



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ESTEVAN BRAZ BRANDT COSTA

**AMBIENTE DE APRENDIZADO DE ESTRUTURAS DE
DADOS USANDO GAMIFICAÇÃO**

Londrina
2014

ESTEVAN BRAZ BRANDT COSTA

**AMBIENTE DE APRENDIZADO DE ESTRUTURAS DE
DADOS USANDO GAMIFICAÇÃO**

Trabalho de Dissertação de Mestrado apresentado à
Universidade Estadual de Londrina como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher.

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C837a Costa, Estevan Braz Brandt.

Ambiente de aprendizado de estruturas de dados usando gamificação /
Estevan Braz Brandt Costa. – Londrina, 2014.

107 f. : il.

Orientador: Jacques Duílio Brancher.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Estruturas de dados (Computação) – Teses. 2. Programação orientada a objetos
(Computação) – Teses. 3. Jogos simulados em educação – Aspectos psicológicos –
Teses. 4. Jogos por computador – Teses. I. Brancher, Jacques Duílio. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação. III. Título.

CDU 519.68.021

ESTEVAN BRAZ BRANDT COSTA

**AMBIENTE DE APRENDIZADO DE ESTRUTURAS DE DADOS
USANDO GAMIFICAÇÃO**

Trabalho de Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio Brancher.
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. João Coelho Neto
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP

Prof. Dr. Vitor Campos
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Alan Salvany Felinto
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 14 de Agosto de 2014.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que,
direta ou indiretamente me ajudaram nesta empreitada.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Jacques Duílio Brancher, que além de me aceitar como orientando, me ensinou a ter garra e coragem para enfrentar as dificuldades encontradas na vida de um pesquisador. Sem sua força e apoio este trabalho nunca ficaria completo.

Ao professor João Coelho Neto, que em através do seu conhecimento não somente contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho, como também para tranquilizar e acalmar os ânimos de um aluno totalmente transtornado.

Aos meus antigos veteranos, o Ricardo, Thiago Sotana, Fábio Matsunaga e Marc, que me ajudaram a entender o que é ser um pesquisador, e também compartilharam conhecimentos e experiências, que foram de grande valia para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos meus colegas Fábio de Sordi, Mariana Monteiro e José Villas Boas, que além de colegas de sala, foram colegas de estrada e de trabalho. A presença de vocês ajudaram a me manter são e com foco no trabalho, além de ajudar a descontrair nos momentos difíceis.

Ao Armando Toda por me apresentar a *Gamification* e pela ajuda, não só neste trabalho, mas na forma como se deve trabalhar. Sua dedicação e paciência contribuíram de forma ímpar para a construção deste trabalho.

Também gostaria de agradecer a Flávia Costa, minha esposa, que me apoiou em todos os momentos desde o início do mestrado. A toda a minha família, em especial a Elizabeth Braz, minha mãe, que nunca deixou de estar presente e ajudar, mesmo estando em outro estado. A todos os meus amigos, em especial ao Henricus, Dakko, Dimitri, Francisco, Safta, Sake e Yuri. Vocês são minha segunda família.

Sem vocês, nenhuma destas palavras estariam escritas aqui. Obrigado.

COSTA, Estevan Braz Brandt. **Ambiente de Aprendizado de Estruturas de Dados usando Gamificação**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

RESUMO

A dificuldade nas disciplinas dos cursos superiores de tecnologia no Brasil é elencada como causa da alta taxa de reprovação e desistência destes. Diversos trabalhos buscam amenizar o problema, ou com o uso de métodos de ensino diferente, ou softwares que o auxiliem no aprendizado. Com base nesta contextualização, o objetivo deste trabalho é desenvolver um ambiente que não somente auxilie os alunos na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Estruturas de Dados, como também os motiva e os envolve. Assim, foi criado o *Data Struct Learning Environment Program* (DSLEP) ambiente este *WEB*, feito em HTML5, aborda os cinco principais tópicos desta disciplina (Vetor, Lista, Pilha, Fila e Árvore) com atividades que apresentam alto índice de interatividade. Para que o DSLEP não se tornasse um jogo eletrônico educacional, houve um esforço em implementar somente os elementos de jogos separadamente, tais como pontos, placares e desafios, caracterizando assim o a produção de um software que implementa elementos de *Gamification*. Estes elementos são extraídos de jogos, e são usados fora de um contexto de jogo, cultivando a motivação e envolvimento do usuário com um sistema qualquer. A aplicação destes elementos no DSLEP foi o caminho adotado para se conseguir alcançar o objetivo deste trabalho. O DSLEP passou por uma análise de seis especialistas, que fizeram uso de um instrumento que avalia a eficiência de ambientes digitais educacionais, elencando critérios que devem ser satisfeitos. Dos seis critérios apontados pelo autor, todos tiveram pontos positivos e apenas três tiveram sugestões de melhoria, todos estes vinculados a possibilidade de interação entre jogadores. O DSLEP conta com sete atividades implementadas, trinta e três desafios criados e oito placares, além de 7 elementos de *Gamification* implementados com sucesso.

Palavras-Chave: *Gamification*. Estrutura de dados. *WEB*. Ambiente educacional digital.

Costa, Estevan Braz Brandt. **Data Structure Learning Environment Program using Gamification**. 2014. 107 p. Dissertation (Master's Degree) -State University of Londrina, Londrina. 2014.

ABSTRACT

The difficulty of the top courses in the disciplines of technology in Brazil is punctuated as a cause of high dropout and failure rate of these. Several papers seeking alleviate the problem, or the use of different teaching methods, or software that assist in learning. Based on this context, the aim of this work is to develop an environment that not only assist students in learning the content of the discipline of data structures, but also motivates and engages. Thus, the Struct Learning Environment Program (DSLEP), a WEB environment, done in HTML5, covers five main topics of this discipline (Vector, List, Stack, Queue and Tree) with activities that present high level of interactivity. For DSLEP not become an educational video game, there was an effort to implement only the game elements separately, such as points, leaderboards and challenges, thus characterizing the production of software that implements elements of Gamification. These elements are drawn from games, and are used outside of a game context, cultivating motivation and user involvement with any system. The application of these elements in the path DSLEP was adopted to achieving the objective of this work. The DSLEP underwent an analysis of six experts, who used an instrument that evaluates the efficiency of digital educational environments, listing criteria that must be satisfied. Of the six criteria mentioned by the author, all had good points and only three had suggestions for improvement, all these linked to the possibility of interaction between players. The DSLEP has seven activities implemented, thirty-three challenges created eight scores, plus 7 elements of Gamification successfully implemented.

Keywords: Gamification. Data structure. Educational game.

Lista de ilustrações

Figura 2.1 – Definição de <i>Gamification</i> . Adaptado de [2]	21
Figura 2.2 – Representação Visual do Ciclo de Envolvimento Social. Adaptado de Zichermann[3]	27
Figura 2.3 – O estado chamado <i>Flow</i> , este que se encontra entre os estados Ansioso e Entediado. Adaptado de Mihaly[4]	27
Figura 3.1 – Processo de Desenvolvimento de Pesquisa. Fonte: O autor	30
Figura 3.2 – Arquitetura do DSLEP. Fonte: O autor	33
Figura 4.1 – Diagrama de Atividades do DSLEP. Fonte: O autor	36
Figura 4.2 – Casos de Uso do DSLEP. Fonte: O autor	37
Figura 6.1 – Tela inicial para entrar no ambiente. Fonte: O autor.	44
Figura 6.2 – Tela para realizar o cadastro no Clay.IO. Fonte: O autor.	45
Figura 6.3 – Tela para entrar como <i>Guest</i> no ambiente. Fonte: O autor.	45
Figura 6.4 – Menu principal, com todas as estruturas já liberadas para o acesso. Fonte: O autor.	46
Figura 6.5 – Menu secundário, relativo a estrutura Vetor. Fonte: O autor.	46
Figura 6.6 – Tela de tutoria, presente no início de cada atividade. Fonte: O autor.	47
Figura 6.7 – Tela anterior ao início da atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.	48
Figura 6.8 – Atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.	49
Figura 6.9 – Atividade Listinha, a Cobra. Fonte: O autor.	50
Figura 6.10–Atividade do Carro Movido a Fila. Fonte: O autor.	50
Figura 6.11–Atividade Torre de Hanoi. Fonte: O autor.	51
Figura 6.12–Atividade Aeronave Movida a Pilha. Fonte: O autor.	52
Figura 6.13–Atividade da Árvore binária Balanceada. Fonte: O autor.	52
Figura 6.14–Atividade de Caminhamento da Árvore. Fonte: O autor.	53
Figura 6.15–Mensagem que aparece ao se vencer um desafio. Fonte: O autor.	53
Figura 6.16–Mensagem ao finalizar uma atividade e efetuar a submissão de pontos. Fonte: O autor.	54
Figura 6.17–Placar da atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.	54
Figura 6.18–Tela de Perfil do usuário.	55

Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Diferenças entre jogos eletrônicos educacionais e não educacionais. Adaptado de Tang[5]	20
Tabela 3.1 – Incidência dos tópicos nas ementas da disciplina de Estruturas de Dados dos cursos de TI do Brasil. Fonte: O autor	30
Tabela 3.2 – Carga horária média, por região, das disciplinas de Estruturas de Dados. Fonte: O autor	31
Tabela 4.1 – Desafios criados para as atividades presentes no ambiente. Fonte: O autor .	38
Tabela 4.2 – Placares criados para as atividades presentes no ambiente. Fonte: O autor .	41
Tabela 5.1 – Rótulos utilizados para respostas baseado na escala Likert. Fonte: O autor. .	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAEDG	Ambiente de Aprendizagem de Estruturas de Dados utilizando textitGamification
AJAX	<i>Asynchronous Javascript and XML</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
EdD	Estruturas de Dados
DSLEP	<i>Data Struct Learning Environment Program</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
HTML5	<i>Hyper Text Markup Language versão 5</i>
IDE	<i>Interface Development Environment</i>
MDA	<i>Mechanics Dynamics Aesthetics</i>
TI	Tecnologia da Informação
UC	<i>Use Case</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
2	APORTE TEÓRICO	14
2.1	JOGOS	14
2.1.1	Jogos Eletrônicos	15
2.1.2	Jogos Eletrônicos Educacionais	17
2.2	Gamification	20
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA	29
3.1	MODELO DA PESQUISA	29
3.2	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	29
3.2.1	Escolha do Tema	30
3.2.2	Revisão da Literatura	32
3.2.3	Definição da Arquitetura	32
3.2.4	Desenvolvimento do DSLEP	33
3.2.5	Avaliação do DSLEP	34
4	AMBIENTE	36
4.1	PLANEJAMENTO DO DSLEP	36
4.2	DESAFIOS PROPOSTOS	38
4.3	PLACARES	40
5	RESULTADO DA ANÁLISE	42
5.1	RESPOSTAS OBTIDAS	42
6	DSLEP	44
6.1	PRINCIPAL	44
6.2	ATIVIDADES	47
6.2.1	Vetor	48
6.2.2	Lista	49
6.2.3	Fila	49
6.2.4	Pilha	50
6.2.5	Árvore	51
6.3	ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO	53
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	Referências	58
	ANEXOS	60

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos nos últimos 5 anos tem proporcionado o advento científico em diversas áreas, tais como a economia, saúde e educação. Este último tem sido favorecido com a criação e utilização de diversas aplicações para ajudar o processo educativo de níveis básicos e superiores [6]. Para os cursos superiores da área de Tecnologia da Informação (TI), principalmente os cursos de computação, a alta taxa de evasão e de reprovação tem chamado a atenção de pesquisadores. Assim, ambientes educacionais eletrônicos, que focam nas disciplinas Programação e Estruturas de Dados, tem surgido, visto que estas disciplinas apresentam os problemas supracitados [7]. Dessa forma, Denny afirma que estes índices se justificam pelo grau de dificuldade dos conteúdos abordados, sugerindo que se faça necessário criarem meios para facilitar o entendimento do conteúdo.

A disciplina de Estrutura de Dados em específico tem um foco em tópicos altamente teóricos e algoritmos não triviais, fundamentais para diversos sistemas, dentre eles pilha, fila e árvore. A melhora no processo de ensino e reforço de seus conteúdos é crucial para gerar profissionais de Tecnologia da Informação (TI) mais qualificados [5]. Para efetuar tal operação, pesquisadores tem criado soluções, tais como novos métodos ou Jogos Eletrônicos Educacionais, que buscam resolver este problema ([8], [9], [10], [11]), tal como Mesquita [12], que com o uso de *Gamification* e redes sociais, criou métodos interativos para auxiliar os alunos na disciplina de Programação.

Estes instrumentos criam ambientes bem próximos a de um jogo eletrônico convencional, visto que estes são precursores de métodos de aprendizado baseado em jogos [13]. Os jogos eletrônicos tem influenciado a área da educação por meio do uso de *Gamification*, que consiste em utilizar elementos de jogos fora de seu contexto, com o intuito de envolver o usuário no ambiente ([14], [15], [3]). Estes autores defendem que o sistema de notas e trabalhos já representam a aplicação da *Gamification* na área de educação, porém de forma ineficiente pois os problemas citados no início desta seção não deveriam existir em um ambiente que use elementos de *Gamification* [16].

Com o intuito de amenizar os problemas de desistência da disciplina de Estruturas de Dados, o ambiente desenvolvido, denominado como *Data Structure Learning Environment Program* (DSLEP) foi criado. Além do auxílio no aprendizado dos conteúdos da disciplina, o DSLEP irá motivar e envolver os alunos com o uso dos elementos de *Gamification*. Para sua concepção, antes de iniciar o desenvolvimento do DSLEP, foi realizada uma pesquisa sobre os principais tópicos da disciplina de Estruturas de Dados nos cursos superiores de TI no Brasil. Já após o desenvolvimento, uma análise utilizando o instrumento proposto por Whitton [1] foi realizada, com o intuito de analisar a eficiência do DSLEP.

Este trabalho está organizado de forma que o capítulo 2 descreve as teorias envolvidas no processo de desenvolvimento desta pesquisa. Além de apresentar o conceito de

Jogos e *Gamification* e assim aborda a importância dos Jogos Eletrônicos na Educação. Além disso, é apresentado de que forma o Construcionismo influencia no desenvolvimento destes Jogos Eletrônicos Educacionais. O capítulo 3 tem como objetivo apresentar a estrutura geral desta pesquisa, que é composta pelos seguintes elementos: modelo da pesquisa e o processo de desenvolvimento da pesquisa. O capítulo 4, tem como principal objetivo apresentar o DSLEP que possui elementos de *Gamification* implementados, voltado para a aprendizagem de conceitos da disciplina de Estrutura de Dados. Para este fim, foram apresentados como foi realizada a pesquisa de ementas, a escolha dos elementos de *Gamification* e o planejamento do DSLEP. Já o capítulo 5, são apresentados os resultados das análises dos especialistas, elencando os pontos fortes e fracos de cada critério. O capítulo 6 descreve os Resultados obtidos, elencando e explicando as atividades e funcionalidades ali encontradas. Por fim, o capítulo 7, apresenta as Conclusões do autor bem como os trabalhos futuros sugeridos.

2 APORTE TEÓRICO

Este capítulo trata das teorias que embasam este trabalho. Primeiramente as definições e teorias relativas a jogos são discutidas, para logo em seguida falar sobre jogos eletrônicos e jogos eletrônicos educacionais. Por fim, as principais teorias e elementos de *Gamification* são discutidos.

2.1 JOGOS

A existência dos Jogos remontam a épocas antigas, como visto no jogo Senet, que é datada em 3.500 a.C. e que possuía tanto a funcionalidade de entreter, como de educar [17]. Apesar de sua idade, a definição do que é um Jogo em forma de conceito vem se concretizando e modificando a partir do século 19. Isto ocorre porque sua aplicação pode ser feita de diversas formas, nas mais diferentes áreas possíveis, gerando assim resultados diferentes e inesperados [18]. Autores como Huizinga [19] e Caillois [20] são usados como base para classificar este termo.

Em seu trabalho, Huizinga [19] coloca o jogo como elemento cultural dos indivíduos. O autor afirma que o jogo é uma atividade exercida dentro de alguns limites físicos e contextuais, seguindo regras adotadas em consentimento, porém obrigatórias. Este ambiente citado recebeu o nome de *Círculo Mágico*. O exemplo clássico é do campo de futebol, a partir do momento que os jogadores entram no gramado, eles seguem as regras predefinidas pelo jogo, fazendo assim que as regras do jogo sobrepujam as regras da realidade.

Apesar do nome dado a este conceito, *Círculo Mágico*, não há necessidade de um espaço físico e circular para se aplicá-lo. Basta os jogadores aceitarem as regras como absolutas e decidirem segui-las voluntariamente, sendo este o maior desafio do criador de jogos. Huizinga [19] afirma também que este conceito não é aplicado somente em jogos, mas como em outras áreas, como a sala de aula, casa de espetáculos ou ambiente de trabalho.

Complementando as definições propostas por Huizinga [19], Caillois [20] explica a forma como os jogos se desenvolvem por meio dos termos *Paidia* e *Ludus*. Enquanto, *Paidia* faz referência a ações espontâneas, pelo uso do improviso, o termo *Ludus* representa um jogo controlado por regras pré-estabelecidas [20]. Apesar de antagônicos, o autor afirma que ambos coexistem nos jogos, variando sua intensidade e importância. Esta variação pode gerar jogos lúdicos, que possuem limites e instruções bem definidas para o jogador.

Já a definição proposta por Juul [21] apresenta um conceito mais preciso e contemporâneo. Este autor afirma que os jogos são sistemas formais baseado em regras, com um retorno de informações variáveis e quantificáveis, e o jogador se esforçará para influenciar no resultado destas informações, criando assim um vínculo entre o jogador e o resultado [21]. Por ser um sistema formal, o autor eleva o aspecto lúdico dos jogos, dando ênfase na existência

de regras e limitações do jogador. Este também afirma que os dados retornados são a principal causa de envolvimento do jogador com o jogo, podendo estes dados estarem em forma de pontos, placares ou conquistas alcançadas.

Além dos pesquisadores na área de jogos, indivíduos relacionados a criação de jogos apresentam seus conceitos produzidos pela experiência na área. Zimmerman [22] afirma que um jogo é um sistema em que os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido pelas regras, e gera um resultado quantificável [22]. Zimmerman compilou os principais elementos vistos em outras definições, tais como os jogadores, regras, conflitos artificiais e resultados quantificados, e criou uma relação entre eles.

Os jogadores são todos os indivíduos que participam ativamente do jogo, seguindo suas regras já pré-estabelecidas. Estas definem a estrutura do jogo, delimitando as ações dos jogadores. Já os conflitos assumem uma posição central na estrutura do jogo, visto que estes são uma constante disputa por poder [22]. A necessidade de estes conflitos serem artificiais é para que a realidade não seja trazida ou afetada pelo conflito gerado.

