

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

**UTILIZANDO GAMIFICAÇÃO EM UM SISTEMA DE
JUIZ ONLINE PARA ENGAJAR ALUNOS DE
GRADUAÇÃO EM DISCIPLINAS INICIAIS DE
PROGRAMAÇÃO**

RALPH BRENO SILVA RIBEIRO

ORIENTADORA: D. SC. ELAINE HARADA TEIXEIRA DE OLIVEIRA

COORIENTADOR: D. SC. LEANDRO SILVA GALVÃO DE CARVALHO

Manaus - AM
Abril/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

**UTILIZANDO GAMIFICAÇÃO EM UM SISTEMA DE
JUIZ ONLINE PARA ENGAJAR ALUNOS DE
GRADUAÇÃO EM DISCIPLINAS INICIAIS DE
PROGRAMAÇÃO**

RALPH BRENO SILVA RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Informática na Educação.

Orientadora: Dra. Sc. Elaine Harada Teixeira de Oliveira.

Coorientador: D. Sc. Leandro Silva Galvão de Carvalho.

Manaus - AM
Abril/2018

R484u Ribeiro, Ralph Breno Silva
Utilizando Gamificação Em Um Sistema De Juiz Online Para Engajar Alunos De Graduação Em Disciplinas Iniciais De Programação / Ralph Breno Silva Ribeiro. 2018
109 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Elaine Harada Teixeira De Oliveira
Coorientador: Leandro Silva Galvão De Carvalho
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Gamificação. 2. Sistemas Gamificados. 3. Juiz Online. 4. Aprendizagem Baseada em Jogos. 5. Ensino e Aprendizagem de Programação. I. Oliveira, Elaine Harada Teixeira De II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



UFAM

FOLHA DE APROVAÇÃO

"Utilizando gamificação em um sistema de juiz online para engajar alunos de graduação em disciplinas iniciais de programação"

RALPH BRENO SILVA RIBEIRO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Leandro Silva Galvão de Carvalho - PRESIDENTE

Prof. Bruno Freitas Gadelha - MEMBRO INTERNO

Prof. David Braga Fernandes de Oliveira - MEMBRO EXTERNO

Manaus, 20 de Abril de 2018

Dedico esta dissertação a minha família

Principalmente aos meus pais que me apoiaram em praticamente tudo

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, Regino e Lucilene, por me educarem, por me aconselharem, por me incentivarem e por me apoiarem em todas as minhas escolhas de vida. Sem vocês eu não seria nada.

Aos meus orientadores, Galvão e Elaine, por me darem a oportunidade do mestrado, pelos ensinamentos e por me guiarem no caminho da ciência.

Aos amigos, que puderam me dar apoio em todas as horas, principalmente nas horas difíceis. Em especial aos amigos do mestrado, Anderson, Hugo, Airton, Roland, Fernando e Tiago.

Aos professores do IComp, por serem os melhores dos melhores e por fazerem parte de toda a minha história acadêmica. Em especial ao professor Galvão que me orienta desde a graduação, ao professor Barreto que me apoiou em vários projetos iniciais e ao professor David por toda a ajuda no mestrado e por sua contribuição nesse trabalho.

À minha família, que sempre acreditou em mim e por ser a base que me sustenta.

Ao CNPq pelo apoio financeiro durante a realização dessa pesquisa.

"Em todo trabalho a ser feito existe alguma diversão. Encontre a diversão e logo o trabalho vira um jogo"

Mary Poppins - A Spoonful of Sugar

RESUMO

Devido à dificuldade de se aprender programação de computadores e conseqüentemente o alto índice de reprovações nas disciplinas que ensinam programação, principalmente para os alunos iniciantes, faz-se necessário, metodologias, técnicas ou ferramentas instrucionais que apoiem e motivem os estudantes junto as aulas tradicionais de ensino, onde a forma de docência ainda é excessivamente centrada no professor e não ajudam a motivar o aluno. Atualmente, um tema que vem sendo bastante discutido e que está ganhando destaque tanto no cenário acadêmico quanto na indústria é o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, o que é conhecido como gamificação. Essa estratégia vem mostrando bons resultados acadêmicos em relação ao aumento do engajamento e da motivação dos estudantes em várias áreas do ensino. Assim, nesta dissertação, apresentamos um sistema juiz online com técnicas de gamificação com o objetivo de motivar e engajar alunos iniciantes no aprendizado de programação. Nesse contexto, um quase-experimento foi realizado com 460 estudantes em onze turmas de programação na Universidade Federal do Amazonas com o intuito de mensurar a influência do sistema gamificado no desempenho do estudante. Para esse fim, no final do experimento foi aplicado um questionário qualitativo para medir o sentimento dos estudantes em relação ao sistema gamificado em três subcomponentes: motivação, experiência do usuário e aprendizagem. Os resultados obtidos, de forma geral, foram bastante positivos em todos os subcomponentes. Por fim, foram feitos testes quantitativos para mensurar o grau de aprendizagem do estudante e medir aumento das competências. Esses testes mostraram que o sistema gamificado teve uma contribuição positiva no aumento no desempenho dos estudantes.

Palavras-chave: Gamificação, Sistemas Gamificados, Juiz Online, Aprendizagem Baseada em Jogos, Ensino e Aprendizagem de Programação.

ABSTRACT

Due to the problems to learn computer programming and hence the high repetition rates in subjects of programming, especially for beginners, it is necessary methodologies, techniques or tools that support and motivate students. Gamification is recent topic that has been much discussed and is gaining emphasis in both the academic and industry areas, with its usage of elements of design of games in non-game contexts. Thus, in this dissertation, we present an online judge system with gamification techniques in order to motivate and engage beginner students in programming learning. In this context, a quasi-experiment was made with 460 students in eleven classes of programming at the Federal University of Amazonas (UFAM) in order to measure the influence of gamification systems in the performance of student's grade. At the end of the experiment, a qualitative questionnaire was applied to measure students' feelings in relation to the system divided into three subcomponents: motivation, user experience and learning. The results, in general, were very positive in all subcomponents. Quantitative tests were made to measure the student's learning level and to measure increased skills. These tests present that the system had a positive contribution to the increase in student performance.

Keywords: Gamification, Gamut Systems, Online Judge, Game-Based Learning, Programming Teaching and Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Artigos publicados por ano de acordo com as bases de dados [Matallaoui, Hanner e Zarnekow 2017].....	20
Figura 2. Jogos são um subconjunto de brincadeiras. Fonte: [SALEN E ZIMMERMAN 2012]	22
Figura 3. Brincadeiras como um subcomponente de jogos. Fonte: [SALEN E ZIMMERMAN 2012]	22
Figura 4. Círculo Mágico. Fonte: Adaptado de [Huizinga 1971].	24
Figura 5. Situando a Gamificação. Fonte: Adaptado de [DETERDING et al. 2011]. .	26
Figura 6. Pensamento de <i>game</i> . Fonte: Adaptado de [ALVES 2014].	27
Figura 7. Pirâmide representando o tripé de um projeto com o uso de Gamification. Fonte: Adaptado de [WERBACH e HUNTER 2012].....	28
Figura 8. Captura de tela de uma questão submetida com sucesso ao CodeBench. Data: março/2018.....	42
Figura 9. Processo de Design Instrucional proposto por Wangenheim E Wangenheim (2012).....	44
Figura 10. Captura de tela do mapa do sistema gamificado.	55
Figura 11. Captura de tela com as armas que os personagens podem conseguir no jogo.	55
Figura 12. Captura de tela do ranking com os personagens do jogo.	56
Figura 13. Quatro níveis de avaliação de Kirckpatrick (2006). Fonte: [WANGENHEIM, WANGENHEIM 2012].	65
Figura 14. Estrutura do modelo de avaliação de jogos educacionais.....	66
Figura 15. Perguntas referentes à motivação dos alunos ao utilizarem o sistema (2016/2)	68
Figura 16. Perguntas referentes a Experiência do Usuário ao utilizar o sistema gamificado.....	69
Figura 17. Perguntas referentes ao aprendizado do jogo	70
Figura 18. Perguntas referentes a motivação dos alunos ao utilizarem o sistema gamificado (2017/2).....	71
Figura 19. Perguntas referentes a experiência dos usuários ao utilizarem o sistema (2017/2)	74
Figura 20. Perguntas referentes a aprendizagem	75

Figura 21. Diagrama de caixa entre a turmas de bacharelado – física – IE15 de 2016/1 e 2017/1.	85
Figura 22. Evolução na taxa de aprovação (a) e reprovação por nota (b) na disciplina de IPC.	85
Figura 23. Diagrama de caixa entre das notas entre os alunos não desistentes na disciplina de IPC das turmas de 2016/1 e 2017/1.	87
Figura 24. Diagrama de caixa entre das notas entre os alunos das turmas de 2016/1 e 2017/1.	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Elementos utilizados pelas ferramentas gamificadas. Fonte: Elaboração própria.	37
Tabela 2. Experimentos realizados pelas ferramentas gamificadas. Fonte: Elaboração própria.	38
Tabela 3. Resultados da identificação de metas instrucionais	45
Tabela 4. Caracterização dos aprendizes e do contexto da aprendizagem.	46
Tabela 5. Análise Instrucional.	47
Tabela 6. Objetivos de Desempenho.	48
Tabela 7. Eventos de instrução segundo Gagne Briggs e Wager (1985), aplicados ao uso de ferramentas gamificadas.	50
Tabela 8. Métodos Instrucionais.....	51
Tabela 9. Concepção da Ferramenta Gamificada.....	52
Tabela 10. Cursos que contêm a disciplina IPC e seu período ministrado	59
Tabela 11. Cursos com IPC e quantidade de alunos em 2016/2. Fonte: IComp.....	62
Tabela 12. Turmas e quantidade de alunos das disciplinas do grupo experimental e do grupo de controle. Fonte: IComp.....	63
Tabela 13. Categorias que emergem da análise interparticipantes do MEDS.	77
Tabela 14. Provas da prova do ENEM. Fonte: Edital da prova do ENEM.	82
Tabela 15. Testes da Hipótese H0.	84
Tabela 16. Teste das hipóteses H01, H02 e H03.....	86
Tabela 17. Teste da hipótese H05.	88
Tabela 18. Testes das hipóteses H06 e H07.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IComp – *Instituto de Ciência da Computação*

UFAM – *Universidade Federal do Amazonas*

IPC – *Introdução a Programação de Computadores*

SIE – *Sistema de Informações para o Ensino*

PROEG – *Pró-reitoria de Ensino de Graduação*

ENEM – *Exame Nacional do Ensino Médio*

PSC – *Processo seletivo contínuo*

PSM – *Processo Seletivo Macro*

SISU – *Sistema de Seleção Unificada*

PECG – *Programa estudantil convênio de Graduação*

ISD – *Instructional System Design*

MEDS – *Método de Explicitação do Discurso Subjacent*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contexto.....	13
1.2 Motivação e Justificativa.....	15
1.3 Objetivos	17
1.4 Perguntas de Pesquisa	17
1.5 Organização do Trabalho	18
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO E TRABALHOS RELACIONADOS	19
2.1 Introdução à Gamificação.....	19
2.1.1 O Que São Jogos?	21
2.1.2 Gamificação	25
2.1.3 Elementos de Jogos	27
2.1.4 Gamificação na Educação.....	31
2.2 Trabalhos Relacionados.....	34
2.2.1 Avaliações e Resultados	38
2.3 Considerações Finais	40
CAPÍTULO 3 - O SISTEMA CODEBENCH GAMIFICADO	41
3.1 O Sistema <i>CodeBench</i>	41
3.2 Proposta de Gamificação na Plataforma <i>CodeBench</i>	43
3.2.1 Analisar	44
3.2.1.1 Identificar Metas Instrucionais	45
3.2.1.2 Analisar Aprendizes e Contexto	46
3.2.1.3 Conduzir Análise Instrucional	47
3.2.1.4 Descrever Objetivos de Desempenho	47
3.2.2 Projetar.....	48
3.2.2.1 Desenvolver Instrumentos de Avaliação	48
3.2.2.2 Desenvolver Estratégias Instrucionais.....	49
3.2.3 Desenvolver	52
3.2.3.1 Desenvolver e Selecionar Materiais Instrucionais	52
3.2.3.2 Desenvolvimento da Gamificação do Sistema CodeBench.....	52

3.2.3.3 Tecnologias Utilizadas.....	56
3.2.4 Executar	57
3.2.5 Avaliar	57
3.3 Considerações Finais	57
CAPÍTULO 4 - EXPERIMENTOS E AVALIAÇÕES.....	58
4.1 Contextualização da disciplina	58
4.2 Experimentos	61
4.2.1 Descrição das Avaliações do Sistema Gamificado	63
4.3 Avaliação Qualitativa e Coleta de Dados	65
4.3.1 Resultados dos testes qualitativos	68
4.3.1.1 Resultados do Experimento Piloto	68
4.3.1.2 Resultados do Experimento Principal.....	71
4.4 Avaliação Quantitativa e Coleta de Dados	78
4.4.1 Pergunta de Pesquisa 1	79
4.4.2 Pergunta de Pesquisa 2	80
4.4.3 Pergunta de Pesquisa 3	82
4.4.4 Pergunta de Pesquisa 4	83
4.4.5 Resultados dos Testes Quantitativos	84
4.5 Discussão.....	89
4.5.1 Ameaças à Validade	90
4.6 Considerações Finais.....	91
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....	92
5.1 Considerações Finais	92
5.1.1 Trabalhos Futuros	94
REFERÊNCIAS.....	95
APÊNDICE A*	101
ANEXO A*	104

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo inicial será apresentado um contexto geral sobre o atual ensino de programação e o uso de novas ferramentas instrucionais baseadas em jogos que auxiliem os alunos, o problema tratado, a motivação desta pesquisa e sua questão de investigação. Serão também apresentados os objetivos e a organização deste trabalho.

1.1 Contexto

Problemas algorítmicos surgem no mundo a todo instante, no dia-a-dia das pessoas, nas organizações e empresas, nas escolas, nos hospitais, nos supermercados e em muitos outros ambientes e circunstâncias. Em cursos de computação, uma das habilidades mais importantes a serem desenvolvidas pelo aluno é a capacidade de apresentar soluções para diversos grupos de problemas encontrados todos os dias [SBC 1999; GOMES 2010; PITEIRA E COSTA 2013].

Sendo assim, estudantes de computação buscam soluções para esses problemas através de programas e sistemas computadorizados. Esses mecanismos são elaborados através de instruções estruturadas logicamente e definidas por meio de uma linguagem de programação para o computador executar e assim chegar nas soluções [PEREIRA JUNIOR e RAPKIEWICZ 2004]. Logo, o ensino de programação é fundamental em cursos de computação e informática. Além disso, o uso de disciplinas de programação costuma estar presentes na grade curricular de diversos cursos da área de exatas, humanas e biológicas [BOSSE e GEROSA 2015].

Como todo conteúdo complexo, o aprendizado de programação em cursos superiores começa com disciplinas que tentam ensinar o conceito inicial da área, ou seja, a base para os conceitos mais avançados. Essas disciplinas podem variar o nome de acordo com o curso ou a universidade, mas geralmente são chamadas de Introdução à Programação. Outros nomes atribuídos a ela: Introdução à Ciência da Computação, Introdução à Computação, Introdução à Programação de Computadores, Lógicas de Programação, Algoritmos, entre outros. Neste trabalho adotaremos a sigla IPC que representa o nome de Introdução à Programação de Computadores.

A disciplina de IPC tem como foco e objetivo principal ensinar o aluno a resolver problemas através do uso e desenvolvimento de Algoritmos, que segundo Ziviani (1999) pode ser visto como: "uma sequência de ações executáveis para a obtenção de uma solução para um determinado tipo de problema". Essas disciplinas introdutórias geralmente usam linguagens de programação como C, Portugol, Python, entre outras, para a prática dos conteúdos e exercícios ensinados pelo professor na sala de aula [BOSSE, Y. e GEROSA, M. A. 2015].

Neste contexto, como o aluno aprende programação atualmente? Segundo Djajalaksana (2011), o método de ensino predominante no nível superior até hoje é composto por aulas expositivas, onde a forma de docência é excessivamente centrada no professor, nas quais os educadores falam e os alunos ouvem. Essa forma tradicional de ensino, de acordo com Wangenheim e Wangenheim (2012), é considerada chata, não ajuda a motivar o aluno a aprender e faz com que falte aos estudantes oportunidade para aplicação prática dos conceitos.

Desta forma, ainda segundo Wangenheim e Wangenheim (2012), é essencial repensarmos a forma na qual é ensinado computação atualmente para um ensino que diminua os impactos negativos e torne o processo de ensino-aprendizagem mais efetivo.

Assim, para um aprendizado mais profundo, além das aulas expositivas, é preciso usar métodos instrucionais voltados mais para a aprendizagem ativa que requisitam o aluno de participar em tarefas cognitivas de níveis mais altos [BONWELL e EISON 1991], como, por exemplo, aprendizagem baseada em jogos (*Game-based Learning*) ou o uso de gamificação.

1.2 Motivação e Justificativa

Apesar da grande importância do ensino de programação em cursos de computação e informática, o alto índice de reprovações e desistências nas matérias iniciais de programação é um problema recorrente nesses cursos [BOSSE e GEROSA 2015] [CHAVES et al. 2013]. Muitas dessas reprovações devem-se ao fato de o aluno não ter conseguido aprender os conceitos básicos de programação, seja por alguma dificuldade ou por falta de interesse. Entretanto, esses conceitos iniciais formam a base para os conteúdos mais avançados na área. Sendo assim, os alunos ficam mais suscetíveis a falhar ou desistir da disciplina [MOREIRA e FAVERO 2009] [ALMEIDA et al. 2002].

Segundo Almeida et al. (2002), outro fator que pode explicar a falta de interesse e desmotivação por parte dos alunos em aprender programação é o fato de essas disciplinas estarem associadas a uma intensa carga de conceitos abstratos vistos pela primeira vez e que são aplicados em todo o conhecimento envolvido na atividade de programação. Além disso, segundo Jenkis (2002), mais fatores podem estar associados a esse insucesso generalizado em disciplinas de programação, como: baixos níveis de abstração dos estudantes, falta de competências de resolução de problemas, inadequação dos métodos pedagógicos aos estilos de aprendizagem dos alunos e também devido as linguagens de programação possuírem sintaxes adequadas para profissionais, mas não para aprendizes inexperientes.

Para Dijkstra (1989), esse tipo de aprendizado, por se tratar de um processo lento e gradual, requer um treino intensivo em resoluções de problemas. Neste contexto, Almeida et al. (2002) argumentam que quando o estudante percebe que não está evoluindo na disciplina, em grande parte dos casos, o aluno sente-se desmotivado e seu desempenho torna-se cada vez pior.

Gomes et al. (2008) sugerem que uma das causas que complicam o aprendizado de programação, é a metodologia de ensino, que na prática não é verdadeiramente centrada no aluno. Além dos tempos letivos que continuam a ser apertados demais e as turmas grandes para promover um ensino personalizado, adequado às necessidades dos alunos.

Tendo em vista esse problema, há uma grande discussão na literatura sobre novas metodologias de ensino a serem utilizadas a fim de melhorar o processo de

ensino-aprendizagem de programação. Existem linhas de pesquisas nesta área há alguns anos, onde diversas ferramentas e metodologias são propostas tendo como objetivo amenizar tais dificuldades e tornar o processo de ensino e aprendizagem de programação de computadores menos complexo [GOMES et al. 2008].

Uma metodologia bem discutida atualmente é o uso de softwares e ferramentas gamificadas para melhorar o engajamento e a motivação dos alunos. Segundo Deterding et al. (2011), a gamificação ou ludificação (do inglês “*gamification*”) pode ser definida como “uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos”. Quando tratamos esse conceito especificamente em educação, Kapp (2012) define como “a aplicação do ‘pensamento de jogo’ para solucionar problemas e incentivar a aprendizagem utilizando todos os elementos de jogos que sejam apropriados”.

Segundo Campos, Gardiman e Madeira (2015), para que os alunos estejam motivados na prática diária de resolução de problemas, o processo de aprendizagem precisa de uma experiência interessante sob o ponto de vista do aluno, sendo assim, o uso de gamificação pode resolver esse problema devido à predisposição que os jovens têm pelo ato de jogar.

Vários estudos atualmente usaram ferramentas gamificadas na área de educação e mostraram ótimos resultados em relação à motivação e engajamento dos alunos. Por exemplo, Campos, Gardiman e Madeira (2015) e Ibáñez, Di-Serio e Delgado-Kloos (2014) trabalham com ferramentas para o ensino introdutório de programação e Figueiredo *et al.* (2015) que trabalha com o ensino de programação orientada a objetos. Em computação, os principais trabalhos da área estão em sua maioria concentrados na década atual [Borges, *et al.* 2013]. Outros trabalhos serão relatados na Seção 2.2.

Portanto, os fatores que motivam esse trabalho são: o alto índice de reprovações e evasão dos estudantes de programação; baixa motivação durante as aulas; e por fim, as dificuldades de se aprender programação levantadas junto aos alunos.

1.3 Objetivos

Considerando o problema da alta taxa de reprovação e evasão dos cursos de programação, este trabalho tem como objetivo geral avaliar se o uso de gamificação em um sistema de juiz *online* melhora o desempenho dos estudantes em disciplinas introdutórias de programação em relação à abordagem sem o uso da gamificação. Abaixo estão descritos os objetivos específicos deste trabalho.

- Desenvolver a Gamificação em um sistema de *juiz online* que tem como objetivo auxiliar o professor, e motivar e engajar o aluno na disciplina de IPC;
- Avaliar o impacto no desempenho de programação;
- Avaliar, a aceitação da ferramenta gamificada por parte dos alunos.

1.4 Perguntas de Pesquisa

Considerando os objetivos propostos neste trabalho, foram formuladas perguntas de pesquisa que conduzem este estudo:

- **Pergunta de Pesquisa 1 (PP1):** Há influência da gamificação no desempenho do estudante em IPC?
- **Pergunta de Pesquisa 2 (PP2):** Há influência da gamificação sobre as taxas de aprovação, reprovação e desistências dos estudantes em IPC?
- **Pergunta de Pesquisa 3 (PP3):** Há influência das notas individuais dos estudantes no ENEM em relação a situação final do aluno em IPC?
- **Pergunta de Pesquisa 4 (PP4):** Há influência dos pontos e da posição dos personagens no mapa sobre a nota final do aluno em IPC?

1.5 Organização do Trabalho

Nesta dissertação, há cinco capítulos que se encontram organizados de acordo com o que é exposto a seguir.

- No Capítulo 2, é mostrado ao leitor o referencial teórico a respeito dos conceitos presentes na literatura e os trabalhos relacionados a área.
- No Capítulo 3, é apresentado o desenvolvimento do sistema gamificado no juiz online *CodeBench*.
- No Capítulo 4, é abordado o estudo experimental com a utilização do sistema *CodeBench* gamificado em dezesseis turmas de IPC, a metodologia de avaliação, a coleta e análise de dados e a discussão dos resultados.
- No Capítulo 5, têm-se as considerações finais do trabalho.

Capítulo 2

REFERENCIAL TEÓRICO E TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo descrevemos o referencial teórico, no qual abordamos a definição de gamificação e de jogo, os elementos de jogos e como utilizá-los no processo de ensino-aprendizagem. Por fim, mostraremos os trabalhos relacionados que também propõem outras ferramentas gamificadas na área, bem como seus resultados.

2.1 Introdução à Gamificação

A gamificação tem entrado na pauta de profissionais e pesquisadores de áreas diversificadas. No estudo feito por Matallaoui, Hanner e Zarnekow (2017) é possível verificar que a gamificação recebeu uma crescente atenção da pesquisa nos últimos anos (Figura 1). Mas, afinal, o que é de fato gamificação e por que essa abordagem tem crescido com tamanha intensidade?

Notamos no nosso dia-a-dia que certos elementos de jogos (por exemplo: pontuações, metas, conquistas) já estão presentes em algumas tarefas cotidianas, como uma simples compra com o cartão de crédito, que geram pontos que podem ser trocados por alguns benefícios; programas de milhagens que as companhias aéreas estimulam clientes com sistemas de pontuação; empresas que utilizam metas para engajar seus funcionários e entre outras várias ocasiões. Isso é gamificação.

Percebemos nesses exemplos que as empresas usam esses mecanismos para motivarem ou engajarem seus clientes/funcionários a realizarem tarefas que podem

ser, de certa forma, desinteressantes ou até mesmo desestimulantes. O mesmo ocorre na academia, principalmente quando se trata de aprendizagem.

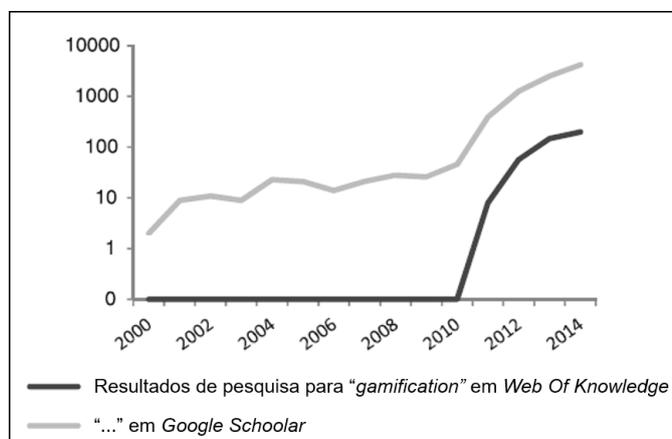


Figura 1. Artigos publicados por ano de acordo com as bases de dados [Matallaoui, Hanner e Zarnekow 2017]

Mas por que só agora estamos percebendo a importância dessa ferramenta? Segundo Alves [2015], a geração Y, também chamada de geração *Millenium*, embora se engaje, necessita ter uma resposta constante sobre o seu desempenho, precisa perceber que o que faz é relevante. A maneira como se estuda e trabalha mudou, isto é, nem tudo que funcionava antes, em relação a aprendizagem, funciona hoje.

