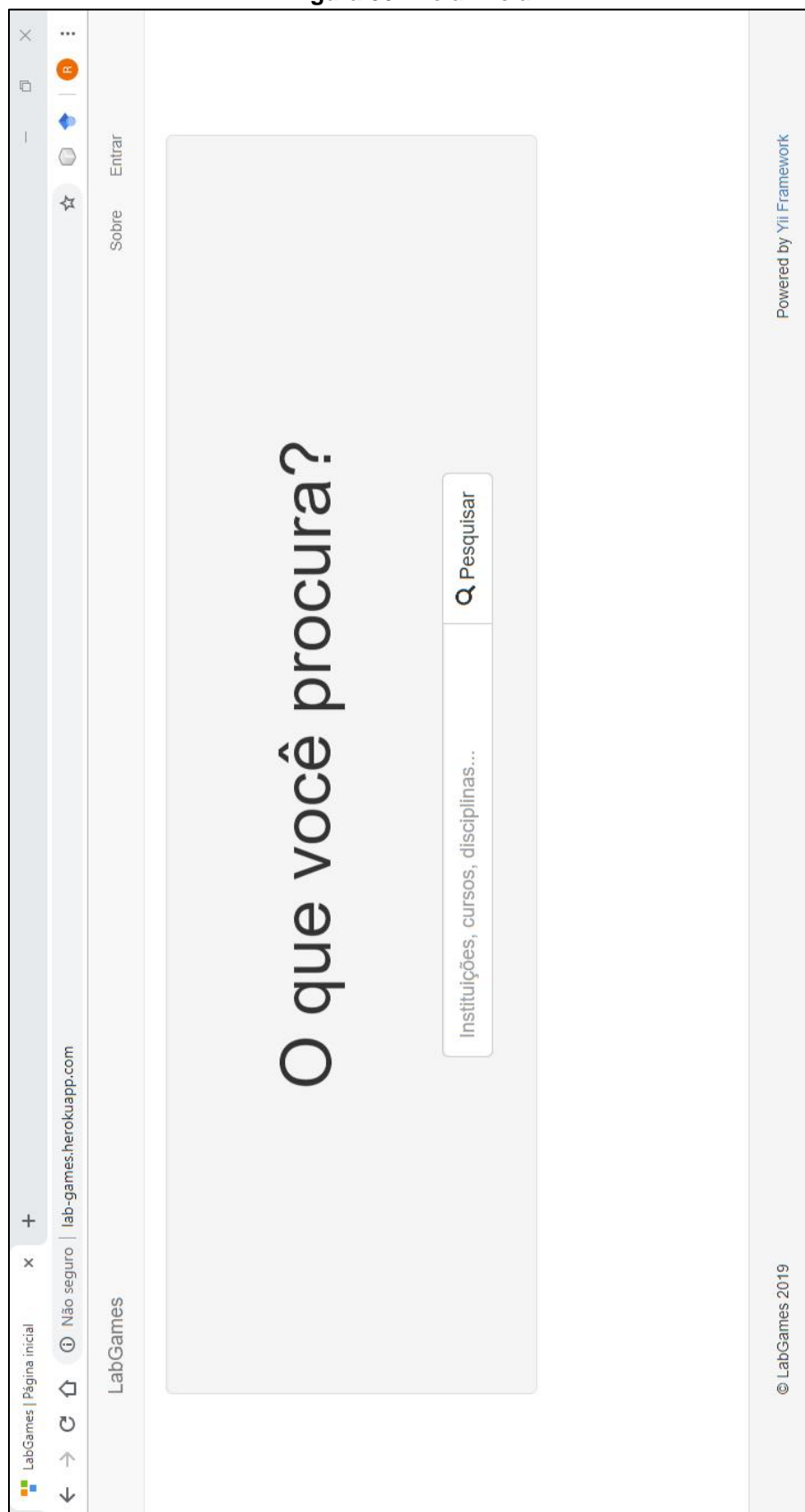
Figura 65 - Diagrama de entidade-relacionamentos (Módulo de pontuação) III



Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE 8 – TELAS DO SISTEMA

Figura 66 - Tela inicial



Fonte: Próprio autor.

Figura 67 - Tela de Login

Entrar

LabGames

Sobre Entrar

Entrar

E-mail

"E-mail" não pode ficar em branco.