Por fim, os resultados quantitativos são informações geradas a partir do desempenho do jogador e mostradas para o mesmo. Assim, é possível ter ideia de quão bem um jogador joga. Além disso, o desenvolvedor pode atribuir valores para os dados gerados, e uma vez percebidos pelo jogador, cria-se um vínculo de necessidade neste. Este trabalho entende que o conceito proposto por Zimmerman [22] apresenta maior compatibilidade com os objetivos propostos pelo autor visto que sua teoria aborda também o conceito de Jogos Eletrônicos, conforme visto a seguir.

2.1.1 Jogos Eletrônicos

Com uma versão de tênis de mesa simplificada, o jogo Pong se popularizou em 1973, atraindo a atenção para o que era novidade na época, os jogos eletrônicos [17]. Um jogo passa a ser eletrônico quando o seu ambiente é reproduzido e controlado por uma máquina, podendo esta ser um computador ou um *video-game*, aparelho este que ficou conhecido por ter seu foco voltado para a reprodução de Jogos Eletrônicos. Rollings [23] define jogos eletrônicos como software interativos que criam um ambiente com o intuito de entreter o usuário. Este ambiente é criado seguindo três conceitos básicos:

- Regras: Representação formal da mecânica do ambiente, bem como de suas restrições de ações.
- Jogar: Representa o ato de o jogador experimentar o ambiente criado por meio de atividades e funções criadas.
- Cultura: Todas as crenças e características representadas em um mundo virtual.

O Jogo Eletrônico utiliza um ambiente produzido, que implementa os conceitos de Regras, Jogar e Cultura, porém de forma eletrônica. As Regras, presentes também

em Jogos Não Eletrônicos, determinam seu aspecto lúdico e as limitações do usuário dentro do ambiente. Já a Cultura deve abordar com clareza as motivações e contextualizar o ambiente dentro de uma realidade, fantasioso ou não. Por fim, o Jogar aborda como os jogadores conseguem afetar o ambiente produzido, e como os dados de retorno serão fornecidos. Esta interação pode variar de acordo com a tecnologia utilizada, podendo esta ser via teclado e mouse, ou via controle ([23],[22]). Um Jogo Eletrônico que possua um ambiente que siga estes 3 conceitos podem apresentar as seguintes vantagens [22]:

- **Interatividade Imediata e Restrita:** A tecnologia fornece meios para que as ações dos jogadores sejam percebidas pelo ambiente do jogo muito rapidamente. Da mesma forma, a resposta produzida pelo jogo pode alcançar o jogador quase que imediatamente. O problema neste caso é a dependência da tecnologia para que isto ocorra. Normalmente, quando trata-se de jogos em computadores, os usuários tem o teclado e o *mouse* para inserir suas ações, e o monitor e as caixas de som para receber informações.

Mesmo que uma nova tecnologia seja criada para adicionar maior interatividade, poderá haver a necessidade de refazer o jogo eletrônico, ou até mesmo rever as regras do jogo para se adequar a novidade. Apesar desta restrição, os produtores de jogos eletrônicos se adequaram bem e enfrentam poucos problemas para lidar com isto.

- **Manipulação da Informação:** A grande facilidade com que os computadores manipulam os dados fornecem aos jogos eletrônicos possibilidades que não existem nos jogos fora do mundo digital. Além da visualização dos dados de retorno, e da rapidez e segurança que há na produção destas informações, há também o gerenciamento do jogo do início ao fim.

Em um jogo de tabuleiro, por exemplo, há a necessidade de pelo menos um jogador conhecer todas as regras, ou desempenhar algum tipo de papel além de ser jogador. Já no ambiente digital, as regras já estão sendo gerenciadas automaticamente, permitindo o jogador se concentrar em jogar. Além disso, é possível dosar a quantidade de informação que chega para o usuário, para que alguma informação tenha mais destaque que outra.

- **Sistemas Complexos Automatizados:** Com o uso desta tecnologia, é possível criar ambientes de jogos complexos, porém de fácil acesso. Diversos jogos fora do mundo digital exigem que os jogadores gerenciem os elementos. Dentro do mundo digital, este controle fica sob a responsabilidade do computador gerenciar, tirando a responsabilidade do jogador.

Um ponto fraco apontado por Dunnigan [24] é o que este denomina como “Síndrome da Caixa Preta”. Dunnigan afirma que ao ambiente controlar as regras que o regem, o usuário não toma ciência de como os resultados de suas ações são produzidos. Isto pode levar o usuário a buscar o melhor resultado, mas sem compreender o porquê. Além disso, uma vez que é o ambiente quem gera os resultados, existe a possibilidade de erros

que facilitem ou atrapalhem a vida do usuário, gerando resultados negativos na ação de “jogar”.

- Comunicação via Internet: Este último tópico acrescenta uma gama de possibilidades que, sem o uso dos computadores, seria praticamente impossível de serem alcançadas. É possível, com o uso da internet, conectar jogadores de todo o mundo. Assim é possível achar qual o melhor jogador do mundo em um determinado jogo. Devido o jogador buscar poder, a competição pode gerar a sensação de realização para ele. Poder competir com milhares de indivíduos ao mesmo tempo aumenta o comprometimento do jogador com o jogo.

Estas vantagens podem ser observadas tanto em jogos casuais, aqueles que possuem regras e culturas simplificadas para facilitar seu acesso, como em jogos com mais profundidade, ou seja, regras e culturas mais trabalhadas e explicadas. A produção de um jogo eletrônico com mais significado e base precisa ter quatro pontos bem definidos [21]:

- É preciso que o Jogo possua uma temática próxima de uma novela ou um filme, e que seja sobre relações humanas, sentimentos e ambições;
- Precisa conter uma narrativa;
- Deve fornecer a possibilidade de interação com qualquer objeto representado pelo ambiente;
- O projeto de um jogo deve fornecer regras bem definidas para a criação do ambiente.

Apesar da sugestão de Juul [21] em seguir os modelos apresentados em novelas e filmes, a narrativa deve seguir um modelo não linear, para que o usuário tenha a sensação de que possui o controle do jogo eletrônico. Este controle deve ficar para o usuário, sendo que ele pode não apenas alterar a ordem, como também ignorar alguns elementos da cultura do jogo [21]. Já o conceito de desenvolvimento percebido por Juul envolve a implementação de todas as Regras e elementos Culturais estipulados no início de um projeto.

2.1.2 Jogos Eletrônicos Educacionais

A área pedagógica e de Jogos Eletrônicos Educacionais possuem uma estreita relação, apontada por Connolly[25]. O autor realiza uma revisão sistemática de 129 artigos que comprovam, por meio de resultados empíricos, os impactos positivos do uso de jogos eletrônicos por adolescentes a partir dos 14 anos. Dentre estes impactos, têm-se a melhora na aprendizagem, engajamento e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e psico-motoras. Apesar dos autores proporem novos testes para validação dos resultados obtidos nos artigos,

estes enumeram como ponto mais notável de sua pesquisa a diversidade de impactos positivos proporcionados pela correta utilização dos jogos.

Assim os jogos eletrônicos podem ser usados para se alcançar resultados positivos, proporcionando um ambiente que privilegia o aprendizado do indivíduo por meio da busca pelo conhecimento. Esta forma de estudo é reforçada pelo Construtivismo, teoria esta que surgiu em meados da década de 50, baseando-se em diversas vertentes teóricas, porém fundamentada no trabalho de Piaget [26]. Em seu trabalho, Piaget elenca fatores que se relacionam com o desenvolvimento humano, tais como a hereditariedade, o crescimento orgânico, maturação neurofísica e o meio que o indivíduo vive [27].

Estes fatores acabam influenciando no desenvolvimento cognitivo, comparável ao desenvolvimento orgânico, visto que a inteligência é um atributo de todos os seres vivos. Esta é caracterizada pela sua organização e adaptação, criando um ciclo que uma estrutura de pensamento é reorganizada para criar novas estruturas [28]. Esta adaptação possui como componentes complementares, tais como a acomodação e a assimilação.

A acomodação, que ocorre quando uma nova circunstância é assimilada por meio de estruturas de conhecimentos já existentes, sendo possível ocorrer a alteração destas no processo. Já a assimilação, faz com que um novo conteúdo seja incorporado a uma estrutura já existente, resultando assim em sua mudança. Por meio destes componentes, o desenvolvimento intelectual de um indivíduo ocorre quando há uma discrepância ou contradição entre o conteúdo e as exigências presentes na estrutura de pensamento deste indivíduo [28].

Usado como base, o construtivismo apoiou o estudo realizado por Seymour Papert. Seu trabalho aponta que apesar do papel fundamental da tecnologia na educação, o foco não está na máquina, e sim na mente do usuário [29]. Com o uso da linguagem chamada Logo, Papert dá a oportunidade para que o usuário obtenha o controle do computador, iniciando-se assim uma exploração de suas estruturas de conhecimento e lógicas. Este trabalho serviu como núcleo para o surgimento da teoria chamada Construcionismo.

Pela perspectiva construcionista, o professor não impõe o seu saber ao aluno, porém, o acompanha, incentiva, sugere e aprende junto. Esta mudança de comportamento do professor é alvo de pesquisas, tais como a apresentada por Coelho e Altoé [30]. Em seu trabalho, os autores avaliam como o uso do Construcionismo pode ajudar na formação de alunos. Com este objetivo, os autores efetuaram uma pesquisa para conhecer o perfil dos alunos, e utilizou-se de uma abordagem computacional para estudar o conceito. Como resultado, os indivíduos que foram avaliados conseguiram absorver e compreender o Construcionismo por meio de pesquisa-ação e interação entre os alunos, e entre aluno e a abordagem computacional.

Esta interação entre os alunos auxilia no desenvolvimento das estruturas de conhecimento, devido a troca de experiências e descoberta de novos pontos de vista. Além de o ambiente propiciar a oportunidade da descoberta, ao utilizar um computador, é possível se conectar a diferentes pessoas na mesma situação, mesmo em locais diferentes. Assim, a interação é potencializada pela tecnologia, propiciando a troca de conhecimentos e pontos de

vista. O ambiente computacional para aprendizagem tem como principal representante os jogos educacionais, que propiciam a imersão do usuário além de fornecer as vantagens já elencadas na seção 2.1.1.

Com base nessa imersão, Koster [31] afirma que os jogos proporcionam o aprendizado e aperfeiçoamento de padrões. Estes padrões podem variar de acordo com cada tipo de jogo, indo desde controle espacial até a assuntos mais sérios como a guerra. Ao dominá-los, uma sensação de alegria acontece proporcionada pela liberação de endorfina, hormônio que estimula o prazer, no cérebro.

Quando o jogador sentir que domina completamente um determinado padrão, não passa a receber novas doses de endorfina, deixando-o entediado. Este sentimento faz com que o jogador passe a procurar outras formas de obter as doses, o que leva a muitas vezes procurar por outro jogo. Em suma, Koster [31] afirma que os jogos são um meio para se obter alegria em aprender, além de satisfação e prazer.

Vale salientar que os jogos normalmente ensinam os padrões por meio de metáforas, gerando assim interpretações equivocadas sobre o ensinamento de um jogo. Quando tem-se um ambiente em que o jogador controla um boneco que come pontos e foge de fantasmas, mas o padrão aqui ensinado é conseguir reagir o mais rápido possível a problemas, além da busca por melhorias, que torna o boneco capaz de eliminar os fantasmas. Koster [31] afirma que o conteúdo aprendido normalmente não é o que está em destaque na cultura do ambiente.

Apesar das vantagens, Freitas[32] afirma que ainda há uma grande dificuldade em se aplicar jogos eletrônicos nas salas de aula. A concepção de que o aprendizado segue uma estrutura de regras e assuntos já pré-definidos deve ser repensada e alterada. Tópicos como a estrutura curricular, horários estipulados e os papéis de professor e alunos atrapalham na aplicação dos jogos eletrônicos, e vai de encontro ao que o Construcionismo proporciona.

Mesmo que ainda não há uma forma de inserir os jogos dentro da sala de aula, ele ainda é muito utilizado fora dela. Prensky [13] cunhou o termo *Digital Game-Based Learning* para expor sua visão da relação dos jogos e dos conhecimentos. Em seu trabalho, o autor afirma que o que existe para ser aprendido está inserido na cultura do ambiente, e que o aprendizado se dá pela interface em que o usuário joga para obter o conhecimento fornecido. Além disso, é possível inserir os conteúdos que devem ser aprendidos nas mecânicas e propriedades do ambiente.

A Tabela 2.1 apresenta as principais diferenças de um jogo eletrônico convencional para um jogo eletrônico educacional. Para elencar as diferenças, são analisados as três características levantadas por Zimmerman [22] e o propósito de cada tipo de jogo. Com base nestas teorias, a *Gamification* surge como uma proposta para conseguir alcançar os resultados obtidos nos jogos para fora de sua ambientação.

Tabela 2.1 – Diferenças entre jogos eletrônicos educacionais e não educacionais. Adaptado de Tang[5]

	Não Educacionais	Educacionais
Propósito	Entretenimento. O contexto apresentado é fantasioso ou fictício.	Para aprender alguma habilidade ou melhorá-la. Dependendo da interpretação do usuário, pode também ser uma forma de entretenimento.
Jogar	As interfaces são desenvolvidas para maximizar a diversão. As interações no ambiente podem representar as interações do mundo real de forma simplificada ou abstrata.	A Interface é desenvolvida visando maximizar o aprendizado do usuário. O conhecimento é disseminado no decorrer do jogo, ou por eventos pré-definidos ou pela história.
Regras	As regras são influenciadas pela dinâmica proposta no jogar, visando maximizar a diversão. Sendo assim, não há necessidade de seguir a realidade.	As regras são desenhadas para que o conhecimento seja passado na hora e ordem corretas, além de controlar os dados que serão usados para medir o desempenho do usuário. Algumas regras podem ser simplificadas ou complicadas para ajudar o ato de jogar.
Cultura	Crenças, normas e convenções são apresentadas de forma visual ou via narrativa, por meio de um mundo imaginário representado artisticamente e normalmente exagerado.	Crenças, normas e convenções são apresentadas visualmente ou via narrativa, e estão relacionadas com o domínio de conhecimento abordado. Deve passar confiança da validade do conteúdo e ter uma relação direta e explícita com o mundo real. O ambiente pode estar ambientado em um mundo imaginário

A seguir é discutida a origem e definição do termo de *Gamification*.

2.2 Gamification

A *Gamification* surgiu na mídia em 2008 e ganhou destaque nas demais áreas, principalmente acadêmica, em 2010 [33]. Sua utilização consiste em aplicar elementos de jogos

fora de seu ambiente. Zichermann [3] já a define como um processo de pensar do jogo e suas mecânicas para envolver os usuários e resolver problemas. Apesar de ser um conceito simples, sua aplicação deve ser bem planejada para a obtenção dos resultados positivos ([14] [34]).

Porém, o termo *Gamification* surgiu a partir de um esforço da parte empresarial, sendo que sua origem deu-se pela da teoria *Digital Game-Based Learning* [2]. Este trabalho define que um ambiente é considerado que implementa *Gamification* quando este passa a utilizar elementos de jogos dentro de um contexto fora do jogo. Caso o ambiente implemente todos os conceitos de um jogo, e acabe virando um, já quando não se implementa apenas os elementos de *Gamification*, e se torna um Jogo Sério.

De acordo com Ritterfield[35], um Jogo Sério é todo jogo usado para algum propósito sério, como ensinar um usuário a guerrear. Com o surgimento dos jogos eletrônico, a definição de Jogo Sério, dentro do contexto digital, passou a ser qualquer interação de um jogo eletrônico, para um indivíduo ou vários, desenvolvido em qualquer plataforma, e que foi desenvolvido com a intenção de ir além de entreter o usuário [35].

Apesar dos jogos terem surgidos para diversão, há diferenças entre o jogar e o brincar [22]. Tanto Deterting [2] quanto Zimmerman [22] conseguem diferenciar o jogo da brincadeira elencando elementos e regras que podem ser aplicadas aos jogos, enquanto que a brincadeira é algo mais livre e menos conclusivo.

A Figura 2.1 mostra a relação entre o Brincar e Jogo com a implementação do Todo e Só elementos. É possível notar que a *Gamification* está bem próximo dos “Jogos Sérios”, com a distinção apenas de que o primeiro usa parcialmente os conceitos de jogos, e o segundo usa por completo. Em contrapartida, têm-se as brincadeiras que fazem uso dos brinquedos. Apesar de possibilitarem o usuário a aprender padrões por este modo, assim como o jogar, a brincadeira não apresenta definições ou instrumentos que possam ser elencadas.

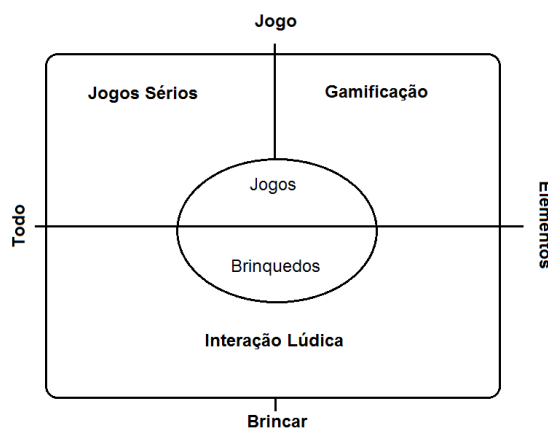


Figura 2.1 – Definição de *Gamification*. Adaptado de [2]

Como o foco na aplicação correta da *Gamification* em algum ambiente está vinculado a usar apenas elementos de um jogo, se faz necessário elencar quais elementos

existem. Dignan[36] aponta 19 elementos que são encontrados em jogos, e que podem ser destacados para aplicação isolada. Já Zichermann [3] apresenta 7 elementos que se sobrepõe aos apresentados no trabalho supracitado. Assim, os elementos estão organizados e apresentados a seguir:

- **Alvos:** Um alvo pode ser considerado como um objetivo fixo, que pode ser quantificável e é facilmente percebido pelo usuário. Estes podem ser usados para criar objetivos de curta duração ou de longa duração, direcionando as ações do usuário no ambiente. A falta deste elemento pode fazer as atividades ficarem confusas e sem sentido, fazendo o usuário perder rapidamente o interesse.
- **Competição:** Este elemento é uma manifestação natural de rivalidade entre usuário ou grupos de usuários quando há conflito pelo mesmo objetivo. Estes elementos estão presentes nos jogos esportivos, além de existir em corporações em que o empregado deseja subir de cargo. Apesar de seu uso poder produzir tantos resultados positivos quanto negativos, haja vista que depende de como os competidores irão reagir, não ter competição dentro de um ambiente que implemente os elementos de *Gamification* pode tirar o valor no ato de ganhar, desmotivando assim os usuários a lutar pelo sucesso.
- **Chance:** Chamado também de aleatoriedade ou sorte, este é um dos mais antigos elementos presentes no cotidiano da humanidade. O ato de conseguir alguma coisa por pura sorte, ou ver o próximo conseguir, além de deixar o ambiente criado mais próximo da realidade, deixa o mesmo mais emocionante. A falta de chances dentro do ambiente leva o usuário a conseguir prever como o ambiente irá reagir e impreterivelmente o deixa entediado.
- **Pressão por Tempo:** O tempo é algo fundamental na realidade dos usuários. Têm-se horários para trabalhar, dormir, comer, entre outras atividades. Já dentro de um ambiente controlado, o tempo pode ser abundante ou não. Caso seja liberado tempo sem limite para o usuário efetuar uma atividade, este normalmente assume um papel mais exploratório e realiza a atividade de uma forma mais tranquila. Já quando há um limite de tempo, suas ações tendem a sentir uma urgência, que desperta a motivação para o usuário efetuar ações mais destemidas. Apesar de algumas vezes a falta de um limite de tempo ajudar a criar um ambiente relaxado, a não utilização pode gerar também a sensação de que não há objetivos no ambiente.
- **Escassez:** Muito estudada na áreas de economia moderna, a escassez é definida como a falta de recurso. Quando ocorre esta falta, a demanda daquele recurso tende a aumentar. Qualquer objeto quantificado, ou que o usuário venha a utilizar dentro o ambiente pode ser alvo da escassez. A sua utilização faz com que o usuário seja mais cuidadoso com o que possui. Já a falta de escassez de elementos pode deixar o jogo muito fácil, fazendo o usuário ficar entediado rapidamente.