Nesse contexto, ainda segundo Alves (2015), a gamificação se encaixa muito bem, principalmente quando falamos de aprendizagem, pois ela ajuda a transformar nossas experiências em algo atrativo, engajador, divertido e afetivo.

Dessa forma, como a gamificação está relacionada de maneira direta com jogos, estudos psicológicos têm demonstrado que as mesmas emoções que temos quando jogamos e todos os elementos motivacionais que estão envolvidos, como por exemplo, a imersão, a estratégia, os desafios, são esperados em sistemas que utilizam gamificação, ou seja, há um grande impacto dos elementos de jogos sobre o comportamento do usuário [MATALLAOUI, HANNER E ZARNEKOW 2017].

Compreender esses sentimentos que o jogo nos proporciona e todos os elementos envolvidos para promover o engajamento é parte fundamental para auxiliar na criação de sistemas que conseguem levar esse engajamento para o ambiente de aprendizagem [ALVES 2015].

Precisamos lembrar também que a gamificação é apenas uma ferramenta que poderá nos ajudar a alcançar metas e objetivos de uma forma mais engajadora e divertida e não a solução única de todos os nossos problemas.

Mas, embora haja um crescimento de pesquisas em relação ao tema e ao uso de sistemas gamificados, segundo Matallaoui, Hanner e Zarnekow (2017), ainda há falta de aplicação e pesquisa para domínios específicos dentro de sistemas de informação e ensino.

Logo, reconhecemos o quanto esse assunto pode ajudar em diversas áreas do ensino e o quanto ele é relevante atualmente. Assim, este capítulo fornece a fundamentação teórica para essa dissertação, introduzindo conceitos e teorias comuns na gamificação. Nas próximas seções, explicaremos o que são jogos e como estão relacionados com gamificação, o que é gamificação e seus elementos de jogos e como essa abordagem é utilizada na educação. Por fim, apresentamos os trabalhos relacionados e as considerações finais.

2.1.1 O Que São Jogos?

Para entender a gamificação, precisamos entender primeiro o que são jogos, pois os dois estão interligados diretamente. Além disso, podemos dizer que o jogo é a base e a origem da gamificação.

Assim, para compreender o conceito de jogo, é fundamental entender a ligação entre o jogo e as atividades lúdicas ou brincadeiras e as suas diferenças. Então, de acordo com Caillois e Barash (1961), a atividade lúdica ou o simples fato de brincar se envolve de forma livre, não-baseado em regras e ações expressivas. Vianna *et al* (2013), também cita a brincadeira como uma atividade que pode ser espontânea e estruturada ou não estruturada. No entanto, os jogos são uma atividade voluntária, ou seja, fazemos porque queremos, espontaneamente.

De fato, é importante separar o jogo da brincadeira, como Fardo (2014) explica, a brincadeira é a primeira atividade humana de experimentação com o mundo. Pois, não temos um comprometimento igual teríamos em um jogo, o que nos ajuda, quando criança, no desenvolvimento dos nossos processos psicológicos. Ainda segundo Fardo (2014), dessa forma, *“o jogo é inserido temporariamente após a brincadeira, pois exige graus de raciocínio e cognição inexistentes antes da formação da linguagem”*.

De acordo com Salen e Zimmerman (2012), podemos relacionar jogo e brincadeira de duas formas: (1) jogos como um subconjunto de brincadeiras (Figura 2); (2) brincadeira como um subconjunto de jogos (Figura 3). Na primeira relação, Salen e Zimmerman (2012) mostram que existem formas de jogo que não constituem um jogo de fato, como: balançar em uma gangorra, brincar em parques infantis. Essas brincadeiras são mais flexíveis e menos organizadas que um jogo. Salen e Zimmerman (2012) definem essa abordagem como tipológica, no que diz respeito a relação entre brincadeira e jogo de acordo com as formas que eles assumem no mundo.

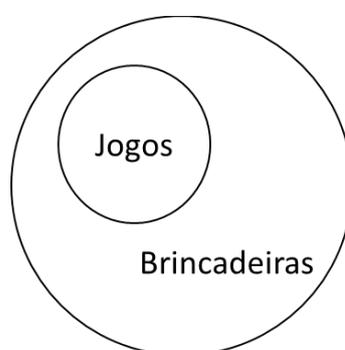


Figura 2. Jogos são um subconjunto de brincadeiras. Fonte: [SALEN E ZIMMERMAN 2012]

Na segunda relação, a interação lúdica é um subcomponente de jogos (Figura 3). Essa relação fica mais clara quando olhamos o jogo de forma geral, pois, o “brincar” é um dos elementos essenciais nos jogos. Então, ao invés de tipológica, Salen e Zimmerman (2012) definem essa abordagem como conceitual, no qual, situa brincadeira e jogos no campo de *desing* de jogos.

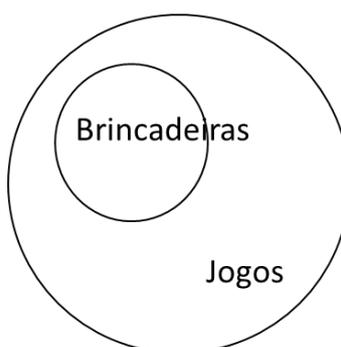


Figura 3. Brincadeiras como um subcomponente de jogos. Fonte: [SALEN E ZIMMERMAN 2012]

Apesar dessas duas relações apresentadas parecerem contraditórias, Salen e Zimmerman (2012) explicam que para termos uma boa definição de jogo, é importante diferenciar esses dois termos.

Outros autores na literatura, como Caillois e Barash (1961), citam o jogo como “uma atividade que é voluntária e agradável, separada do mundo real, incerta, improdutiva na qual a atividade não produz quaisquer bens de valor externo, e seguida por regras”.

McGonigal (2011) apresenta como definição quatro características fundamentais que um jogo deve ter:

- **Objetivos:** o jogo deve haver um propósito que seja bem definido para os jogadores.
- **Regras:** deve haver limites definidos a respeito do que pode ser feito e do que não pode e de como alcançar os objetivos propostos.
- **Feedback:** o jogador precisa saber constantemente onde está no jogo e quais os objetivos podem ser alcançados.
- **Livre arbítrio:** a participação do jogador no jogo deve ser livre e de espontânea vontade, para assim, seguir suas regras para alcançar os objetivos.

Apesar de um jogo possuir muitos outros elementos, tais como: narrativa, progressões, sistemas de gratificação e etc., McGonigal (2011) cita que esses outros elementos e recursos apenas formam um desenvolvimento adicional e um enriquecimento dessas características, na qual ele chama de características básicas.

Para simplificar, Alves [2015] também descreve algumas características comuns que os jogos possuem e que são fundamentais:

- São livres. Ou seja, “*uma atividade voluntária contendo assim um certo sentido de liberdade*” [ALVES 2015].
- Os jogos são momentos de evasão da vida real e não a vida real em si. Eles nos dão um sentimento de que pode ser real, mas no qual sabemos que não é, como se fosse um “mundo imaginário”.
- São diferentes da vida comum pelo lugar, ou seja, acontece em um espaço delimitado, e diferentes pela duração a que ocupa, isto é,

acontece em um intervalo de tempo, possui um caminho e sentido próprios.

- “O jogo cria ordem. Reina dentro do jogo uma ordem específica que foi estabelecida por ele. Podemos dizer que o jogo introduz à confusão da vida uma perfeição temporária e limitada” [Alves 2015].

Ainda segundo Alves (2015), analisando essas características, quando jogamos, é como se o jogo nos hipnotizasse oferecendo algo de que necessitamos, ficamos imersos em um mundo “mágico”.

Esse mundo “mágico” fornecido pelo jogo fica bem claro em [Huizinga 1971], onde o filósofo Johan Huizinga chama de *círculo mágico*, ilustrado na Figura 4.

Esse círculo separa o mundo real do mundo imaginário que o jogo cria. Um mundo que mexe com o nosso psicológico, onde muitas vezes nem percebemos o tempo passar.

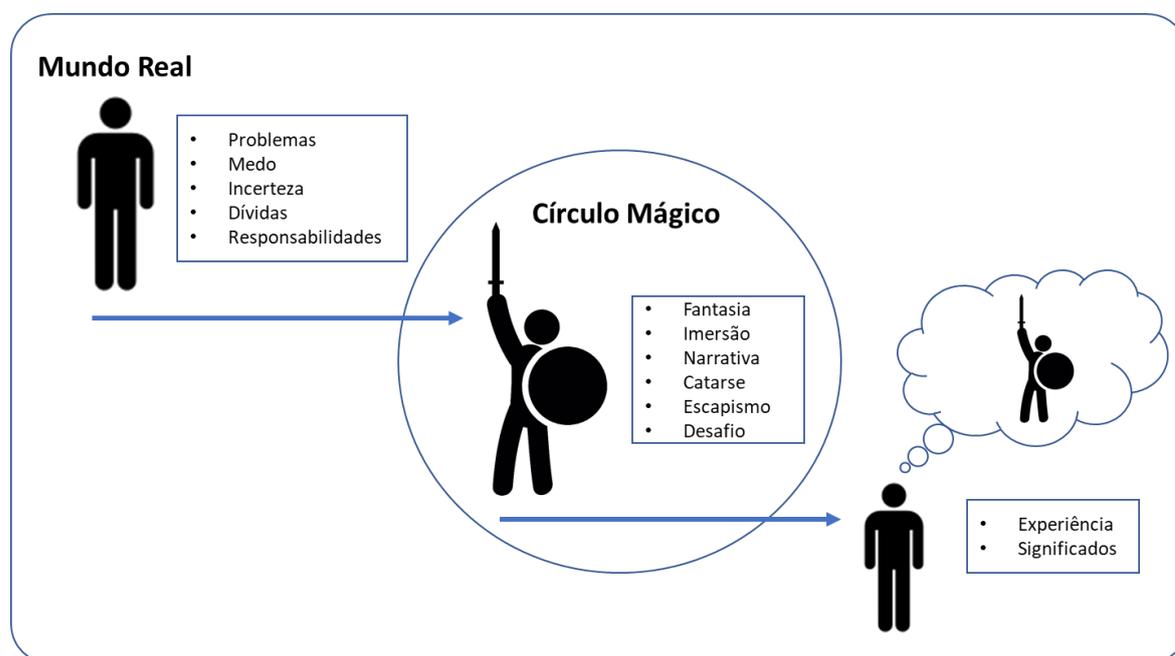


Figura 4. Círculo Mágico. Fonte: Adaptado de [Huizinga 1971].

O jogo também traz um valor ético, visto que, por mais que nosso sentimento esteja focado em ganhar, completar os objetivos ou finalizar, é necessário seguir e obedecer às regras do jogo, pois elas que deixam bem claro o que vale e o que não vale no cenário do jogo.

Por fim, para formalizar um conceito mais concreto sobre o que são jogos, Kapp (2012) nos fornece uma definição bem clara e direta: “*Um jogo é um sistema no qual jogadores se engajam em um desafio, definido por regras, interatividade e feedback; e que gera um resultado quantificável frequentemente elicitando uma reação emocional*”.

Interligando o conceito descrito por Kapp (2012) com o círculo mágico, podemos dizer que o círculo é o sistema definido por regras o qual Kapp refere-se. Nele os jogadores passam por desafios e interatividade, além de outros elementos, tudo isso com o *feedback* necessário para saber o estado atual do personagem ou da aprendizagem, e que no final, provoca emoções, experiências e significados.

Essa definição de Kapp (2012) em relação aos jogos vai ser a base para as próximas seções que vai nos conduzir à gamificação.

2.1.2 Gamificação

As estratégias de gamificação, como um produto, começaram a ser propostas em meados de 1912, quando a marca de biscoitos americana *Cracker Jack* começou a incluir brinquedos surpresas em suas embalagens. Porém, o termo gamificação (do inglês: *gamification*) no formato que conhecemos hoje é relativamente novo, exatamente no ano de 2003, e é atribuído ao programador inglês Nick Pelling. Ele fundou uma consultoria para promover a gamificação de produtos de consumo [Alves 2015].

Outro marco importante para a gamificação aconteceu em 2007, quando uma empresa chamada *Bunchball* cria a primeira plataforma de gamificação a usar elementos de jogos como pontos, placares e medalhas para servir à propósitos de engajamento.

Mas, como conta em Alves (2015), é no ano de 2010 que a gamificação ganhou destaque e se popularizou alcançando o mercado de massa na ocasião. Já em 2011, começam a surgir relatórios e estatísticas sobre o assunto.

Desta forma, em 2011 surgiu uma definição que ganhou grande destaque na literatura: “*a gamificação é definida como o uso de elementos de design de jogos em contexto não-jogo*” [DETERDING *et al.* 2011].

Essa definição é bem geral e descreve a ideia básica e comum do termo gamificação. Já em Kaap (2012), o conceito usado também é simples, porém é melhor

explicado, atual, completo e se harmoniza melhor com o campo da aprendizagem, onde está nosso foco. Kapp afirma que “a gamificação é a utilização de mecânica, estética e pensamentos baseados em jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas”.

Para diferenciar a gamificação de outros contextos parecidos, na Figura 5, Deterding *et al.* (2011) propõe, a utilização de dois eixos para situar a gamificação de outros conceitos. O eixo horizontal representa de um lado, o jogo como um todo, ou seja, completo e no seu oposto apenas os seus elementos. No eixo vertical, jogo e brincadeira são os extremos opostos. Isto é, um lado está apenas focado na brincadeira e diversão enquanto o outro lado evolve regras, competição, estrutura, como descrito na Seção 1.1.1.

Ainda na Figura 5, Deterding *et al.* (2011) nos oferece quatro quadrantes onde alocam-se vários conceitos. A gamificação compõe o quadrante entre jogo e elementos. Ou seja, percebemos que gamificação apenas compõe os elementos do jogo sem ser um jogo por completo e não é focado na diversão, assim, diferenciando-se do design lúdico.

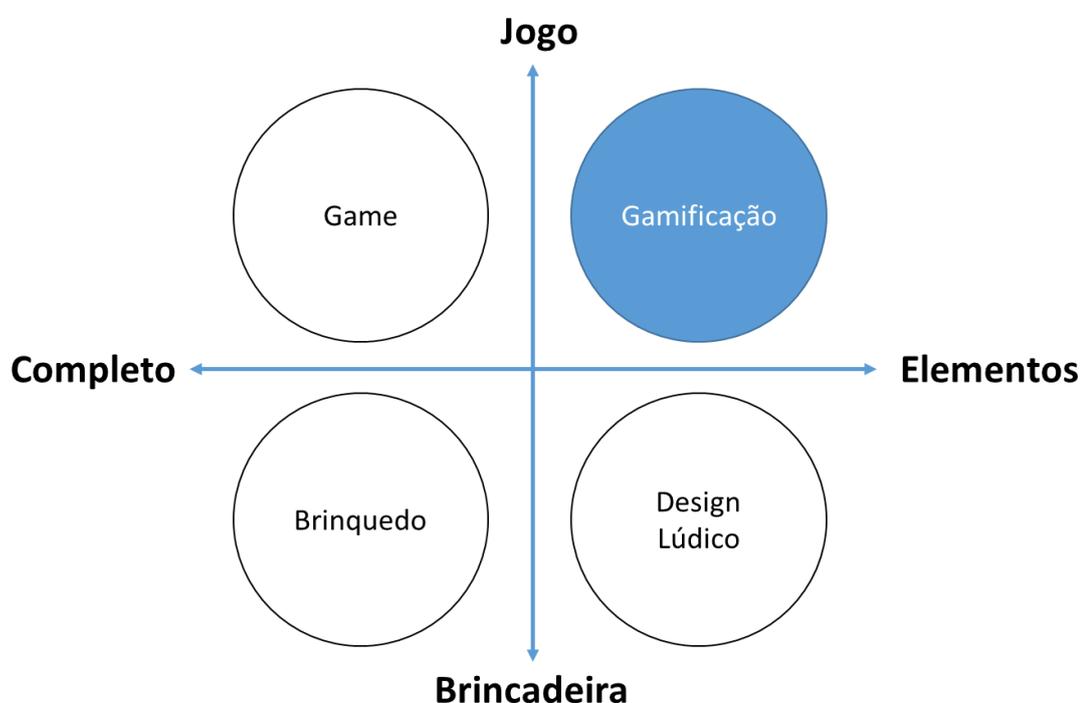


Figura 5. Situando a Gamificação. Fonte: Adaptado de [DETERDING et al. 2011].

Por meio desses conceitos, Alves [2014] alerta que não podemos apenas pensar que a utilização de pontos, níveis, placares, fases e outros elementos são suficientes para transformar uma atividade chata e desestimulante em algo atraente. Isto é, para criarmos uma experiência de aprendizagem divertida e eficaz, precisamos conseguir transmitir no sistema gamificado o “*pensamento de game*”, ou seja, necessitamos combinar os elementos de jogos com uma experiência de aprendizagem adequada (Figura 6).



Figura 6. Pensamento de *game*. Fonte: Adaptado de [ALVES 2014].

2.1.3 Elementos de Jogos

Segundo Kapp (2012), a gamificação pode ser utilizada para promover a aprendizagem e cada elemento de jogo deve estar conectado entre si, pois os elementos sozinhos não são suficientes para transformar uma aula tradicional em uma experiência motivadora e engajadora, embora cada elemento seja importante e fundamental no processo geral da gamificação.

Assim, Alves (2014) explica que apenas a utilização de um ou outro elemento de jogos não garantem os resultados esperados. Assim, é de fundamental importância a compreensão dos elementos e suas mecânicas de funcionamento para a implementação do “*pensamento de jogos*” nos projetos.

A Figura 7 mostra uma pirâmide, proposta por Werbach e Hunter (2012), que dividem os elementos de jogos em três grupos: dinâmica, mecânica e componentes.

Nos arredores da pirâmide, está a experiência, a qual se busca criar por meio do sistema gamificado.



Figura 7. Pirâmide representando o tripé de um projeto com o uso de Gamification.
Fonte: Adaptado de [WERBACH e HUNTER 2012].

No topo da pirâmide, encontra-se a **dinâmica**, que segundo Alves (2014), ela pode ser considerada como a estrutura implícita e é “*constituída por elementos responsáveis por atribuir coerência e padrões regulares à experiência*” e que também incluem elementos mais conceituais. Alguns elementos presentes nesse componente são:

- **Emoções:** jogos podem criar diversos tipos de emoções: diversão, alegria, raiva e até mesmo tristeza. Porém, na gamificação, as emoções são mais difíceis de se criar pelo fato de existir um contexto que não está relacionado ao jogo, um contexto no “*mundo real*”. No entanto, esse elemento é importante na gamificação, uma vez que ser recompensado por alguma tarefa, receber *feedbacks* (positivos ou negativos) e alcançar objetivos geram emoções que ajudam no engajamento e na motivação.
- **Narrativa:** estrutura que torna o jogo coerente, pois conecta os elementos do sistema gamificado. Nem todos os jogos possuem uma narrativa, mas é um importante elemento que pode envolver o jogador fora da realidade dos problemas do mundo real. É considerado por alguns autores como o elemento chave da gamificação, pois através

dela os jogadores podem, por exemplo, assumir diferentes personagens e criar grandes experiências no ambiente de aprendizagem.

- **Progressão:** refere-se a ideia de dar aos jogadores, através de mecanismos, a sensação de avançar dentro do jogo. Esse elemento gera motivação para que o jogador continue progredindo.
- **Restrições:** diz respeito à restrição da liberdade dos jogadores no jogo.
- **Relacionamento:** interação ente os indivíduos, nos quais podem ser amigos, colegas de time ou até mesmo adversários no jogo.

No próximo nível da pirâmide, a **mecânica** dos jogos, estão os elementos que promovem a “ação”, ou seja, é como se eles fossem a “engrenagem” do sistema que fazem a gamificação funcionar quando executada, entre eles, podemos citar como exemplo:

- **Desafios:** considerado como um dos principais elementos, pois sem ele o jogo pode se tornar chato, enjoativo e entediante. O próprio sistema de jogo desafia os jogadores para que alcancem um determinado objetivo (como resolver um exercício) de forma direta e/ou indireta para que ele ganhe recompensas.
- **Sorte:** algum item no sistema que dê a sensação de sorte e aleatoriedade ao jogador e que influência em algum resultado, como: cartas, dados, moedas.
- **Cooperação e Competição:** ambas envolvem a interação com outras pessoas. Na cooperação, o jogador precisa de outro para alcançar um determinado objetivo. No entanto, na competição, o jogador disputa um objetivo com outro jogador. Esses elementos geram um sentimento de vitória e derrota.
- **Feedback:** elemento de comunicação entre o jogador e o jogo. Pode ser positivo ou negativo e estar acompanhado com uma recompensa. Por meio desse elemento, o jogador consegue acompanhar seu progresso no sistema gamificado, o deixando livre para continuar ou mudar sua estratégia.
- **Aquisição de Recursos:** o jogador pode coletar itens durante o jogo que o ajudam a atingir os objetivos.

- **Recompensas:** Um reconhecimento recebido pelo jogador, normalmente quando ele ganha um desafio, atinge uma meta ou até mesmo cumpre um objetivo final do jogo.
- **Transações:** refere-se as trocas, compras e vendas de recursos entre os jogadores.
- **Turnos:** é a mecânica de jogadas alternadas entre os jogadores. Exemplo: jogo de cartas.
- **Estado vencedor:** diz respeito ao estado final do jogo, ou seja, representa a vitória do jogador. Esse estado tem de estar bem definido nas regras base em outros elementos.

Por fim, na base da pirâmide, encontram-se os **componentes** do jogo, que representam a essência da dinâmica e da mecânica do jogo. É o componente que está diretamente ligado com a interface do sistema gamificado. Entre eles, então:

- **Realizações:** refere-se ao mecanismo de recompensar o jogador por cumprir um objetivo.
- **Avatares:** são as representações visuais dos personagens dos jogadores no sistema gamificado.
- **Medalhas (*Badges*):** uma recompensa qualitativa que é ganhada pelo jogador após a realização de um desafio ou o alcance de um objetivo. São representações visuais dos resultados alcançados e geralmente é representado por alguma insígnia.
- **“Boss Fights”:** diz respeito a um desafio grande, geralmente difícil de conseguir, no qual o leva a uma mudança de nível ou fase no sistema gamificado.
- **Coleções:** são itens coletados e que são colecionáveis ao longo do jogo. Exemplos: medalhas e emblemas.
- **Combate:** uma ação, no qual, ocorre uma batalha ou luta no jogo.
- **Desbloqueio de Conteúdos:** refere-se ao desbloqueio de algum item ou conteúdo antes travado no jogo. O jogador precisa fazer algo específico no sistema para ser capaz de desbloquear o conteúdo.
- **Doar:** mecanismo de compartilhar algum item com outros jogadores no sistema gamificado.

- **Placar, ranking ou *leaderboard*:** refere-se ao ranqueamento dos jogadores. Geralmente representado por uma lista por ordem de pontos, conquistas ou itens.
- **Níveis:** representação da evolução do jogador ou do jogo no decorrer do sistema gamificado.
- **Pontos:** um ponto é uma forma de recompensa quantitativa e acumulativa. O processo de cálculo de uma pontuação é definido através das atividades exercidas pelos jogadores.
- **Investigação ou exploração:** refere-se ao alcance de um resultado implícito no contexto do sistema gamificado, no qual implica em buscar, fazer, explorar ou investigar algo para alcançar um resultado.
- **Missões:** atividades definidas dentro da estrutura do jogo para simular conquistas dos jogadores.
- **Bens Virtuais:** são itens virtuais que os jogadores estão dispostos a comprar no jogo ou sistema gamificado, seja com moeda virtual (própria do jogo) ou até real.

O modelo apresentado acima fornece uma visão mais simplificada dos elementos de jogos. Nos níveis mais baixos da pirâmide, segundo Alves (2014), estão os elementos que colocam para funcionar os outros níveis, dinâmica e mecânica, e que fazem com que o sistema gamificado funcione.

Sendo assim, os próximos tópicos abordam o uso de gamificação na educação e suas aplicações.

2.1.4 Gamificação na Educação

Segundo Peixoto *et. al.* (2015), é observado atualmente uma crescente utilização de técnicas de gamificação em softwares educacionais para apoiar a aprendizagem. Isso se deve ao fato da gamificação ter a finalidade de envolver e motivar os usuários no contexto da aprendizagem, permitindo assim, dominar o material estudado [MORRISON E DISALVO 2014].

Nesse contexto, qual a vantagem de se usar gamificação na educação? Fardo (2013) argumenta que uma das vantagens de sua aplicação na educação é proporcionar um sistema em que os alunos consigam visualizar o efeito de suas ações

e aprendizagens, na medida em que o avanço das atividades ocorre. Dessa forma, fica mais fácil compreender a relação das partes com o todo, como acontece nos jogos.