Senha

Ficar conectado

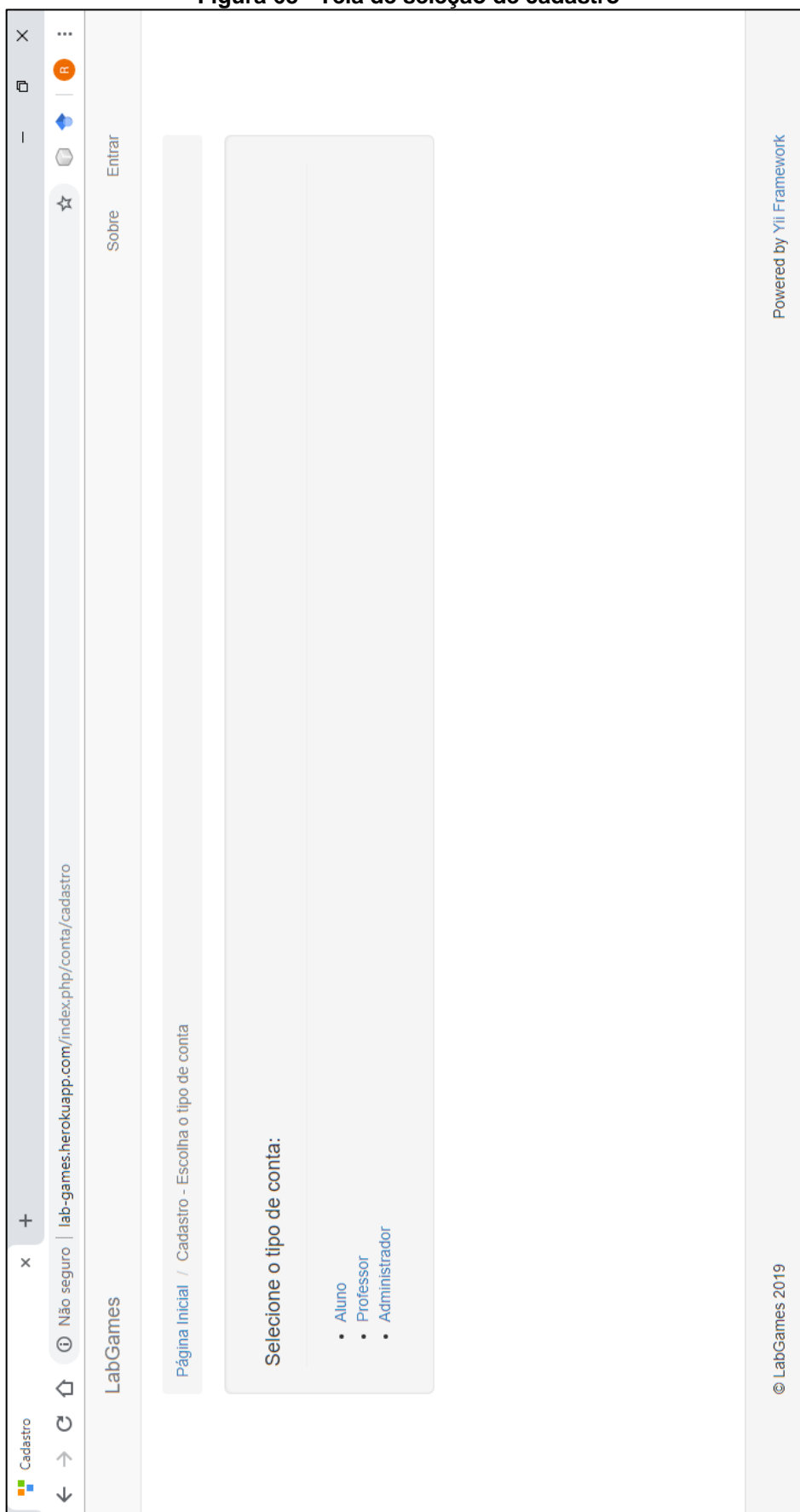
[Ainda não possui cadastro?](#)

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 68 - Tela de seleção de cadastro



Fonte: Próprio autor.

Figura 69 - Tela de cadastro de aluno

The image shows a web browser window displaying a registration form for a student. The browser's address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/conta/cadastro/aluno`. The page title is "LabGames" and the breadcrumb navigation is "Página Inicial / Cadastro - Escolha o tipo de conta / Cadastro - Aluno".

The main content area contains the following text and form fields:

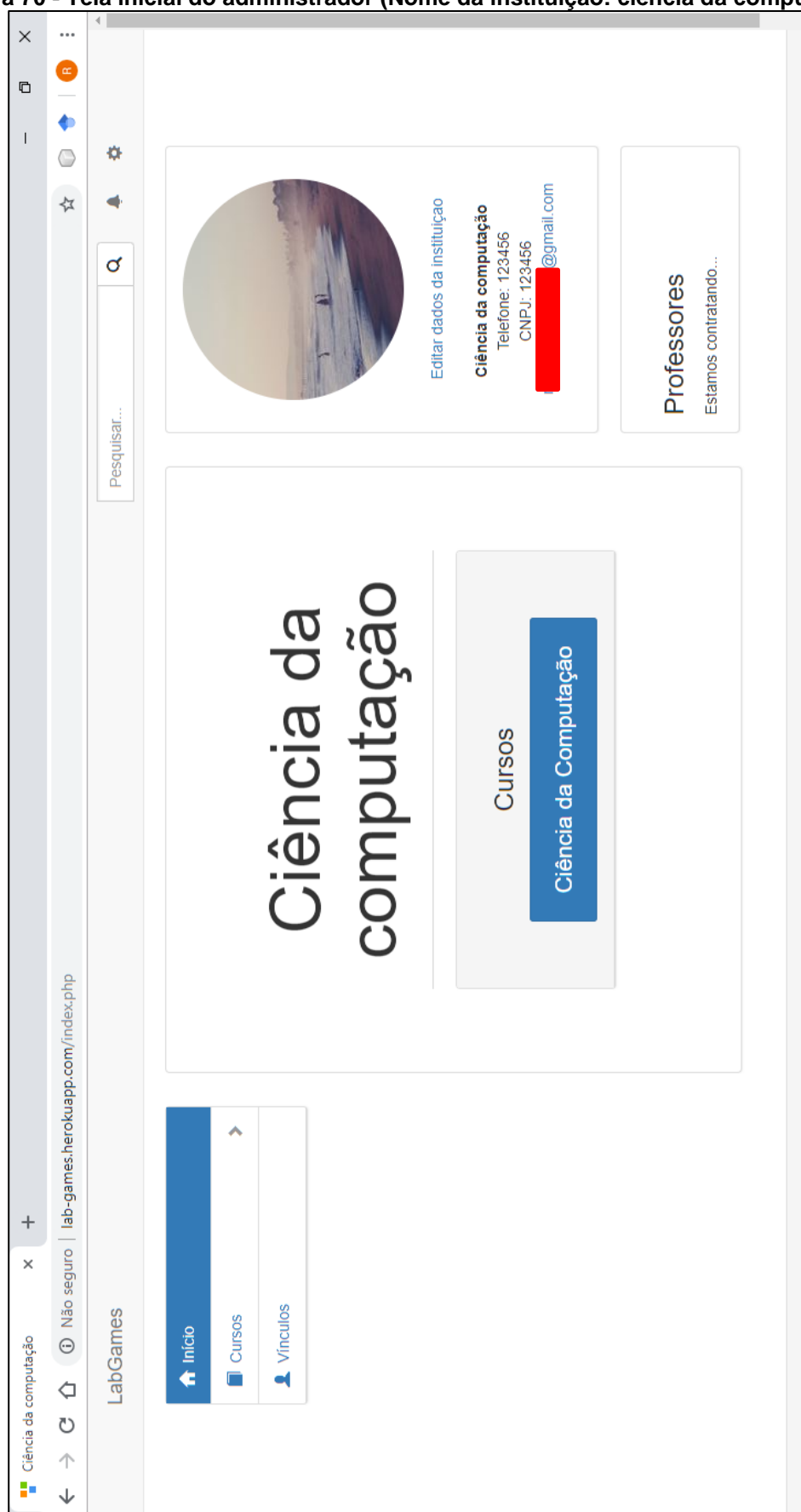
Agora, preencha os dados abaixo para o seu registro:

Nome	<input type="text"/>	Sobrenome	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>	Data de nascimento	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Senha	<input type="text"/>	Confirme sua senha	<input type="text"/>
RG	<input type="text"/>	Órgão Expedidor	<input type="text"/>
		UF	<input type="text"/>

At the bottom right of the form is a green button labeled "Submeter".

Fonte: Próprio autor

Figura 70 - Tela inicial do administrador (Nome da instituição: ciência da computação)



Fonte: Próprio autor.

Figura 71 - Tela de edição de dados do curso (ciência da computação)

Dados do curso

LabGames

Pesquisar...

Itens de curso ▾ Blocos ▾ Professores Alunos Períodos

Página Inicial / Ciência da Computação

Detalhes do curso

Nome	Ciência da Computação	Curso #	1
-------------	-----------------------	----------------	---