- **Puzzles:** Este elemento representa problemas que possuem uma solução, e cabe ao usuário descobri-la. Sua concepção pode ser feita de diversas formas, como um labirinto, um mistério a ser resolvido ou padrões que devem ser descobertos, porém todos os tipos tem que possuir uma solução, caso contrário pode gerar descontentamento do usuário e fazê-lo perder o interesse. Já a falta de quebra cabeças não permite que exista uma descoberta estruturada no ambiente, gerando a sensação de que o usuário não está conseguindo realizar nada. Alguns casos, ambientes sem estes quebra cabeças nem são considerados como jogos. Já Zichermann [3] adiciona que podem existir problemas voltados para a solução sozinho ou em conjunto, aumentando a interação entre jogadores.
- **Novidades:** A presença de algo novo é um elemento que o cérebro deseja. Apesar da tendência dos indivíduos em cair na rotina, devido ao esforço que temos ao realizar algo novo, ainda assim o corpo e a mente respondem bem as novidades. Existem diversas formas de estes indivíduos perceberem novidades em suas vidas, mudando, por exemplo, cenário, padrões, processos, atividades ou recursos da rotina destas. Falta de novidade tende a disseminar o tédio, além de permitir a exposição de novos problemas.
- **Nível:** Organizado de forma hierárquica e vinculada ao domínio abordado, os níveis produzem uma sequência lógica para a obtenção de habilidades de forma gradual e organizada. Este elemento está presente em vários sistemas educacionais, em que o aluno precisa concluir as matérias de um ano para ter acesso a problemas e assuntos mais difíceis no ano seguinte. É possível produzir problemas gerenciáveis e tratar de assuntos específicos de forma que o usuário possa focar sua atenção em um único tópico [3].
- **Pressão Social:** Este elemento é gerado a partir da interação entre os indivíduos. O desejo destes de pertencer a um determinado grupo é uma emoção forte o suficiente para direcionar algumas ações tomadas. Normalmente, para fazer parte de um grupo o indivíduo precisa atender a algumas necessidades. Outra característica marcando é o sentimento que se a maioria faz, está certo. Um ambiente com pouca pressão social acaba fazendo com que o usuário sinta pouca obrigação em usar aquele ambiente.
- **Trabalho em Equipe:** Quando mais de um jogador trabalham juntos para atingir um objetivo em comum, tem-se o que é chamado de trabalho em equipe. Apesar de ser taxado como uma ótima forma de aumentar as chances de se atingir o objetivo, o efeito pode ser o inverso. Ao se trabalhar em equipe, o jogador tem um elemento que ele não consegue controlar, o seu companheiro. Caso o jogador não consiga lidar bem com seus companheiros, o trabalho em equipe tende a atrapalhar o desempenho do jogador. Caso um ambiente não forneça a possibilidade de se trabalhar em equipe, a tendência é que o jogador seja levado à isolamento e uma curva de aprendizado menor.
- **Moeda Corrente:** Assim que se encontra a necessidade de realizar transações comerciais dentro do jogo, a criação de uma moeda corrente se faz necessária. Utilizada

para efetuar trocas, seu valor deve ser bem analisado para que a mecânica do ambiente não seja afetada. Uma atribuição incorreta de valores dos recursos e outros itens pode levar o jogador a uma crise de identidade com as regras, e abandonar o jogo.

- **Renovação:** Este elemento representa o processo de recomeçar. Dentro de um ambiente controlado, como o fornecido pelos jogos, sempre há a possibilidade de recomeçar quando algo der errado, até quando o jogador morre com seu personagem. O processo de tentativa e erro é necessário existir quando há um conceito muito difícil sendo abordado. A falta deste elemento pode deixar o ambiente extremamente sério, e estressar o usuário.
- **Julgamento:** Os julgamentos são aqueles que o jogador precisa tomar para continuar uma determinada atividade. Normalmente o jogo chega a um ponto em que ele espera uma decisão do usuário, se fica ou luta, se vai para a esquerda ou direita. Ao se utilizado o recurso de Tempo Limitado é possível criar situações que se o jogador demorar muito tempo para se decidir, ele acaba perdendo. A falta deste tipo de decisão em um ambiente pode fazer com que o jogador tenha a sensação que não está no controle, o que pode descaracterizar o jogo.
- **Dados:** Um dado pode ser caracterizado como tal quando uma informação é apresentada ao jogador. Desde dados simples até informações complexas, estes dados não apresentam a lógica que os gerou, apenas o resultado final. A falta deste retorno ao usuário pode levá-los a confusão e pode afetar a forma de como um jogador irá se portar naquele ambiente do jogo.
- **Progresso:** Este elemento é um dado especializado em mostrar ao jogador o quão longe ele percorreu e o quanto falta para encerrar o jogo, ou a atividade. Existem várias formas de apresentar, desde barras de porcentagem até mapas desenhados para mostrar o quanto o usuário avançou. A falta de retorno ao jogador de quanto ele progrediu acaba deixando-o ansioso.
- **Pontos:** juntamente com o Progresso, os Pontos são uma forma de dado especializados em medir o desempenho do jogador em uma atividade. Eles indicam claramente para o jogador quais são os itens que o jogo está avaliando deles. Normalmente, estes pontos gerados não são utilizados para efetuar transações financeiras, mas sim usados para comparação com outros jogadores e determinar o vencedor. Este elemento é a base para que a Competição ocorra de forma clara. A falta de pontos acaba por diminuir a importância de determinadas ações dentro do jogo. Zichermann [3] acrescenta os tipos de pontos que podem existir, envolvendo aqui o conceito de que os valores monetários virtuais se encaixem neste elemento. Além deste adendo, existem diferentes tipos de pontos, diferindo entre eles pela sua finalidade, que vai desde pontos para traçar o perfil do usuário como pontos para motivá-lo.

- **Sensação:** Pelo fato dos jogadores serem indivíduos, estas tendem receber forte influência de suas emoções. Conseguir ativar fortes emoções nos jogadores faz com que a relação entre o jogo e o jogador se estreite, aumentando seu engajamento com o ambiente. É possível cumprir esta meta por meio de uma cultura de ambiente bem desenhada [22]. Caso este elemento não seja abordado, o jogador tem a sensação que o jogo, simples e tende a perder o interesse rapidamente.
- **Reconhecimento:** O reconhecimento é toda conquista alcançada e percebida pelo jogador e por outros. Ao ambiente reconhecer as ações do jogador premiá-lo, um forte sentimento é despertado no usuário, aumentando seu vínculo com o ambiente. Apesar disto, o que dá força ao reconhecimento é a possibilidade de compartilhar com o restante do público. A falta de reconhecimentos dentro de um ambiente acaba diminuindo a motivação do usuário e tende a aumentar o sentimento de isolamento do usuário.
- **Status:** O Status pode ser considerado como a manifestação do poder e respeito em um grupo social. Presente em diversas áreas, dentre elas tem-se a militar, educacional e médica. Sempre que há um conjunto de responsabilidades e possibilidades, haver necessidade de um gerenciamento de status de cada um presente no grupo. Apesar de seu conceito ser bem parecido com o elemento Nível, este organiza os desafios que o usuário irá fazer, enquanto que o Status organiza os jogadores de um grupo para determinar a posição de cada um. Sua falta acarretará em uma confusão de papéis e autoridade. Além disso, tende a inibir a disseminação de conhecimento entre os jogadores.

Estes elementos apresentados podem ser utilizados em totalidade ou parcialmente para se criar um ambiente que implementa elementos de *Gamification* [36]. Já Zichermann [3] apresenta um framework chamado *Mechanics Dynamics Aesthetics* (MDA), que separa a etapa de desenvolvimento em três etapas: definição da Mecânica, implementação da Dinâmica e análise da Estética do ambiente. A Mecânica do framework são os elementos que o desenvolvedor deseja utilizar para poder criar o ambiente. Já a Dinâmica é referente a como o usuário vai usar os elementos previamente escolhidos. Por fim, a Estética se refere em como o usuário vai se sentir ao usar o ambiente. Para a escolha dos elementos que irão compor a mecânica do ambiente, o autor lista sete elementos dentre os quais Pontos, Níveis, e Aventuras já estão listados junto com os elementos extraídos de Dignan:

- **Placares:** O propósito dos placares é efetuar comparações de pontos entre usuários, de forma tão simples que a maioria dos usuários não necessita de explicações para entender um placar. Para o autor, existem 2 tipos de placares

- 1 **Placar para a não desmotivação :** Este placar faz com que o usuário se encaixe no meio do placar na primeira vez em que entra no sistema. Desta forma, o usuário não se sente desmotivado por ser o último, e recebe informações do que tem que ser feito para poder avançar no placar.

- 2 **Placar Infinito:** Este placar cria uma sequência lógica do melhor para o pior baseado em uma pontuação já pré-determinada. É possível criar variações para mostrar somente os 10 primeiros, mostrar todos dos amigos ou, com o uso de redes sociais, mostrar todas as posições de todos os jogadores do mundo que possuem uma pontuação.
- **Distintivos:** Este elemento é usado como forma de mostrar o reconhecimento do ambiente que o usuário atingiu um determinado objetivo. Este esquema de recompensa é utilizado a muito em outras instituições como os escoteiros e o exército. A utilização de distintivos pode, em alguns projetos, substituir a necessidade de criar níveis para expressar o progresso do usuário. Porém, a criação de distintivos sem sentido pode fazer com que todos os distintivos percam também o sentido, fazendo com que a motivação que o usuário recebe para ganhar o distintivo desapareça.
 - **Onboarding:** Um dos processos mais custosos para o usuário é aprender as regras de um novo ambiente. Com o aumento do número de ambientes que implementam a *Gamification*, aumenta o número de regras que o usuário deve conhecer. Este elemento reflete ao processo de inserção de um novo usuário ao ambiente. A implantação correta deste elemento irá resultar nos primeiros minutos de uso do ambiente:
 - 1 Revelar a complexidade do ambiente de forma gradativa
 - 2 Reforçar positivamente o usuário
 - 3 Remover oportunidades de falha
 - 4 Coletar alguns dados do usuário
 - **Ciclo de Envolvimento Social:** Este elemento não é exclusivo aos jogos. O desafio é conseguir envolver o usuário mais de uma vez utilizando suas relações sociais. Neste elemento, um sentimento de motivação leva o usuário a se envolver com o ambiente, que o direciona a uma chamada na sua sociedade para agir, o que leva a um reforço positivo ou progresso, gerando assim um sentimento de motivação. Este ciclo é visível na Figura 2.2.

Muitos destes elementos são soluções para manter o usuário interessado em uma atividade criada digitalmente. Uma das formas de manter o interesse do usuário é conseguir deixá-lo em um estado chamado de *Flow* [4]. Este estado é definido como um período de tempo em que a pessoa está tão absorta na atividade, que não consegue perceber nem o tempo passar. Para se chegar neste estado, o nível de habilidade de um indivíduo precisa estar nivelado com o nível de dificuldade do problema.

A Figura 2.3 apresenta a relação entre estas 2 variáveis. Caso ocorra um desequilíbrio, o usuário acaba caindo em uma das 2 situações, sendo ela ficar Entediada ou Ansiosa. Um indivíduo tende a ficar entediada quando seu nível de habilidade é maior que o

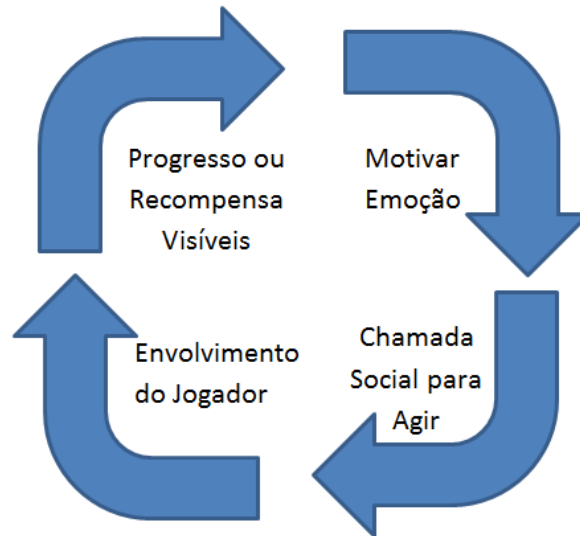


Figura 2.2 – Representação Visual do Ciclo de Envolvimento Social. Adaptado de Zichermann[3]

nível do problema, resultado assim em resolver facilmente os problemas e não precisar aprender nada de novo. Já quando o nível do problema é muito superior em nível de habilidade, este indivíduo tende a ficar ansioso, o que atrapalha a ponto da solução não ser alcançada.

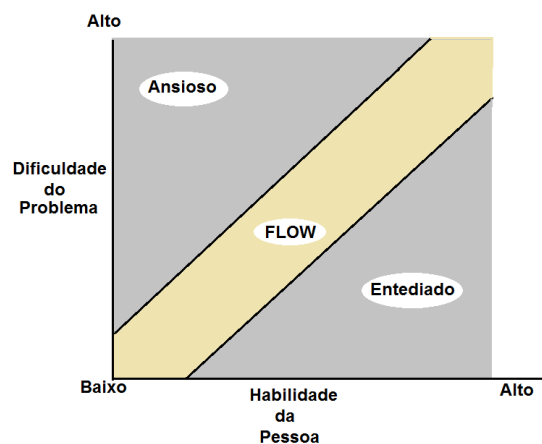


Figura 2.3 – O estado chamado *Flow*, este que se encontra entre os estados Ansioso e Entediado. Adaptado de Mihaly[4]

Além destes níveis e elementos, Lee [14] elenca 3 áreas que são afetadas diretamente pela *Gamification* quando é utilizada na educação: cognitiva, emocional e social. A área cognitiva compreende as interações do usuário com os sistemas. A medida que os jogos têm um conjunto de regras, o usuário é estimulado a aprender estas por meio da exploração destas regras, e da tentativa e erro. Durante as aulas, o aluno pode tornar-se reticente, tornando assim as chances de fracasso mais elevadas [14] [34].

Estes métodos de experimentação gera a transformação emocional, como o usuário é obrigado a superar seus desafios em um jogo. A transformação ocorre por mudar uma

emoção positiva para uma negativa e vice-versa. Por exemplo, quando a frustração se torna o orgulho depois de superar um obstáculo dentro do mundo do jogo. A área social é explorada por meio das interações que são feitas dentro do jogo. A medida que o jogador progride seu avatar virtual, este precisa fazer escolhas que influenciará em suas ações e os outros ao seu redor. Pope [34] e Lee [14] também afirmam que o usuário pode identificar-se como um aluno enquanto “jogar” o jogo da escola, porém isto não é percebido pela maioria dos alunos.

Uma vez a *Gamification* apresentada, e os conceitos de Jogos, Jogos Eletrônicos e Jogos Eletrônicos Educacionais escolhidos como base, deu-se início ao desenvolvimento do Data Structure Learning Environment Program (DSLEP), em que sua concepção estão descritos nos capítulos 3 e 4, e as telas apresentadas no capítulo 6.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 MODELO DA PESQUISA

A metodologia adotada neste trabalho é fundamentada no estudo de várias abordagens envolvidas, tais como: sistemas de informação, modelagem de dados, arquitetura de software, jogos na educação, Teoria Construcionista e *Gamification*. Estas abordagens formam a base para a definição da arquitetura e a construção do ambiente proposto, denominado de *Data Structure Learning Environment Program (DSLEP)*, que possui como principal objetivo engajar os alunos dos cursos de TI no Brasil, para auxiliar na fixação de conteúdo da disciplina de Estruturas de Dados. Quanto a natureza deste trabalho, este pode ser classificado como pesquisa aplicada, pois este trabalho visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos

Como problema sugerido é a falta de motivação e envolvimento dos alunos, com base na teoria escolhida, este trabalho tem como foco a abordagem de resolver este problema, gerando assim uma pesquisa com abordagem qualitativa. Uma vez o DSLEP produzido, uma equipe de seis especialistas avaliaram-no utilizando o instrumento proposto por Whitton [1].

Por fim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para a escolha dos elementos de jogos que podem ser utilizados. Primeiramente foram pesquisados os artigos com casos de utilização da *Gamification* na educação. Assim, os principais elementos envolvidos no processo foram devidamente elencados, partindo assim para uma pesquisa por definir estes elementos. Para esta definição, os livros de Dignan [36] e Zichermann [3] forneceram as informações que baseiam a utilização destes elementos de *Gamification*.

Além da pesquisa supracitada, a arquitetura proposta, a ser apresentada na seção 3.2.3, incentivou para que uma pesquisa de ferramentas que possam ser utilizadas para o desenvolvimento WEB fosse realizada. Esta consistiu em um levantamento de ferramentas disponíveis, levando em conta a facilidade de aprendizado e usabilidade, com um pré-requisito de produzir conteúdo em HTML5. Como resultado, foi encontrado a ferramenta Construct 2, que consegue atender a todas as necessidades levantadas pelo pesquisador.

3.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

As principais etapas de desenvolvimento deste trabalho foram: escolha do tema, revisão da literatura, definição de arquitetura, desenvolvimento do DSLEP e avaliação do DSLEP. A figura 3.1 apresenta a relação dos elementos com as etapas de desenvolvimento supracitadas.