Assim, a gamificação pode ser utilizada para promover a aprendizagem e cada elemento de jogo deve estar conectado entre si, pois os elementos sozinhos não são suficientes para transformar uma aula tradicional em uma experiência motivadora e engajadora, embora cada elemento seja importante e fundamental no processo geral da gamificação [KAPP 2012].

Além dos elementos serem bem conhecidos e estudados, como é descrito na Seção 2.1.2.1, é necessário planejar e elaborar com cuidado uma estratégia educacional gamificada e que seja bastante envolvente e divertida para promover de fato uma aprendizagem dos conteúdos educacionais.

A partir de uma revisão na literatura e da experiência de vários autores, Fadel *et. al.* (2014) (p. 91) propõem um tutorial para auxiliar a desenvolver estratégias de gamificação para aplicações educacionais. Esse tutorial consiste em onze etapas que adotamos, devido à facilidade, nesta pesquisa e que estão listadas a seguir:

1. **Interaja com os jogos:** Para vivenciar a lógica dos jogos e compreender as diferentes mecânicas existentes, é de grande importância que o professor ou o designer do jogo conheça muitos jogos e em diversas plataformas.
2. **Conheça seu público:** Um levantamento sobre o perfil do aluno e suas características é de grande importância.
3. **Defina o escopo:** Nesse passo, tem que ser definido o tema abordado, os conteúdos que serão levantados e as competências que serão desenvolvidas.
4. **Compreenda o problema e o contexto:** Aqui é estudado a relação dos problemas do mundo real e explorados no jogo com os conteúdos estudados.
5. **Defina a missão/objetivo:** Nessa etapa, é planejada a missão da estratégia gamificada, se ela é clara, alcançável e apreciável. O objetivo precisa seguir o tema proposto e as competências que serão desenvolvidas.
6. **Desenvolva a narrativa do jogo:** A narrativa é muito importante, pois precisa conter uma história com o potencial de engajar o jogador. Além disso, nessa etapa fazemos uma análise sobre a metáfora da história, ou

seja, se ela faz sentido para os alunos e para o objetivo da estratégia. Outro fator a ser considerado é a estética; ela precisa reforçar e consolidar a estória.

7. **Defina o Ambiente, plataforma:** Nesta etapa, é definido o local onde o jogador irá participar do jogo: em casa ou em algum ambiente específico e se será utilizado na sala-de-aula, ambiente digital ou ambos. A identificação da interface principal com o jogador também é um ponto a ser considerado nessa etapa.
8. **Defina as tarefas e a mecânica:** A estipulação do tempo e duração da estratégia educacional e a frequência com que o aluno irá interagir com o jogo são realizadas nesta etapa. Além disso, são efetuadas as definições das mecânicas e a verificação das tarefas, ou seja, se elas estão aderentes com a narrativa e se elas potencializam o desenvolvimento das competências. Ainda nessa etapa, é proposta a criação das regras para cada tarefa.
9. **Defina o sistema de pontuação:** Neste passo serão elaborados o sistema de pontuação, de recompensas e o de classificação (*rankings*), ou seja, se eles estão equilibrados, justos e diversificados.
10. **Defina os recursos:** Nesta etapa, é planejado a agenda da estratégia educacional, ou seja, é definido os recursos necessários a cada dia. Ainda nessa etapa, serão analisados qual o seu envolvimento em cada tarefa, por exemplo: se a pontuação será automática ou se precisará analisar as tarefas.
11. **Revise a estratégia:** Na última etapa, verifica-se tudo que foi feito até o momento: se o objetivo é compatível com o tema e se está alinhado com a narrativa, se a narrativa tem potencial de engajar os alunos e está aderente às tarefas, se as tarefas são diversificadas e possuem regras claras, se o sistema de pontuação está bem estruturado e as recompensas são bem motivadoras e compatíveis com os estudantes, se a agenda é adequada e os recursos estão assegurados, entre outros.

Vale ressaltar que essa metodologia é um dos vários métodos encontrados na literatura sobre o planejamento de estratégias educacionais gamificadas, ou seja, não existe apenas uma forma de desenvolver uma ferramenta gamificada para se obter bons resultados. Por exemplo, em [WERBACH E HUNTER 2012] apresentam um

framework de *design* chamado *Gamification Design Framework*, onde eles fornecem seis passos para o processo de design de elaboração da estratégia gamificada: 1. Definir os objetivos; 2. Traçar os comportamentos desejados; 3. Descrever os jogadores; 4. Criar ciclos de atividades; 5. Incluir diversão; e 6. Implantar os instrumentos apropriados. Outro exemplo é proposto por [SIMÕES et al. 2012], que, após analisar e tomar como base uma proposta de criação de uma plataforma gamificada online de aprendizagem para escolas em Portugal, cita várias recomendações e orientações para a elaboração de uma plataforma gamificada, tais como: Disponibilizar diferentes experimentações; incluir ciclos rápidos de feedback; aumentar a dificuldade das tarefas conforme a habilidade dos alunos; dividir tarefas complexas em outras menores; incluir o erro como parte do processo de aprendizagem; incorporar a narrativa como contexto dos objetivos; promover a competição e a colaboração nos projetos; e levar em conta a diversão.

A escolha pelo modelo proposto por Fadel *et. al* (2014) está relacionada ao fato do tutorial ter sido feito por meio de uma revisão na literatura, de fácil entendimento e principalmente por estar direcionada para aplicações educacionais. Além disso, o material está disponível gratuitamente pela sua editora na internet¹.

2.2 Trabalhos Relacionados

Atualmente na literatura existem algumas ferramentas gamificadas que tratam o uso de gamificação aplicada à área de educação em disciplinas de programação. Na maioria dos trabalhos pesquisados, foram usados sistemas *online* e apenas um usava uma estratégia que não era em formato digital, que se tratava de uma espécie de cartas de baralho com gamificação [SPRINT e COOK 2015].

Sobre as linguagens de programação utilizada nos trabalhos pesquisados, três usaram como base turmas que trabalhavam com a linguagem de programação C [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014; CAMPOS, GARDIMAN e MADEIRA 2015; SPRINT e COOK 2015], outros dois trabalhos não focavam em alguma linguagem específica [KNUTAS *et. al.* 2014; LÜCKEMEYER 2015], ou seja, essas

¹ Disponível em: <<https://www.pimentacultural.com/gamificacao-na-educacao>>

cinco ferramentas trabalhavam ou poderiam trabalhar com a aprendizagem inicial de programação, que também é o nosso foco. Além desses, outros três trabalhos tinham ferramentas direcionadas para a aprendizagem de linguagens de programação orientada a objetos, ou seja, geralmente uma programação com um nível mais avançado, e, por fim, dos trabalhos pesquisados apenas um não dá detalhes ou cita qual linguagem de programação a ferramenta era focada [MESQUITA *et. al.* 2014].

Os trabalhos [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014; CAMPOS, GARDIMAN e MADEIRA 2015; FIGUEIREDO *et al.* 2015; LATULIPE, LONG e SEMINARIO 2015; FIGUEIREDO 2015] tinham como objetivo principal engajar e motivar os alunos nas suas disciplinas de programação. Além disso, o trabalho proposto por [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014] focava também em explorar o impacto das técnicas de gamificação em relação ao envolvimento cognitivo e ao aprendizado dos alunos. Já [CAMPOS, GARDIMAN e MADEIRA 2015] pretendia facilitar e estimular a realização de atividades de programação. O trabalho proposto por [SPRINT e COOK 2015] e [LÜCKEMEYER 2015] se difere dos demais trabalhos citados por focar em usar a gamificação para tentar diminuir as taxas de reprovações e abandonos nos cursos de programação. Já em [KNUTAS *et. al.*, 2014] o foco do sistema gamificado é na discussão colaborativa e tem como objetivo principal motivar os alunos para ajudar uns aos outros e assim aumentar a colaboração online.

Alguns trabalhos usaram gamificação em conjunto com outras metodologias, como por exemplo, em [MESQUITA *et. al.* 2014] foi utilizado uma rede social integrada com gamificação, ou seja, o estudo relata o uso de um método que unifica elementos de gamificação com o uso de redes sociais e em [LÜCKEMEYER 2015] é apresentado um Ambiente Virtual Iterativo em 3D (*Virtual Interactive 3D Environment - VIDE*) com técnicas de gamificação para empregar, segundo os autores, um novo conceito na aprendizagem de programação. Outro trabalho que usa outras metodologias, neste caso o uso de 'equipes leves' (do inglês: *Flipped Classroom*) junto com gamificação é proposto em [LATULIPE, LONG E SEMINARIO 2015].

Comparamos as estratégias gamificadas propostas nesses trabalhos por meio dos elementos de jogos utilizados por elas. O resultado está na Tabela 1. Decidimos comparar principalmente seis elementos: pontuação, medalhas/conquistas, sistema de classificação/*rankings*, níveis dos jogadores, níveis do jogo e o elemento tempo. Todos esses elementos serão utilizados no nosso trabalho.

Podemos perceber que nem todos os trabalhos são focados na aprendizagem inicial de programação. Por exemplo, em Figueiredo *et. al.* (2015), a ferramenta é focada no uso de linguagem orientada a objetos em uma disciplina de Algoritmos III. Outro ponto a se destacar é que, dentre os onze trabalhos mostrados na Tabela 1, nenhum faz o uso de todos os seis elementos, simultaneamente, diferente da proposta apresentada nesta dissertação.

Entre os elementos mais utilizados pelas ferramentas gamificadas, destacam-se pontuação e tempo: pelo menos nove dos onze trabalhos citados exploram esses itens e o elemento de jogo menos utilizado é o correspondente aos níveis do jogo, no qual nenhum trabalho usa essa estratégia.

Alguns dos artigos não citam detalhadamente como funcionam as suas ferramentas gamificadas, e, devido a esse impedimento, indicamos na Tabela 1 que o item não foi especificado. Por exemplo, nos artigos [KNUTAS *et. al.* 2014], que não especificou o sistema de pontos, medalhas/conquistas ou o sistema de tempo. Em [MESQUITA *et. al.* 2014] faltou informações sobre os níveis tanto dos jogadores quanto do jogo e em [KHALEEL *et. al.* 2015] onde não soubemos dizer se utilizaram o elemento de tempo.

Todas essas ferramentas trazem características importantes para uma gamificação, ou seja, características que engajem e motivem os alunos. Contudo, essas características citadas na Tabela 1 não são as únicas dos trabalhos, por exemplo, um elemento bem explorado por [KNUTAS *et. al.* 2014] [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014] [MESQUITA *et. al.* 2014] e que não é citado na Tabela 1, foi o *feedback*. Suas plataformas tinham áreas para os alunos fornecerem suas opiniões ou até mesmo criar discursões ou tirar dúvidas em um fórum.

Tabela 1. Elementos utilizados pelas ferramentas gamificadas. Fonte: Elaboração própria.

Referência	Online /Offline	Linguagem de Programação	Gamificação					
			Pontos	Medalhas/Conquistas	Rankings	Níveis/jogador	Níveis/Jogo	Tempo
[Akpolat e Slany 2014]	Não foi especificado	Não foi especificado	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
[Campos, Gardiman e Madeira 2015]	Online	C	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
[Figueiredo et al. 2015]	Online	Linguagens de programação Orientada a Objetos	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Ibáñez, Di-Serio e Delgado-Kloos 2014]	Online	C	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
[Khaleel et. al 2015]	O Artigo não traz uma ferramenta em específico	Java	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não foi Especificado
[Knutas et. al. 2014]	Online	Qualquer Linguagem	Não foi Especificado	Não foi Especificado	Não	Não	Não	Não foi Especificado
[Latulipe, Long e Seminario 2015]	Online	Linguagens de programação Orientada a Objetos	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
[Lückemeyer 2015]	Online	Qualquer linguagem	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
[Mesquita et. al. 2014]	Online	Não foi Especificado	Sim	Não	Não	Não foi Especificado	Não foi Especificado	Sim
[Sprint e Cook 2015]	Offline	C	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim

Em relação ao experimento realizado por esses trabalhos, a tabela 2 mostra um comparativo de quantos alunos participaram de tais experimentos e na seção 2.2.1 mostraremos os resultados dessas pesquisas.

Tabela 2. Experimentos realizados pelas ferramentas gamificadas. Fonte: Elaboração própria.

Referência	Local do Experimento	Números de Estudantes
[Akpolat e Slany 2014]	<i>Graz University of Technology</i>	50
[Campos, Gardiman e Madeira 2015]	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	155
[Figueiredo et al. 2015]	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	26
[Ibáñez, Di-Serio e Delgado-Kloos 2014]	Universidade Carlos III de Madrid	22
[Khaleel et. al. 2015]	Não fez experimento	Não faz experimento
[Knutas et. al. 2014]	Não foi especificado	249
[Latulipe, Long e Seminario 2015]	Universidade da Carolina do Norte em Charlott	56
[Lückemeyer 2015]	Não fez experimentos	Não faz experimentos
[Mesquita et. al. 2014]	Não foi especificado	Não especificado
[Sprint e Cook 2015]	Universidade do Estado de Washington	15

2.2.1 Avaliações e Resultados

As avaliações mais comuns presentes na literatura, onde quase todos os trabalhos pesquisados apresentaram e realizaram, foram do tipo qualitativas, na qual se analisa o sentimento dos alunos em relação a ferramenta e em alguns casos até mesmo a sua percepção de aprendizagem.

Dos trabalhos apresentados, apenas [FIGUEIREDO et al. 2015] e [KHALEEL et. al. 2015] não realizaram avaliações qualitativas a respeito de suas ferramentas.

Os estudos [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014], [CAMPOS, GARDIMAN e MADEIRA 2015], [SPRINT e COOK 2015], [MESQUITA et. al. 2014] realizaram suas avaliações qualitativas através de questionários, na maioria das vezes aplicados no final do experimento. Todos os artigos apresentaram ótimos resultados nessas análises, o que demonstra que os alunos gostaram e se sentiram satisfeitos ao utilizarem ferramentas gamificadas. Já os trabalhos [KNUTAS et. al. 2014], [LATULIPE, LONG e SEMINARIO 2015] utilizaram como análises qualitativas o feedback dos alunos, onde também na sua grande maioria receberam ótimos resultados. O estudo [AKPOLAT e SLANY 2014] realizou uma pesquisa online para os alunos que participaram do experimento respondessem. Porém o artigo não fala quais foram as perguntas da pesquisa ou o modelo de avaliação utilizado.

Em relação as avaliações quantitativas, o artigo [IBÁÑEZ, DI-SERIO e DELGADO-KLOOS 2014] aplicou um pré-teste antes de iniciar a ferramenta e aplicou um pós-teste no final do experimento, onde as notas foram comparadas e usadas como indicadores de aprendizagem por desempenho. Em [KNUTAS et. al. 2014] e [LATULIPE, LONG e SEMINARIO, 2015] também são feitas análises quantitativas com as notas obtidas pelos alunos naquele ano junto com os resultados obtidos pelas suas análises qualitativas. No estudo [CAMPOS, GARDIMAN e MADEIRA, 2015] a avaliação quantitativa é feita apenas comparando a média dos alunos dos anos anteriores que não utilizaram a ferramenta gamificada com os alunos do ano atual. Já em [FIGUEIREDO et al. 2015] foi feita uma avaliação quantitativa com o objetivo de comparar as médias das notas das disciplinas da turma gamificada e da turma não gamificada, onde foi realizado o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Todas as análises quantitativas mostraram bons resultados em relação as notas dos alunos, seja em comparação com turmas anteriores e turmas que não realizaram o experimento com a ferramenta gamificada quanto para avaliações que realizaram pré-testes e pós-testes para medir a aprendizagem.

Os estudos [SPRINT e COOK 2015], [MESQUITA et. al. 2014], [KHALEEL et. al. 2015], [AKPOLAT e SLANY 2014], [LÜCKEMEYER 2015] e [FIGUEIREDO 2015] não realizaram avaliações quantitativas.

2.3 Considerações Finais

Neste capítulo, apresentamos vários conceitos sobre gamificação. Abordamos inicialmente os jogos e as atividades lúdicas a fim de aprofundar a compreensão dos conceitos de gamificação desde a sua origem. Além disso, mostramos a importância dos elementos de jogos e as suas classificações em três níveis de acordo com a sua função específica no sistema gamificado.

Abordamos também, o uso de gamificação na educação e como planejar o desenvolvimento de estratégias de gamificação para aplicações educacionais.

Por fim, mostramos os trabalhos relacionados ao uso de sistemas gamificados para o ensino de programação de computadores e seus resultados. A partir desse estudo, constatamos que as ferramentas gamificadas ainda precisam de avaliações mais aprofundadas e conclusivas sobre a sua influência no desempenho do estudante.

Capítulo 3

O SISTEMA CODEBENCH GAMIFICADO

Este capítulo apresenta o processo de gamificação do sistema CodeBench que teve o objetivo de promover o engajamento e a motivação estudantil. Também são descritos o sistema de juiz online CodeBench e o desenvolvimento da gamificação, bem como o seu funcionamento. O capítulo está dividido em três subtópicos: o sistema CodeBench, a proposta de gamificação na plataforma CodeBench e as considerações finais.

3.1 O Sistema CodeBench

O *CodeBench* é um sistema *online* de correção automática de *códigos-fontes* desenvolvido por pesquisadores do IComp na UFAM com o propósito de automatizar a correção dos exercícios de programação [CARVALHO, OLIVEIRA E GADELHA 2016]. Por meio do sistema, os professores e os tutores podem disponibilizar exercícios de programação, listas de exercícios e até mesmo provas para seus alunos, que por sua vez podem desenvolver soluções, em uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) acoplada ao próprio sistema (Figura 8). Para tais exercícios, os alunos podem testar ou submeter sua solução através da interface do sistema, que informa se o código está correto ou não.

Segundo Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), o *CodeBench* usa dois passos para julgar a corretude de um código submetido por um estudante:

- *Análise sintática do código*: o sistema verifica erros de *sintaxe* de acordo com a gramática da linguagem de programação adotada na disciplina.

Assim, após a submissão do código pelo estudante, o *CodeBench* informa se há algum problema sintático, mostrando qual tipo de erro e a linha do código onde se encontra.

- *Análise lógica do código*: o sistema verifica se a solução gerada pelo código do aluno está correta.

The screenshot shows the CodeBench interface for a problem titled "PAR OU ÍMPAR?". The problem description asks for a program that reads an integer and prints "par" if it's even and "impar" if it's odd. The code editor shows a Python solution that has been successfully executed, as indicated by the console output: "Parabéns, seu código está correto!".

Enunciado

01 PAR OU ÍMPAR?

02 Elabore um programa que leia um número inteiro. Se ele for par, então imprima a mensagem `par`. Caso contrário, imprima `impar`.

03

04

05

06 **Dicas**

07

08 1. As linhas 5, 7, 9 e 12 contêm erros. Corrija-os e submeta o programa ao CodeBench.

09 2. Use o operador de resto da divisão (`%`). Se A for divisível por B, então `A % B` é igual a zero.

10 3. Atenção para a grafia das palavras: todas as letras do resultado devem ser **minúsculas**. Não use acentos.

11 4. O comando `s.upper()` ajusta todas as letras da string `s` para **MAIÚSCULAS**. O comando `s.lower()` ajusta todas as letras da string `s` para **minúsculas**.

12

Notas

Exemplo de Entrada

22

Arquivo Editar Buscar Executar Ferramentas Ajuda

Python3 main.py Ajuda

```

1 # Teste seu código aos poucos.
2 # Não teste tudo no final, pois fica mais difícil de identificar erros.
3 # Use as mensagens de erro para corrigir seu código.
4
5 num = int(input("Digite um numero: "))
6
7 if ((num % 2) == 0):
8     mensagem = "par"
9 else:
10    mensagem = "impar"
11
12 print(mensagem)
13

```

Console Shell

Parabéns, seu código está correto!

Figura 8. Captura de tela de uma questão submetida com sucesso ao CodeBench. Data: março/2018.

Ainda segundo Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), a análise lógica dos códigos é feita por meio de *casos de testes*. Esses casos de testes, cadastrados pelo professor ao criar uma questão, possuem dois valores: um *valor de entrada* e um *valor de saída*. Então, ao submeter o código, o *CodeBench* realiza testes com os *valores de entradas* pré-cadastrados no sistema e compara os valores de saída do código do aluno com os *valores de saídas* esperados para tal problema e informa se a questão foi solucionada corretamente.

Os problemas ficam disponíveis para os alunos por um período estipulado pelo professor e o estudante pode rever e submeter o código quantas vezes achar necessário nesse período. Para Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), há alguns benefícios com essa política de ressubmissão de código, pois isso incentiva o aluno a

identificar e solucionar os erros por si próprio. Ou seja, ele não precisa esperar pela correção do professor. Assim, segundo Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), tal abordagem “*mimetiza o desenvolvimento de código na vida profissional, em que os programadores precisam identificar os erros de seus códigos e solucioná-los*”.

Todos os problemas cadastrados no *CodeBench* ficam guardados em um banco de dados, que possui atualmente mais de 2300 exercícios de programação. Para facilitar a criação de trabalhos, esse banco de dados fica disponível para os professores de forma colaborativa.

Por fim, o cadastro de um estudante no *CodeBench* é feito de forma individual pelo próprio aluno. Ou seja, ele não precisa da autorização de um administrador. Ao se cadastrar, ele poderá escolher uma turma na qual ele está matriculado e assim começar a interagir com o sistema. Porém, como explicam Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), o *CodeBench* não interage com o sistema de controle acadêmico da UFAM, e, portanto, ele não verifica se o aluno está realmente matriculado institucionalmente na disciplina, nem lança diretamente a nota do aluno no boletim de notas. Ou seja, esse trabalho precisa ser feito de forma manual. Já o registro de professores e tutores requer autorização do administrador do sistema para liberar tais benefícios disponíveis para esses papéis.

3.2 Proposta de Gamificação na Plataforma *CodeBench*

No Instituto de Computação (IComp) da UFAM, na disciplina de IPC, desde de 2015, utiliza-se um sistema de juiz *online*, chamado *CodeBench*, como auxílio ao professor e aos estudantes nas aulas de IPC.

Nossa proposta tem como ideia central adicionar elementos de gamificação ao sistema de juiz *online CodeBench* e avaliar o impacto dessa abordagem no desempenho dos estudantes de IPC.

Como estamos utilizando um modelo de aprendizagem, precisamos nos basear em abordagens de design instrucional para criar uma experiência de ensino, que torne a aprendizagem eficiente, eficaz e atraente [WANGENHEIM E WANGENHEIM 2012].

Para tal, gamificamos o *CodeBench* utilizando a metodologia de *design* instrumental ADDIE [BRANCH 2009] unificado com o modelo ISD (*Instructional System Design*) de Dick & Carey [DICK, CAREY E CAREY 2001]. Essa abordagem unificada do matriciamento entre as principais etapas desses dois modelos, mostrado na Figura 9, foi proposta por Wangenheim e Wangenheim (2012).

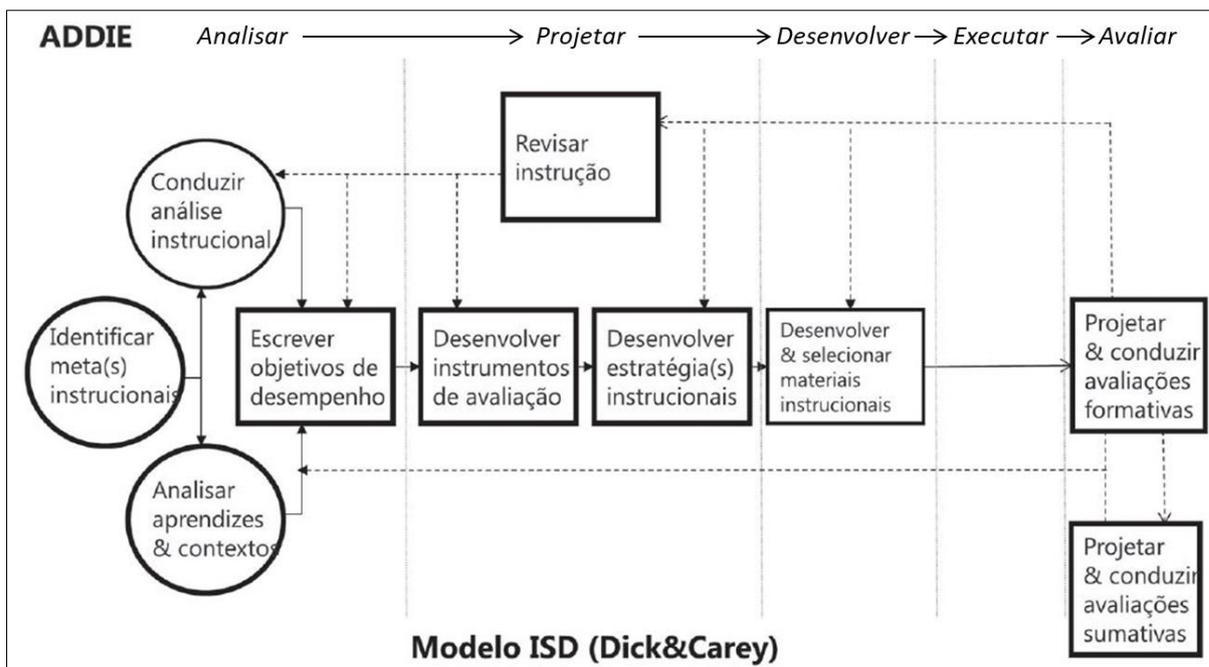


Figura 9. Processo de Design Instrucional proposto por Wangenheim E Wangenheim (2012).