Projeto Pedagógico do Curso

Não definido

Ativo ? Não

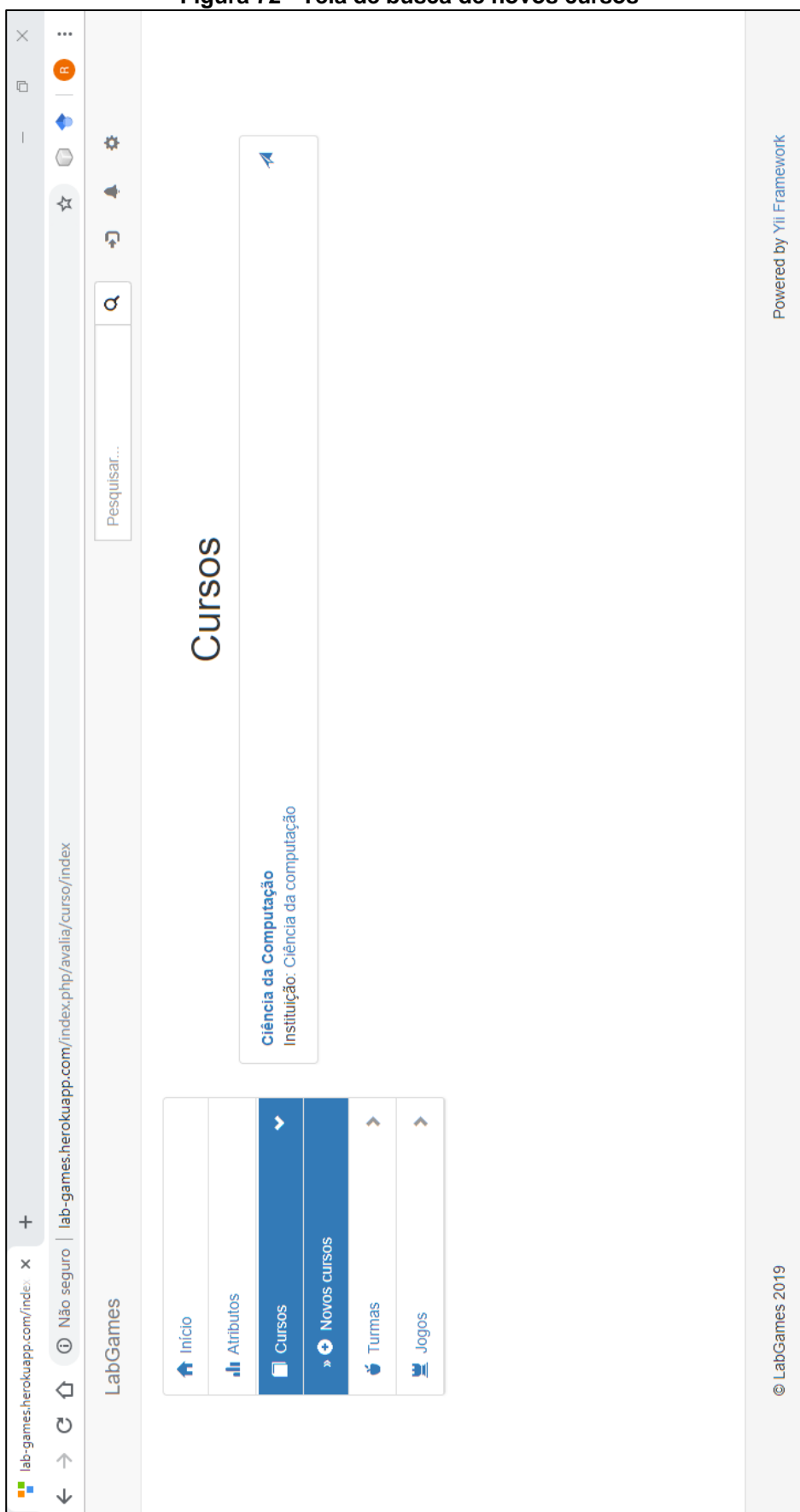
Público ? Sim

Parâmetros de teoria da resposta ao item

Discriminação	Valor baixo	0.00	Valor médio	0.01	Valor alto	0.05
Dificuldade	Valor baixo	200.00	Valor médio	500.00	Valor alto	800.00
Probabilidade de acerto casual	Valor baixo	(não definido)	Valor médio	(não definido)	Valor alto	(não definido)

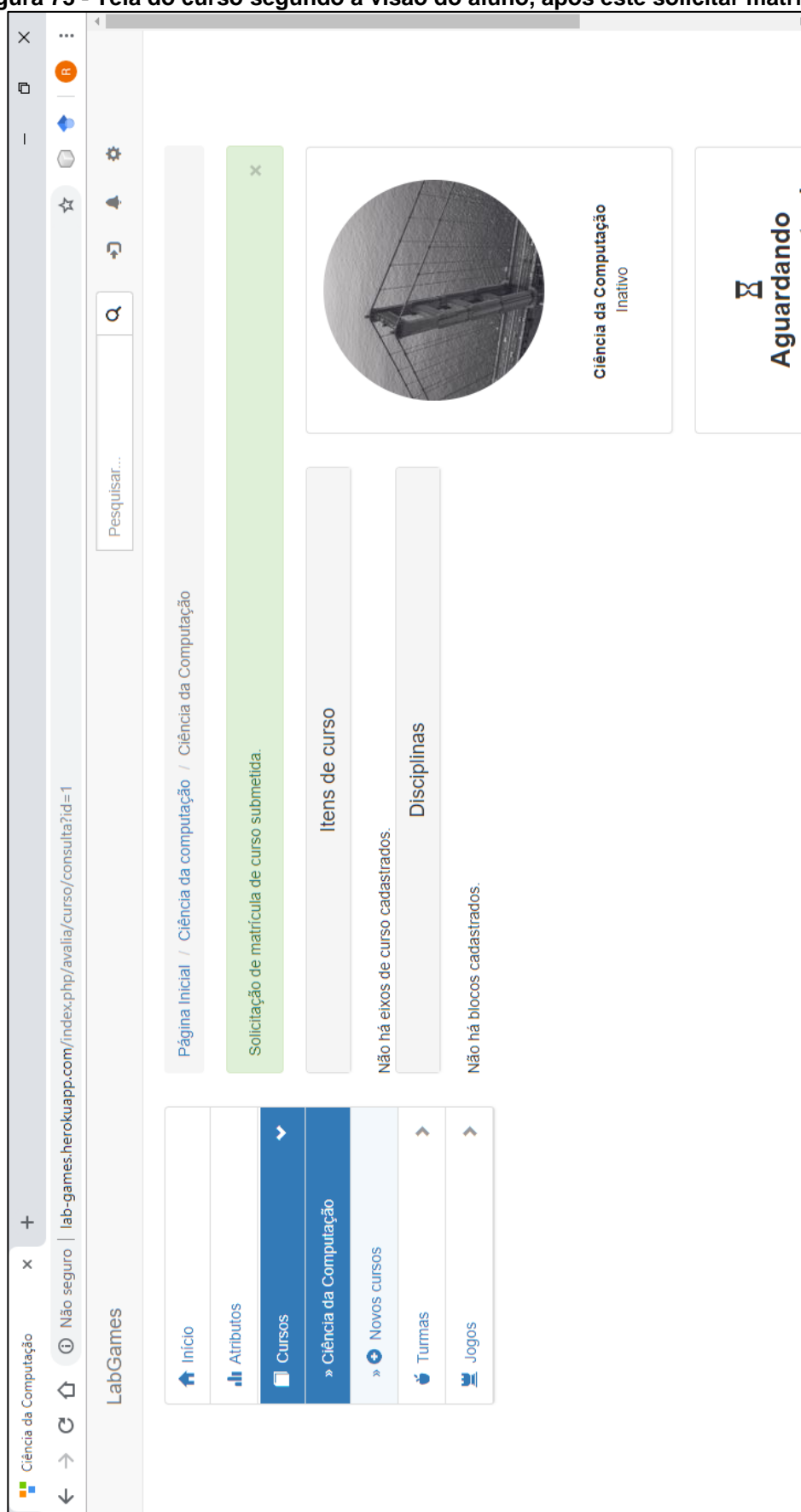
Fonte: Próprio autor.