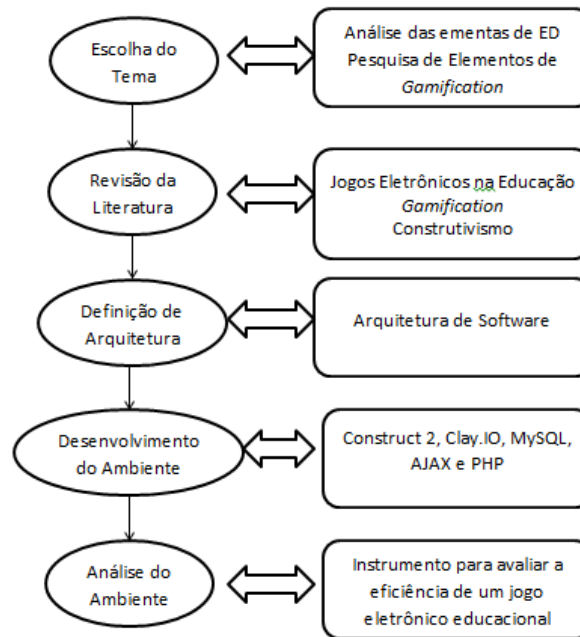


Figura 3.1 – Processo de Desenvolvimento de Pesquisa. Fonte: O autor

3.2.1 Escolha do Tema

A dificuldade e a importância da disciplina de Estrutura de Dados dos cursos de TI fizeram com que os autores buscassem formas de envolver e motivar os alunos a aprenderem seus tópicos. Como alternativa para melhorar estes pontos, foi encontrado a *Gamification* que tem como proposta melhorar o envolvimento de um usuário a um ambiente [3]. Depois foi realizada uma pesquisa dos tópicos abordados na disciplina de Estruturas de dados nos cursos de TI do Brasil. Para sua realização, primeiramente foram coletadas ementas disponíveis na internet desta disciplina de diferentes instituições. Ficou definido que seria pego até 3 ementas de instituições diferentes de cada estado.

Ao todo foram coletadas 60 ementas, e não 81 ementas conforme previsto, pois em alguns estados não foram encontrados ementas disponíveis para análise. Uma vez coletadas, as ementas foram classificadas para identificar quais tópicos são abordados. Para elencar quais tópicos são abordados, uma referência cruzada entre as ementas foi realizada para ajudar a definir os nomes dos tópicos. A partir desta listagem, os tópicos foram contabilizados para extrair a sua porcentagem de incidência, conforme visto na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Incidência dos tópicos nas ementas da disciplina de Estruturas de Dados dos cursos de TI do Brasil. Fonte: O autor

Assuntos	Incidência(%)
Fila	100,00
Pilha	100,00

Continuação na próxima página

Tabela 3.1 – Continuação da página anterior

Assuntos	Incidência(%)
Lista	100,00
Árvore	96,67
Algoritmos de Pesquisa	75,00
Armazenamento Dinâmico	73,33
Algoritmos de Ordenação	70,00
Tipos Abstratos	51,67
Armazenamento Estático	50,00
Grafo	43,33
Arquivos	40,00
Hashing	36,67
Complexidade de Algoritmos	36,67
Recursão	25,00
Conjuntos	13,33
Criptografia	8,33
Heaps	8,33
Resolução de Problemas Complexos	5,00
Garbage Collection	3,33
Teoria da Intratabilidade	3,33
Intercalação	1,67
Algoritmos Randômicos e Aproximados	1,67

Esta pesquisa ajudou a definir os tópicos abordados no DSLEP, sendo eles: Vetor, Lista, Fila, Pilha e Árvore. Apesar do Vetor não estar contido nesta listagem, este se fez necessário para poder embasar os outros assuntos. Já os outros quatro assuntos foram escolhidos de acordo com a pesquisa, esperando assim que o DSLEP possa alcançar uma parcela maior de usuários. Além do levantamento dos conteúdos, foi possível analisar a carga horária média de cada região, conforme apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Carga horária média, por região, das disciplinas de Estruturas de Dados. Fonte: O autor

Região	Carga Horária Média (horas)
Sudeste	122,1
Nordeste	102,3
Sul	100,7
Norte	91
Centro-Oeste	84,2

3.2.2 Revisão da Literatura

A revisão da Literatura englobou os conceitos relativos a *Gamification*, jogos e teorias educacionais. Primeiramente foi necessário conseguir definir o que é jogo, para poder inserir os Jogos Digitais. A importância nos dias atuais, e sua estreita relação com a educação foram devidamente esclarecidas nas seções 2.1.1 e 2.1.2. Também houve a necessidade de explicar pedagogicamente como um jogo pode passar algum conteúdo para um aluno, como explicado em trabalhos de Koster [31] e Zichermann [3]. O Construcionismo é a forma como o jogo trabalha ([29]) e precisou ser devidamente explicado em 2.1.2.

Por fim foi levantado as principais definições de *Gamification*. Primeiro foi levantado 2 definições atuais, propostas por Zichermann [3] e Deterding [2], para depois entender o que é implementar elementos de *Gamification* em um ambiente qualquer. Também entender a diferença entre jogo e brincar, além de identificar o que é um elemento de um jogo se fez necessária. Por fim, foram elencados os principais elementos e teorias psicológicas para tentar entender como que elementos de jogos conseguem envolver e motivar pessoas.

3.2.3 Definição da Arquitetura

A definição da arquitetura se deu por meio da análise do projeto. A identificação do público alvo foi uma das bases para a arquitetura proposta. Esta foi formulada por meio da pesquisa de ementas da disciplina de Estruturas de Dados, exposta na seção 3.2.1. Primeiramente ao identificar o público alvo, ficou claro que o DSLEP deveria ser WEB, visto que a intenção é com que alunos de todo o território brasileiro façam uso do DSLEP. Para atender este requisito, o uso do HTML5 para distribuição se fez necessário, pois aumenta a acessibilidade por parte dos usuários, permitindo o acesso ao DSLEP até por *smartphones* e *tablets* além dos meios convencionais, os *notebooks* e computadores de mesa.

Para os elementos de *Gamification* plataforma Clay.IO foi escolhida para ser usada na implementação destes elementos. Esta permite a publicação de jogos e a utilização de elementos como o gerenciamento de usuário, placares e pontuações nas atividades de forma separada ao jogo. Além da disponibilidade gratuita, as bibliotecas criadas possuem um alto grau de compatibilidade com ambientes WEB, classificação esta que o DSLEP se encaixa. Além das funcionalidades desta plataforma, também foi criada uma base de dados própria para que dados referentes ao usuário fossem gravados para futuras análises. A Figura 3.2 apresenta o formato da arquitetura de forma macro.

O DSLEP foi projetado para possuir 2 camadas, Interface e Regras de Negócio. A de Interface, que fica responsável por gerenciar os objetos gráficos e interagir com o usuário, e a camada de Regra de Negócios. Com o auxílio da ferramenta Construct 2, foi possível criar todos os elementos gráficos e programá-los para interagir com as ações do usuário, como o clicar do *mouse* ou as ações captadas pelo teclado. Já para a Camada de Regras de Negócios, foi necessária a instalação e configuração da biblioteca do Clay.IO na ferramenta

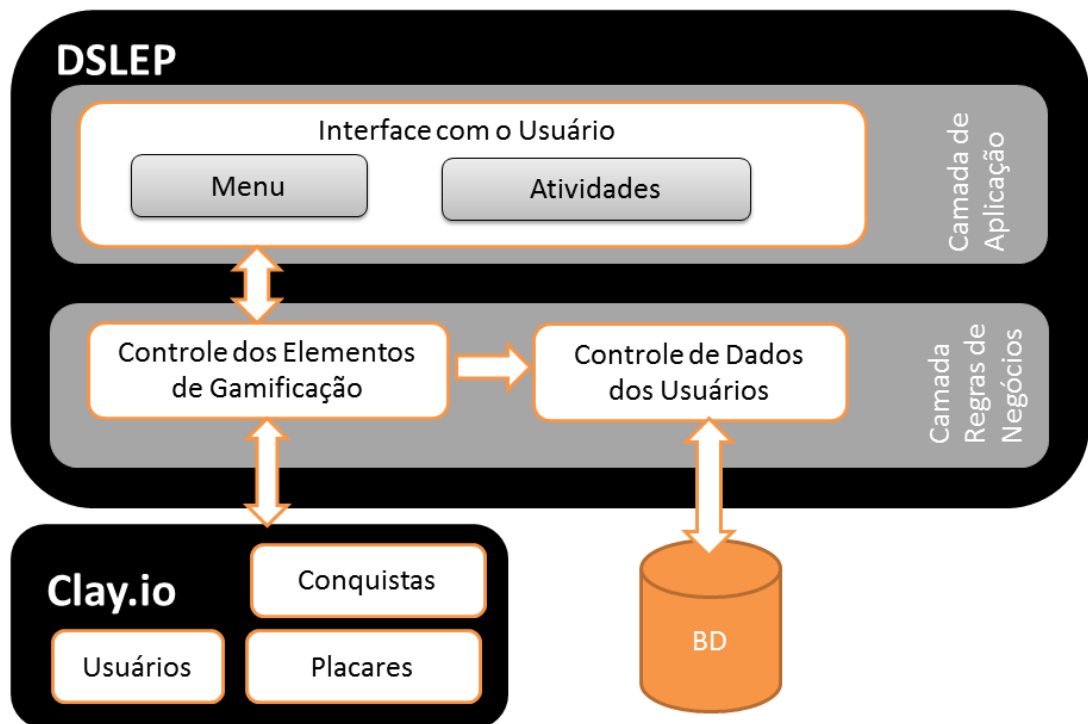


Figura 3.2 – Arquitetura do DSLEP. Fonte: O autor

Construct 2, bem como inserir comandos específicos na codificação das telas para ativar as funcionalidades da plataforma.

Apesar da disponibilidade de uso, não é possível saber os processos que ocorrem no uso da plataforma. Já para os dados dos usuários foi necessário criar uma base em MySQL, e algumas páginas em PHP que realizar a inserção de informações através do método GET de chamada de páginas. Uma vez estas criadas, foi utilizado um componente de AJAX fornecido pelo Construct 2 para que as páginas fossem chamadas e as informações passadas para o banco. Nesta etapa de projeto, apenas o nome do usuário, a chave única do cadastro do usuário no Clay.IO e a última data de acesso são gravadas.

3.2.4 Desenvolvimento do DSLEP

Após as análises iniciais, o processo responsável pela engenharia e desenvolvimento do DSLEP deu-se início, com base nos dados já coletados, os requisitos funcionais e não funcionais, bem como os casos de uso e os principais diagramas de atividades foram criados para compor a documentação do DSLEP. Todas as atividades foram devidamente documentadas seguindo o modelo a seguir:

- **Nome da Atividade:** Deverá ser escolhido um nome único, e que ajude aos desenvolvedores na identificação da atividade no projeto.

- **Ordem da Atividade:** O projeto irá apresentar as atividades em uma ordem já pré-definida pelos desenvolvedores. Esta ordem será identificada por 2 números, separados por ponto. O primeiro número indica qual a ordem do tópico em que a atividade se encontra, e o segundo qual a ordem das atividades dentro do contexto do tópico.
- **Tópico Abordado:** Deverá ser descrito qual tópico a atividade irá abordar.
- **Descrição:** Este item foi criado para poder explicar a ideia da sensação que a atividade precisa passar para o Jogador.
- **Objetivo:** Apesar do item “Tópico Abordado” delimitar qual o tema da atividade, ainda sim pode surgir diversas atividades de um mesmo tópico. O Objetivo deve expor exatamente o que será tratado.
- **Mecânica da Atividade:** A mecânica deverá expor as regras de como a interação entre os objetos e o Jogador deve ocorrer.
- **Cálculo dos Pontos:** Devem-se expor quais as regras para a pontuação na atividade. Não somente os valores, mas como estes pontos são ganhos devem ser especificados neste item.
- **Variáveis Necessárias:** Este item surgiu devido a uma necessidade do próximo item, “Desafios”. Alguns desafios exigirão variáveis próprias, e esta seção foi criada para direcionar os desenvolvedores na criação das mesmas, mesmo que não envolvam diretamente na “Mecânica da Atividade” ou no “Cálculo dos Pontos”.
- **Desafios:** Este item deverá expor quais desafios foram criados. Informações como nome e forma de ganhá-los são essenciais. Devido a este projeto utilizar a plataforma Clay.IO, foi incluída o número de identificação no Clay.IO.
- **Placares:** Deverá ser determinado quais placares esta atividade irá possuir, identificando seu nome, qual pontuação será avaliada e como os pontos serão organizados (de forma ascendente ou descendente).

3.2.5 Avaliação do DSLEP

Para efetuar a avaliação do DSLEP, foi utilizada o instrumento proposto por Whitton [1], que visa verificar a eficiência educacional de uma aprendizagem baseada em jogo oferecida por um ambiente eletrônico. São avaliados seis critérios, dentre eles o Suporte a Aprendizagem Ativa, Geração de Envolvimento, Adequabilidade, Suporte a Reflexão, Provisão de Igualdade entre diferentes tipos de alunos e Provisão para dar Suporte a Continuidade. A abordagem adotada é considerada qualitativa, pois este trabalho foca na abordagem do problema, como criar um ambiente eletrônico para auxiliar na aprendizagem de Estruturas de Dados de forma que motivo envolva os alunos com o seu conteúdo.

O questionário conta com vinte e uma questões, todas com respostas baseadas na escala Likert. Estas são separadas por grupos para direcionar a avaliação de cada critério supracitado, e o formulário utilizado pelos especialistas para avaliar o DSLEP se encontra no anexo II. Dos especialistas envolvidos na avaliação, todos possuem graduação na área da computação, ou pelo curso de Sistemas de Informação, ou Ciência da Computação. Além disso, dois especialistas possuem pós-graduação na área da educação, e outros dois possuem título de mestre em Ciência da Computação. O resultado desta avaliação será discutido na seção 5.1.

4 AMBIENTE

Este capítulo possui as informações referentes ao planejamento do DSLEP, elencando suas principais atividades e as implementações dos elementos de *Gamification*.

4.1 PLANEJAMENTO DO DSLEP

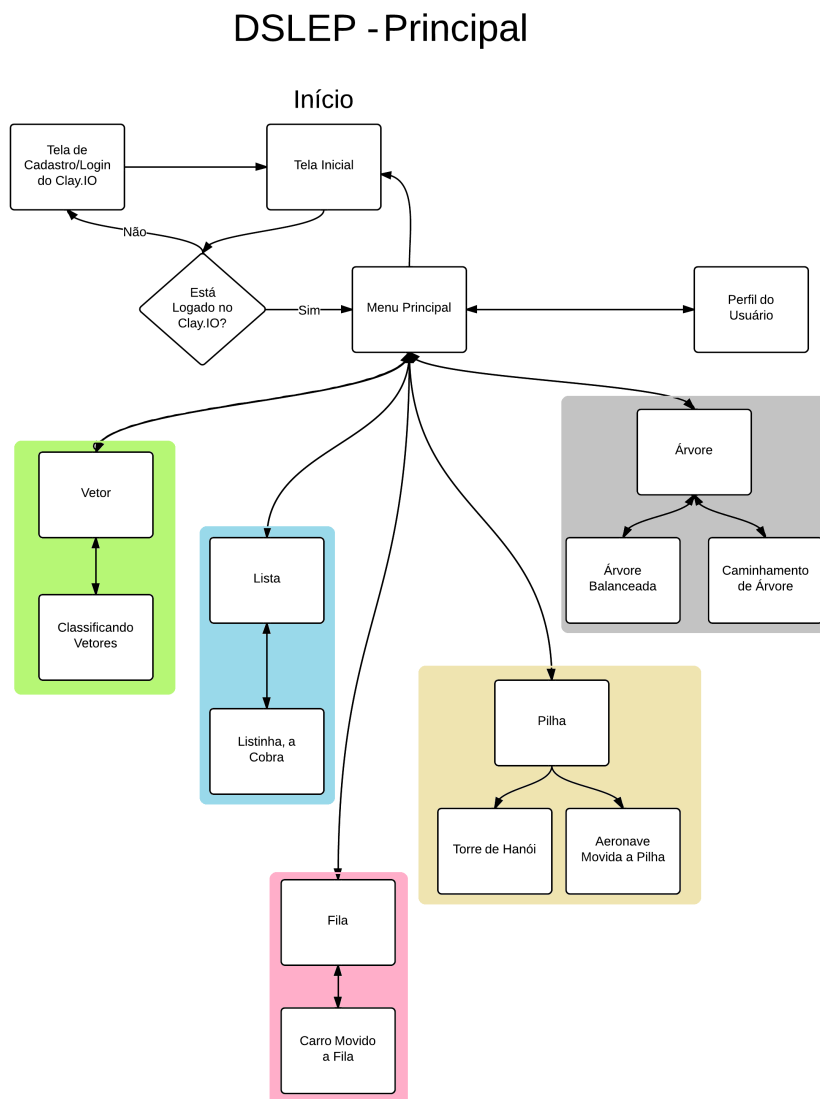


Figura 4.1 – Diagrama de Atividades do DSLEP. Fonte: O autor

Esta seção irá expor alguns elementos da etapa de planejamento do sistema DSLEP. Primeiro mostra o principal diagrama de atividades, e depois descreve os casos de uso, bem como as atividades criadas. Por fim elenca-se quais desafios e placares foram criados para

o ambiente. Para um detalhamento maior dos diagramas e de atividades, leia a documentação do ambiente que se encontra no Anexo I deste documento.

A Figura 4.1 apresenta o principal diagrama de atividades do DSLEP. Primeiramente há uma tela de entrada para efetuar a validação do usuário na plataforma Clay.IO. Esta validação é necessária, pois o progresso do jogador estará vinculado a sua conta na plataforma. Existe a possibilidade de o jogador entrar sem um usuário, através do uso da opção *Guest*, porém este não terá seu progresso salvo. Além do progresso, as conquistas alcançadas e pontuações obtidas na atividade são vinculadas a sua conta.

Uma vez o usuário ter efetuado *login* em sua conta Clay.IO, o mesmo acessa o menu principal do ambiente. A partir desta tela, o usuário pode acessar os submenus dos tópicos ou seu perfil. Inicialmente apenas o perfil e o submenu de Vetor estarão liberados. Conforme o usuário progredir no ambiente, os outros submenus serão liberados, na seguinte ordem : Lista, Fila, Pilha e Árvore. Uma vez com acesso ao conteúdo de um tópico, o usuário poderá iniciar a atividade, ou visualizar o placar correspondente. Os tópicos de Vetor, Lista e Fila possuem somente uma atividade relacionada, enquanto que Pilha e Árvore possuem duas atividades.