As próximas seções apresentam o sistema *CodeBench*, os passos do processo de design instrucional seguidos para o desenvolvimento da gamificação no sistema e seu funcionamento.

3.2.1 Analisar

O primeiro passo na metodologia de *design* instrucional é a análise do problema. Essa etapa é dividida em outras quatro subetapas: identificar meta(s) instrucionais, conduzir análise instrucional, analisar aprendizes & contextos, e escrever objetivos de desempenho. A seguir mostraremos detalhadamente como foram abordados todos os passos.

3.2.1.1 Identificar Metas Instrucionais

Segundo Wangenheim e Wangenheim (2012), a avaliação das necessidades, ou seja, a lacuna entre as metas desejadas e a situação atual, para determinar o que os alunos serão capazes depois de terminarem a unidade de instrução, é o primeiro passo no processo de *design* instrucional. Ela tem o objetivo de identificar as metas instrucionais para a unidade instrucional toda.

Sendo assim, durante a avaliação das necessidades, são identificados os problemas, as causas e as possíveis soluções que podem resolvê-las. Ainda, de acordo com Wangenheim e Wangenheim (2012), no final desse processo temos as metas bem definidas, ou seja, o que os estudantes devem adquirir, em termos de novas competências (conhecimento, habilidades ou atitudes), depois da abordagem em que serão submetidos.

No caso deste trabalho, foi projetada uma unidade instrucional voltada ao ensino básico de programação em uma disciplina de Introdução à Programação de Computadores (IEC037) para cursos de engenharia, matemática, estatística e física na UFAM.

Esperamos que o aluno seja engajado e motivado, por meio do uso de um sistema de juiz *online* gamificado, a realizar tarefas e exercícios durante a disciplina com uma abordagem que seja competitiva, divertida e envolvente.

A Tabela 3 mostra os resultados da identificação das metas instrucionais proposta no processo de design instrucional.

Tabela 3. Resultados da identificação de metas instrucionais

Disciplina	IEC037 - Introdução à Programação de Computadores
Unidade Instrucional	Conceitos Básicos de Programação
Assuntos	Variáveis, Atribuição de variável, Estrutura Sequencial, Operadores Lógicos, Estruturas de Seleção (<i>if</i> e <i>else</i>), Estruturas de Repetição por condição (<i>while</i>), Estruturas de Repetição por contagem (<i>for</i>), Vetores e Matrizes
Meta (s)	Alunos dos cursos de IPC terão compreendido os conceitos básicos de programação e serão capazes de aplicá-los para resolver problemas computacionais com o auxílio de um sistema de juiz <i>online</i> gamificado.

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1.2 Analisar Aprendizizes e Contexto

Nesta etapa, analisaremos o perfil e as características dos alunos que irão participar do experimento. Dessa forma, saberemos com quem vamos trabalhar e quais suas capacidades e limitações. Assim, a análise dos estudantes poderá incluir o seu conhecimento prévio no assunto, suas motivações, suas características cognitivas, preferências de aprendizagem, entre outros.

Essas informações são importantes, pois elas poderão nos ajudar a definir o design instrucional, especialmente os objetivos de desempenho [WANGENHEIM E WANGENHEIM 2012].

Outros dados importantes para se explorar são o contexto do ambiente de aprendizagem, isto é, o contexto do ambiente em que o aluno se encontra e onde ele terá que usar as competências adquiridas. Dessa forma, no ambiente de aprendizagem, deve incluir, por exemplo, todos os recursos que serão oferecidos para os alunos e disponíveis para as tarefas de aprendizagem.

A Tabela 4 nos mostra os detalhes das características dos estudantes e do contexto geral em que será aplicado o experimento.

Tabela 4. Caracterização dos aprendizes e do contexto da aprendizagem.

Disciplina	IEC037 - Introdução à Programação de Computadores
Aprendizes	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos do primeiro período dos cursos de graduação em Engenharia de Materiais, Engenharia de Petróleo de Gás, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Estatística e Matemática Bacharelado • Alunos do terceiro período dos cursos de graduação em Engenharia de Produção, Física Bacharelado, Física Licenciatura e Matemática Licenciatura.
Características	Estudantes com pouco ou nenhum conhecimento em conceitos de programação e com pouca ou nenhuma experiência prática na execução ou implementação de algoritmos.
Contexto	<p>Laboratório de informática com projetor multimídia e com um computador para cada dois alunos.</p> <p>Turma composta entre 40 a 65 alunos.</p> <p>Acesso à internet em todos os computadores para o acompanhamento das atividades no sistema gamificado.</p>

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1.3 Conduzir Análise Instrucional

Segundo Wangenheim e Wangenheim (2012), há duas etapas fundamentais na realização da análise instrucional:

- Classificar o tipo de resultado de aprendizagem;
- Analisar a meta com o propósito de identificar as etapas envolvidas para o aluno atingir a meta.

Dessa forma, nesta etapa mostraremos como será estruturado o conteúdo de ensino. A abordagem que iremos utilizar funciona durante toda a disciplina, interagindo com todo o conteúdo, como é mostrado na Tabela 5, e, para explicar as regras do jogo e o funcionamento do sistema, necessitamos de 30 minutos da primeira aula.

Tabela 5. Análise Instrucional.

Estrutura	Unidade instrucional composta por 4 meses divididos em sete tópicos durante a disciplina.
Conteúdos	(1) Variáveis; (2) Estruturas condicionais; (3) estruturas condicionais aninhadas; (4) Estruturas de repetição por condição; (5) Vetores; (6) Estrutura de repetição por contagem; (7) Matrizes

Fonte: Elaboração própria

3.2.1.4 Descrever Objetivos de Desempenho

Um objetivo de desempenho, de acordo com Dick e Carey (2001), é uma “*descrição específica do que os alunos serão capazes de fazer quando completam uma unidade instrucional*”. Sendo assim, aqui descreveremos o que queremos que o aluno tenha compreendido.

Dessa forma, em relação à abordagem que iremos utilizar, os alunos deverão ser capazes de compreender os conceitos básicos de programação e principalmente saber aplicá-los na prática para resolver problemas diversos.

Se formos analisar os objetivos de aprendizagem pela taxonomia revisada de objetivos de aprendizagem de Bloom [ANDERSON e KRATHWOHL 2001], focaremos no nível 3 de aprendizagem (Aplicar). Portanto, a Tabela 6 nos mostra os objetivos de desempenho propostos pela nossa unidade instrucional.

Tabela 6. Objetivos de Desempenho.

Objetivos de Desempenho	Após a unidade instrucional, os alunos serão capazes de: <ul style="list-style-type: none">• Compreender: Conceitos, algoritmos, variáveis e estruturas de dados básicas.• Capaz de Aplicar: Conceitos básicos de programação em <i>Python</i> para a construção de um programa.
--------------------------------	---

Fonte: Elaboração Própria

3.2.2 Projetar

Seguindo o modelo instrucional ADDIE, chegamos à etapa de projetar. A seguir serão apresentadas todas as subetapas detalhadamente do modelo ISD utilizadas na nossa abordagem.

3.2.2.1 Desenvolver Instrumentos de Avaliação

Nesta etapa, desenvolvemos instrumentos de avaliação para qualificar e analisar se o aluno foi capaz de alcançar os objetivos de desempenho propostos em etapas anteriores.

Em nosso caso, como temos objetivos de desempenho de modo que o aluno tenha capacidade de compreender e aplicar os conceitos básicos de programação, usaremos sete listas de exercícios e sete avaliações (uma para cada módulo) por meio das quais avaliaremos se os alunos conseguiram aplicar na prática os conceitos estudados.

Essas avaliações são realizadas pelos estudantes diretamente no sistema *CodeBench* gamificado, no final de cada módulo. Durante a prova, o aluno recebeu duas questões distintas sorteadas entre um conjunto de dez versões de dificuldade e contextualização semelhantes cada uma, para implementá-las utilizando a linguagem de programação *Python*.

Por meio desses resultados conseguimos comparar com turmas que não usaram o sistema Gamificado para mensurar o aumento das competências.

3.2.2.2 Desenvolver Estratégias Instrucionais

De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2012), nesta etapa precisamos desenvolver as estratégias instrucionais para cada uma das etapas da unidade instrucional.

Estratégias instrucionais é um termo usado para descrever o processo de estruturar o conteúdo, classificando as atividades de aprendizagem, e decidir como distribuir o conteúdo e as atividades [DICK e CAREY 2001].

Desta forma, seguindo o modelo de Dick e Carey (2001), esta etapa são descritos quatro elementos de uma estratégia instrucional: (1) Sequenciamento e agrupamento de conteúdo; (2) Componentes de aprendizagem; (3) Agrupamento de alunos; (4) Seleção de método instrucional. Esses elementos são descritos a seguir de acordo com a unidade instrucional.

Sequenciamento e agrupamento de conteúdo. O foco principal é engajar e motivar os estudantes a realizar atividades a respeito dos conceitos básicos de programação para que o aluno consiga aplicá-los futuramente. Como são sete os conceitos principais a serem estudados, conforme dito anteriormente, cada módulo terá quatro aulas que duram duas horas cada e o agrupamento de cada módulo será feito sequencialmente da seguinte maneira:

1. **Aula expositiva.** O professor da disciplina abria cada módulo explicando conceitos de programação previstos e resolvendo problemas relativos aos novos conhecimentos. Os estudantes podiam acompanhar a explicação reproduzindo e testando os exemplos nos computadores disponíveis no laboratório.
2. **Laboratório de codificação.** Esse nome era dado às listas de exercícios cadastradas no sistema *CodeBench*, as quais os alunos tinham que resolver antes de realizar as avaliações. Eles podiam comparecer presencialmente aos dois encontros destinados a essa atividade, ou simplesmente resolver os problemas em outro horário e em outro espaço. Não era cobrada a presença física do estudante. Ele era motivado a resolver os exercícios ganhando pontos de força ou avançando casas no mapa da gamificação. Também recebiam nota proporcional ao número de submissões corretas, que contribuía para o cálculo da média final.

3. **Avaliação parcial.** A última aula de cada módulo era destinada a avaliar os estudantes em relação ao conteúdo ministrado do módulo. Os alunos fazem a avaliação no sistema *Codebench*. Assim, como no laboratório de exercícios, essa atividade também é realizada em conjunto com o sistema gamificado, ou seja, o aluno é estimulado e motivado com as técnicas de gamificação.

Componentes de aprendizagem. Nesta etapa, descrevemos os componentes de aprendizagem importantes para um conjunto de materiais instrucionais. Então, seguimos os eventos de instrução descritos por Gagne, Briggs e Wager (1985). Na Tabela 7 é mostrado o evento do primeiro módulo da disciplina de IPC.

Tabela 7. Eventos de instrução segundo Gagne Briggs e Wager (1985), aplicados ao uso de ferramentas gamificadas.

Evento	Tópico Conceitos Básicos de Programação
Ganhar a atenção dos alunos	<p>Início da aula teórica: Mostramos e explicamos como funciona o sistema gamificado e como eles interagem com o jogo e competem entre si.</p> <p>Início da aula prática: Mostramos como funciona os laboratórios de codificação, como eles submetem seus exercícios no <i>CodeBench</i> gamificado e como ganham pontos no sistema para evoluir no jogo.</p>
Declarar Objetivos	<p>Meta: Os estudantes devem ser capazes de saber declarar variáveis de qualquer tipo e entenderem como funciona a estrutura de um código e como o computador o lê.</p>
Estimular a memória do que é mais relevante primeiro	<p>Foco: Explicamos para o estudante que ele só consegue evoluir no jogo resolvendo os exercícios e se saindo bem nas provas.</p>
Apresentar novos estímulos	<p>Aula teórica: A critério do professor.</p> <p>Aulas práticas: Conseguir envolver os alunos no “universo” que o jogo propõe. Explicamos que haveria uma competição entre eles com um estímulo adicional ao sistema <i>CodeBench</i>. Durante o curso houve um <i>ranking</i> de classificação entre os estudantes, e que, pelo menos uma parte da turma (a critério do professor) consiga chegar até o final para conseguirem “ganhar” a competição.</p>

Orientar os alunos	Aula teórica: Auxiliar o professor durante as aulas. Aulas práticas: Utilizamos 30 minutos da primeira aula para explicar como funciona o sistema gamificado. Um tutor da disciplina acompanhou e orientou os alunos sempre que tiverem dúvidas sobre os exercícios e o andamento do jogo.
Fornecer <i>Feedback</i>	O próprio sistema gamificado com o mapa e o <i>ranking</i> deixam bem claro quem está se esforçando mais nas atividades.
Avaliar Desempenho	No final do módulo houve uma avaliação parcial para verificar o quanto o conteúdo foi aprendido.

Fonte: Elaboração Própria

Agrupamento de alunos. O sistema gamificado funcionará, predominantemente, de forma individualizada entre os alunos. Apesar disso, no final da disciplina, os alunos precisarão um dos outros para conseguir atingir o objetivo final do jogo. Adicionamos essa mecânica para estimular um pouco a colaboração. Porém, acreditamos que a competição, na maior parte, de forma individual faça os estudantes entrarem no “universo” fornecido pela narrativa do jogo. Segundo Alves (2015), “as pessoas jogam, envolvem-se e dedicam seu tempo a esta atividade em busca de emoções positivas e diversão”. Por isso, a importância do aluno se envolver na história que a gamificação tenta criar e assim promover uma imersão maior na aprendizagem do aluno.

Seleção de método instrucional. No nosso caso vamos usar primeiramente aulas teóricas com simulações e resoluções de exercícios com toda a sala, depois prática de resolução de exercício utilizando o sistema gamificado para fixar o conhecimento. O exemplo é mostrado na Tabela 8.

Tabela 8. Métodos Instrucionais

Métodos Instrucionais	
Exposição teórica com exemplos	Apresentação dos conceitos com exemplos de problemas e resolução dos algoritmos (Aula a critério do professor da disciplina).
Sistema de correção automática de código	Prática individual com simulação no computador.
Sistema gamificado	Prática individual com recompensas pelas atividades exercidas.

Fonte: Elaboração Própria

3.2.3 Desenvolver

Seguindo com o *design* instrucional chegamos na etapa de desenvolvimento do sistema gamificado. Mostraremos a seguir o próximo passo do modelo ISD de Dick e Carey utilizado na nossa abordagem.

3.2.3.1 Desenvolver e Selecionar Materiais Instrucionais

O primeiro passo do desenvolvimento, seguindo o *design* instrucional, é selecionar e descrever quais materiais vamos usar com cada um dos métodos instrucionais que escolhemos anteriormente.

Dessa forma, como explicado anteriormente, teremos aulas teóricas e laboratórios para as aulas práticas. Nas aulas teóricas e expositivas, na maioria das vezes, pois a aula teoria é a critério de cada professor da disciplina, o material usado para tentar manter a atenção dos alunos, será o uso de um projetor multimídia, slides dinâmicos e de fácil entendimento e os próprios computadores do laboratório.

As aulas práticas serão realizadas através do sistema de correção *online* CodeBench gamificado conforme definimos anteriormente em nossa estratégia instrucional.

3.2.3.2 Desenvolvimento da Gamificação do Sistema CodeBench

Nas etapas iniciais do desenvolvimento das nossas estratégias de gamificação, seguimos o tutorial proposto por Fadel *et. al.* (2014) mostrado no Capítulo 2.

No primeiro passo fizemos a concepção da mecânica da gamificação e criamos a definição da meta do jogo, as regras e a forma de interação da nossa estratégia. Mostramos os passos iniciais na Tabela 9.

Tabela 9. Concepção da Ferramenta Gamificada.

Concepção da mecânica da Gamificação	CodeBench Gamificado
Meta do Jogo	Engajar e motivar o aluno a estudar os conceitos passados em sala de aula resolvendo os exercícios e as listas de programação.

Tipo de mídia	Digital e <i>online</i>
Método Instrucional	Sistema Gamificado
Contexto	A ser jogado durante a disciplina inteira
Interação	Individual
Narrativa	<p>A narrativa se passa em um mundo fictício de fantasia medieval onde os personagens (estudantes) devem no final de sua “jornada” enfrentar um monstro (quimera) e libertar o país de Midgard.</p> <p>História</p> <p>O país de Midgard foi tomado por um monstro muito poderoso, a terrível Quimera, uma besta mitológica. Esse país representa um importante centro comercial para os humanos, além de servir de ponto estratégico de interligação com outras grandes nações.</p> <p>O rei Gardoc de Midgard escolheu um grupo de guerreiros para a missão de retomar as cidades, encontrar e derrotar Quimera.</p> <p>Durante a caminhada das cidades até a besta, uma estratégia deve ser elaborada. Os guerreiros passarão por um grande treinamento em programação de computadores, para aumentarem suas experiências e seus poderes. Nesse treinamento eles deverão conquistar itens, poções mágicas, ferramentas, armas, e o que for necessário para ficar cada vez mais forte.</p> <p>Para aumentar a chance de sucesso na missão, os guerreiros escolhidos devem lutar em equipe e os mais poderosos serão condecorados pelo rei e escolhidos como o seu braço direito.</p>
Descrição	O jogador (estudante) escolhe seu avatar dentre várias opções no sistema. A medida que os alunos vão resolvendo exercícios, eles vão andando no mapa até quimera, ganhando pontos de força e armas para ficarem ‘mais fortes’.
Resultados	Caso uma porcentagem, configurável pelo professor, da turma chegue até a Quimera, eles conseguem derrotar o monstro. Este é o “estado vencedor” da mecânica do sistema.

Feedback	Durante a utilização do sistema gamificado, os alunos receberam feedback do seu desempenho na disciplina, de acordo com a distância e a forma do seu personagem.
Passos	Explicação do Jogo (20 min) Cadastro dos alunos no sistema gamificado. (Primeira aula: 10 min).
Componentes do jogo	Como o sistema funciona somente online, os alunos precisaram de um computador e internet para entrar no sistema.

Fonte: Elaboração própria.

Após a definição dos passos iniciais da concepção da mecânica do sistema gamificado, focamos no detalhamento dos principais elementos de gamificação que são utilizados.

Com relação ao sistema de pontuação, a mecânica ocorre após o aluno resolver um exercício. Caso o exercício seja resolvido corretamente e dentro do prazo estipulado, ou seja, no momento em que o sistema informa que o código submetido está correto, automaticamente o aluno ganha uma carta de baralho. Essa carta de baralho representa o elemento 'sorte' e age em conjunto com a mecânica de pontuação. Na carta o aluno é sorteado e pode ganhar:

- Na lista de exercícios:
 - Força: de 1 a 5 pontos de força (podendo ser configurado para outros valores a critério do professor).
 - Avançar no mapa: de 1 a 5 casas (podendo ser configurado para outros valores a critério do professor).

- Nas avaliações parciais:
 - Força: de 1 a 10 pontos de força. (podendo ser configurado para outros valores a critério do professor).
 - Avançar no mapa: de 1 a 10 casas. (podendo ser configurado para outros valores a critério do professor).

A Figura 10 nos mostra a captura de tela do Mapa do Sistema Gamificado.

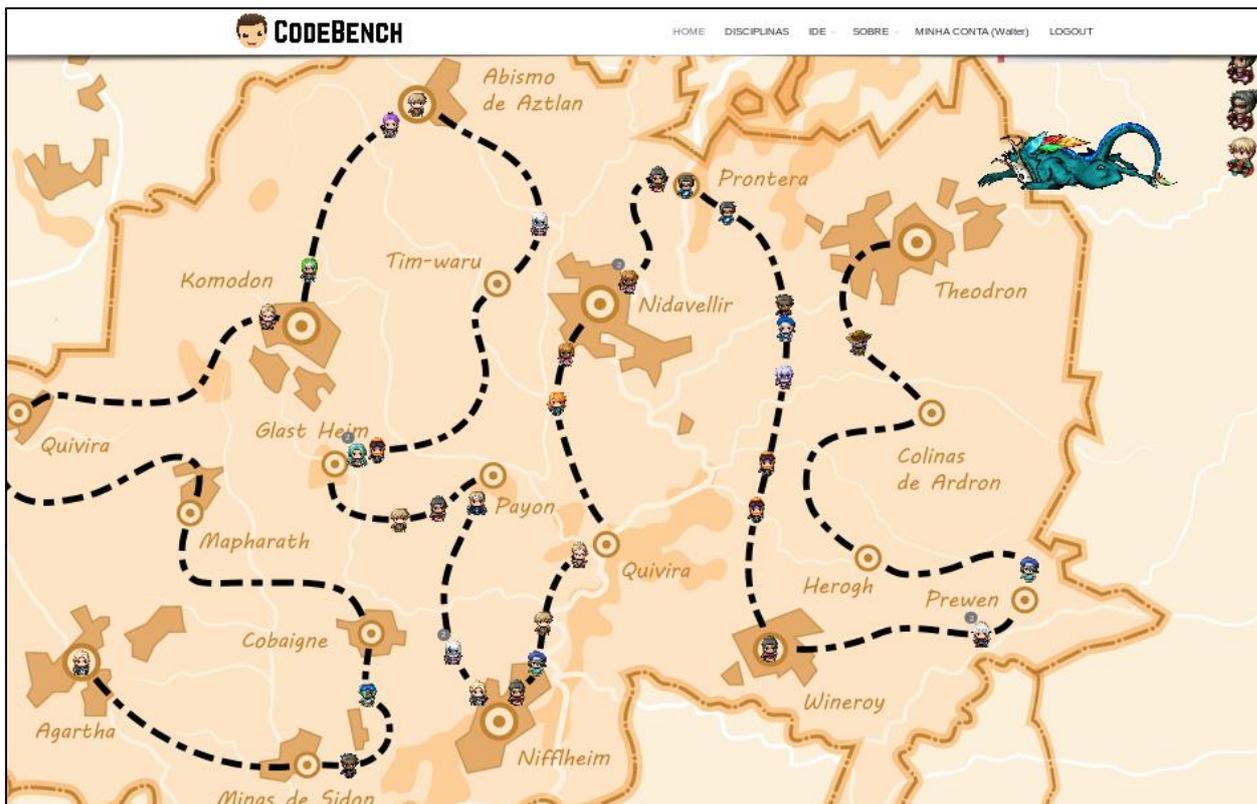


Figura 10. Captura de tela do mapa do sistema gamificado.

Caso os alunos tirem nota máxima em uma lista, o seu avatar consegue ganhar uma medalha (*badge*) que é representada por uma arma mais forte. Essa arma consegue, ao enfrentar a quimera, tirar mais pontos de vida do monstro. Representado na Figura 11.



Figura 11. Captura de tela com as armas que os personagens podem conseguir no jogo.

Também existe um *ranking* dos estudantes, determinado pelo seu posicionamento no mapa, como mostra a Figura 12.

The screenshot shows the 'Participantes' (Participants) section of the CodeBench website. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, DISCIPLINAS, IDE, SOBRE, MINHA CONTA (Ralph), and LOGOUT. Below the navigation bar, the page title 'Participantes' is followed by a descriptive paragraph: 'A listagem abaixo apresenta todos os guerreiros e guerreiras que ajudarão a vencer o monstro Quimera, ordenados de acordo com suas posições no tabuleiro do jogo. Cada guerreiro(a) possui uma quantidade de força e uma arma, que indicam a força dos golpes deste(a) guerreiro(a) sobre o monstro. Os três primeiros guerreiros ou guerreiras estão sempre de óculos escuros, simbolizando a liderança desses(as) guerreiros(as) sobre os demais.' Below this text, there is a list of five participants, each with an avatar, a name, a strength bar, and a weapon icon. The strength bars are labeled 'Força Acumulada: [value] / 200' and the position is indicated as 'Posição: 196'.

Avatar	Nome	Força Acumulada	Posição	Arma
	Livia Danese Carvalho	173 / 200	196	
	Lucas Pereira Lima	161 / 200	196	
	João Victor Magalhães	178 / 200	196	
	Alan Gomes Arruda	200 / 200	196	
	[Name obscured]	182 / 200	196	

Figura 12. Captura de tela do ranking com os personagens do jogo.

Por fim, podemos notar que a mecânica e os componentes do sistema gamificado utilizam os seguintes elementos: desafios, sorte, avatares, cooperação, competição, medalhas, feedback, recompensas, turnos, estado de vitória, combate, desbloqueio de conteúdo, ranking, pontos, exploração, bens virtuais, entre outros.

3.2.3.3 Tecnologias Utilizadas

A gamificação foi desenvolvida em *JavaScript* e usa o banco de dados *MySQL*. Os avatares dos personagens foram desenhados no programa *RPGMaker²*, uma *game engine* para desenvolvimento de RPGs eletrônicos.

²Disponível em: <<http://www.rpgmakerweb.com/>>.

3.2.4 Executar

O sistema *CodeBench* gamificado foi aplicado como ferramenta de suporte às turmas das disciplinas de IPC da Universidade Federal do Amazonas a partir do 1º semestre de 2017. As turmas foram avisadas do experimento e cada aluno estava ciente dos termos propostos.

No primeiro dia de aula, o professor da disciplina ou o tutor explicaram as regras e o funcionamento do sistema gamificado para os alunos. Além disso, cada aluno teve que criar um cadastro no *CodeBench* para começar a utilizar o sistema.

A turma foi acompanhada e observada em relação ao uso do sistema gamificado no decorrer da disciplina. Os alunos deram feedback em vários momentos em relação à ferramenta e ao sistema.

3.2.5 Avaliar

O último passo do design instrucional, avaliar, será mostrado no Capítulo 4.