Figura 72 - Tela de busca de novos cursos



Fonte: Próprio autor.

Figura 73 - Tela do curso segundo a visão do aluno, após este solicitar matrícula



Fonte: Próprio autor.

Figura 74 - Tela de listagem de solicitações de matrícula no curso, segundo a visão do administrador

Matriculas de curso

LabGames

Inicio Cursos Vínculos

Dados do curso Itens de curso Blocos Professores Alunos Períodos

Pesquisar...

Página Inicial / Matriculas de curso

A exibir 1-1 de 1 item.

Status	Situação de vínculo	Nome	Sobrenome	Data de submissão	Data de processamento
Inativo	Submetido pelo aluno	Aluno	Exemplo	(não definido)	(não definido)

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 75 - Tela de cadastro de item de curso (Eixo de formação)

Cadastro de eixo de formação

LabGames

Início Cursos Vínculos

Dados do curso Itens de curso Blocos Professores Alunos Períodos

Pesquisar...

Página Inicial / Ciência da Computação / Eixos de formação / Cadastro de eixo de formação

Nome

Descricao

Submeter

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 76 - Tela de listagem de eixos de formação, e seus itens derivados

The screenshot displays a web application interface for 'Eixos de formação' (Formation Axes). The browser window shows the URL 'lab-games.herokuapp.com/index.php/admin/item-curso/cadastro-competencia-conteudo?idCompetencia=1'. The interface includes a search bar, navigation links (Início, Cursos, Vinculos), and a main content area with a sidebar and a list of formation axes.

The sidebar contains the following navigation items:

- Dados do curso
- Itens de curso
- Blocos
- Professores
- Alunos
- Períodos

The main content area shows a list of formation axes, with one example expanded to show its derived items:

Eixos de formação

- Exemplo de eixo de formação**
Este é um eixo de formação.
- Competência**
- Exemplo de competência**
Este é um exemplo de competência.
- Outro exemplo de competência**
Este é outro exemplo de competência.
- Conteúdos**
 - Exemplo de conteúdo
 - Outro exemplo de conteúdo

Fonte: Próprio autor.

Figura 77 - Tela de cadastro de disciplina

Cadastro de disciplina

LabGames

Inicio Cursos Vínculos

Pesquisar...

Dados do curso Itens de curso Blocos Professores Alunos Períodos

Página Inicial / Ciência da Computação / Bloco # 1 / Cadastro de disciplina

Nome

Ementa

Público

Submiter

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 78 - Tela de edição de disciplina

The screenshot shows a web application interface for editing a discipline. The browser address bar displays the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/admin/disciplina/consulta?id=1`. The page title is "Exemplo de disciplina".

The navigation menu includes: Início, Cursos, Vínculos, Dados do curso, Itens de curso, Blocos, Professores, Alunos, and Períodos. A search bar is located above the menu.

The main content area is titled "Página Inicial / Ciência da Computação / Bloco # 1 / Exemplo de disciplina". Below this is a section titled "Detalhes da disciplina" containing a table with the following data:

Disciplina #	1
Nome	Exemplo de disciplina
Ementa	Este é um exemplo de ementa.
Pública ?	<input checked="" type="radio"/> Sim

Below the table is a link labeled "Excluir disciplina".

The "Itens da disciplina de Exemplo de disciplina" section shows a message: "Não há itens de disciplina cadastrados."

The footer contains the text "© LabGames 2019" and "Powered by Yii Framework".

Fonte: Próprio autor.