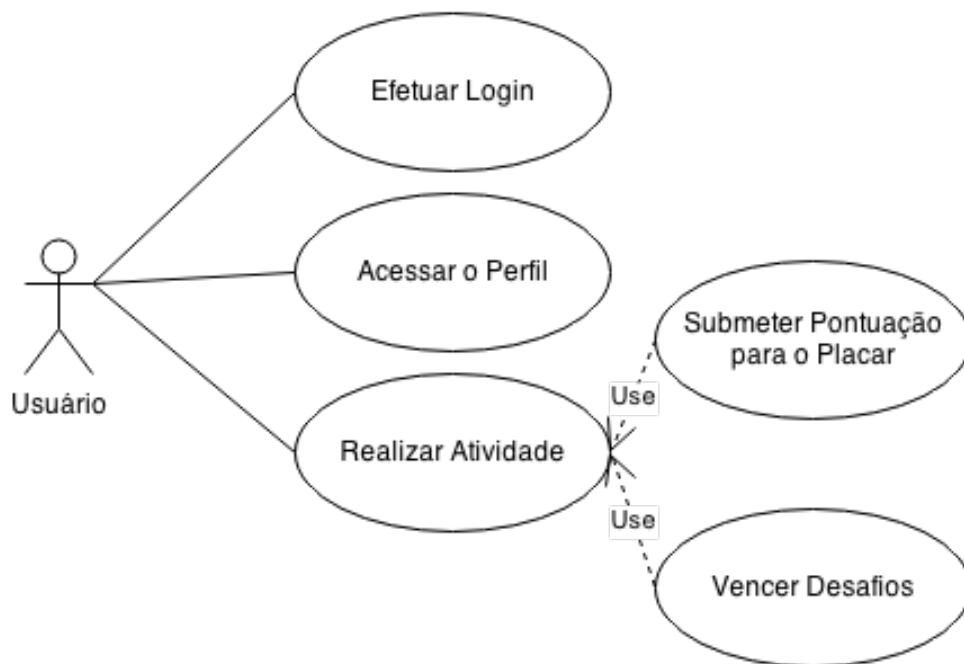


Figura 4.2 – Casos de Uso do DSLEP. Fonte: O autor

Nos casos de um tópico possuir mais de uma atividade, estas não são liberadas simultaneamente para o usuário. No caso das atividades da Pilha, primeiro é liberada “Torres de Hanoi”, para que uma vez finalizada a atividade “Aeronave Movida a Pilha” seja liberada. Este mesmo processo ocorre em Árvore, em que a atividade “Árvore Balanceada” é liberada primeiro que “Caminhamento de Árvore”. Como próxima etapa de projeto, foram levantados os casos de uso apresentados na Figura 4.2 e descritos de forma resumida a seguir:

- **Efetuar Login:** O usuário irá efetuar *login* em sua conta Clay.io. Para que o acesso a

plataforma seja realizado com sucesso, a conexão com a internet deverá estar funcionando de forma constante. Caso o usuário deseje, este pode acessar a conta utilizando a funcionalidade *GUEST*. O uso de um servidor PROXY torna o ambiente inacessível sem ter uma conta no Clay.IO.

- **Acessar Perfil:** Uma vez feito o *login*, o usuário poderá acessar os dados referentes ao seu perfil do ambiente. Suas pontuações e desafios conquistados devem ser mostrados para o usuário de forma organizada e simples. O usuário deve ser capaz de identificar quais desafios ainda faltam fazer, bem como quais são os passos para poder finalizar cada desafio.
- **Realizar Atividade:** Assim que uma atividade estiver liberada para uso, o usuário pode iniciar a atividade. Cada atividade terá um conjunto de regras e mecânicas, sendo que os elementos de *Gamification* que todas compartilham são os pontos e desafios. O usuário será capaz de acessar o tutorial quando a tarefa não estiver sendo executada.
- **Submeter Pontuação:** Uma tarefa precisa ter inicializado e finalizado para que este caso de uso ocorra. Assim que finalizar, a pontuação adquirida pelo usuário será vinculada a sua conta na plataforma Clay.IO. Uma mensagem avisando que os pontos foram submetidos deve aparecer.
- **Vencer Desafios:** Assim que uma tarefa se inicia, o usuário poderá efetuar desafios. Cada desafio possui um modo de ser conquistado, bem como uma atividade relacionada. Quando o usuário conseguir vencer um desafio, uma mensagem mostrando qual desafio foi conquistada deve aparecer na tela.

4.2 DESAFIOS PROPOSTOS

Esta seção apresenta os desafios criados para o ambiente. A Tabela 4.1 apresenta todos os desafios criados. Estes estão organizados de forma que é possível identificar qual o seu código dentro da plataforma Clay.IO, seu nome de identificação e a forma como vencer o desafio. O nome de cada desafio é estipulado de acordo com a atividade vinculada e o nível de desafio percebido. Já as formas de vencer os desafios variam de acordo com a mecânica da atividade.

Tabela 4.1 – Desafios criados para as atividades presentes no ambiente. Fonte: O autor

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
3720	Vetor - Básico	Você conseguiu preencher 1 vetor em uma única jogada!

Continuação na próxima página

Tabela 4.1 – Continuação da página anterior

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
3721	Vetor - Especialista	Você conseguiu preencher 10 vetores em uma única jogada!
3722	Vetor - Mestre	Você conseguiu preencher 25 vetores em uma única jogada!
3723	Vetor - Persistente	Você fez a atividade gerar 150 elementos em uma única jogada!
3724	Vetor - Lixeiro	Você jogou mais e 30 elementos em uma única jogada na lixeira!
3725	Vetor - Lendário	Você conseguiu fazer 1 Combo em uma única jogada!
3726	Vetor - Épico	Você conseguiu fazer 3 Combos em uma única jogada!
3727	Lista - Básico	Você conseguiu inserir 2 elementos na Cobra!
3728	Lista - Especialista	Você conseguiu inserir 25 elementos na Cobra!
3729	Lista - Mestre	Você conseguiu inserir 50 elementos na Cobra!
3730	Lista - Usando a Cabeça	Colete 10 elementos seguidos usando somente a cabeça (H).
3774	Lista - Persistente	Você conseguiu inserir 150 elementos na Cobra!
3775	Lista - Perdido	Fique mais de 30 segundos sem pegar nenhum elemento!
3776	Fila - Iniciante	Consiga soltar uma vez o turbo.
3777	Fila - Especialista	Solte, pelo menos, 60 vezes o turbo em uma única jogada.
3778	Fila - Mestre	Solte, pelo menos, 100 vezes o turbo em uma única jogada.
3779	Fila - Foi Longe!	Ultrapasse a distância dos 10 mil metros.
3780	Fila - Apressado	Atinja 250 km/h
3782	Pilha - Hanoi - Iniciante	Conclua a atividade no nível Fácil.
3783	Pilha - Hanoi - Especialista	Conclua a atividade no nível Difícil.

Continuação na próxima página

Tabela 4.1 – Continuação da página anterior

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
3784	Pilha - Hanoi - Não entendi	Deixe o tempo chegar ao final sem fazer nenhuma ação.
3785	Pilha - Nave - Iniciante	Consiga juntar 4 elementos dentro da nave.
3786	Pilha - Nave - Especialista	Consiga atingir a marca de 100 pontos.
3787	Pilha - Nave - Pacifista	Consiga ficar uma jogada inteira sem pegar nenhum elemento.
3788	Pilha - Nave - Mestre	Consiga fazer 1 combo.
3789	Pilha - Nave - Lendário	Consiga fazer 3 combos.
4018	Árvore - Ordenada - Básico	Adquira 10 pontos em uma única jogada!
4019	Árvore - Ordenada - Épico	Consiga completar uma Árvore Binária Ordenada por completo.
4020	Árvore - Ordenada - SubEsquerda	Crie uma árvore que possua somente a Raiz e filhos na Sub-Árvore a Esquerda.
4021	Árvore - Ordenada - Lendário	Consiga finalizar a atividade com mais de 15 pontos, sem clicar no botão Sortear.
4022	Árvore - Caminhamento - Básico	Termine um caminhamento completo dentro do tempo estipulado.
4023	Árvore - Caminhamento - Especialista	Termine um caminhamento completo dentro do tempo estipulado e sem errar.
4024	Árvore - Caminhamento - Mestre	Termine um caminhamento completo em menos de 10 segundos, e sem errar.

4.3 PLACARES

Esta seção apresenta os placares criados para o ambiente. A Tabela 4.2 os apresenta, sendo que a primeira coluna é referente ao código do placar na plataforma Clay.io, seguido de seu nome e seu tipo. O nome de um placar é gerado a partir do nome da atividade e seu dado analisado. O tipo de um placar determina a regra que irá escolher os primeiros

colocados. Caso o placar for do tipo “Descendente”, os primeiros colocados serão aqueles que obtiverem a maior pontuação. Já quanto o placar for “Ascendente”, os primeiros colocados serão aqueles que tem o menor valor.

Tabela 4.2 – Placares criados para as atividades presentes no ambiente. Fonte: O autor

Código Clay.IO	Nome	Tipo
2234	Classificação de Vetores - Pontos	Descendente
2235	Listinha, a Cobra - Pontos	Descendente
3438	Carro Movido a Fila - Velocidade	Descendente
3439	Carro Movido a Fila - Distância Percorrida	Descendente
2231	Torre de Hanoi - Tempo	Ascendente
2232	Aeronave Movida a Pilha - Pontos	Descendente
2236	Árvore Binária Ordenada - Pontos	Descendente
2237	Caminhamento de Árvore - Pontos	Descendente

Das atividades propostas, apenas a atividade Carro Movido a Pilha possui dois placares. Já o placar da atividade Torre de Hanói é o único do tipo “Ascendente”. Todos os placares mostrarão somente os dez melhores colocados, e em uma janela a parte do ambiente, que será chamada quando solicitada. Um usuário poderá aparecer mais de uma vez no placar, caso tenha mais de uma pontuação dentre os dez mais bem colocados. O usuário será capaz de acessar o perfil de outros usuários, bem como divulgar seu resultado em redes sociais.

Vale salientar a diferença do ambiente DSLEP para um jogo, visto que as atividades de cada tópico são jogos, mas o conjunto destas não. O DSLEP não realiza a imersão completa do usuário dentro do ambiente produzido. Assim, não há necessidade de uma contextualização e de um roteiro para explicar uma determinada atividade proposta, podendo assim focar na mecânica e nas regras que direcionam a atividade, estas baseadas nos tópicos de Estruturas de Dados. Fora do contexto das atividades, os elementos de *Gamification* ganham um foco maior, mas apenas com o intuito de motivar e envolver o usuário, e não transformar o DSLEP em um jogo.

5 RESULTADO DA ANÁLISE

Neste capítulo é possível obter os resultados das análises realizadas pelos especialistas do DSLEP.

5.1 RESPOSTAS OBTIDAS

Utilizando-se do questionário apresentado no anexo II, o ambiente foi avaliado pelos pesquisadores já citados na seção 3.1. A utilização da escala Likert normalizou as respostas de acordo com a Tabela 5.1. A seguir as respostas serão analisadas, agrupadas pelos critérios apresentados na ferramenta de Whitton [1].

Tabela 5.1 – Rótulos utilizados para respostas baseado na escala Likert. Fonte: O autor.

Nota da Escala Likert	Valor
1	Não foi encontrado/ Não atende
2	Aparece com pouca frequência/ Atende parcialmente
3	Aparece com certa frequência/ Atende o suficiente
4	Aparece com bastante frequência/ Atende bem
5	Está constantemente presente/Atende plenamente

- **Suporte ao Aprendizado Ativo** Através do uso de 5 perguntas, este critério avaliou as possibilidades de ações entre o aluno e o ambiente. De acordo com as respostas, o ambiente encoraja a exploração e resolução de problemas, provê possibilidades para consolidação do conhecimento e garante que os objetivos das atividades estão alinhadas com os da aprendizagem. Em contrapartida, duas questões tiveram resultados negativos, indicando que o ambiente não provê oportunidades para soluções colaborativas, nem da a possibilidade de testar ideias e *receber um feedback*.
- **Geração de Envolvimento** Este critério visa avaliar se o ambiente gera envolvimento do usuário com o ambiente. De acordo com as cinco questões respondidas, o ambiente fornece objetivos claros e alcançáveis, além de oferecer um alto nível de interatividade. Já o estímulo a curiosidade e a possibilidade de se oferecer diferentes meios de se completar o jogo tiveram uma nota ou pouco abaixo da esperada. Por fim, o principal ponto negativo neste critério, apontado pelos especialistas, é o baixo controle de gerenciamento da interface por parte do usuário.

- **Adequação** Este critério foi avaliado através de três perguntas, e todas apresentaram respostas positivas. Assim, é possível determinar que o ambiente fornece garantias que os objetivos do jogo e a forma de abordagem do conteúdo estão alinhados com o currículo da disciplina. Além disso, as respostas indicaram que o ambiente apresenta clareza na abordagem dos conteúdos.
- **Suporte a Reflexão** Através de três questões, o especialista verificou o nível de suporte a reflexão que o ambiente fornece para os usuários. Apesar de o ambiente fornecer pouca oportunidade para reflexões do conteúdo, este certifica que há explicações constantes sobre o conteúdo e a forma como este é abordado. Além disso, os especialistas apontaram que o ambiente foca no processo de aprendizagem do conteúdo abordado.
- **Suporte a Similaridade de Experiências** Este critério teve apenas duas perguntas para poder ser analisado. Enquanto os especialistas apontam que o ambiente parece considerar o conhecimento prévio do aluno, a customização do ambiente é fraca, quase inexistente.
- **Suporte durante a Utilização do Ambiente** Este último tópico foi avaliado com o uso de três questões, todas com resultados positivos. O ambiente provê orientações constantes durante o uso do ambiente, além de permitir os alunos atingirem um reforço positivo rapidamente e dar dicas para estes enquanto utilizam o ambiente.

A partir das respostas obtidas, fica claro que o DSLEP conseguiu satisfazer todos os critérios, porém com possibilidade de melhoria em alguns deles. Estas melhorias estão diretamente vinculadas com a implementação de funcionalidades que permitam uma maior interação entre os jogadores. Presentes no anexo II, todas perguntas e respostas dos especialistas podem ser visualizadas. A seguir são apresentadas as telas finalizadas do DSLEP.

6 DSLEP

Uma vez finalizado, o DSLEP possui dezessete telas, sendo sete delas atividades, e com o uso de duzentos e quarenta e quatro objetos gráficos utilizados. Também foram utilizados nove objetos de sons, como música de fundo e sons de ações do usuário. Primeiramente será apresentada a estrutura principal do ambiente, que é composta pelos menus e entrada principal. Em seguida será mostrado a estrutura padrão que as atividades seguem e suas peculiaridades. Por fim, as telas e objetos gráficos relativos aos elementos de *Gamification* serão elencados e explicados.

6.1 PRINCIPAL

De acordo com o diagrama apresentado na Figura 4.1, a tela inicial do sistema é a tela de entrada, apresentada na Figura 6.1. Ao acessar esta tela é possível notar alguns elementos. O boneco indicado pelo número 1 é o personagem principal da história do ambiente, e ajuda a direcionar o usuário nas atividades. Para acessar o sistema, o usuário deve clicar no “DSLEP”, indicado como número 3 na figura. Porém, caso não tenha sido feito o *login* na plataforma Clay.IO, o personagem representado por 1 indicará que não é possível. Para que o acesso se torne possível, o usuário precisa clicar em 2.

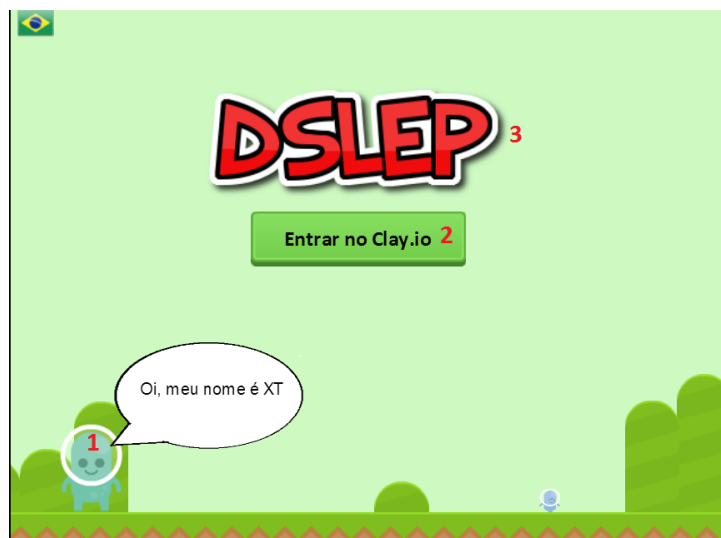


Figura 6.1 – Tela inicial para entrar no ambiente. Fonte: O autor.

Ao clicar no botão que irá efetuar o *login* no Clay.IO, uma janela em formato de *pop-up* será aberta, esta possuindo 3 abas. A primeira aba, representada na Figura 6.2 é para caso o usuário já tenha um cadastro feito e deseja entrar com o seu usuário e senha. Caso deseje, o usuário pode usar a função *Guest* contida na segunda aba e representada pela Figura 6.3. Neste caso, o usuário somente fornece um nome qualquer.



Figura 6.2 – Tela para realizar o cadastro no Clay.IO. Fonte: O autor.



Figura 6.3 – Tela para entrar como *Guest* no ambiente. Fonte: O autor.

A terceira e última aba é para o caso do usuário desejar efetuar seu cadastro. Nesta aba o usuário será direcionado para o site do Clay.IO para preencher as informações necessárias. É possível também efetuar seu *login* utilizando-se das redes sociais. Para isto, basta clicar em um dos ícones da rede social que deseja usar para efetuar o *login*. Estes ícones se encontram na parte inferior da janela e estão visíveis em todas as abas. Atualmente, o Clay.IO fornece a possibilidade de usar o Facebook, Twitter e Google Plus.

Uma vez efetuado o *login*, o usuário agora é capaz de acessar o menu principal. A Figura 6.4 apresenta o menu principal quando todos os tópicos estão disponíveis. Conforme o usuário progride, os ícones relacionados a estrutura trabalhada são liberados. O ato

de liberar um ícone envolve em adicionar sua cor de fundo a cor da tela, e tornar o ícone um objeto clicável.