3.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a proposta e o desenvolvimento da gamificação no sistema de juiz *online* CodeBench na UFAM como auxílio a professores e estudantes no aprendizado de programação. Seu objetivo é promover a motivação e o engajamento estudantil. Também foi descrito todo o processo de design instrucional (analisar, projetar, desenvolver e executar) para criar uma experiência de ensino atraente, eficiente e eficaz.

O próximo capítulo apresentará o último passo do processo, a avaliação do sistema. Também serão apresentados os experimentos e os seus resultados a respeito do desempenho dos alunos que utilizaram o sistema gamificado.

Capítulo 4

EXPERIMENTOS E AVALIAÇÕES

Neste capítulo apresentamos os experimentos realizados com os estudantes, o planejamento, a aplicação da gamificação e do questionário qualitativo, as análises quantitativas do desempenho dos alunos, os resultados e a discussão dos mesmos. O capítulo está dividido em quatro subtópicos: contextualização, experimentos, discussão, e considerações finais.

4.1 Contextualização da disciplina

Na UFAM, a disciplina de Introdução à Programação de Computadores (IPC) é ofertada pelo Instituto de Computação (ICOMP) e ministrada para dezesseis cursos de engenharia e de ciências exatas (Tabela 10). Desde de 2015, o ICOMP adotou uma metodologia híbrida de ensino para essa disciplina [Carvalho, Oliveira e Gadelha 2016].

Essa metodologia mescla aulas tradicionais presenciais, onde o professor ensina o conteúdo teórico no laboratório, e aulas práticas no juiz *online*, nas quais a presença do estudante é facultativa, ou seja, ele pode praticar os exercícios propostos no juiz *online* (*CodeBench*) no laboratório com ajuda de um tutor, ou resolvê-los em casa, ou outro lugar conectado à internet.

Todas as turmas, independentemente dos cursos, recebem os mesmos conteúdos teóricos, exercícios e as mesmas avaliações que são propostas colaborativamente entre os professores de IPC. A linguagem de programação adotada em IPC é *Python*.

Tabela 10. Cursos que contêm a disciplina IPC e seu período ministrado

Cursos	Período ministrado
Engenharia de Materiais (FT08), Engenharia de Petróleo e Gás (FT11), Engenharia Mecânica (FT09), Engenharia Química (FT12), Estatística (IE01) e Matemática Bacharelado (IE03B).	1º Período Letivo
Engenharia Elétrica - Eletrônica (FT02E), Engenharia Elétrica – Eletrotécnica (FT02ET), Engenharia Elétrica – Telecomunicações (FT02T) e Matemática Aplicada (IE16)	2º Período Letivo
Engenharia de Produção (FT06), Física Bacharelado (IE14), Física Licenciatura (IE13), Matemática Licenciatura (IE3L) e Matemática Licenciatura (IE07)	3º Período Letivo
Física Licenciatura Noturno (IE10)	4º Período Letivo

A disciplina é dividida em sete módulos durante um semestre e o conteúdo é distribuído da seguinte forma:

- Módulo 1 – Comandos básicos (variáveis e estrutura sequencial)
- Módulo 2 – Condicional simples (*if*) e composta (*else*)
- Módulo 3 – Condicional encadeada (*elif*)
- Módulo 4 – Repetição por condição
- Módulo 5 – Vetores e *strings*
- Módulo 6 – Repetição por contagem (*for* e *while*)
- Módulo 7 – Matrizes

Cada módulo contém oito horas de duração, dividido em quatro aulas – uma aula teórica, duas aulas práticas e uma aula de avaliação – durante um período de duas semanas:

- Aula teórica (duas horas): ministrado pelo professor da disciplina de forma presencial e no laboratório.
- Aula prática (quatro horas): tempo para os alunos praticarem os exercícios propostos pelos professores no laboratório com a ajuda de um monitor ou à distância. Esses tempos disponíveis para a prática de exercícios são, de fato, muito importantes, visto que os alunos de cursos que não são da área de computação geralmente priorizam em seus

tempos livres outras matérias que jugam ser mais importantes para o resto do curso, como Cálculo e Álgebra Linear.

- Aula de avaliação (duas horas): prova realizada no laboratório, com o acompanhamento do professor e tutor, através do juiz *online* para avaliar o conteúdo aprendido durante o módulo atual.

Segundo Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), a fim de estimular a realização, os laboratórios de codificação, assim como as avaliações parciais, também contam como notas. Além disso, as avaliações finais têm maior peso em relação as avaliações iniciais, por abordarem assuntos mais complexos. Dessa forma, ainda segundo Carvalho, Oliveira e Gadelha (2016), os pesos têm como objetivo motivar tanto os alunos que tiveram mau desempenho no início da disciplina, dando-lhes chance de se recuperarem, quanto aos que tiveram bom desempenho para que não se afastem dos estudos.

No término dos módulos os alunos passam por um exame final que aborda todo o conteúdo estudado no semestre. Assim, a nota final dos estudantes é dividida em sete avaliações parciais (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7), sete listas de exercícios (laboratório de codificação) e uma prova final.

Portanto, o cálculo da nota final do estudante é feito através da média parcial (MP) onde os pesos são adicionados nas notas das avaliações de cada módulo mais a média aritmética simples dos laboratórios de codificação (ML) vezes o seu peso:

$$MP = \frac{(A1 + A2) + (A3 + A4 + A5) * 2 + (A6 + A7) * 3 + ML * 2}{16}$$

Por fim, para se calcular a média final (MF), adiciona-se um peso (multiplica-se por dois) a média parcial (MP) somado a nota da prova final (PF) e dividido por três, sendo assim, calculada da seguinte forma:

$$MF = \frac{MP * 2 + PF}{3}$$

O estudante obtém a aprovação na disciplina de IPC se sua média final for maior ou igual a cinco.

No segundo período letivo de 2016, o sistema de juiz *online CodeBench* foi gamificado, incluindo-se recursos de pontos, medalhas e placar (*points, badges and leaderboards* – PBL), conforme descrito no Capítulo 3. Assim, o uso da gamificação pelos estudantes acontece, substancialmente, nas aulas *online* ou também chamadas de laboratório de codificação. Nessas aulas os estudantes utilizam a gamificação ao resolverem as listas de atividades que são passadas pelos professores e adicionadas ao sistema. Para cada exercício que o aluno consegue resolver nessas listas, ou seja, no momento em que o sistema informa que o código submetido está correto, automaticamente o aluno ganha uma carta de baralho que pode conter pontos de força ou fazer com que o avatar do estudante avance no mapa. Caso os alunos tirem nota máxima em uma lista, o seu avatar consegue ganhar uma *badge* que é representada por uma arma mais forte.

Essa mecânica acontece também durante as provas, porém as conquistas que os estudantes conseguem no sistema, são maiores. Ademais, os alunos também podem consultar a qualquer momento o *ranking* dos personagens que são classificados e ordenados pelo seu posicionamento no mapa.

4.2 Experimentos

Os experimentos com os estudantes matriculados na disciplina de IPC aconteceram durante o segundo semestre de 2016 e o primeiro semestre de 2017. Eles foram realizados a fim de constatar a influência do sistema *Codebench* gamificado na motivação, no engajamento e no desempenho dos alunos.

Em 2016/2, conduzimos um experimento piloto com sete cursos. No total, 201 estudantes se matricularam em IPC, conforme a Tabela 11, porém, devido a desistências, conseguimos coletar dados de 81 alunos no final do semestre.

Em 2017/1, ou seja, no primeiro semestre do ano, concentra-se a maior quantidade de cursos que ofertam as disciplinas de IPC. Em razão disso, optamos por fazer os experimentos principais, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente nessas turmas.

Tabela 11. Cursos com IPC e quantidade de alunos em 2016/2. Fonte: IComp.

Segundo semestre de 2016	
Cursos	Número de estudantes Matriculados em IPC
Engenharia Elétrica – Eletrônica (FT02-E)	25
Engenharia Elétrica – Eletrotécnica (FT02-ET)	20
Engenharia Elétrica – Telecomunicações (FT02-T)	22
Matemática Aplicada (MA01)	25
Estatística (IE01)	30
Física - Licenciatura (IE13)	29
Física - Licenciatura (IE10)	50
Total	201

Dessa forma, no primeiro semestre letivo de 2017, onze cursos ofertaram IPC, o qual chamamos de grupo experimental. Nesses cursos, tivemos um total de 460 estudantes matriculados (Tabela 12). Ademais, nos testes qualitativos, devido às desistências, foram coletados dados de apenas 373 alunos. Em contrapartida, nos testes quantitativos, levamos em consideração os dados de todos os alunos matriculados.

Os alunos foram informados no início da disciplina que estavam participando de um experimento enquanto usavam a gamificação no sistema *CodeBench* durante o semestre. Além disso, no primeiro dia de aula, o professor da disciplina ou o tutor explicou as regras e o funcionamento da gamificação para os estudantes e cada aluno teve que criar um cadastro no *CodeBench* para começar a utilizar o sistema.

As turmas foram acompanhadas e observadas em relação ao uso do sistema gamificado no decorrer da disciplina. Os alunos poderiam dar *feedback* ou até mesmo informar sobre possíveis bugs ou qualquer problema que o pudesse ocorrer a qualquer momento em relação à ferramenta e ao sistema.

Para tentar reduzir viés no experimento, embora as turmas sejam de diferentes cursos, os alunos possuem conhecimento similar em programação e apesar de os instrutores das disciplinas também sejam diferentes, o conteúdo ministrado e o material usado nas aulas são os mesmos: laboratório, slides, sistema, exercícios e provas.

Coletamos também dados de turmas, em quantidades iguais, que foram utilizadas para um “grupo de controle”, no qual, realizamos testes quantitativos de desempenho. Essas turmas utilizaram apenas o sistema *CodeBench* não gamificado.

As turmas escolhidas para o grupo de controle foram as do primeiro semestre de 2016 e eram compostas por 493 alunos, conforme a Tabela 12.

Tabela 12. Turmas e quantidade de alunos das disciplinas do grupo experimental e do grupo de controle. Fonte: IComp.

Cursos	Número de estudantes Matriculados em IPC	
	2017/1 (Grupo experimental)	2016/1 (Grupo de controle)
Engenharia de Materiais (FT08)	46	46
Engenharia de Petróleo e Gás (FT11)	48	48
Engenharia de Produção (FT06)	48	52
Engenharia Mecânica (FT09)	45	54
Engenharia Química (FT12)	47	47
Estatística (IE01)	45	52
Física - Bacharelado (IE14)	25	34
Física - Licenciatura (IE13)	36	34
Matemática - Bacharelado (IE03B)	12	26
Matemática - Licenciatura (IE3L)	50	39
Matemática - Licenciatura (IE07)	58	61
Total	460	493

Outro ponto importante a se destacar é que a disciplina de IPC é ofertada ao primeiro período do curso em seis dessas onze turmas. Ou seja, nessas turmas 52,83% dos alunos ainda são calouros e a maioria tinham apenas os conhecimentos adquiridos no ensino médio. Nas outras cinco turmas, a disciplina é ofertada ao terceiro período do curso. Nesse momento, 47,17% dos alunos já tiveram contato com disciplinas de matemática, como Cálculo e Álgebra Linear.

4.2.1 Descrição das Avaliações do Sistema Gamificado

Como podemos verificar se um sistema gamificado ou um jogo educacional agrega no desempenho, aprendizagem ou na motivação de um estudante? Segundo Savi (2011), “quando desenvolvemos jogos educacionais, é importante realizar

avaliações da qualidade desses artefatos para assegurar que trazem benefícios a fim de justificar sua utilização”. Além disso, Savi (2011) ainda esclarece que um jogo de qualidade, é aquele “que tem objetivos educacionais bem definidos, motiva os alunos para os estudos e promove a aprendizagem de conteúdos curriculares por meio de atividades divertidas, prazerosas e desafiadoras”.

Segundo Wangenheim e Wangenheim (2012), existem dois tipos de avaliação, a formativa e a somativa:

- **Avaliação Formativa:** “é uma avaliação onde os desenvolvedores monitoram as metas e objetivos para o jogo e identificam deficiências para realizarem intervenções corretivas” [WANGENHEIM e WANGENHEIM 2012]. Ou seja, essa avaliação ocorre durante o design instrucional do sistema.
- **Avaliação Somativa:** “tem a finalidade de sumarizar os benefícios trazidos pelo jogo em um processo de ensino e aprendizagem, e é realizada na conclusão do desenvolvimento com a versão final do jogo.” [WANGENHEIM, WANGENHEIM 2012]. Esse tipo de avaliação será utilizado para avaliar a ferramenta gamificada.

Dessa forma, ainda de acordo com Wangenheim e Wangenheim (2012), essas avaliações podem ser realizadas para avaliar experiências de ensino em quatro níveis, seguindo o modelo de Kirkpatrick (2006), mostrado na Figura 13.

Com base nesse modelo, as nossas avaliações somativas se encontram no primeiro e no segundo nível de Kirkpatrick:

- **1º Nível – Reação:** esse nível pode ser descrito como a forma de avaliar o sentimento dos alunos com relação à experiência de aprendizado, ou seja, aqui são realizados os testes qualitativos. Em termos de design de estudo isso é tipicamente feito de forma não experimental na qual, após o uso do sistema ou do jogo são coletados os dados, usando questionários ou entrevistas [WANGENHEIM e WANGENHEIM 2012].
- **2º Nível – Aprendizagem:** nesse nível realizamos os testes quantitativos, ou seja, queremos mensurar o grau de aprendizagem do estudante, medindo o aumento das competências. Dessa forma, precisamos utilizar experimentos controlados para testar hipóteses a respeito da aprendizagem real do aluno. Estabelecer um grupo de

controle que usam outras estratégias instrucionais para se comparar os efeitos é essencial [WANGENHEIM e WANGENHEM 2012].

- **3º Nível – Comportamento:** Nesse nível é avaliado se ocorreu uma mudança de comportamento com base no experimento ou treinamento que os indivíduos receberam. Nesse estudo, como não avaliaremos o comportamento do estudante após a disciplina, ele não será aplicado.
- **4º Nível – Resultados:** No último nível são analisados os resultados finais a longo prazo após o treinamento, geralmente dentro de uma empresa ou organização. Assim como o nível 3, este nível também não se aplica ao presente estudo.

Nível	Avaliação	Avalia ...	Como?
4	Resultados	efeitos do treinamento do aluno no negócio da empresa.	Observação e medição ao longo prazo (retrabalho, erros), entrevistas com gerentes e clientes.
3	Comportamento	efeitos da nova aprendizagem no ambiente de trabalho.	Observações e entrevistas ao longo do tempo para avaliar mudanças.
2	Aprendizagem	aumento de competências.	Avaliações e testes antes e depois do treinamento; entrevistas e observações.
1	Reação	como os alunos se sentiram após a experiência de aprendizagem.	Formulários de <i>feedback</i> e/ou reações verbais

Figura 13. Quatro níveis de avaliação de Kirckpatrick (2006). Fonte: [WANGENHEIM, WANGENHEIM 2012].

4.3 Avaliação Qualitativa e Coleta de Dados

Para avaliar a qualidade do sistema gamificado no nível 1 (reação) de Kirckpatrick, descrito na Sessão 4.2.1, focamos em testes qualitativos com os estudantes. Dessa forma, por meio dessa avaliação, medimos o sentimento dos alunos em relação ao *CodeBench*. Bem como identificamos deficiências do sistema e as possibilidades de futuras melhorias.

A avaliação qualitativa, em 2016/2 e em 2017/1, ocorreu durante a disciplina de IPC com o *feedback* dos estudantes e, no final, através do preenchimento de um

questionário. Estes foi adaptado de um modelo de questionário teórico (Savi, Wangenheim e Borgatto, 2011) existente na literatura e focado em jogos educacionais.

O questionário sistematiza o atributo de qualidade de jogos em três subcomponentes: motivação, experiência de usuário e aprendizagem. A Figura 14 mostra a estrutura do modelo de avaliação descrito por Savi, Wangenheim e Borgatto (2011).

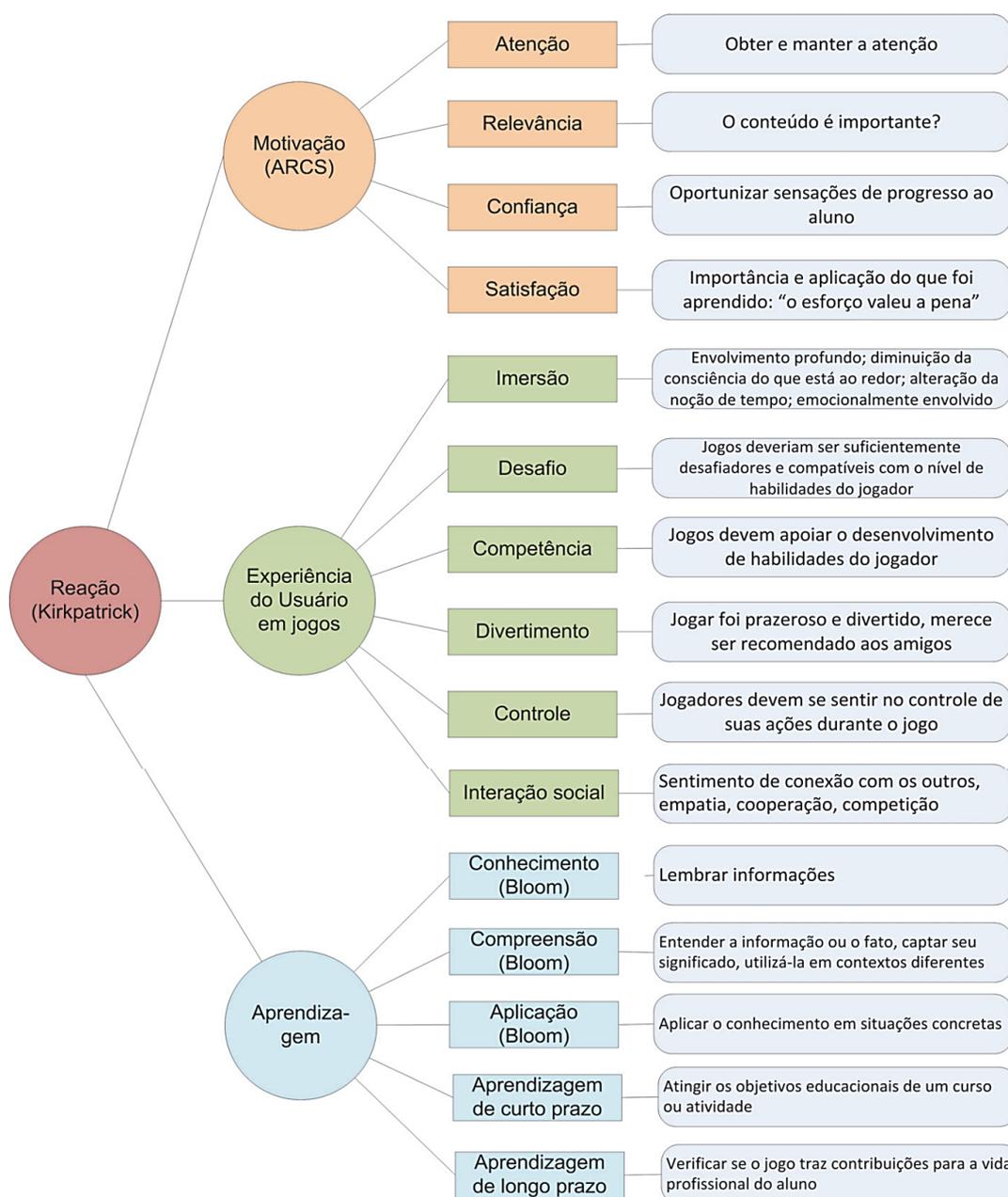


Figura 14. Estrutura do modelo de avaliação de jogos educacionais.

Fonte: [SAVI, WANGENHEIM E BORGATTO 2011].

Atualmente existe um modelo aprimorado do Savi, denominado MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games*) [PETRI, WANGENHEIM E BORGATTO 2017]. Porém, na época em que o experimento foi conduzido, utilizamos o modelo do Savi, Wangenheim e Borgatto (2011) por ser o mais atual.

O subcomponente **motivação** é dividido em quatro dimensões para representar unidades instrucionais baseado no modelo ARCS [KELLER 1987]. Sendo elas: atenção, relevância, confiança e satisfação.

O subcomponente **experiência de usuário (UX)**, segundo Wangenheim e Wangenheim (2012), contempla a interação do indivíduo com o produto por inteiro, considerando os pensamentos, sentimentos, prazer e demais percepções que resultam da interação [TULLIS E ALBERT 2008]. Envolve as seguintes dimensões: imersão, desafio, competência, divertimento, controle e interação social.

O subcomponente **aprendizagem** “é medido com base nos três primeiros níveis da taxonomia revisada de Bloom (conhecimento, compreensão e aplicação) e mais duas dimensões com as variáveis ‘aprendizagem de curto prazo’ e ‘aprendizagem de longo prazo’, com base no modelo de avaliação de Sindre e Moody [SINDRE e MOODY 2003]” [WANGENHEIM, WANGENHEIM 2012].

O questionário adaptado consiste de um total de 32 itens fixos, divididos em onze dimensões de avaliação, tendo sido avaliado em termos de validade e confiabilidade. As respostas dos itens foram baseadas em uma escala *Likert*, variando de “discordo fortemente” (-2) até “concordo fortemente” (+2) para os itens diversos. O questionário encontra-se no Apêndice 1.

O questionário foi aplicado no final do último módulo da disciplina de IPC. Os alunos responderam através do *CodeBench* e foram informados que não seria avaliado como nota, apenas para fins de pesquisa.

Depois que os alunos responderam o questionário, analisamos os dados conforme o modelo de avaliação (SAVI, 2011). Assim, foi possível levantar as opiniões e sentimentos dos estudantes com relação ao sistema gamificado. Dessa forma, podemos analisar se o objetivo de aprendizado foi alcançado. Os estudantes também deixaram comentários sobre as perguntas e citaram pontos fortes e fracos sobre o sistema de uma forma geral.

4.3.1 Resultados dos testes qualitativos

4.3.1.1 Resultados do Experimento Piloto

No segundo semestre letivo de 2016, fizemos um experimento piloto em sete turmas de IPC. Nesse experimento, testamos o sistema gamificado e aplicamos um questionário ao final do semestre. Com os dados, foi possível analisar a reação dos alunos em respeito ao *CodeBench*. Podemos perceber, através dos gráficos, que em praticamente todas as categorias obtivemos avaliações positivas (porcentagem maior de notas 1 e 2) do sistema em relação a cada dimensão dentro de três subcomponentes analisados: motivação, experiência de usuário e aprendizagem.

No subcomponente **motivação**, representado na Figura 13, no que se refere a categoria **satisfação**, o gráfico indica que o sistema gamificado foi avaliado positivamente com maiores atribuições as notas 2 e 1 o que demonstra que a maior parte dos alunos tiveram satisfação ao participar do sistema gamificado.

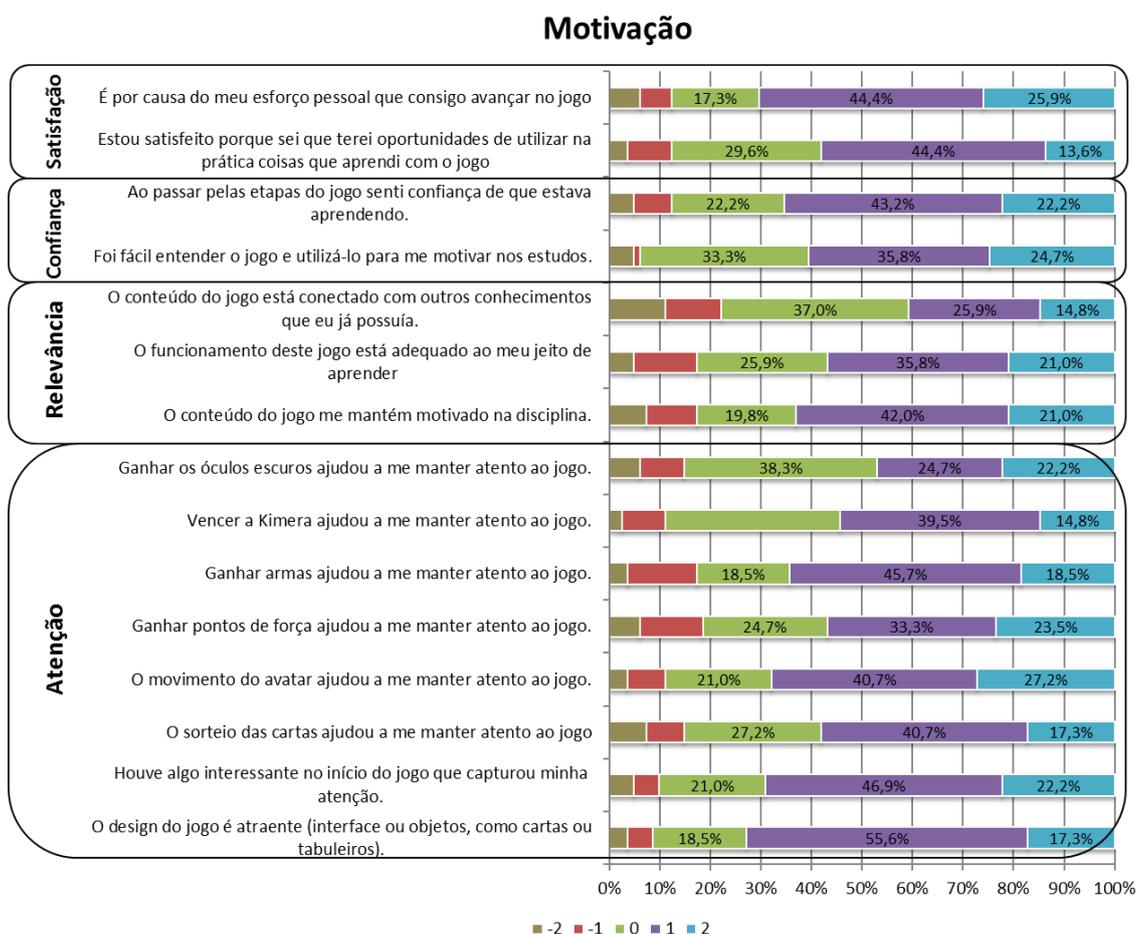


Figura 15. Perguntas referentes à motivação dos alunos ao utilizarem o sistema (2016/2)

Em relação à categoria **relevância**, a maioria dos alunos também respondeu as questões de forma positiva, principalmente a pergunta: “o conteúdo do jogo me mantém motivado na disciplina”, em que 63% dos alunos responderam positivamente.