Figura 79 - Tela de cadastro de item de disciplina

Cadastro de item de disciplina

lab-games.herokuapp.com/index.php/admin/item-disciplina/cadastro?idDisciplina=1

Pesquisar...

Dados do curso Itens de curso Blocos Professores Alunos Períodos

Página Inicial / Ciência da Computação / Bloco # 1 / Exemplo de disciplina / Cadastro de item de disciplina

Tipo Item Disciplina ID

CONHECIMENTO

Nome

Descricao

Proficiencia Minima

Submeter

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 80 - Tela de edição de item de disciplina

The screenshot displays a web application interface for editing a discipline item. The browser's address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/admin/item-disciplina/consulta?id=1`. The page title is 'Exemplo de item de disciplina'.

The navigation menu includes: Início, Cursos, Vínculos, Dados do curso, Itens de curso, Blocos, Professores, Alunos, and Períodos. A search bar is located at the top right.

The main content area is titled 'Detalhes do item de disciplina' and contains a table with the following data:

Item de disciplina #	1
Nome	Exemplo de item de disciplina
Descrição	Este é o exemplo de um item de disciplina
Tipo de item de disciplina	CONHECIMENTO
Proficiência mínima	500

Below the table, there is a link to 'Excluir item de disciplina'. The 'Competências e conteúdos ensinados' section shows the message: 'Não há itens de disciplina cadastrados.'

The footer of the page includes the copyright notice '© LabGames 2019' and the text 'Powered by Yii Framework'.

Figura 81 - Tela de incorporação de conteúdo e competência

The screenshot shows a web application interface for incorporating content and competencies. A modal dialog is open over a table of items. The dialog has a title "Incorporar conteúdo" and two sections: "Conteúdo" and "Competência".

Conteúdo

Competência

 "Competência" não pode ficar em branco.

The background interface shows a table with the following columns: "Tipo de item de disciplina", "CONHECIMENTO", and "Proficiência mínima". The table contains one row with the value "500" in the "Proficiência mínima" column. Below the table, there is a section titled "Excluir item de disciplina" with a sub-section "Competências e conteúdos ensinados". This section contains a table with two columns: "Conteúdo" and "Competência". The "Conteúdo" column has an example "Exemplo de conteúdo" and the "Competência" column has an example "Exemplo de competência".

© LabGames 2019
 Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 82 - Tela de cadastro de questão

The image shows a web browser window displaying the 'Cadastro de uma nova questão' page. The browser's address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/avalia/questao/cadastro`. The page has a navigation menu on the left with the following items: Início, Minhas instituições, Meus cursos, Minhas disciplinas, Minhas questões, and Jogos. Below the navigation menu is a search bar with the placeholder text 'Pesquisar...'. The main content area is titled 'Cadastro de uma nova questão' and contains the following form fields:

- Vínculo institucional**: A dropdown menu with the placeholder text 'Selecione uma instituição vinculada'.
- Vínculo de curso**: A dropdown menu with the placeholder text '...'.
- Comando da questão**: A text input field.
- Tipo de questão**: A dropdown menu with the placeholder text 'Selecione o tipo de questão'.

A green 'Submitter' button is located at the bottom right of the form. The footer of the page contains the text '© LabGames 2019' and 'Powered by Yii Framework'.

Fonte: Próprio autor.

Figura 83 - Tela de edição da questão

Questão #1

LabGames

[Início](#)
[Minhas instituições](#)
[Meus cursos](#)
[Minhas disciplinas](#)
[Minhas questões](#)
[Jogos](#)

Página Inicial / Minhas questões / Questão #1

Questão criada

Detalhes da questão

Questão #	1
Comando	Este é um exemplo de comando de questão.
Tipo de questão	QUESTAO_OBJETIVA
Vínculo de curso	Ciência da Computação
Vínculo institucional	Ciência da computação

➔ Adicionar questão a uma turma

Itens de disciplina. (Não há itens cadastrados)

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 84 - Tela de incorporação de item de disciplina à questão cadastrada