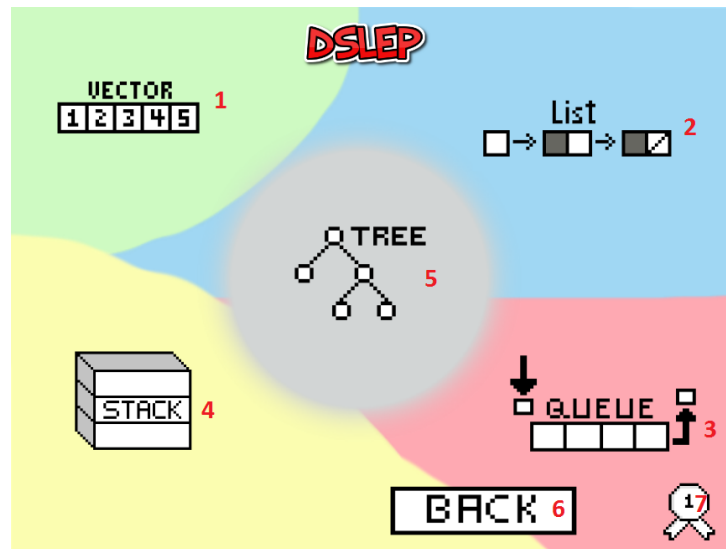


Figura 6.4 – Menu principal, com todas as estruturas já liberadas para o acesso. Fonte: O autor.

Os ícones que estão ao lado dos números 1 a 5, na Figura 6.4 são os objetos que o usuário deverá clicar para acessar a estrutura desejada. O botão indicado pelo número 6 faz o usuário voltar a tela inicial e o ícone junto ao número 7, se clicado, abre a tela de perfil do usuário. Quando o usuário clicar em um dos ícones que representam as estruturas, uma nova tela com o menu da estrutura desejada será aberta. A Figura 6.5 apresenta o menu do Vetor.



Figura 6.5 – Menu secundário, relativo a estrutura Vetor. Fonte: O autor.

Os menus das estruturas possuem algumas características em comum. Primeiramente sua cor de fundo esta vinculada a cor de fundo encontrada no menu principal. Todos tem qual estrutura que usuário se encontra, indicado pelo ícone encontrado na posição 1 da Figura 6.5. O acesso a atividade se dá através de um botão encontrado na posição 2 da mesma

imagem. Ao lado de cada atividade, um botão para acessar o placar da atividade o acompanha. Cada atividade possui seu próprio botão, com a indicação “Atividade X”, em que X é o número da atividade dentro da estrutura. Caso uma atividade tenha mais de um placar, a atividade terá mais de um botão, um para cada placar existente. Por fim, tem o botão de “Voltar”, explicitado na posição 3, que retorna ao menu principal. Todos os botões tem o mesmo formato, mudando somente a cor, que acompanha a cor de fundo.

6.2 ATIVIDADES

Esta seção apresenta as atividades criadas para o DSLEP. São 7 atividade, sendo que 1 atividade para o Vetor, 1 para Lista, 1 para Fila, 2 para Pilha e 2 atividades para Árvore. Primeiramente são tratadas suas características em comum, e depois as especificidades de cada atividade, bem como uma descrição de como a atividade funciona. No anexo II é possível obter um detalhamento maior das atividade, juntamente com a documentação completa do ambiente.

Todas as atividades possuem um tutorial explicando a mecânica da atividade, qual tópico está sendo abordado e contextualiza a atividade em uma história. A Figura 6.6 apresenta o tutorial da atividade Classificando Vetores. Todos os tutoriais possuem o quadro apresentado na posição 1 da imagem. O usuário controla o fluxo dos textos clicando nas setas indicadas nas posições 2 e 3. Além disso, pode-se fechar a qualquer momento esta janela clicando no botão “Fechar”, indicado na posição 4.



Figura 6.6 – Tela de tutoria, presente no início de cada atividade. Fonte: O autor.

Caso o usuário esteja acessando uma tarefa pela primeira vez, o quadro de tutorial automaticamente aparece, enquanto que nas próximas vezes não. Ao se fechar o quadro de tutorial, ou acessar a mesma atividade uma segunda vez, a atividade fornece três possibilidades para o usuário. A primeira é acessar o tutorial novamente, clicando no ícone que

se encontra na posição 1 da Figura 6.7. O usuário pode iniciar a atividade clicando no botão indicado na posição 2, ou voltar para o menu do tópico, clicando no botão indicado na posição 3.



Figura 6.7 – Tela anterior ao início da atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.

Todas as atividades possuem seus tutoriais, os botões que acessam novamente o tutorial, de início de atividade e de retorno ao menu. Além disso, todos os botões nas atividades possuem o mesmo gráfico, mudando somente a cor. A cor de fundo de cada atividade também segue a mesma cor de fundo do menu correspondente. A seguir serão detalhadas as atividades, bem como os gráficos referentes aos elementos de *Gamification*.

6.2.1 Vetor

Este tópico possui somente uma atividade, chamada de Classificando Vetores. Seu objetivo é reforçar o conceito de que os vetores pode possuir somente um tipo de valor. Para isto são gerados elementos de números aleatórios entre 1 a 30, podendo ser um círculo, um quadrado ou um triângulo. Os elementos são gerados aleatoriamente pela atividade e surgem na posição 1, indicada na Figura 6.8. Assim que aparecem, o usuário terá controle sobre sua direção com o uso das setas do teclado para esquerda e direita. O objetivo é direcionar para que o elementos caia em um dos canos, representados pelas posições de 2 a 4 na imagem.

Um elemento consegue entrar em um cano caso não haja nenhum elemento dentro do mesmo, ou tenha elementos do mesmo tipo. Caso o usuário queira, pode-se direcionar o elemento para o cano 5, que é uma válvula de escape, porém não recebe pontos. Caso o usuário deixe o elemento cair no chão, este perde uma vida. As vidas do usuário estão controladas na posição 6 da Figura 6.8. Além disso, é possível realizar um combo, colocando elementos que possuam os mesmos valores dentro de um dos canos. Os números que devem ser iguais estão representados na posição 7, e são gerados pela atividade. Por fim, a posição 8 apresenta a quantidade de pontos que o usuário conseguiu adquirir em sua jogada.

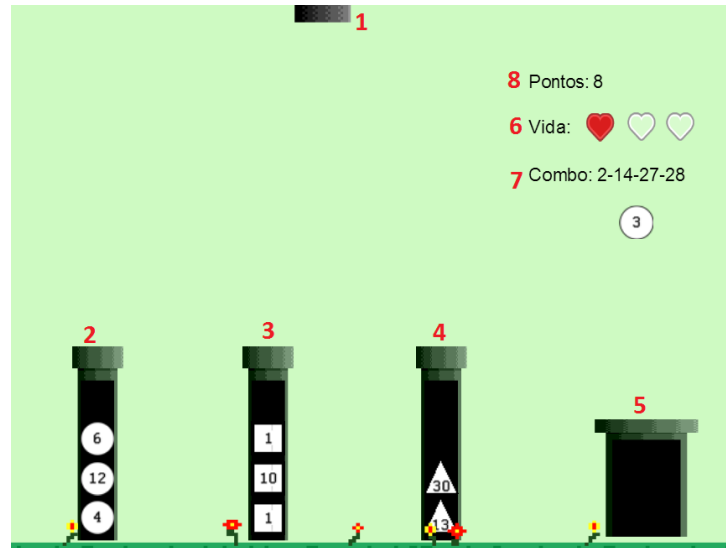


Figura 6.8 – Atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.

6.2.2 Lista

Este tópico possui somente uma atividade, chamada de Listinha, a Cobra. Seu objetivo é conseguir o maior número de elementos dentro da cobra. Porém como a cobra é uma lista, há a necessidade de se encontrar ou o início da lista ou o seu fim, ambos representados como cabeça e rabo da cobra. O conceito trabalhado nesta atividade é a necessidade de se ter em mãos o controle do ponteiro relativo a cabeça e ao final da lista. O usuário irá controlar a cobra com o uso das setas do teclado. Os elementos serão gerados com valores e posição aleatórios, com valores variando de um a trinta. Um elemento, representado na posição 1 da Figura 6.9 será inserido na lista de a cabeça (2) ou o rabo (3) encostarem nele.

Assim que o elemento encosta, o usuário irá ganhar pontos pela inserção, indicado na posição 4. Além disso, será informado se o elemento foi inserido no final ou no início da lista, que dependerá de qual ponteiro foi utilizado. Esta informação é dada no topo da tela, indicada na posição 5 da Figura 6.9. A atividade se encerra somente se a cabeça encostar-se ao rabo, gerando assim uma lista circular.

6.2.3 Fila

Este tópico possui somente uma atividade, chamada de Carro Movido a Fila. Através do movimento do *mouse*, o usuário irá controlar o carro indicado na posição 1 da Figura 6.10. Seu objetivo é chegar o mais longe e o mais rápido possível, sendo que ambos os dados estão indicados em 2 e 3 na figura. Para ganhar velocidade, o usuário deverá coletar elementos que irão surgir na parte superior da tela, e usá-los como combustível para ganhar velocidade. O automóvel consegue comportar até quatro elementos. Sempre que o usuário clicar com o botão esquerdo do *mouse*, um dos elementos que se encontram dentro do automóvel irá ser jogado para fora.



Figura 6.9 – Atividade Listinha, a Cobra. Fonte: O autor.

O elemento escolhido para ser jogado para fora é sempre o elemento que foi inserido primeiro que os outros. Caso o usuário consiga reproduzir, dentro do automóvel, os números sorteados pela atividade, localizada na posição 4, todos os elementos serão consumidos e uma velocidade acima do normal será adicionada ao veículo. A atividade somente acaba quando o tempo estipulado acabar. É possível saber quanto tempo falta, pois o mesmo é indicado na posição 5 da Figura 6.10.

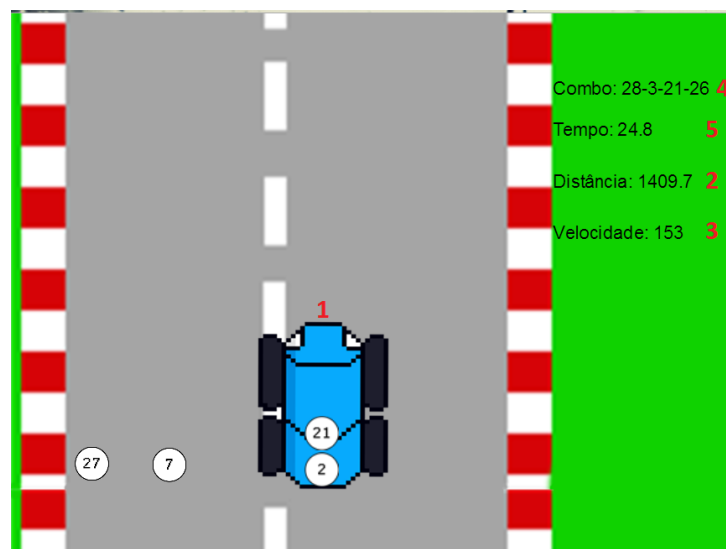


Figura 6.10 – Atividade do Carro Movido a Fila. Fonte: O autor.

6.2.4 Pilha

Este tópico possui 2 atividades, sendo a primeira chamada de Torre de Hanoi, e a segunda de Aeronave Movida a Pilha. As Torres de Hanoi são representadas por três pinos, e um destes pinos possuem 3 discos. Estes discos possuem tamanhos diferentes e devem ser

transpostos para o pino da outra extremidade. Porém, para poder efetuar esta troca, algumas regras devem ser atendidas. A Figura 6.11 mostra o pino inicial (1), e o pino final (2). Os discos estão espalhados pelos pinos e estão identificados como 3, 4 e 5. A atividade se encerra quando todos os pinos forem colocados no pino final, ou o tempo indicado em 6 acabar.

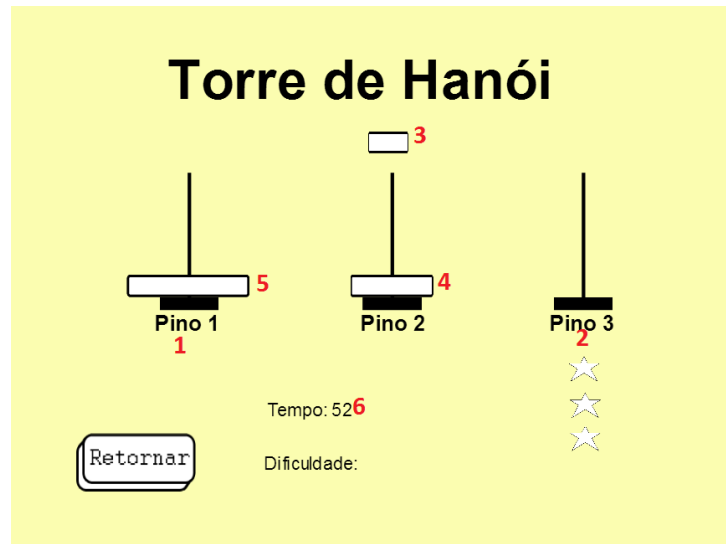


Figura 6.11 – Atividade Torre de Hanoi. Fonte: O autor.

A Figura 6.12 mostra o ambiente da atividade Aeronave Movida a Pilha. O usuário terá o controle da nave espacial (1), através do movimento do *mouse* com o objetivo de destruir o maior número de elementos (2) em um espaço de tempo. Para tal, a nave deverá coletar elementos para serem usados como arma. Para isto, o usuário deverá clicar com o botão esquerdo do *mouse*. O usuário não terá controle de qual elemento irá ser usado como arma, sendo que o elemento escolhido sempre será o último elemento inserido. Cada elemento possui um número aleatório de um a trinta. No início da atividade, serão sorteados 4 números. Caso o Jogador consiga inserir 4 elementos que possuam os mesmos valores e a mesma ordem dos números sorteados, este receberá um bônus em sua pontuação. O tempo restante, os números sorteados e a pontuação adquirida pelo usuário estão posicionadas em 3, 4 e 5, respectivamente.

6.2.5 Árvore

Este é o tópico final, e possui 2 atividades. A primeira tem o nome Árvore Binária Ordenada, e a segunda é chamada de Caminhamento de Árvore. Na primeira atividade, representada pela Figura 6.13, o usuário deverá montar uma árvore binária ordenada, com uma altura máxima de 3. Os elementos (1) que serão inseridos terão valores entre um e trinta, e serão sorteados aleatoriamente. O usuário terá a possibilidade de trocar o elemento sorteado clicando no botão “Sortear” (2). Para cada elemento corretamente inserido na árvore, como o indicado na posição 3 da imagem, o Jogador irá ganhar pontos, e ter acesso a inserir elementos em seus filhos. Assim que o tempo acabar, ou a árvore estiver preenchida com 15 elementos, a atividade será encerrada. Os elementos somente serão utilizados uma vez, e não será aceito

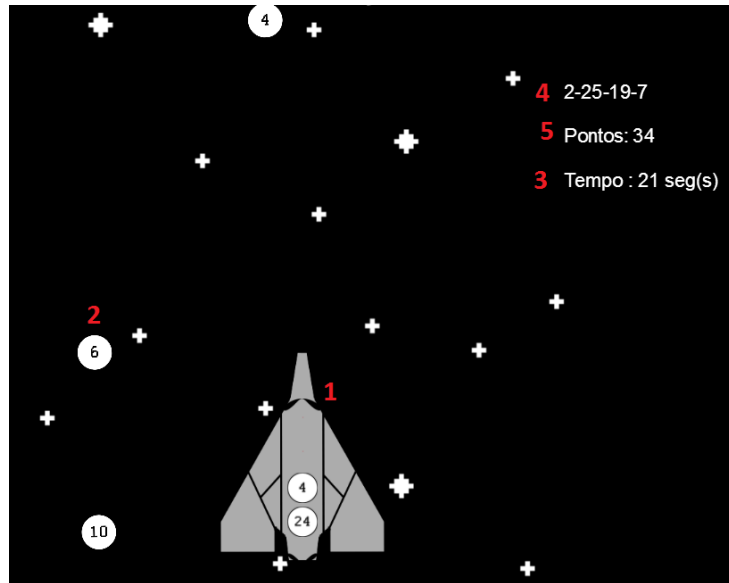


Figura 6.12 – Atividade Aeronave Movida a Pilha. Fonte: O autor.

elementos que não mantenham a ordem numérica dos elementos. Os pontos e o tempo restantes estão representados na Figura 6.13 nas posições 4 e 5, respectivamente.

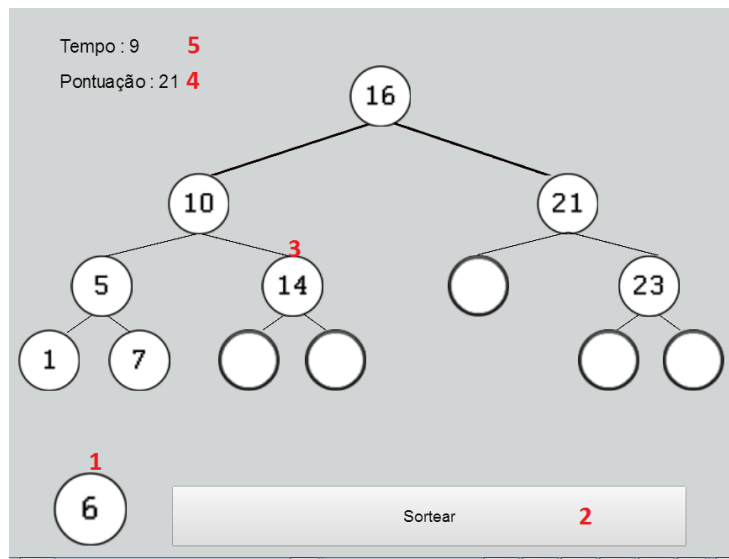


Figura 6.13 – Atividade da Árvore binária Balanceada. Fonte: O autor.

Já a segunda atividade, esta representada pela Figura 6.14, trabalha com o conceito de caminhamento de árvore. Primeiro é sorteado um dos três tipos de caminhamento (in-ordem, pós-ordem ou pré-ordem) e mostrado para o usuário na posição 1. A partir deste momento, o contador começa a contar (2), e o usuário precisa clicar em todos os 15 elementos da árvore da tela, seguindo o tipo de caminhamento sorteado. Quando o usuário acerta a ordem de clique do elemento, este fica com o fundo verde (3). Caso o usuário clique em um elemento fora da ordem, este passa a ter o fundo vermelho (4). No fim, sua pontuação, representada na

posição 5 da imagem, é afetada por quantas vezes ele acertou e errou, e pela velocidade com que finalizou a atividade.

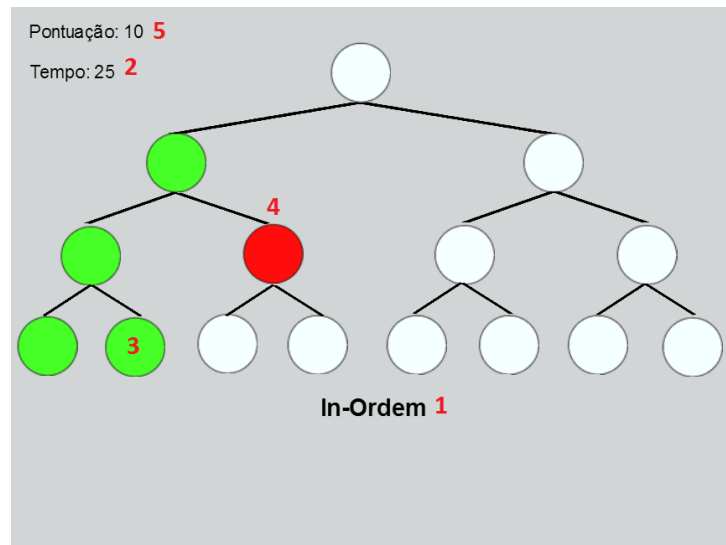


Figura 6.14 – Atividade de Caminhamento da Árvore. Fonte: O autor.