Na categoria **atenção**, grande parte dos alunos concordou que há algo interessante que chama atenção deles desde o início do jogo, assim como a dinâmica, estética e o *design* serem atraentes, ou seja, podemos concluir que os alunos conseguiram ficar concentrados nas jogadas.

No subcomponente **experiência do usuário**, mostrado na Figura 16, a maioria das respostas obtidas foi positiva em todos os quesitos. Na categoria **competência**, por exemplo, mais de 60% das notas foram 1 e 2, o que demonstra que os alunos conseguiram alcançar os objetivos do jogo com as próprias habilidades.

Experiência do Usuário

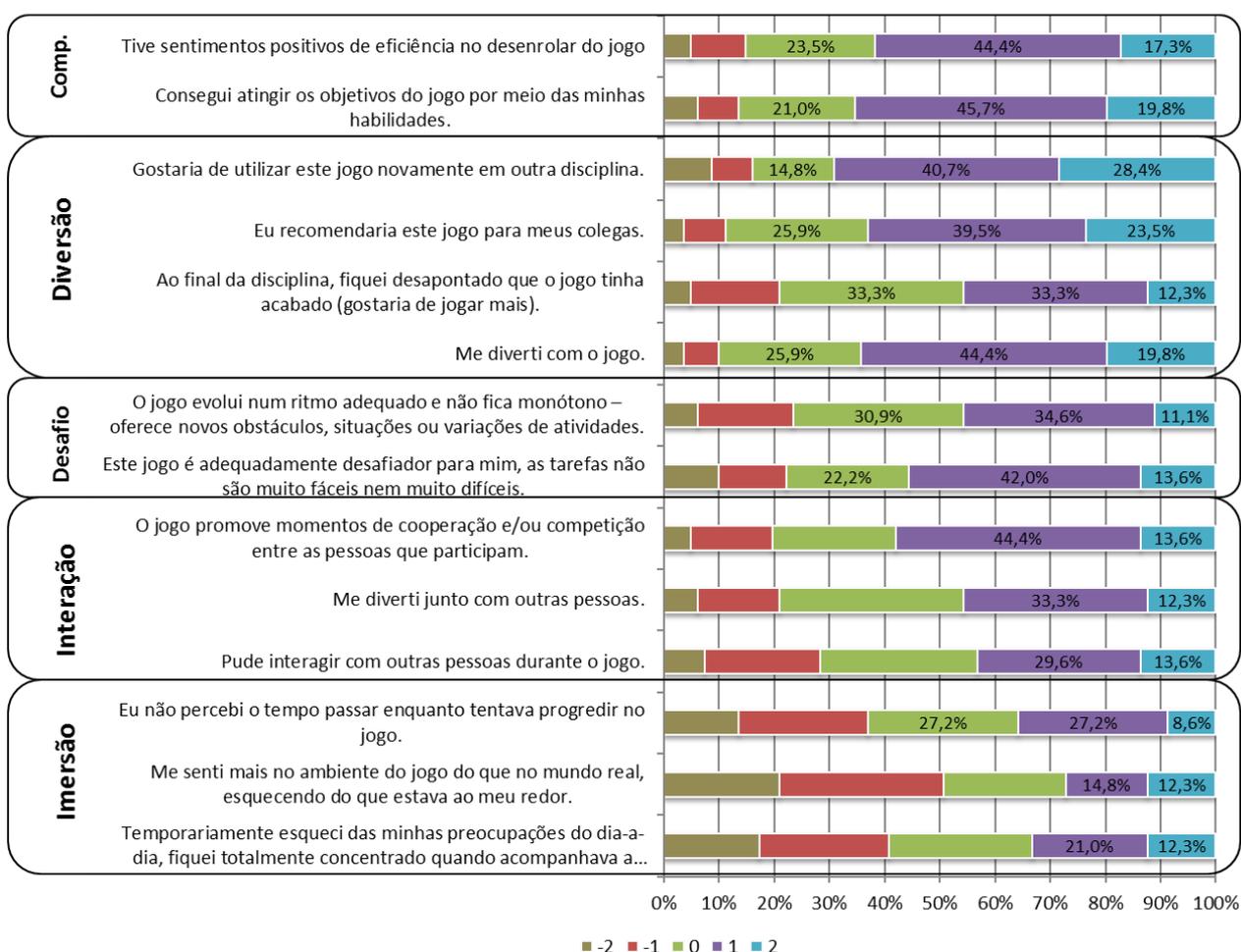


Figura 16. Perguntas referentes a Experiência do Usuário ao utilizar o sistema gamificado.

No que se refere à categoria **diversão**, 69,1% responderam com as notas 1 e 2 dizendo que gostariam de utilizar o jogo novamente em outra disciplina, e na pergunta, “me diverti com o jogo”, o índice de respostas positivas foram mais de 66%.

Os alunos também aprovaram o jogo na categoria **desafio**, o que demonstra que o ritmo do jogo é adequado e não fica monótono a medida que o jogo evolui. Além disso, o nível das tarefas, segundo os alunos, não é nem muito fácil nem muito difícil, ou seja, adequadamente desafiador para a maioria.

Podemos destacar também alguns pontos negativos que podem ser melhorados, como por exemplo, na categoria **imersão**, ela foi a categoria que teve as piores avaliações dos alunos. Acreditamos que as avaliações ruins dessa categoria aconteceram devido ao sistema gamificado não ser um jogo em si, ou seja, a imersão não é tão profunda por conter também o “mundo real” - os alunos ainda precisam lidar com problemas, tarefas e frustrações - e não apenas um “mundo imaginário”.

Nas perguntas referentes à **Interação**, notamos que a estratégia de colocar uma porcentagem mínima necessária de alunos para derrotar o “monstro” deu certo, já que a maioria (58%) responderam positivamente à afirmação “O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam”.

No Figura 17 estão as perguntas referentes ao subcomponente **aprendizagem**. Destacamos aqui a afirmativa “O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina”, em que mais de 60% dos alunos responderam com notas 1 e 2, indicando que o sistema gamificado realmente atingiu um dos seus objetivos oferecendo uma contribuição valiosa para a disciplina, na percepção dos alunos.

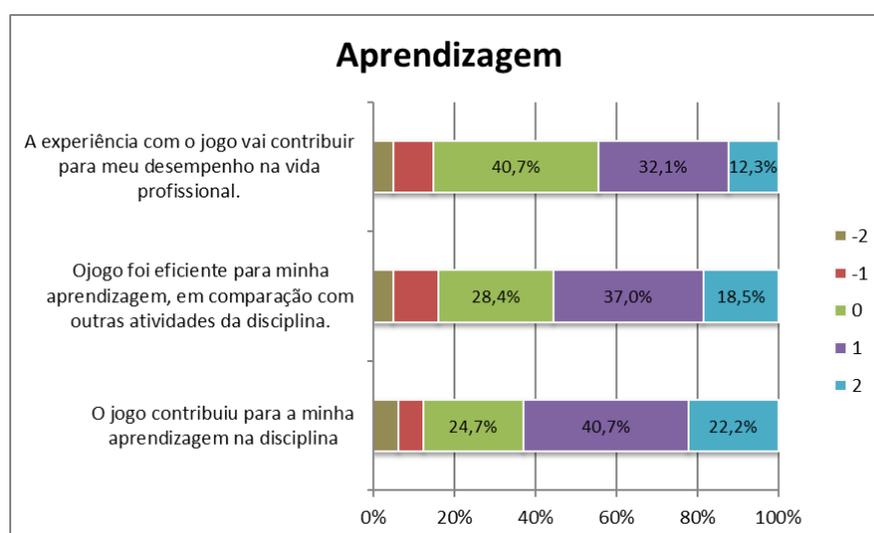


Figura 17. Perguntas referentes ao aprendizado do jogo

4.3.1.2 Resultados do Experimento Principal

No final do primeiro período de 2017, o questionário foi novamente aplicado aos estudantes matriculados para onze turmas, com um total de 373 estudantes, conforme mencionamos na sessão 4.2.

Os resultados qualitativos se mostraram bastante positivos em todos os itens analisados, assim como os resultados das turmas do semestre anterior.

Na Figura 18, estão contidas as análises do subcomponente **motivação**, que são divididos por perguntas em quatro categorias: satisfação, confiança, relevância e atenção.

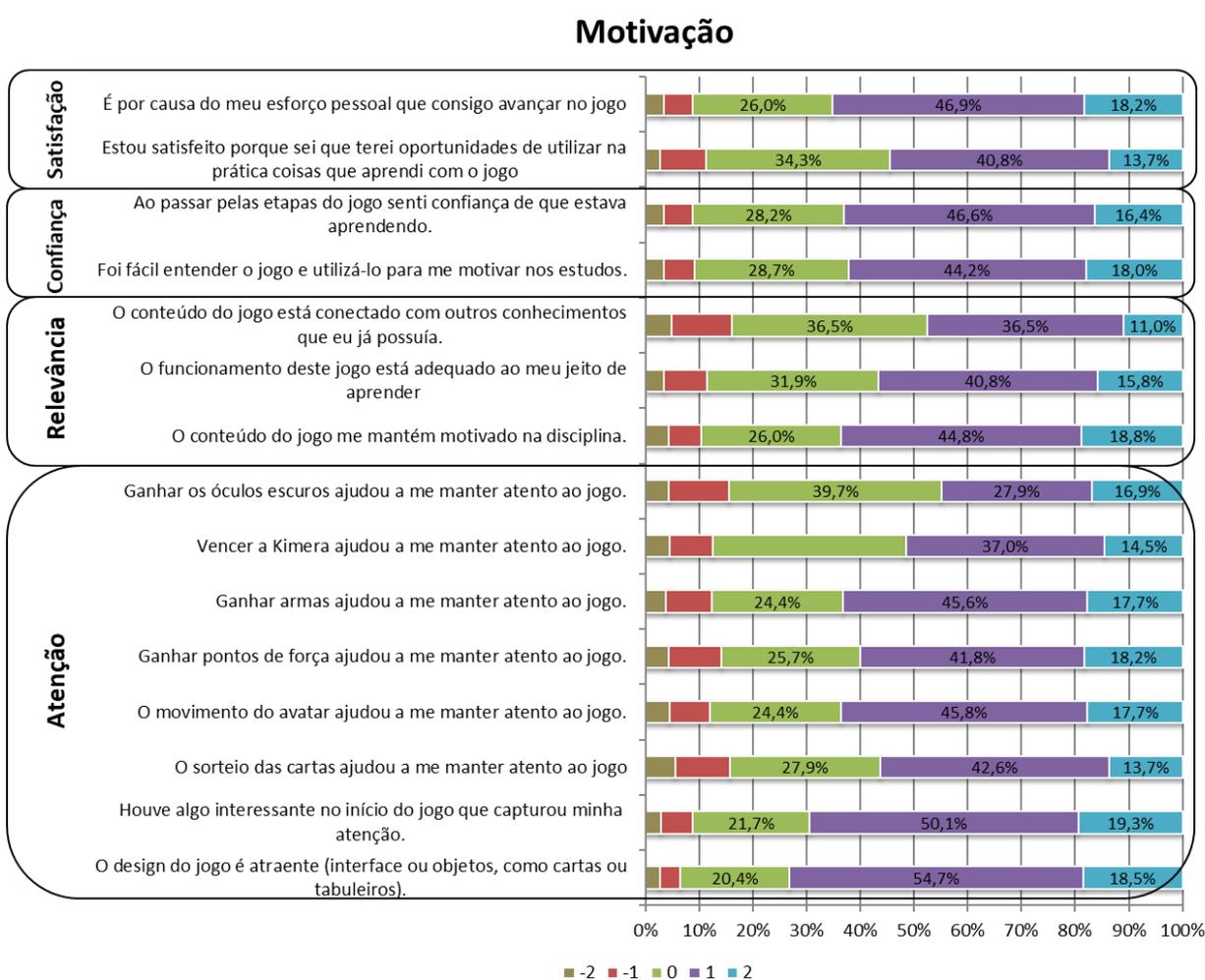


Figura 18. Perguntas referentes a motivação dos alunos ao utilizarem o sistema gamificado (2017/2)

Podemos perceber que as perguntas relacionadas à categoria **satisfação** tiveram na maioria dos resultados pontuações positivas. Por exemplo, na pergunta “É

por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo?”, 46,9% dos estudantes escolherem notas 1 e 18,2% dos estudantes escolheram notas máxima 2. De fato, os alunos perceberam que quanto mais eles resolvem os exercícios e se esforçam na disciplina, mais eles avançam no jogo.

A categoria **confiança** contém perguntas muito importantes sobre motivação e foi bem avaliada pelos estudantes. Pela resposta dos mesmos, percebemos que os alunos entenderam que o sistema gamificado os ajudaria durante a disciplina. Podemos deduzir isso devido a nota que deram para a pergunta “Foi fácil entender o jogo e utilizá-lo para me motivar nos estudos”, no qual, 46,6% e 16,4% avaliaram com notas 1 e 2, respectivamente. Além disso, a outra pergunta “Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo” também recebeu notas bastante positivas.

Ainda sobre as perguntas a categoria **confiança**, alguns alunos deixaram alguns comentários e sugestões a respeito, tais como:

- - *“Dá uma sensação que estamos mesmo aprendendo e se envolvendo.”*
- - *“Foi fácil porque quanto mais acertávamos, mais o avatar ganhava pontos de força e de deslocamento, o problema é que, conforme for o nível de dificuldade de elaboração do programa (no caso, os laboratórios de codificação, os exercícios de desafio e os trabalhos práticos), deveriam ter pontos fixos aos mesmos, por exemplo, uma atividade de nível fácil deveria ter ponto de força e de deslocamento fixo, ao passo que ao nível médio e difícil também serem da mesma forma, mas com pontos de força e de deslocamento maiores que a de nível fácil.”*

Outra categoria significativa no subcomponente **motivação**, a de **relevância**, onde queremos saber a sensação do estudante sobre a importância do conteúdo do jogo, receberam, nas três perguntas, notas positivas. Acreditamos que a pergunta “o conteúdo do jogo me mantém motivado na disciplina?” seja a mais importante e a que podemos destacar nesse item. Ela recebeu uma nota muito expressiva, em que 44,8% dos estudantes avaliaram com nota 1 e 18,8% dos estudantes avaliaram com a nota 2 cumprindo assim com um dos objetivos principais do sistema gamificado, o de motivar o aluno. Isso fica claro com alguns comentários dos alunos a respeito dessa pergunta, selecionamos um em destaque: *“Sim, o jogo realmente me deixou mais*

motivado para disciplina. Fez quebrar a tensão de uma matéria relativamente complicada".

Na última categoria do subcomponente **motivação**, o de **atenção**, também foi avaliado positivamente pelos alunos. Nesse item queremos saber se alguns componentes compostos no sistema manteve a atenção do aluno. Por isso fazemos perguntas sobre o design (interface ou objetos, como cartas ou tabuleiros), animações (como o personagem andar no mapa), ou até mesmo o fator de sorte (como sorteio de cartas) como formas de manter atenção.

As duas perguntas que receberam maiores notas nesse item, foram: "*houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção?*" e "*o design do jogo é atraente?*".

O próximo subcomponente do questionário analisado é o da **experiência do usuário** (Figura 19). Ele é dividido em seis categorias: competência, divertimento, desafio, controle e interação social, imersão.

A categoria **competência** avalia se o jogo apoia o desenvolvimento de habilidades do jogador. Essa categoria foi bem classificada pelos estudantes. Na pergunta "*consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades*" mais de 60% dos alunos responderam de forma positiva, ou seja, os alunos sentiram que para conseguir ir bem no jogo dependeriam exclusivamente das habilidades que eles adquiriam ao longo da disciplina.

Outra categoria bem avaliada em todas as perguntas, a de **diversão**, recebeu como maioria das notas 1 e 2, como é mostrado na Figura 19. Nesse item queremos identificar se os estudantes acharam o jogo divertido e prazeroso e se, dessa forma, o jogo mereça ser indicados aos amigos.

A afirmativa "*me divertir com o jogo*" recebeu 46,1% e 17,7% notas 1 e 2, respectivamente. Provando assim que o jogo realmente foi divertido. Ao serem questionados sobre a possibilidade de jogarem esse jogo em outra disciplina, a maioria respondeu que gostariam de utilizar. Além disso, a maioria respondeu também de forma positiva que gostariam de ter jogado mais e que recomendariam o jogo para os seus colegas.

Experiência do Usuário

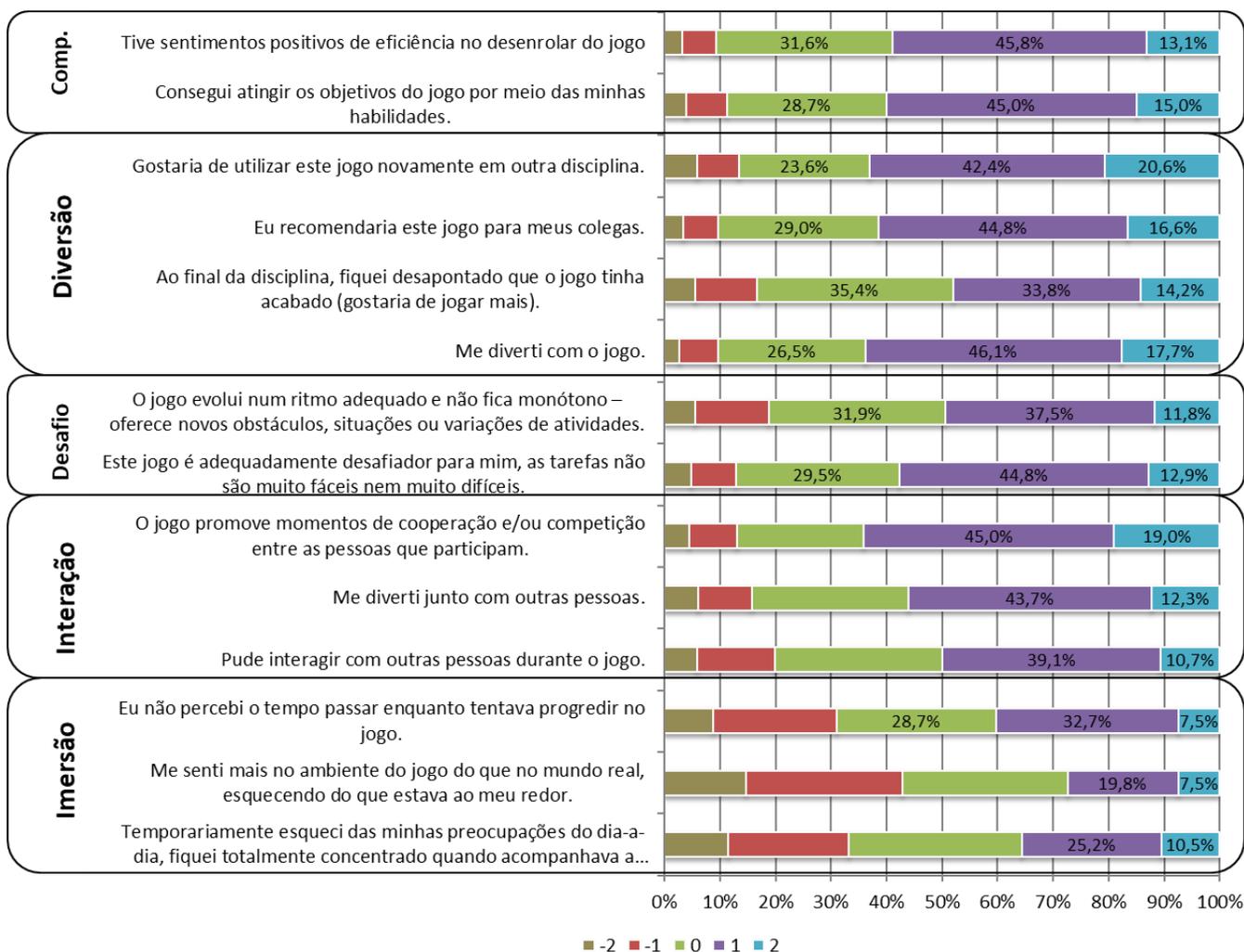


Figura 19. Perguntas referentes a experiência dos usuários ao utilizarem o sistema (2017/2)

Na categoria **desafio**, apesar da maioria das notas positivas, os estudantes criticaram mais que nos outros itens já citados. Por exemplo, a afirmativa “*o jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades*” recebeu 31,9% como nota 0, ou seja, indiferente. Essa nota reflete-se nos seguintes comentários dos estudantes:

- “*Ao passar do tempo, o jogo fica meio monótono, pois não apresenta muitas variedades de atividades.*”
- “*Dava pra ter umas questões extras para praticar mais, com uns desafios mais difíceis e interessantes (mas não necessariamente valendo nota)*”
- “*Poderia ser um pouco mais extenso, apenas um pouco.*”

A categoria **interação social** contém perguntas relacionadas ao sentimento de conexão, empatia, cooperação e competição entre os estudantes. Esse item foi muito bem avaliado em todas as afirmativas. Podemos destacar nesse item a afirmativa relacionada à competição (“*o jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam*”) envolvendo a ferramenta gamificada. Nessa afirmativa 64% dos alunos responderam de forma positiva, sendo que 19,0% responderam com a nota máxima 2.

Na última categoria do subcomponente **experiência do usuário**, a de **dimensão**, os estudantes responderam de forma mais neutra que nos outros itens. Talvez isso deve-se ao fato do sistema gamificado não se tratar de um jogo em si, ou melhor, no sistema, os alunos dependem das ações que eles mesmo fazem na disciplina. O foco é os exercícios e a disciplina. Podemos perceber isso por meio da afirmativa “*Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor*” que recebeu, dentre todas as perguntas, a maior porcentagem (28,2%) com a nota -1.

Perguntas relacionadas à **aprendizagem** estão contidas na Figura 20. Assim como no experimento piloto, a afirmativa em destaque desse subcomponente, “*o jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina*”, teve um resultado muito positivo. A avaliação mostrou que 46,1% dos alunos responderam com a nota 1 e 17,7% responderam com a nota 2. Dessa forma, podemos afirmar, segundo a percepção dos alunos, que o sistema gamificado realmente contribuiu para um melhor desempenho.

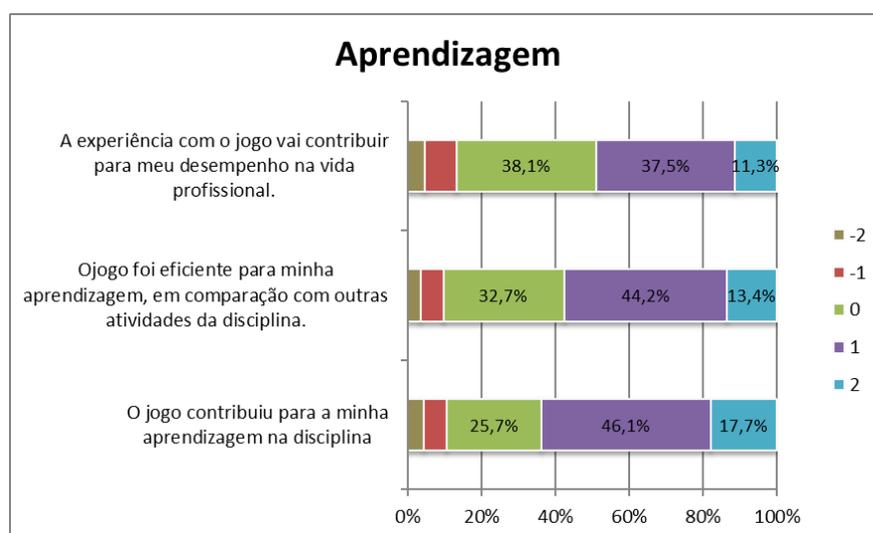


Figura 20. Perguntas referentes a aprendizagem

O questionário também disponibilizava aos estudantes dois campos livres para que eles pudessem escrever três pontos fortes e três sugestões de melhoria do sistema gamificado. Selecionamos alguns comentários positivos:

- *“O mapa interativo fornece uma noção mais dinâmica do quanto o aluno está aprendendo”.*
- *“O sentimento adicional de ‘competitividade’ do jogo motiva o aluno”.*
- *“Sentimento de progressão e evolução contínua no aprendizado da disciplina”.*
- *“O sorteio das cartas”.*
- *“O jogo estimula o aluno a fazer os exercícios”.*
- *“o fato de ir ganhando armas e acessórios motivava”.*
- *“O designer do jogo, as armas e os avatares”.*
- *“O jogo ajudou a manter a atenção no conteúdo já que só assim se poderia avançar no tabuleiro”*
- *“Criou uma aliança entre os jogadores para juntos poderem derrotar Quimera.”*
- *“é um diferencial no que se refere à vida acadêmica, onde tudo é sério e complexo.”*

Também selecionamos algumas sugestões dadas pelos alunos, as quais podem ser incorporadas em futuras aprimoramentos do sistema gamificado:

- *“Deveria ter mais animações”.*
- *“Ganhar Defesa também seria uma boa melhoria”.*
- *“Menos "aleatoriedade" e mais merecimento”.*
- *“Ter uns exercícios "extras", como desafio, para andarmos uma quantidade maior de casas, e ganharmos uma quantidade maior de energia”.*
- *“Colocar interação entre várias turmas (poder ver o progresso de outras turmas)”.*
- *“Inserir inimigos/desafios antes da Quimera”.*
- *“Aumentar a quantidade de questões nos desafios e nas provas”*
- *“Mais cartas, mais poderes e novas armas”*
- *“Ganhar pontos ao matar o Quimera”*

Essas sugestões dos estudantes foram agrupadas em categorias segundo o Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS) [NICOLACI-DA-COSTA 2007]. Essas categorias são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13. Categorias que emergem da análise do MEDS.