Questão #1

LabGames

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Avaliar item de disciplina

Id Bloco
Selecione o bloco

Id Disciplina
Selecione a disciplina

Item Disciplina ID
Selecione o item de disciplina

Descricao Item Disciplina

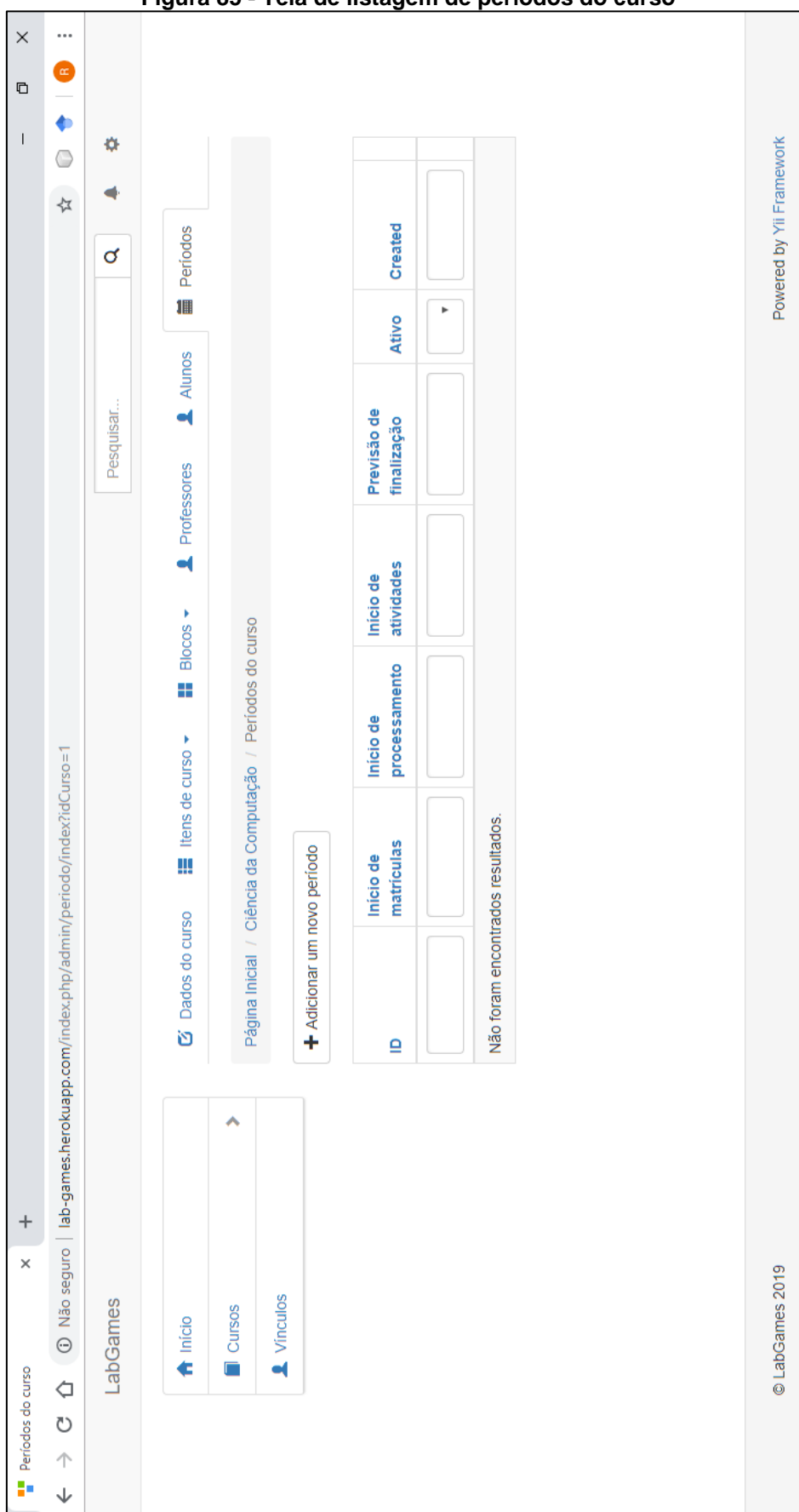
Discriminacao
Selecione o nível de discriminação da questão

Dificuldade
Selecione o nível de dificuldade da questão

Submitter

Fonte: Próprio autor.

Figura 85 - Tela de listagem de períodos do curso



Períodos do curso

LabGames

Inicio

Cursos

Vínculos

Pesquisar...

Dados do curso

Itens de curso

Blocos

Professores

Alunos

Períodos

Página Inicial / Ciência da Computação / Períodos do curso

+ Adicionar um novo período

ID	Início de matrículas	Início de processamento	Início de atividades	Previsão de finalização	Ativo	Created

Não foram encontrados resultados.

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 86 - Tela de cadastro de período

The screenshot displays the 'Cadastro de período' (Period Registration) page. The browser address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/admin/periodo/cadastro?idCurso=1`. The page features a navigation menu with 'Início', 'Cursos', and 'Vínculos'. A search bar is located at the top right. The main content area includes a breadcrumb trail: 'Página Inicial / Ciência da Computação / Períodos do curso / Cadastro de período'. Below this, there are several form fields:

- Início Matrícula:** A text input field containing 'dd/mm/aaaa'.
- Início Processamento:** A text input field containing 'dd/mm/aaaa'.
- Início Atividades:** A text input field containing 'dd/mm/aaaa'.
- Início Finalizacao:** A text input field containing 'dd/mm/aaaa'.
- Fim:** A text input field containing 'dd/mm/aaaa'.
- Situacao Período ID:** A dropdown menu currently showing 'EDITANDO'.
- Blocos Id:** A checkbox field with the value '1'.

A green 'Submit' button is positioned at the bottom right of the form. The footer of the page contains the text '© LabGames 2019' and 'Powered by Yii Framework'.

Fonte: Próprio autor.