6.3 ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO

Esta seção irá explicar como os elementos de *Gamification* foram criados visualmente. Ao vencer um desafio, o usuário recebe uma mensagem de acordo com a Figura 6.15, em que o nome e a descrição do desafio são mostrados. Esta mensagem pode aparecer durante uma atividade, ou no final dela. Ela aparece no canto superior direito do navegador e desaparece depois de quatro segundos aparecendo. O modelo utilizado é fornecido pelo Clay.IO e não pode ser alterado.

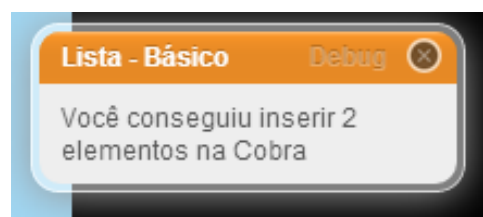


Figura 6.15 – Mensagem que aparece ao se vencer um desafio. Fonte: O autor.

A mensagem que indica a submissão de pontos sempre aparece quando qualquer ponto é submetido para análise no Clay.IO. Seguindo um modelo fornecido pela plataforma, a Figura 6.16 mostra um exemplo de mensagem que aparece. Para cada ponto submetido, uma mensagem destas irá aparecer. Por padrão, estas irão aparecer no canto superior direito, e sumir depois de quatro segundos a vista do usuário.

Os placares mostrados em forma de *pop-up*, também possuem seu modelo definido pela plataforma Clay.IO. Quando se clica no botão referente ao placar de uma

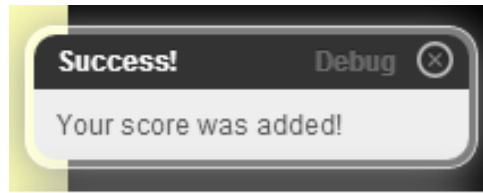


Figura 6.16 – Mensagem ao finalizar uma atividade e efetuar a submissão de pontos. Fonte: O autor.

atividade, o nome e os dez melhores daquele placar são buscados e mostrados nesta janela. A Figura 6.17 mostra o placar referente a atividade Classificação de Vetores.

Rank	Name	Score
1	Estevan Costa	113
2	Estevan Costa	95
3	Estevan Costa	94
4	facebook-fabio_desordijunior	93
5	Estevan Costa	86
6	Estevan Costa	83
7	Estevan Costa	78
8	Anonymous	76
9	Anonymous	76
10	Estevan Costa	70

Figura 6.17 – Placar da atividade Classificando Vetores. Fonte: O autor.

Por fim, a tela de perfil do usuário, que pode ser acessada através do menu principal. Esta tela fornece dados como nome, experiência obtida e conquistas. É possível notar a organização destes elementos na Figura 6.18. O nome do usuário aparece no topo da tela (1), logo abaixo se tem a experiência do usuário (2) e as conquistas existentes (3). No painel das conquistas, todas as conquistas são listadas pelo nome (5), e tem um termo “(completado)” adicionado ao seu nome (4) caso já tenham sido realizadas. Ao se clicar em uma das conquistas existentes na lista, o ambiente mostra o símbolo que representa aquela conquista (6), bem como uma descrição de como obtê-la (7).

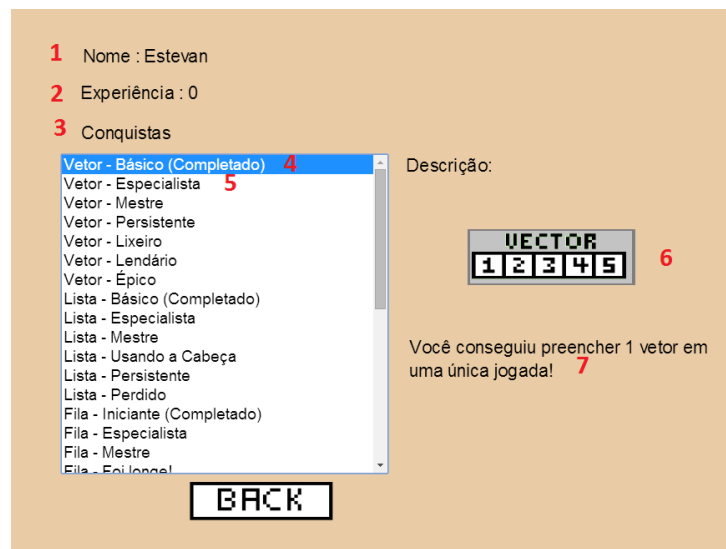


Figura 6.18 – Tela de Perfil do usuário.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto neste trabalho foi alcançado através da análise e implementação do DSLEP, ambiente este *web*. Para este fim, foi realizada uma análise das ementas da disciplina abordada, conseguindo assim analisar o público alvo e os principais tópicos abordados. O sistema consiste em diversas atividades separadas em níveis, que foram organizados de forma a ter uma sequência lógica de aprendizagem. O nível de dificuldade também aumenta conforme os níveis são passados. Todas as atividades foram pensadas de forma que poderiam ser adaptadas para ser usadas em ambientes *Mobile*. O DSLEP tem planos de ser extensível, podendo ser facilmente adicionado novas tarefas, novos tópicos ou novas disciplinas.

A boa aceitação por parte da comunidade acadêmica através dos artigos [37] e [6], que mostram o desenvolvimento do DSLEP, torna claro que esta é uma área muito carente de estudos e testes. Como auxílio para conseguir atingir este objetivo, os elementos de *Gamification* presentes na literatura foram utilizados, produzindo assim um ambiente que implementa elementos da *Gamification*. Os principais elementos utilizados são pontos, placares, controle de tempo, níveis e desafios, ajudam a obter um retorno positivo imediato para os usuários, o que leva a um envolvimento maior com a plataforma.

Para a aplicação dos elementos de *Gamification*, foi utilizado a plataforma Clay.IO, que controla todos os dados necessários para sua correta aplicação. Devido a esta dependência da plataforma, o autor percebeu a necessidade de se criar uma biblioteca que forneça este tipo de controle, visto que depender de uma empresa para o gerenciamento destes dados pode comprometer o projeto em longo prazo.

Após o desenvolvimento do DSLEP, uma avaliação utilizando o instrumento proposta por Whitton [1] foi realizada. Foram respondidas 21 perguntas por seis especialistas da área. Apesar de todos os critérios avaliados apresentarem pontos fortes, três critérios (Suporte ao Aprendizado Ativo, Geração de Envolvimento e Suporte a Reflexão) apresentaram algumas características que podem ser melhoradas. Estas avaliações negativas refletem algumas dificuldades encontradas pelo autor no decorrer do trabalho.

A escolha do HTML5 como linguagem para distribuição acabou direcionado o autor a escolher a ferramenta Construct 2. Apesar de sua facilidade, pontos como a comunicação entre usuário e a interação entre eles ainda não era contemplada pela ferramenta. Outro fator que também ajudou nestas avaliações negativas, foi o uso do Clay.IO. Apesar do auxílio fornecido pela plataforma, seu uso restringe o acesso aos dados, não permitindo inserir dados que possam personalizar a experiência do usuário com o DSLEP.

Pode-se concluir que o presente trabalho não produziu um jogo, e sim um ambiente que implementa elementos de *Gamification*, pois não há tentativa de imersão completa do usuário dentro do DSLEP. Apesar de algumas atividades específicas apresentarem formatos

de jogo, existem atividades mais sérias, tais como as apresentadas nos tópicos de Pilha e Árvore. Também é possível notar que fora das telas das atividades, o foco foi o desenvolvimento dos elementos de *Gamification*, e não na mecânica ou em uma história fantasiosa.

Como trabalhos futuros, sugere-se a melhoria nos pontos falhos do DSLEP, visto que as ferramentas supracitadas tiveram novas versões no decorrer da escrita deste trabalho que solucionam estes problemas. Além disso, pode-se criar de novos módulos, de outros tópicos de Estruturas de Dados, ou até mesmo de outras disciplinas do curso de TI. Também se espera traçar um perfil mais detalhado da disciplina de Estruturas de Dados, e conseguir extrair não somente a ementa, mas os autores e fontes que os professores utilizam para ministrar as aulas.

No decorrer do trabalho, ficou claro que a plataforma Clay.IO é útil, porém limitada para fins acadêmicos, podendo a criação de uma plataforma de *Gamification* para educação ser tópico de pesquisas futuras. Por fim, o DSLEP já foi criado para se ser utilizado em telas pequenas, faltando apenas a criação da camada de controle voltado para *mobiles*.

Referências

- [1] WHITTON, N. Learning and teaching with computer games in higher education. In: *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*. [S.l.: s.n.], 2009.
- [2] DETERDING, S. et al. Gamification: Toward a definition. *CHI 2011, Workshop Gamification Research Network*, 2011.
- [3] ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by Design*. [S.l.]: O'Reilly, 2011.
- [4] CSIKSZENTMIHALYI, M. *Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life*. [S.l.]: Basic Books, 1997.
- [5] TANG, S.; HANNEGHAN, M.; RHALIBI, A. E. Introduction to game-based learning. In: *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*. [S.l.: s.n.], 2009.
- [6] COSTA, E. B. B. et al. Dslep (data structured learning platform to aid in higher education it courses). In: *International Conference on cOmputational Science and its applications*. [S.l.: s.n.], 2014.
- [7] DENNY, P. The effect of virtual achievements on student engagement. *CHI 2013*, 2013.
- [8] BAKER, R. S. et al. Testers and visualizers for teaching data structures. In: ACM (Ed.). *SIGCSE Bulletin*. [S.l.: s.n.], 1999. v. 31.
- [9] MATZKO, S.; DAVIS, T. A. A graphics-based approach to data structures. In: ACM (Ed.). *ITiCSE '08*. [S.l.]: ACM, 2008. v. 40, n. 3, p. 109–113.
- [10] BUDD, T. A. an active learning approach to teaching the data structures course. In: *Proceedings of the 37th SIGSCE technical symposium on Computer science education*. [S.l.]: ACM, 2006. v. 37.
- [11] BIERNAT, M. J. Teaching tools for data structures and algorithms. In: *SIGCSE Bulletin*. [S.l.: s.n.], 1993. v. 25, n. 4, p. 9–12.
- [12] MESQUITA, M. et al. Utilizing gamification concepts tied with social networks to support students in programming classes. In: *XV Simpósio Inteligência Informática Educativa*. [S.l.: s.n.], 2013.
- [13] PRENSKY, M. *Digital Game-Based Learning*. [S.l.]: Paragon House, 2007.

- [14] LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, v. 15, n. 2, p. 2, 2011. Disponível em: <<http://www.gamifyingeducation.org/files/Lee-Hammer-AEQ-2011.pdf>>.
- [15] MCGONIGAL, J. *Reality is Broken: Why Games Make us better and How they can Change the World*. [S.l.]: The Penguin Press, 2011.
- [16] SMITH-ROBBINS, S. This game sucks: How to improve the gamification of higher education. In: *Educase Review*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 46, n. 1, p. 58–59.
- [17] SAVI, R. *Avaliação de jogos votlados para a disseminação do conhecimento*. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Santa Catarina, 2011.
- [18] AVEDON, E. M.; SUTTON-SMITH, B. *The Study of Games*. [S.l.]: Wiley, 1971.
- [19] HUIZINGA, J. *Homo Ludens: A Study of the Play-Element in Culture*. Routledge & Kegan Paul Ltd, 1938. Disponível em: <http://art.yale.edu/file_columns/0000/1474/homo_ludens_johan_huizinga_routledge_1949_.pdf>.
- [20] CAILLOIS, R. *Man, Play and Games*. [S.l.]: The Free Press of Glencoe, Inc., 1961.
- [21] JUUL, J. What computer games can and can't do. In: *Digital Arts and culture conference*. Bergen, Noruega: [s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.jesperjuul.dk>>.
- [22] SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. [S.l.]: MIT Press, 2004.
- [23] ROLLINGS, A.; ADAMS, E. *Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design*. [S.l.]: New Riders, 2003.
- [24] DUNNIGAN, J. F. *Wargames Handbook: How to Play and Design Commercial and Professional Wargames*. 3. ed. [S.l.]: Writers Club Press, 2000.
- [25] CONNOLLY, T. M. et al. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers and Education*, 2012.
- [26] ROSSLER, J. H. Construtivismo e alienação: as origens do poder de atração do ideário construtivista. In: *Sobre o construtivismo*. [S.l.: s.n.], 2000.
- [27] PIAGET, J. *Epistemologia genética*. [S.l.]: Martins, 2007.
- [28] PIAGET, J. *Seis estudos de psicologia*. [S.l.]: Forense Universitária, 1998.
- [29] PAPERT, S. *LOGO: computadores e educação*. [S.l.]: Brasiliense, 1985.
- [30] COELHO, J.; ALTOÉ, A. Construcionismo e a formação de professores: um estudo com alunos do curso de pedagogia da uenp cp. In: *X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE*. [S.l.: s.n.], 2011.

- [31] KOSTER, R. *Theory of Fun for Game Design*. [S.l.]: O'Reilly, 2005.
- [32] FREITAS, S. de; MAHARG, P. *Digital Games and Learning*. [S.l.]: Continuum International Publishing Group, 2011.
- [33] NELSON, M. J. Soviet and american precursors to the gamification of work. In: LUGMAYR, A. (Ed.). *MindTrek*. [S.l.]: ACM, 2012. p. 23–26. ISBN 978-1-4503-1637-8.
- [34] POPE, D. C. *Doing School: How We Are Creating a Generation of Stressed-Out, Materialistic, and Miseducated Students*. Yale University Press, 2003. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Doing-School-Stressed-Out-Materialistic-Miseducated/dp/0300098332>>.
- [35] RITTERFIELD, U.; CODY, M.; VORDERER, P. *Serious Games: Mechanisms and Effects*. [S.l.]: Routledge Taylor & Francis Group, 2009.
- [36] DIGNAN, A. *Game Frame: Using Games as a Strategy for Success*. [S.l.]: Free Press, 2011.
- [37] TODA, A. M. et al. Interactive learning environment for data structures with gamification concepts. In: *IADIS International Conference Applied Computing*. [S.l.: s.n.], 2013.

ANEXOS

ANEXO I

Documentação do ambiente DSLEP.

1 Planejamento do DSLEP

Esta seção irá detalhar a etapa de planejamento do sistema DSLEP. Primeiro será mostrado os principais diagramas do ambiente, e depois cada atividade será explanada utilizando-se o modelo proposto na seção XXXX.

1.1 Escopo do Projeto

A proposta deste projeto é conseguir criar um ambiente que faça com que o jogador se sinta engajado em utilizá-lo. Este ambiente irá abordar tópicos da disciplina de estrutura de dados, previamente selecionados. A motivação e o engajamento do usuário deverão ser alcançadas através do uso dos conceitos de Gamificação. O público alvo são os alunos dos cursos de TI do Brasil, porém não estão restritos apenas a eles.

1.2 Requisitos Funcionais e Não-Funcionais

Esta seção apresenta os requisitos funcionais e não-funcionais identificados pelo autor. Os requisitos funcionais são:

- Usuário poderá se cadastrar para ter acesso ao ambiente.
- Ter acesso as informações sobre o progresso de cada Usuário.
- Acesso controlado para as atividades desenvolvidas.
- Criação de atividades que podem ser usadas mais de uma vez, e fora de ordem.
- Gerenciamento de placares de pontos adquiridos nas atividades
- Gerenciamento de desafios concluídos
- Tutoriais para utilização plena do ambiente.

Já os requisitos não-funcionais seguem a lista abaixo:

- Deve ser de fácil acesso e multiplataforma.
- O acesso a plataforma Clay.IO deverá existir.
- A resolução deverá ser acesso de 400 por 600 pixels.
- O sistema devera fornecer uma estrutura de fácil adição a novas áreas e atividades.

1.3 Diagramas de Atividades

A Figura 1 demonstra o diagrama de atividades do projeto DSLEP. Nesta é possível notar que o início do diagrama passa por uma tela de entrada, em que será validado se o usuário está logado na plataforma Clay.IO. Isto se faz necessário pois os dados do usuário como nome, pontuações e progresso ficarão salvos dentro da plataforma. Vale salientar que a plataforma Clay.IO oferece uma possibilidade de entrar com um login genérico chamado Guest.

Caso o usuário decida entrar desta forma, todas as suas conquistas estarão vinculadas ao endereço IP da sua conexão, e assim que algum usuário criar uma conta na plataforma, todas as conquistas e placares conquistados como Guest se vincularão ao usuário. Uma vez dentro da plataforma, o usuário poderá: acessar a um dos 5 tópicos de Estrutura de Dados para poder acessar suas atividades, voltar para a tela de entrada para trocar o usuário ou acessar o seu perfil.

Apesar do menu principal ter o acesso a todos os tópicos, inicialmente eles não estarão todos acessíveis, apenas o tópico Vetor. Os outros tópicos serão liberados conforme alguns pré-requisitos forem alcançados, com a seguinte ordem: Vetor, Lista, Fila, Pilha e Árvore. Tanto Vetor quanto Lista foram escolhidos para serem os tópicos iniciais por ser pré-requisito para as outras estruturas. Já o restante das opções foram estipuladas por nível de dificuldade do assunto. A Figura 2 mostra como o processo de liberação dos menus ocorrem. Sempre que o usuário terminar todas as atividades de um determinado tópico, será salvo em seu perfil seu progresso. Assim, o controle do progresso é gerenciado pelo Clay.IO.

O acesso ao perfil somente ocorre através do menu principal, e seu diagrama de atividade está representado pela Figura 3. Ao entrar no perfil, o sistema irá efetuar uma consulta na plataforma Clay.IO para poder preencher os dados relativos ao usuário. Neste momento, serão pegos apenas o nome do usuário e quais desafios este já completou. Com a consulta dos desafios já realizados, o usuário terá acesso a quais desafios faltam ser completados e quais já foram alcançados.

1.4 Casos de Uso

Esta seção irá discutir os casos de uso levantados para o desenvolvimento no ambiente, apresentados na Figura 4.

A seguir, será apresentado os detalhes de cada caso de uso levantado.

1.4.1 Caso de Uso: Efetuar Login

Código: CS1

Nome: Efetuar Login.