#	Categoria	Ocorrências
1	<i>Design</i> do sistema	92
2	Desafios	90
3	Recompensas	80
4	Aleatoriedade na gamificação	66
5	Jogabilidade	31
6	Opções para relatar bugs no sistema	27
7	Sem sugestão de melhoria	22
8	Interação com outros participantes da mesma turma	20
9	Ajuda com as regras	19
10	Tempo do jogo	15
11	Motivação a vencer	8
12	Interação com outras turmas	7
13	Facilidade no uso da ferramenta	5
14	Diversão	3
15	<i>Feedback</i>	2
16	Imersão	1

A categoria 1, que se refere ao *design* do sistema gamificado, foi a categoria que mais recebeu sugestões dos alunos (92 sugestões). Os alunos tiveram bons sentimentos quanto ao *design*, porém, no questionário, a maioria das sugestões referem-se à adição de novos avatares, opções de roupas, e mais animações.

Três categorias que estão interligadas, a 2 (desafios), a 3 (recompensas) e a 4 (aleatoriedade na gamificação), tiveram uma grande quantidade de sugestões (90, 80 e 66 respectivamente). Os alunos criticaram bastante a mecânica de aleatoriedade das cartas, que davam recompensas (andar no mapa ou pontos de força). O mecanismo de sorteio de cartas inicialmente implementado era puramente estocástico, ou seja, “*sem memória*”. Contudo, os seres humanos têm memória. Por isso, quando os alunos ganhavam a mesma recompensa repetidas vezes, tinham a percepção de que estavam sendo injustiçados. Para contornar isso, o mecanismo de sorteio foi alterado para harmonizar a ordem do sorteio das recompensas e dessa forma coincidir com a ideia distorcida que o cérebro humano possui de “*aleatoriedade*”.

Os alunos também sugeriram mais desafios durante a jornada do seu avatar, como: outros monstros, mais questões pra resolver, um mapa com mais obstáculos, entre outros.

Na categoria 5 (jogabilidade) com 31 sugestões, os estudantes abordaram a adição de novas dinâmicas e até mesmo novas regras, como: “*sistema flexível de escolhas de rotas*”.

Por fim, o tema imersão, apesar de ter recebido notas baixas nas perguntas sobre esse assunto, como indica Figura 19, recebeu apenas uma sugestão de melhoria.

4.4 Avaliação Quantitativa e Coleta de Dados

Para realizar a avaliação quantitativa do sistema gamificado, para cada pergunta de pesquisa (Seção 1.4), foram formuladas hipóteses e coletados dados de suporte das seguintes fontes:

- **DS01:** Uma planilha de dados, extraída a partir do SIE (Sistema de Informações para o Ensino), contendo informações dos estudantes matriculados na disciplina de IPC em todos os cursos que ofertaram a disciplina em 2016/1 e 2017/1. Ela inclui: nome, matrícula, curso, situação final na disciplina (aprovado, reprovado por nota, reprovado por falta, trancado), notas dos trabalhos e provas parciais, notas da média final e período letivo.
- **DS02:** Uma planilha de dados, extraída a partir do SIE, contendo a forma de ingresso dos estudantes³. Essa planilha inclui: nome, data de nascimento, forma de ingresso, forma de evasão, nome da unidade de ingresso, matrícula e período do ingresso.
- **DS03:** Uma planilha de dados, fornecida pela PROEG (Pró-reitoria de Ensino de Graduação), contendo informações dos estudantes referentes ao ENEM. Essa planilha inclui: curso, nome do aluno, notas em cada

³ Formas de ingresso: PSC (Processo seletivo contínuo), PSM (Processo Seletivo Macro), SISU (O Sistema de Seleção Unificada), Mandado Judicial, PEGG (Programa estudantil convênio de Graduação), Processo Seletivo Especialização e PSE (Portador de Diploma).

uma das cinco provas do ENEM (Tabela 11Tabela 15) e a modalidade de concorrência da vaga escolhida pelo estudante (Seção 4.3.2.3).

- **DS04:** Uma planilha de dados, extraída do *CodeBench*, que contém as ações individuais dos alunos no sistema gamificado durante a disciplina. Essa planilha inclui: nome do aluno, matrícula, posição final no mapa da gamificação e força final no sistema gamificado.

Por fim, foram realizados testes estatísticos sobre os dados coletados nas fontes descritas acima para avaliar as hipóteses de pesquisa. Para tanto, utilizou-se a ferramenta R⁴, uma linguagem e ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e elaboração de gráficos.

4.4.1 Pergunta de Pesquisa 1

A partir da pergunta de pesquisa 1, formulamos a seguinte hipótese nula (H_0):

- Não há diferença entre as notas dos estudantes das turmas do grupo experimental e as notas das turmas do grupo de controle.

E a hipótese alternativa (H_a):

- Há diferença entre as notas dos estudantes das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.

Para testar a hipótese nula H_0 , coletamos as notas dos estudantes, a partir dos dados de suporte DS01, de cada turma do grupo experimental e comparamos com as notas dos estudantes das turmas do grupo de controle utilizando o teste estatístico não-paramétrico de *Wilcoxon*. O teste de *Wilcoxon* foi escolhido porque os grupos de notas são duas amostras independentes, não possuem distribuição normal e a medida do desempenho dos alunos (notas da média final) constitui, no máximo, uma medida ordinal. Por essas razões, o teste de *Wilcoxon* é apropriado para analisar esses dados.

Após a formulação das hipóteses e a escolha do teste estatístico, estabelecemos o nível de significância (α) para os nossos testes em $\alpha < 0,05$ (probabilidade de erro de 5%).

⁴ Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

Caso a hipótese nula seja rejeitada, a hipótese alternativa (H_a) é confirmada. Dessa forma, poderemos mostrar empiricamente se há diferença entre as amostras e assim afirmar se o desempenho dos estudantes que usaram o sistema gamificado aumentou ou diminuiu em relação às turmas que não utilizaram o sistema gamificado.

4.4.2 Pergunta de Pesquisa 2

A partir da pergunta de pesquisa 2 formulamos as seguintes hipóteses nulas:

- $H02$: Não há diferença entre a taxa de aprovação das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.
- $H03$: Não há diferença entre a taxa de reprovação por nota das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.
- $H04$: Não há diferença entre a taxa de desistência (reprovação por frequência e trancamentos) das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.

E as hipóteses alternativas:

- $Ha2$: Há diferença entre a taxa de aprovação das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.
- $Ha3$: Há diferença entre a taxa de reprovação por nota das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.
- $Ha4$: Há diferença entre a taxa de desistência (reprovação por frequência e trancamentos) das turmas do grupo experimental e das turmas do grupo de controle.

Para testar as hipóteses nulas ($H02$, $H03$, $H04$) calculamos as taxas de aprovação, reprovação e desistências, a partir dos dados de suporte DS01, das turmas dos dois grupos (experimental e de controle) e comparamos utilizando o teste estatístico não-paramétrico de *Wilcoxon*. O teste de *Wilcoxon* foi escolhido porque os grupos das taxas de aprovação, reprovação e desistências são amostras independentes, não possuem distribuição normal e usam amostras pequenas. Por essas razões, o teste de *Wilcoxon* é apropriado para analisar esses dados.

Além disso, separamos essas taxas para os testes em outros quatro grupos (Geral, Ampla Concorrência, PPI1 e PPI2) dos seis grupos que são distribuídas as vagas para a entrada na Universidade Federal do Amazonas⁵:

- Geral: Todos os candidatos;
- Ampla Concorrência: Candidatos que não atendem as outras cotas;
- PPI1: Candidatos que cursaram, integralmente, o ensino médio ou equivalente em escola pública, que se autodeclararam pretos, pardos ou indígenas, com renda familiar bruta igual ou inferior a 1,5 salário-mínimo per capita;
- PPI2: Candidatos que cursaram, integralmente, o ensino médio ou equivalente em escola pública, que se autodeclararam pretos, pardos ou indígenas, independentemente de renda;
- NDC1: Candidatos que cursaram, integralmente, o ensino médio ou equivalente em escola pública, que não se autodeclararam pretos, pardos ou indígenas, com renda familiar bruta igual ou inferior a 1,5 salário-mínimo *per capita*;
- NDC2: Candidatos que, independentemente da renda familiar, cursaram, integralmente, o ensino médio ou equivalente em escola pública, que não se autodeclararam pretos, pardos ou indígenas.

Decidimos descartar as cotas NDC1 e NDC2, por representarem uma amostra muito pequena, de no máximo 2 alunos por curso.

Após a formulação das hipóteses e a escolha do teste estatístico, também estabelecemos o nível de significância (α) para os esses testes em $\alpha < 0,05$ (probabilidade de erro de 5%).

Caso as hipóteses nulas (H02, H03, H04) sejam rejeitada, as hipóteses alternativas (Ha2, Ha3, Ha4) são confirmadas. Dessa forma, poderemos mostrar empiricamente se há ou não diferença entre as amostras e assim afirmar se o desempenho das turmas experimentais aumentou ou diminuiu em relação às turmas de controle.

⁵ Conforme o edital publicado em: <<http://www.comvest.ufam.edu.br/>>. Último acesso: março/2018

4.4.3 Pergunta de Pesquisa 3

A partir da pergunta de pesquisa 3, formulamos a seguinte hipótese nula:

- $H05$: Não há associação entre as notas do estudante no ENEM e a sua situação final (aprovado, reprovado ou desistente) na disciplina de IPC, no grupo experimental e no grupo de controle.

E a hipótese alternativa:

- $Ha5$: Há associação entre as notas do estudante no ENEM e a sua situação final (aprovado, reprovado ou desistente) na disciplina de IPC, no grupo experimental e no grupo de controle.

Para testar a hipótese nula $H05$, coletamos as notas do ENEM dos estudantes, a partir dos dados de suporte DS03, de cada turma do grupo experimental e do grupo de controle e verificamos a influência dessa nota sobre a situação final na disciplina de IPC (aprovado, reprovado ou desistente). Para isso, usamos o teste estatístico ANOVA para calcularmos nível de significância, estabelecido em $\alpha < 0,05$ (probabilidade de erro de 5%) para a rejeição da $H05$, e calculamos a raiz quadrada do coeficiente de determinação de um modelo de regressão logística ajustado para medirmos a intensidade de associação entre as amostras. Essa raiz quadrada informa sempre um número entre 0 e 1, onde, 1 indica muito relacionado e 0 pouco relacionado.

Fizemos esses testes para as notas das cinco provas do ENEM listadas na Tabela 14 Tabela 15, e também para a média aritmética simples dessas provas.

Tabela 14. Provas da prova do ENEM. Fonte: Edital da prova do ENEM⁶.

Prova	Componentes curriculares
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação e Comunicação
Ciências Humanas e suas Tecnologias	História, Geografia, Filosofia e Sociologia
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Química, Física e Biologia
Matemática e suas Tecnologias	Matemática
Redação	Língua Portuguesa e Conhecimentos Gerais

Fonte: Elaboração própria.

⁶Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2018/edital_enem_2018.pdf>, último acesso: março/2018.

Caso a hipótese nula (H_0) seja rejeitada, a hipótese alternativa (H_a) é confirmada. Assim, podemos mostrar a intensidade de associação entre as notas do ENEM e o desempenho do estudante em IPC, ou seja, o quanto o conhecimento do aluno adquirido antes de entrar na universidade influenciou de alguma forma no desempenho na disciplina de IPC. Portanto, espera-se que a gamificação diminua esse grau de associação, ou seja, supõe-se que o sistema gamificado motive os estudantes de tal forma que sua base de formação no Ensino Médio (expressa pela nota nas provas do Enem) não tenha mais influência sobre sua nota em IPC.

4.4.4 Pergunta de Pesquisa 4

A partir da pergunta de pesquisa 4, formulamos a seguintes hipóteses nulas:

- H_06 : Não há correlação entre os pontos de força adquiridos pelos estudantes no sistema gamificado e o desempenho final do aluno na disciplina de IPC.
- H_07 : Não há correlação entre a posição final do estudante no mapa do sistema gamificado e o desempenho final do aluno na disciplina de IPC.

E as hipóteses alternativas:

- H_a6 : Há correlação entre os pontos de força adquiridos pelos estudantes no sistema gamificado e o desempenho final do aluno na disciplina de IPC.
- H_a7 : Há correlação entre a posição final do estudante no mapa do sistema gamificado e o desempenho final do aluno na disciplina de IPC.

Para testar as hipóteses nulas H_06 e H_07 , coletamos os pontos (níveis de força dos personagens) e a posição do personagem do estudante no mapa da gamificação de cada aluno, a partir dos dados de suporte DS04, e verificamos a correlação com a sua nota final na disciplina de IPC. Para isso, usamos o coeficiente de correlação de postos de *Spearman*. Esse coeficiente informa o grau de associação (r_s), que varia entre -1 e 1, entre essas duas variáveis.

O nível de significância (α) desses testes, assim como nos outros testes já citados, foram definidos em $\alpha < 0,05$ (probabilidade de erro de 5%).

Caso a hipótese nula seja rejeitada, a hipótese alternativa (H_a) é confirmada. Assim, podemos mensurar e ter uma perspectiva mais concreta sobre o quanto os

elementos de pontuação do sistema gamificado influenciou diretamente nas notas dos estudantes.

4.4.5 Resultados dos Testes Quantitativos

A Tabela 15 informa o resultado dos testes da hipótese H0. Apenas na turma de Física – Bacharelado (IE14) rejeitou-se a hipótese. Nos outros testes não podemos afirmar estatisticamente se houve diferença entre as notas dos estudantes das turmas do grupo experimental e dos estudantes das turmas de controle. Dessa forma, nos testes em que não conseguimos rejeitar a H0 não podemos afirmar se o jogo melhorou o desempenho dos alunos que usaram o sistema gamificado.

Tabela 15. Testes da Hipótese H0.

Resultados dos testes estatísticos não-paramétrico de <i>Wilcoxon</i> entre as notas dos estudantes das turmas de 2016/1 e 2017/1	
Turmas	P-Valor
Engenharia de Materiais – FT08	0,092 [#]
Engenharia de Petróleo e Gás – FT11	0,149 ^{ns}
Engenharia de Produção – FT06	0,829 ^{ns}
Engenharia Mecânica – FT09	0,194 ^{ns}
Engenharia Química – FT12	0,495 ^{ns}
Estatística – IE01	0,810 ^{ns}
Física - Bacharelado – IE14	0,006 [*]
Física - Licenciatura – IE13	0,187 ^{ns}
Matemática - Bacharelado – IE03B	0,705 ^{ns}
Matemática - Licenciatura – IE03L	0,484 ^{ns}
Matemática - Licenciatura – IE07	0,417 ^{ns}

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o símbolo * denota o índice de significância a 5% ($p < 0,05$); # a 10% ($p < 0,10$) e ns indica não significância ($p > 0,10$).

Por outro lado, a H0 é rejeitada na turma de Física - Bacharelado - IE14. Dessa forma, analisamos a média e a mediana das notas dos estudantes dessas turmas (grupo experimental e de controle), representada na Figura 21.

A Figura 21 mostra que a média das notas dos estudantes da turma que utilizou o sistema gamificado melhorou de forma muito significativa em relação à turma do grupo de controle. Assim, como a única diferença na metodologia aplicada nessas duas turmas foi o uso de gamificação, podemos concluir que a nossa abordagem contribuiu para o aumento do desempenho dos estudantes na turma de Física (IE14).

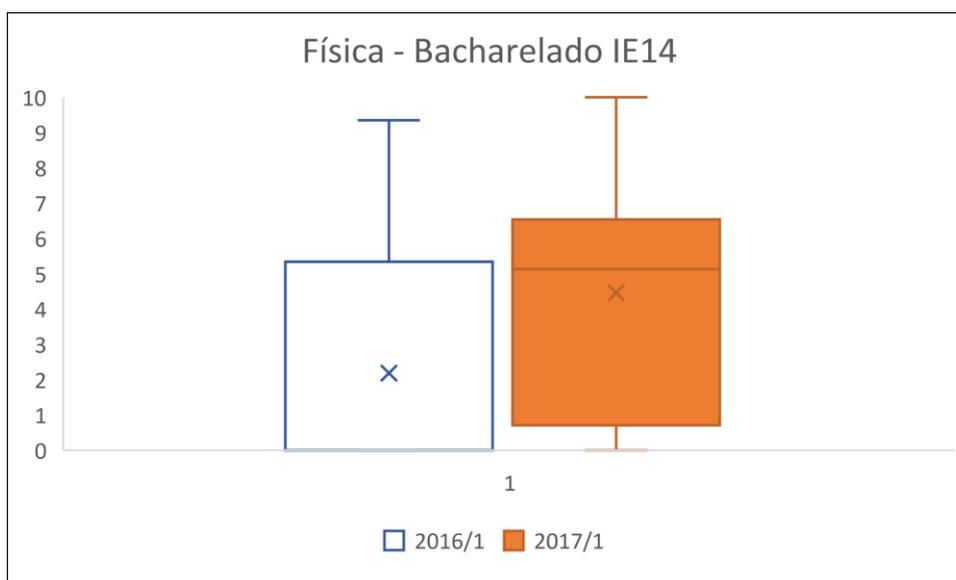


Figura 21. Diagrama de caixa entre a turmas de bacharelado – física – IE15 de 2016/1 e 2017/1.

A Figura 22 apresenta a evolução da taxa de aprovação e da taxa de reprovação por nota das turmas de primeiro período em IPC de 2010/1 a 2017/1.

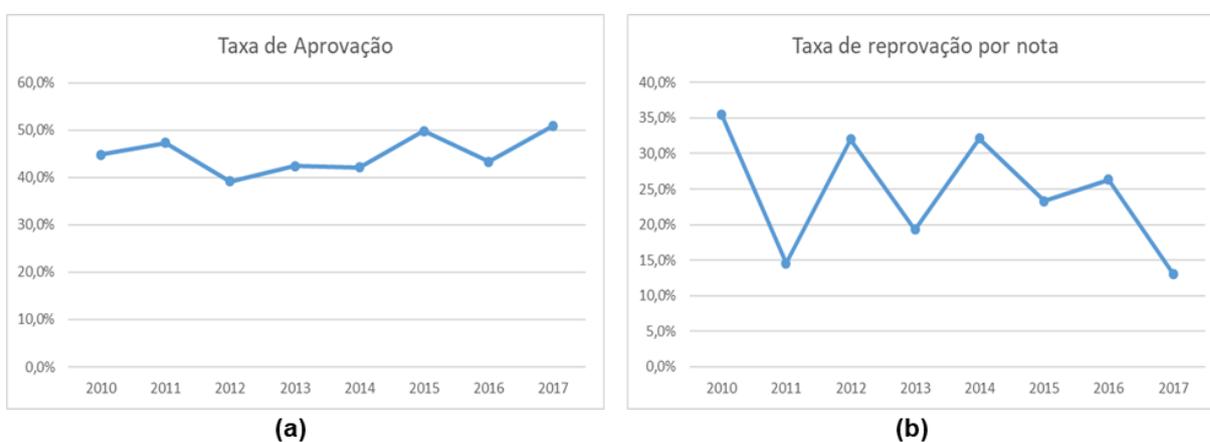


Figura 22. Evolução na taxa de aprovação (a) e reprovação por nota (b) na disciplina de IPC.

Apesar do aumento da taxa de aprovação e da diminuição da taxa de reprovação por nota em 2017, precisamos testar se há diferença significativa entre as amostras do grupo experimental e do grupo de controle para rejeitar a H02 e H03, respectivamente. Assim, a Tabela 16 nos mostra os resultados dos testes das hipóteses H02, H03 e H04.

Tabela 16. Teste das hipóteses H01, H02 e H03.

Resultados dos testes estatísticos não-paramétrico de <i>Wilcoxon</i> entre as taxas de aprovação, reprovação e desistências das turmas de 2016/1 e 2017/1			
Distribuição de vagas	<i>P-valor</i>		
	Taxa de Aprovação	Taxa de Reprovação	Taxa de Desistência
Geral	0,475 ^{ns}	0,123 ^{ns}	0,206 ^{ns}
Ampla Concorrência	0,083 [#]	0,206 ^{ns}	0,765 ^{ns}
PPI1	0,465 ^{ns}	0,358 ^{ns}	0,0503 [#]
PPI2	0,541 ^{ns}	0,213 ^{ns}	0,067 [#]

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o símbolo * denota o índice de significância a 5% ($p < 0,05$); # a 10% ($p < 0,10$) e ns indica não significância ($p > 0,10$).

Todos os testes referentes à taxa de aprovação tiveram como resultado um valor acima do nível de significância em nossos testes, como mostra a Tabela 16. Portanto, a H02 não foi rejeitada, ou seja, não podemos afirmar se houve um aumento na taxa de aprovação nas turmas que utilizaram o sistema gamificado.

Assim como a H02, também não foi possível rejeitar a H03 e H04, conforme é mostrado na Tabela 16. Dessa forma, não podemos afirmar se houve uma melhora na taxa de reprovação por nota e na taxa de desistência nas turmas que utilizaram o sistema gamificado.

No entanto, ao compararmos todos os alunos de 2016/1 (turmas de controle) como todos os alunos de 2017/1 (grupo experimental) utilizando o teste não-paramétrico de *Wilcoxon*, temos o seguinte resultado: $p\text{-valor} = 0,069$. Dessa forma, não podemos afirmar estatisticamente que há diferença nas amostras. Mas, ao analisar esses mesmos dados e excluindo os desistentes, ou seja, alunos reprovados por falta ou trancados, temos o seguinte resultado: $p\text{-valor} = 6.61e-09$. Dessa forma, podemos afirmar que há diferença nas notas dos estudantes que utilizaram o sistema gamificado em relação a turma de controle.

Neste contexto, a Figura 23 apresenta um diagrama de caixa das amostras dos alunos de 2016/1 e 2017/1. Houve uma melhora na média e na mediana da turma do grupo experimental, ou seja, podemos concluir que a gamificação influenciou no aumento das competências dos estudantes quando excluimos os alunos desistentes.

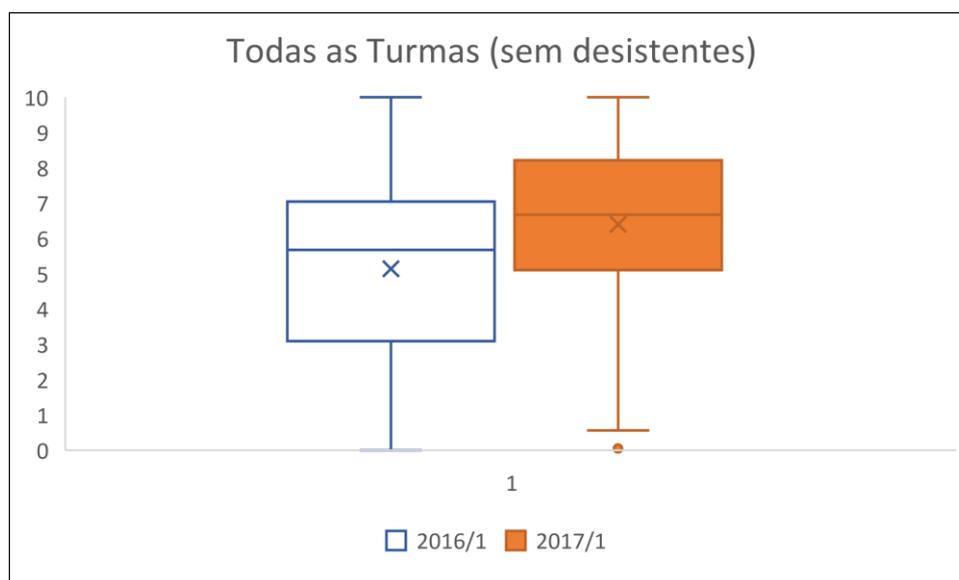


Figura 23. Diagrama de caixa entre das notas entre os alunos não desistentes na disciplina de IPC das turmas de 2016/1 e 2017/1.