Figura 87 - Tela de edição de período de curso

The screenshot shows a web browser window displaying a page titled "Dados do período" from the application "lab-games.herokuapp.com". The page layout includes a top navigation bar with "LabGames" branding and a search bar. Below the navigation, there are several menu items: "Dados do curso", "Itens de curso", "Blocos", "Professores", "Alunos", and "Períodos". The main content area is titled "Página Inicial / Ciência da Computação / Períodos do curso / Dados do período" and features a button to "Adicionar uma nova turma". A table titled "Detalhes do período" contains the following data:

Detalhes do período	
Início das matrículas	2019-01-04
Início do processamento	2019-01-05
Início das atividades	2019-01-06
Finalização	2019-01-07
Ativo ?	<input type="radio"/> Não

At the bottom of the page, there is a footer with the text "© LabGames 2019" and "Powered by Yii Framework".

Fonte: Próprio autor.

Figura 88 - Tela de cadastro de turma

Cadastro de turma

LabGames

Inicio

Cursos

Vínculos

Pesquisar...

Dados do curso

Itens de curso

Blocos

Professores

Alunos

Períodos

Página Inicial / Ciência da Computação / Períodos do curso / Dados do Período / Cadastro de turma

Capacidade

Período Bloco ID

1

Disciplina ID

Selecione uma disciplina

Disciplina ID não pode ficar em branco.

Vínculo Professor Disciplina ID

Save

© LabGames 2019

Powered by Yii Framework

Fonte: Próprio autor.

Figura 89 - Tela de gerenciamento de turma, segundo a visão do professor

The screenshot displays a web browser window with the following elements:

- Browser Address Bar:** Shows the URL `lab-games.herokuapp.com/index.php/avalia/turma/consulta?id=1`.
- Page Header:** Includes the text "Exemplo de disciplina (ID: 1)", a search bar labeled "Pesquisar...", and a "Página Inicial / Novas turmas / Exemplo de disciplina (ID: 1)" breadcrumb.
- Navigation Menu:** A vertical sidebar on the left contains links for "Início", "Minhas instituições", "Meus cursos", "Minhas disciplinas", "Minhas turmas" (highlighted), "» Exemplo de disciplina (2019-01-04, ID: 1)", "Minhas questões", and "Jogos".
- Exames Section:** A box titled "Exames" contains a button labeled "Cadastrar novo exame".
- Profile Card:** A card for "Exemplo de disciplina (ID: 1)" features a circular profile picture of a person against a sunset sky.
- Alunos Section:** A box titled "Alunos" lists one student: "Aluno Exemplo".
- Footer:** The bottom of the page contains the text "© LabGames 2019" and "Powered by Yii Framework".

Fonte: Próprio autor.

Figura 90 - Tela de cadastro de exame

The image shows a web browser window displaying a 'Cadastrar exame' (Register Exam) modal form. The browser's address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/avalia/turma/consulta?id=1`. The background page is titled 'LabGames' and features a navigation menu with the following items: 'Início', 'Minhas instituições', 'Meus cursos', 'Minhas disciplinas', 'Minhas turmas' (which is highlighted), 'Exemplo de disciplina (2019-01-04, ID: 1)', 'Minhas questões', and 'Jogos'. A profile card for 'Exemplo de disciplina (ID: 1)' is visible, showing a circular image of a forest and a list of students under the heading 'Alunos', with one student listed: 'Aluno Exemplo'. The modal form itself has a title 'Cadastrar exame' and a close button (X). It contains the following fields and options:

- Início:** A text input field containing the value `dd/mm/aaaa --:--`.
- Online:** A checkbox that is currently unchecked.
- Resposta Classica:** A checkbox that is currently unchecked.
- Resposta AO Item:** A checkbox that is currently unchecked.
- Tipo Exame ID:** A dropdown menu with 'QUIZ' selected.
- Questoes Turma:** A checkbox that is currently unchecked, with a note below it: 'Este é um exemplo de comando de questão.'
- Submeter:** A green button to submit the form.

At the bottom of the page, there is a footer that reads '© LabGames 2019' and 'Powered by Yii Framework'.

Fonte: Próprio autor.

Figura 91 - Tela de importação de respostas

The screenshot displays a web application interface for 'LabGames'. The browser's address bar shows the URL: `lab-games.herokuapp.com/index.php/avalia/exame/consulta?id=1`. The page title is 'Exame #1 (2019-01-16 12:00:00)'. The breadcrumb trail reads: 'Página Inicial / Novas turmas / Exemplo de disciplina(ID: 1) / Exame #1 (2019-01-16 12:00:00)'. A search bar is located at the top right.

The main content area features a title: 'Funcionalidade temporária de cadastro manual de respostas.' Below the title is a table with one row:

ID Examinado: 1
Este é um exemplo de comando de questão.

A 'Gerar' button is positioned at the bottom right of the table.

On the right side of the page, there is a sidebar with two main sections:

- A button labeled 'Gerar cadernos de respostas'.
- A section titled 'Alunos' containing a list item: 'Aluno Exemplo (Caderno gerado)'.

At the bottom of the page, there is a navigation menu with the following items: 'Início', 'Minhas instituições', 'Meus cursos', 'Minhas disciplinas', 'Minhas turmas', 'Minhas questões', and 'Jogos'.

Fonte: Próprio autor.