A Figura 24 apresenta uma melhora na média e na mediana em relação as turmas do grupo de controle, porém, como dito anteriormente, não podemos afirmar estatisticamente que há diferença entre as amostras.

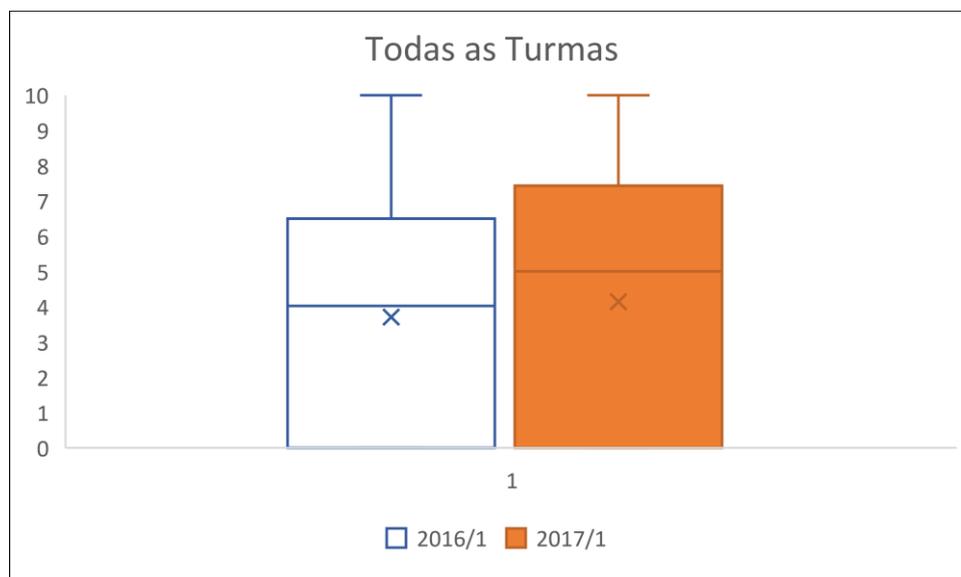


Figura 24. Diagrama de caixa entre das notas entre os alunos das turmas de 2016/1 e 2017/1.

No teste da H05, tentamos encontrar uma associação entre a nota no ENEM e a situação final (aprovado, reprovado ou desistente) do estudante de IPC. Os resultados estão presentes na Tabela 17.

Os resultados mostram que em 2016/1 (grupo de controle) foi possível rejeitar a H05, enquanto que em 2017/1 (grupo experimental) não foi possível rejeitar a H05 em cinco dos seis casos testados, ou seja, em 2016/1 houve, de fato, associação entre as notas do ENEM e o desempenho do aluno em IPC.

Podemos observar também que em 2016/1 a intensidade de associação foi baixa ($<0,7$), porém a maior foi com relação à prova de matemática, o que pode indicar uma relação multifator.

Com a gamificação, ou seja, nas turmas de 2017/1, não podemos afirmar haver associação entre provas individuais do Enem e o desempenho em IPC. Provavelmente a gamificação estimule os estudantes a se empenharem na disciplina, de modo que o desempenho no Enem, especialmente na prova de matemática, deixou de ser fator decisivo para um bom desempenho em IPC.

Tabela 17. Teste da hipótese H05.

Resultados dos testes estatísticos da intensidade de associação entre a nota do ENEM e a situação final do estudante em IPC.		
Áreas de conhecimento	Intensidade de associação	
	2016	2017/1
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	0,16*	0,07 ^{ns}
Ciências Humanas e suas Tecnologias	0,20*	0,12 ^{ns}
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	0,24*	0,067 [#]
Matemática e suas Tecnologias	0,34*	0,12 ^{ns}
Redação	0,20*	0,16 [#]
Média	0,31*	0,17*

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o símbolo * denota o índice de significância a 5% ($p < 0,05$); # a 10% ($p < 0,10$) e ns indica não significância ($p > 0,10$).

Com respeito à média das provas do Enem, onde foi possível rejeitar a H05 em ambos os anos, a intensidade de associação entre Enem x IPC caiu de 0,31 para 0,17, reforçando assim a influência da gamificação no desempenho dos estudantes em IPC que diminuiu o fator decisivo Enem x desempenho em IPC.

Por fim, as hipóteses H06 e H07 foram testadas para nos indicar a correlação entre os elementos de pontuação do sistema gamificado e o desempenho do estudante em IPC.

Os resultados na Tabela 18 indicam que houve uma correlação forte ($r_s > 0,7$) entre os pontos adquiridos pelos estudantes no sistema gamificado e seu desempenho na disciplina. O mesmo ocorre nos testes referentes à posição dos jogadores no mapa da gamificação x desempenho em IPC.

Tabela 18. Testes das hipóteses H06 e H07.

Resultados dos testes estatísticos do coeficiente de correlação posto-ordem de Spearman r_s entre os pontos e a posição no mapa x notas dos estudantes em IPC		
	Pontos de Força x Notas	Posição no Mapa x Notas
Nível de significância	$p\text{-valor} = 2.2e-16$	$p\text{-valor} = 2.2e-16$
Coefficiente de correlação	$r_s = 0,74$	$r_s = 0,74$

Fonte: Elaboração própria.

Então, podemos concluir que os elementos da gamificação contidos no *CodeBench* estão ligados diretamente com as notas dos estudantes, ou seja, a competição que o jogo traz ao aluno o ajuda na melhora do seu desempenho na disciplina de IPC.

4.5 Discussão

Os resultados do experimento com o uso de gamificação demonstraram, em ambos as avaliações (qualitativo e quantitativo), que essa abordagem possui um grande potencial para contribuir na motivação e no desempenho dos estudantes iniciantes em programação.

Nas avaliações qualitativas, os alunos demonstraram interesse em utilizar o sistema gamificado novamente ou até mesmo em outras disciplinas. Eles também

apontaram o jogo⁷ como divertido, motivador e bem atraente, no que diz respeito ao design. Dessa forma, conseguimos cumprir com um dos principais objetivos deste estudo: o aumento da motivação dos estudantes.

Devemos destacar também um fator muito questionado pelos estudantes, no qual podemos considerar como uma crítica negativa ao sistema gamificado, o fator “sorte”, onde segundo eles, estava muito desbalanceado na hora do sorteio das opções de ganhar força ou andar no mapa.

A respeito dos testes quantitativos, obtivemos conclusões positivas em relação ao desempenho dos alunos. Conseguimos mostrar empiricamente que as médias das notas na turma de Física – Bacharelado (IE14), em 2017/1, aumentaram ao serem comparadas com as turmas de controle (2016/1), assim, acreditamos que a gamificação teve uma grande influência no aumento do desempenho desses estudantes.

Mostramos também que houve uma melhora significativa nas médias das notas dos alunos do grupo experimental, quando excluimos os alunos desistentes.

Ainda nos testes quantitativos, demonstramos que a nota do ENEM, ou seja, o conhecimento que o estudante tinha antes de entrar na universidade, deixasse de ser um fator decisivo no desempenho do estudante na disciplina de IPC ao utilizar o sistema gamificado.

Por fim, mostramos o quanto os elementos contidos no sistema estão diretamente correlacionados com o desempenho do estudante em IPC. Dessa forma, se o estudante se esforça para alcançar o objetivo final do jogo ou para ficar na frente dos seus companheiros, ele conseguirá obter uma boa média na disciplina.

4.5.1 Ameaças à Validade

Apesar dos bons resultados obtidos no teste qualitativo, alguns fatores ameaçam a validade dos resultados. Neste teste, mesmo explicando a todos os alunos que o questionário não os obriga a se identificarem e não são válidos como notas, deixando-os livres para responder da forma mais sincera possível, ainda existe a possibilidade dos estudantes se sentirem pressionados ao responderem o

⁷Na visão do estudante, o sistema gamificado, é um jogo que faz parte do juiz online *CodeBench*.

questionário, dando opiniões diferentes do que realmente se identificaram ao utilizar o sistema gamificado por algum motivo subjetivo que ele possa estar sentindo no momento.

Outro possível viés a se considerar é o fato das turmas experimentais e de controle terem sido conduzidas por professores diferentes. Assim, mesmo que o conteúdo e os materiais didáticos sejam os mesmos, a forma como é ensinado esse conteúdo também difere entre os professores.

Nos testes quantitativos com as notas do ENEM, devido à diferença do ano de entrada para os diferentes cursos, levamos em consideração provas de anos diferentes (2016 e 2017). Assim, mesmo que as questões tenham níveis de dificuldades semelhantes, pode ser que algumas perguntas tenham sido mais difíceis que outras. O mesmo ocorre com o tema da redação.

Por fim, a “competição” da disciplina de programação com outras do mesmo período pode ter interferido nos estudos dos alunos, uma vez que nos cursos em que aplicamos o sistema gamificado, a disciplina de programação é uma disciplina que exerce um papel de atividade-meio, e não atividade-fim. Por conta disso, os alunos tentem a priorizar disciplinas que são pré-requisitos de um maior número de disciplinas do que IPC, como Cálculo I e Álgebra Linear I.

4.6 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentada a aplicação do sistema gamificado *CodeBench* e o estudo experimental com turmas iniciais de programação durante dois períodos letivos na UFAM, bem como os resultados dos testes qualitativos e quantitativos que avaliaram principalmente a motivação, o engajamento e o desempenho dos alunos.

Por fim, os resultados apresentados se mostraram positivos nos itens avaliados em todos os testes. Mostramos o quanto os alunos sentiram que o sistema os ajudava em termos de engajamento, motivação e aprendizagem e também, de forma quantitativa, o aumento das competências e do desempenho dos estudantes.

Capítulo 5

CONCLUSÕES

Neste capítulo abordamos as contribuições finais e suas conclusões, as contribuições de pesquisa e os trabalhos futuros.

5.1 Considerações Finais

A disciplina de programação é essencial para cursos de computação e compõe a grade curricular de cursos de engenharia e de ciências exatas. Porém, o estudo inicial de programação ainda é complexo e difícil. Os alunos precisam ter uma base em lógica matemática e dedicar muito tempo em resolução de exercícios. Além disso, alunos que não são de áreas ligadas à computação, ou seja, alunos de engenharia e de alguns outros cursos de ciências exatas, não costumam ter motivação nessa matéria, já que a programação não é prioridade na matriz curricular desses cursos.

Outras dificuldades também são relatadas na literatura: dificuldade de aprendizagem devido à baixa qualidade do Ensino Básico, falta de percepção da importância da disciplina no futuro acadêmico-profissional, prioridade a disciplinas que influenciam mais no currículo, falta de Identidade com o curso escolhido, pouco tempo para corrigir exercícios de programação, entre outros [CARVALHO, OLIVEIRA E GADELHA 2016].

Essas dificuldades acabam contribuindo de alguma maneira para que os cursos da área de computação estejam entre os maiores no índice de evasões [BOSSE e GEROSA 2015].

Tendo em vista esse cenário, este estudo apresentou um sistema de *juiz online* gamificado, a fim de motivar e engajar os estudantes e amenizar o alto índice de reprovações em disciplinas iniciais de programação. O sistema *CodeBench* fornece ao aluno todo o auxílio junto às suas atividades de programação, um *feedback* rápido

e automático na correção das atividades de uma forma divertida e engajadora, pois a gamificação gera uma competição saudável entre os estudantes.

Mediante a um quase-experimento realizado com dezesseis turmas de programação na UFAM, foi possível demonstrar, por meio avaliações qualitativas e quantitativas, um aumento na motivação, no engajamento e no desempenho dos estudantes de IPC.

Realizamos a avaliação qualitativa com a aplicação de um questionário de avaliação de jogos educacionais adaptado para o sistema gamificado. Os resultados mostraram-se satisfatórios em todas as questões levantadas. A maioria dos alunos responderam de forma positiva as perguntas referentes à motivação, experiência do usuário e aprendizagem.

A respeito do desempenho dos estudantes, fizemos testes quantitativos que demonstraram uma melhora no índice de aprovação da disciplina de IPC em relação a turmas que não utilizaram o sistema gamificado.

Demonstramos também que o uso do sistema *CodeBench* gamificado, diminui a influência que a nota do ENEM, principalmente na prova de matemática, tem sobre o desempenho em IPC.

Portanto, este estudo teve importantes contribuições para a pesquisa sobre o uso de sistemas gamificados para engajar estudantes, aumentar o desempenho e melhorar os índices de reprovação em disciplinas de programação. Tais como:

- A gamificação de um sistema de *Juiz Online* para promover o engajamento estudantil;
- Um experimento realizado com mais de 400 estudantes de diversos cursos de engenharia e ciências exatas;
- Importantes resultados qualitativos sobre a motivação e a experiência do estudante com o sistema *CodeBench* gamificado;
- Resultados quantitativos que demonstraram o aumento das competências dos estudantes e a diminuição dos índices de reprovação na disciplina de IPC.

5.1.1 Trabalhos Futuros

O presente trabalho apresentou bons resultados e cumpriu com os objetivos propostos ao utilizar um sistema de juiz *online* gamificado como estratégia de motivação e engajamento estudantil em disciplinas introdutórias de programação. Porém, acredita-se que é possível aplicar melhorias em torno das estratégias utilizadas em torno do sistema. Por isso, alguns trabalhos futuros são descritos a seguir:

- Aplicar algumas sugestões descritas pelos alunos nos questionários qualitativos.
- Realização de um estudo mais aprofundado sobre o perfil de jogadores para direcionar a gamificação de forma mais precisa.
- Adicionar novas funcionalidades ao sistema a respeito da dinâmica de batalha.
- Desenvolver estratégias colaborativas para aumentar a interação entre os estudantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.; COSTA, E.; SILVA, K.; PAES, R.; ALMEIDA, A.; BRAGA, J. (2002) "AMBAP: Um Ambiente de Apoio Ao Aprendizado de Programação". X Workshop de Educação em Computação (WEI), Congresso da SBC, Florianópolis.

ALVES, FLORA. (2015) Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. DVS editora.

ANDERSON, L. W., KRATHWOHL, D. R. (Eds.) (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Longman.

BONWELL C.; EISON. J. (1991) Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.

BORGES, S. S.; REIS, H. L.; DURELLI, V. H. S.; BITTENCOURT, I. I.; JAQUES, P. A.; ISOTANI, S. (2013) "Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático". Em II Congresso Brasileiro de Informática na Educação, XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

BOSSE, Y., & GEROSA, M. A. (2015). Reprovações e Trancamentos nas Disciplinas de Introdução à Programação da Universidade de São Paulo: Um Estudo Preliminar. In XXIII WEI–Workshop sobre Educação em Informática. Recife, Julho.

BRANCH, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722). Springer Science & Business Media.

CAILLOIS, R., & BARASH, M. (1961). Man, play, and games. University of Illinois Press.

CAMPOS A., GARDIMAN R., MADEIRA C. (2015) "Aplicação da Gamificação na Disciplina de Empreendedorismo", In: XXIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2015).

CARVALHO, L., OLIVEIRA, D., & GADELHA, B. (2016). Juiz online como ferramenta de apoio a uma metodologia de ensino híbrido em programação. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 27, No. 1, p. 140).

CHAVES, J. O. M., CASTRO, A. F., LIMA, R. W., LIMA, M. V. A., FERREIRA, K. H. (2013). Integrando Moodle e Juizes Online no Apoio a Atividades de Programação. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 24, No. 1, p. 244).

D. L. KIRKPATRICK & J. D. KIRKPATRICK. (2006) Evaluating Training Programs: The Four Levels (3rd ed.), Berrett- Koehler Publishers, 2006.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. (2011) "From game design elements to gamefulness: defining gamification", In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, ACM, p.9-15.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. (2011) "From game design elements to gamefulness: defining gamification", In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, ACM, p.9-15.

DICK, W., CAREY, L., & CAREY, J. O. (2001). The Systematic Design of Instruction. Allyn & Bacon; 7 ed.

DIJKSTRA, EDSGER W. (1989). "On the Cruelty of Really Teaching Computing Science" In Communications of ACM, Issue 12, (vol.32), 1398-1404.

DJAJALAKSANA. Y. M. (2011) A National Survey of Instructional Strategies Used to Teach Information Systems Courses: An Exploratory Investigation. PhD thesis, University of South Florida, EUA.

FADEL, L. M., BATISTA, C., ULBRICHT, V. R., & VANZIN, T. (2014). Gamificação na educação. Pimenta Cultural.

FARDO, MARCELO LUÍS. (2014). A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem.

FIGUEIREDO, K., S., (2015) "Proposta de Gamificação de Disciplinas em um Curso de Sistemas de Informação.". XI Brazilian Symposium on Information System, Goiania, GO.

G. SINDRE & D. MOODY. (2003) Evaluating the Effectiveness of Learning Interventions: An Information Systems Case Study. Proc. 11th European Conference on Information Systems, Naples/Italy.

GAGNE, R. M., BRIGGS, L. J., WAGER, W. F. Principles of Instructional Design, Wadsworth, 1985.

GOMES, A. de J. (2010) Dificuldades de aprendizagem de programação de computadores: contributos para sua compreensão e resolução. Tese de Doutorado em Engenharia Informática. Coimbra. Portugal.

GOMES, A.; HENRIQUES, J.; MENDES, A. J. (2008) "Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores". In Educação, Formação e Tecnologias; vol.1 (a), p. 93-103.

HUIZINGA, Johan. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. Editora da Universidade de S. Paulo, Editora Perspectiva, 1971.

IBÁÑEZ, MARÍA-BLANCA; DI-SERIO, ANGELA; DELGADO-KLOOS, CARLOS. (2014) Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study. IEEE Transactions on learning technologies, v. 7, n. 3, p. 291-301.

JENKINS, T. (2002). On the difficulty of learning to program. In Proceedings of 3rd Annual LTSN_ICS Conference (Loughborough University, United Kingdom, August 27-29, 2002). The Higher Education Academy, p.53-58.

KAPP, K. (2012) "The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education", John Wiley & Sons.

KELLER, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. Journal of instructional development, 10(3), 2.

KNUTAS, A.; IKONEN, J.; NIKULA, U.; PORRAS, J. (2014) "Increasing Collaborative Communications in a Programming Course with Gamification: A Case Study", CompSysTech'14.

KNUTAS, A.; IKONEN, J.; NIKULA, U.; PORRAS, J. (2014) "Increasing Collaborative Communications in a Programming Course with Gamification: A Case Study", *CompSysTech'14*.

LATULIPE, C., LONG, N. B., & SEMINARIO, C. E. (2015). Structuring Flipped Classes with Lightweight Teams and Gamification. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 392-397). ACM.

LUCKEMEYER, G. (2015). Virtual blended learning enriched by gamification and social aspects in programming education. In *Computer Science & Education (ICCSE), 2015 10th International Conference on* (pp. 438-444). IEEE.

MATALLAOUI, A., HANNER, N., & ZARNEKOW, R. (2017). Introduction to gamification: Foundation and underlying theories. In *Gamification* (pp. 3-18). Springer, Cham.

MCGONIGAL, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.

MESQUITA, M. A. A., TODA, A. M., BRANCHER, J. D., & DO CARMO, R. M. C. (2014). Utilizing gamification with social network to aid students in programming languages lessons in higher education IT courses. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 718-718). ACM.

MOREIRA, M. P.; FAVERO, E. L. (2009). "Um Ambiente para Ensino de Programação com Feedback Automático de Exercícios". *XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Bento Gonçalves, RS.

MORRISON, B. B., DISALVO, B. (2014). Khan academy gamifies computer science. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '14)*. ACM, New York, NY, USA, 39-44.

NICOLACI-DA-COSTA, A. M. (2007) *O Campo da Pesquisa Qualitativa e o Método da Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS)*. In: *Psicologia: Reflexão e Crítica*. vol.20 no.1. ISSN: 0102-7972. RS, Porto Alegre

PEIXOTO, M. M; SILVA, C; GONÇALVES, E; VILENA, J. (2015). "Um Mapeamento Sistemático de Gamificação em Software Educativo no Contexto da Comunidade Brasileira de Informática na Educação", *Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE)*.

PEREIRA JUNIOR, J. C. R.; RAPKIEWICZ, C. (2004). "O Processo de Ensino-Aprendizagem de Fundamentos de Programação: Uma Visão Crítica da Pesquisa no Brasil", WEI RJES - I Workshop sobre Educação em Computação Rio de Janeiro/Espírito Santo. ES - Rio das Ostras, RJ, Brasil.

PETRI, GIANI; VON WANGENHEIM, CHRISTIANE GRESSE; BORGATTO, ADRIANO FERRETTI. (2017). Evolução de um Modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação.

PITEIRA, M., COSTA, C. (2013) Learning computer programming: Study of difficulties in learning programming. Em: ISDOC'13 - Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication. pp. 75-80. USA
SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. Regras do jogo: fundamentos do design de jogos. São Paulo: Blucher, v. 1, 2012.

SAVI, R. (2011). Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento.

SAVI, R., WANGENHEIM, C., & BORGATTO, A. (2011). Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software. Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2011), São Paulo.

SBC – Sociedade Brasileira de Computação. (1999) Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e informática.

SIMÕES, J., AGUIAR, A., REDONDO, R., & VILAS, A. (2012). Aplicação de elementos de jogos numa plataforma de aprendizagem social. In II Congresso Internacional TIC e Educação, Portugal. Anais (pp. 2092-2099).

SPRINT, G., COOK, D. (2015). Enhancing the CS1 student experience with gamification. In Integrated STEM Education Conference (ISEC), (pp. 94-99). IEEE.

T. TULLIS & W. ALBERT, MEASURING THE USER EXPERIENCE. (2008) Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics, Morgan Kaufmann.

VIANNA, Y., VIANNA, M., MEDINA, B., & TANAKA, S. (2013). Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos. Rio de Janeiro: MJV.

VON WANGENHEIM, C. G., & VON WANGENHEIM, A. (2012). Ensinando computação com jogos. Bookess Editora, Florianópolis, SC, Brazil, ISBN, 349987044.

WANGENHEIM, C. G, WANGENHEIM. (2012). Ensinando Computação com Jogos. Florianópolis, SC, Brasil: Bookess Editora, 122 p.

WANGENHEIM, C. G; WANGENHEIM, A. Livro, Ensinando Computação com Jogos. Florianópolis, SC, Brasil: Bookess Editora, 2012. 122 p.

WERBACH, K., & HUNTER, D. (2012). For the win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press.

ZIVIANI, N. (1999). "Projeto de Algoritmos: com Implementações em Pascal e C". 4º Ed. São Paulo, Pioneira Thomson Learning. p. 1.

Apêndice A*

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO MODIFICADO PARA APLICAR NO SISTEMA GAMIFICADO

Questionário de avaliação

O Reino de *Midgard* e sua Terrível Ameaça – Data: ____/____/____

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar nosso sistema. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Ralph Breno Silva Ribeiro – ralph.breno@gmail.com

Universidade Federal do Amazonas

Disciplina e turma: _____

Por favor, circule **um número** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Afirmações	Sua avaliação			Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente (interface ou objetos, como cartas ou tabuleiros).	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O sorteio das cartas ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O movimento do avatar ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Ganhar pontos de força ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo	-2 -1 0 +1 +2	Concordo	

	Fortement e		Fortement e	
Ganhar armas ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Vencer a <i>Kimera</i> ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Ganhar os óculos escuros ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
O conteúdo do jogo me mantém motivado na disciplina.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Foi fácil entender o jogo e utilizá-lo para me motivar nos estudos.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Temporariamente esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado quando acompanhava a evolução do meu avatar no mapa.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Eu não percebi o tempo passar enquanto tentava progredir no jogo.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
Me diverti junto com outras pessoas	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	
O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.	Discordo Fortement e	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortement e	

Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Me diverti com o jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Ao final da disciplina, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado (gostaria de jogar mais).	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Gostaria de utilizar este jogo novamente em outra disciplina.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	

– Cite 3 pontos fortes do

jogo: _____

– Por favor, dê 3 sugestões para a melhoria do

jogo: _____

Anexo A*

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE JOGOS NA FORMA ORIGINAL [SAVI, 2011]

Questionário de avaliação

– Data: ____/____/____

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar nosso sistema. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Disciplina e turma: _____

Por favor, circule **um número** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Afirmações	Sua avaliação			Comentários sobre a questão
O design do jogo é atraente (interface ou objetos, como cartas ou tabuleiros).	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
A variação (de forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	

Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Temporariamente esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Me diverti junto com outras pessoas	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Me diverti com o jogo.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado (gostaria de jogar mais).	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Gostaria de utilizar este jogo novamente	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo	Discordo Fortemente	-2 -1 0 +1 +2	Concordo Fortemente	

– O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.

(Discordo fortemente) -2 -1 0 +1 +2 (Concordo fortemente)

– O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.

(Discordo fortemente) -2 -1 0 +1 +2 (Concordo fortemente)

– Atribua uma nota de 1,0 a 5,0 para seu nível de conhecimento antes e depois do jogo aos conceitos listados na tabela abaixo (1,0 – pouco; 5,0 – muito).

Conceitos	Lembrar o que é		Compreender como funciona		Aplicar na prática	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Planejamento de um sprint						
Monitoramento de uma Sprint						
Reunião de revisão de uma Sprint						
Taskboard						

– A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.
 (Discordo fortemente) -2 -1 0 +1 +2 (Concordo fortemente)

– Cite 3 pontos fortes do jogo: _____

– Por favor, dê 3 sugestões para a melhoria do jogo: _____