Ator: Jogador

Objetivo: O jogador efetuar o login na plataforma Clay.IO.

Pré-Requisitos: nenhum.

DSLEP - Principal

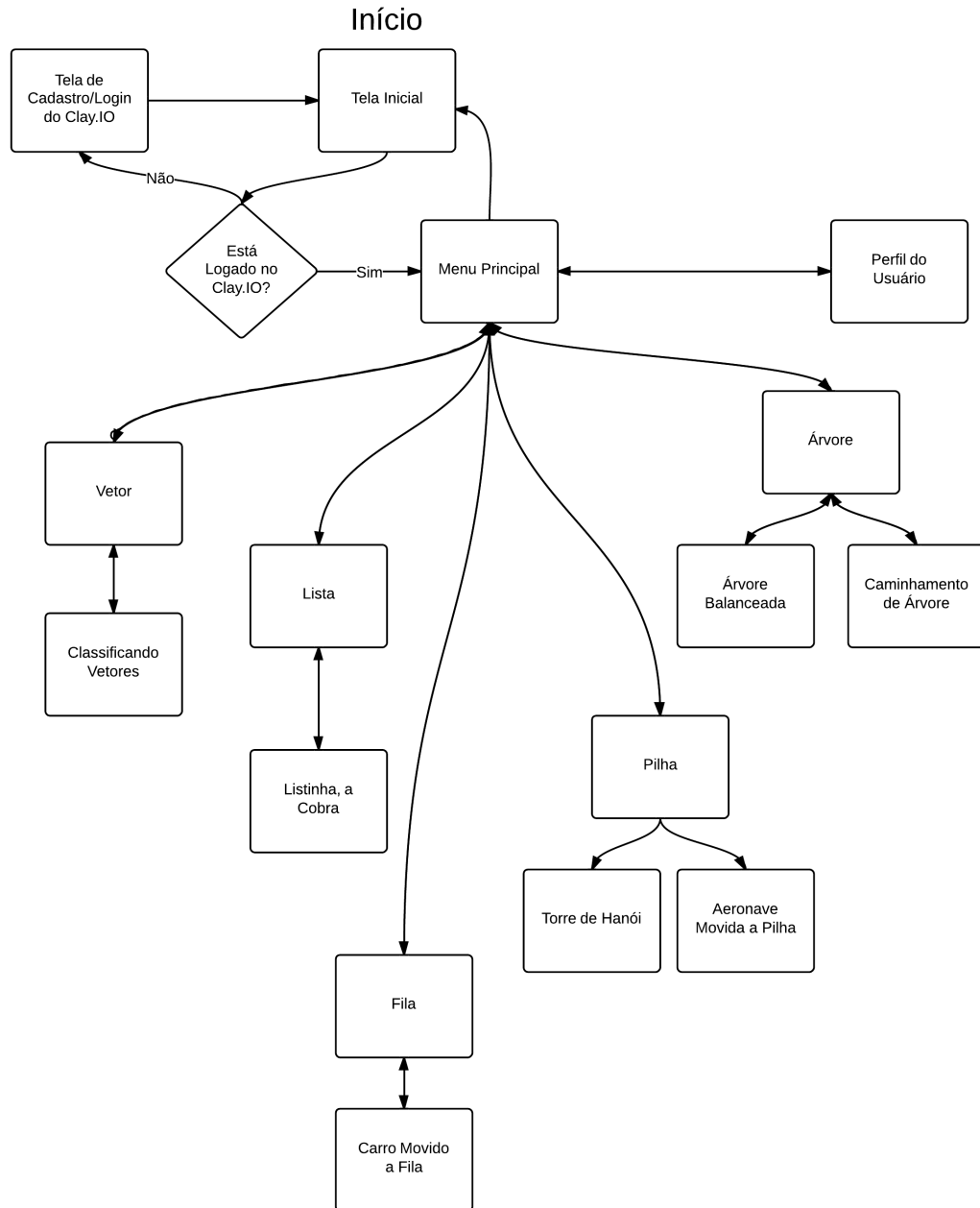
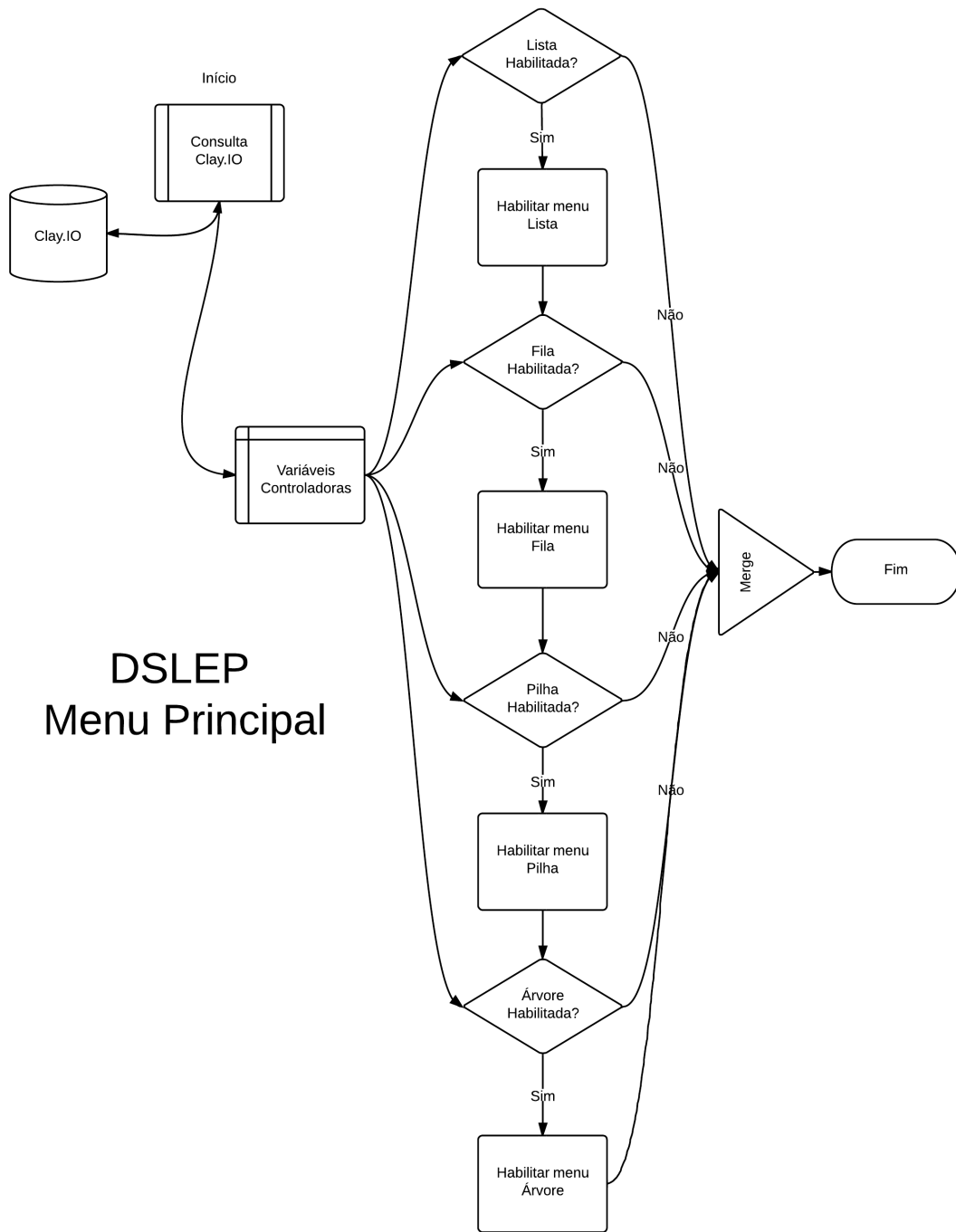


Figura 1 – Diagrama de Atividades do DSLEP

Responsável: Estevan Braz Brandt Costa

Exceções: E1, FEG1

Fluxo Principal:



**DSLEP
Menu Principal**

Figura 2 – Diagrama de Atividades do Menu Principal

- 1 O Jogador abre a tela inicial.
- 2 O Jogador clica em “Entrar no Clay.IO”.

DSLEP - Perfil de Usuário

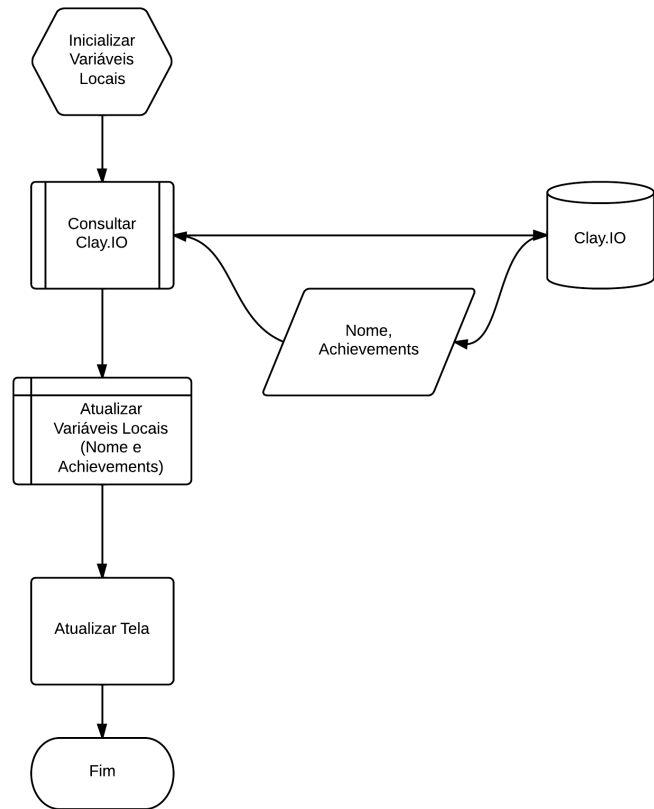


Figura 3 – Diagrama de Atividades do Perfil do Usuário

- 3 O Sistema entra em contato com a plataforma Clay.IO. [FS1]
- 4 O Jogador insere seu Usuário e Senha. [FS2] [FS3]

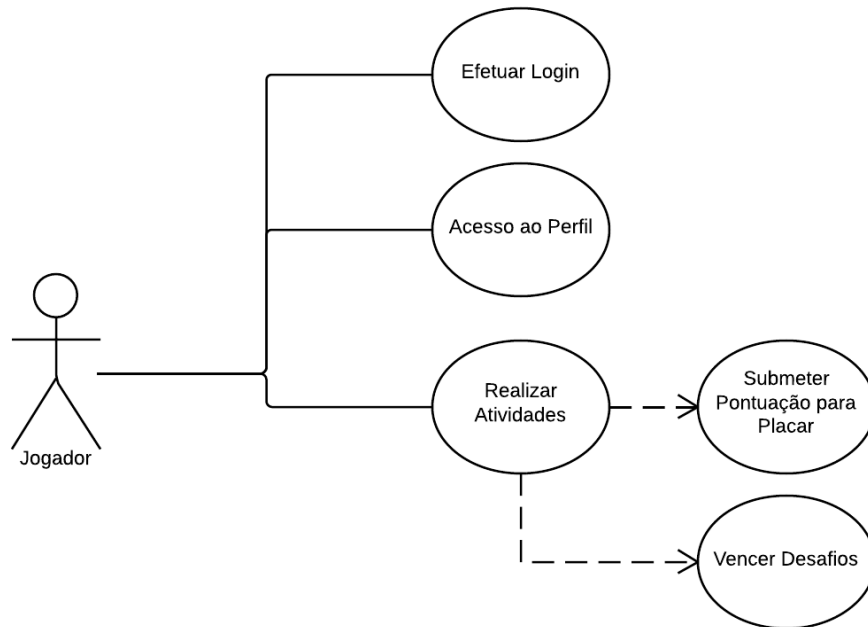


Figura 4 – Casos de Uso do DSLEP

- 5 O Clay.IO valida seus dados e o Jogador entra na plataforma Clay.IO.
- 6 O sistema troca o botão de “Entrar no Clay.IO” para “Sair do Clay.IO”.
- 7 O Jogador clica em DSLEP para acessar a tela de Menu Principal.
- 8 Caso de uso encerrado.

Fluxo Secundário (1):

Código: FS1

- 3.1 O Sistema não conseguiu se comunicar com a plataforma Clay.IO
- 3.2 o Sistema retorna uma mensagem de erro com os seguintes dizeres “Não foi possível se conectar com o Clay.IO. Tente novamente mais tarde”
- 3.3 Caso de Uso encerrado.

Fluxo Secundário (2): Código: FS2

- 4.1 O Jogador não possui um usuário cadastrado
- 4.2 A tela para criação de uma nova conta no Clay.IO é aberta.
- 4.3 O Jogador insere os dados necessários. [RN1]
- 4.4 O Clay.IO valida seus dados e o Jogador entra na plataforma Clay.IO.
- 4.5 Volte para o passo 6, do Fluxo Principal.

Fluxo Secundário (3): Código: FS3

- 4.1 O Jogador não possui um usuário cadastrado e não deseja se cadastrar
- 4.2 O Jogador seleciona a opção de *Guest*
- 4.3 O Jogador somente fornece o nome que deseja aparecer.
- 4.4 Volte para o passo 6 do Fluxo Principal

Fluxo de Exceção (1):

Código: E1

Erro: Jogador tenta acessar o menu sem entrar na plataforma Clay.IO

- E1.1 Uma mensagem de erro aparece na tela, juntamente com a tela para efetuar o login e senha na plataforma.
- E1.2 Volte para o passo que ocorreu a exceção

1.4.2 Caso de Uso: Acesso ao Perfil

Código: CS2

Nome: Acesso ao Perfil.

Ator: Jogador

Objetivo: O Jogador acessa os dados sobre pontuações e desafios concluídos vinculados a sua conta.

Pré-Requisitos: CS1, RN2

Responsável: Estevan Braz Brandt Costa

Exceções: FEG1

Fluxo Principal:

- 1 O Jogador abre a tela de Perfil do Jogador.

- 2 O Sistema entra em contato com a plataforma Clay.IO. [FS1]
- 3 São coletados os seguintes dados: Nome, Pontuação Geral, Lista de Desafios e quais foram concluídos. [FS2] [RN4]
- 4 O Sistema mostra os dados para o Jogador.
- 5 Caso de Uso encerrado.

Fluxo Secundário (1):

Código: FS1

- 2.1 O Sistema não conseguiu se comunicar com a plataforma Clay.IO
- 2.2 o Sistema retorna uma mensagem de erro com os seguintes dizeres “Não foi possível se conectar com o Clay.IO. Tente novamente mais tarde”
- 2.3 Caso de Uso encerrado.

Fluxo Secundário (2):

Código: FS2

- 4.1 O usuário entrou no DSLEP com a função *Guest*
- 4.2 O Sistema informa a seguinte mensagem ao usuário “Atenção, como você não criou um perfil próprio, seus dados serão perdidos ao sair do sistema. Volte para a entrada principal e crie seu perfil.”.
- 4.3 Volte para o passo 5 do Fluxo Principal.

1.4.3 Caso de Uso: Realizar Atividades

Código: CS3

Nome: Realizar Atividades.

Ator: Jogador

Objetivo: O Jogador irá escolher uma atividade e jogá-la.

Pré-Requisitos: CS1, RN2

Responsável: Estevan Braz Brandt Costa

Exceções: FEG1

Fluxo Principal:

- 1 Na tela de Menu Principal, o Jogador clica no ícone do tópico escolhido. [RN3]

- 2 Uma tela com todas as atividades implementadas daquele tópico serão mostrada, e o jogador escolhe qual atividade deseja realizar clicando-na. [RN5] [RN6]
- 3 A tela de atividade é aberta e o Jogador clica em “Iniciar” para começá-la. [FS1] [FS2]
- 4 Assim que uma atividade iniciar, os botões relativos a “Iniciar”, “Voltar” e “Tutorial” ficam invisíveis.
- 5 No decorrer da atividade, o Sistema verifica constantemente se os desafios propostos foram resolvidos. [FS3]
- 6 Assim que a atividade encerrar, a pontuação é submetida para o Clay.IO e uma mensagem aparece “Pontuação Submetida!”. [RN9]
- 7 Os botões que ficaram invisíveis no passo 4 voltam a ficar visíveis.
- 8 Caso de Uso encerrado.

Fluxo Secundário (1):

Código: FS1

- 3.1 O Jogador clica em “Tutorial”
- 3.2 Um painel com informações explicativas aparece para o Jogador. [RN7]
- 3.3 Volte para o passo 3 do Fluxo Principal.

Fluxo Secundário (2):

Código: FS2

- 3.1 O Jogador clica em “Voltar”
- 3.2 O Sistema retorna para a tela de menu do tópico escolhido.
- 3.3 Caso de Uso encerrado.

Fluxo Secundário (3):

Código: FS3

- 5.1 O Jogador conseguiu completar um dos desafios propostos.
- 5.2 O Sistema manda para o Clay.IO que o Jogador conquistou o desafio passando seu número identificador. [RN8]
- 5.3 A plataforma retorna os dados relativos ao desafio superado. [RN4]

5.4 Uma mensagem aparece para o Jogador contendo o Nome, Descrição e Imagem do desafio alcançado.

5.5 Volte para o passo 5 do Fluxo Principal.

1.4.4 Regras de Negócio

Esta seção lista algumas regras de negócio presentes em mais de um caso de uso. Devido a abrangência destas regras, se fez necessário a criação desta listagem.

Código: RN1

Descrição: Os dados fornecidos pelo usuário para o cadastro são: Nome, Login, Senha e E-mail.

Código: RN2

Descrição: O Jogador deverá utilizar um navegador com HTML5, e ter acesso a internet.

Código: RN3

Descrição: Apenas o Vetor estará inicialmente liberado para acesso do usuário. Uma vez finalizada todas as tarefas do Vetor, a Lista será liberada para acesso. Sucessivamente, os tópicos Fila, Pilha e Árvore serão liberadas conforme o Jogador executar todas as tarefas do tópico que o precede.

Código: RN4

Descrição: Os desafios contêm os seguintes dados: Nome, Descrição, URL da Imagem, valor em pontos e se foi concluído ou não. Este valor em pontos não será mostrado para o Jogador. Colocar ao lado do nome do desafio “(Concluído)” caso este esteja marcado como concluído, senão, não escreva nada. Descrição e Imagem devem aparecer somente se o Jogador escolher vê-las.

Código: RN5

Descrição: Caso o tópico ofereça mais de uma atividade, apenas a primeira estará liberada. Uma vez finalizada, a próxima atividade será liberada. Uma vez a atividade liberada, ela sempre estará disponível para o Jogador acessá-las.

Código: RN6

Descrição: Cada atividade terá um botão para cada placar relacionado a mesma. Este botão segue as mesmas regras estipuladas em RN5, vinculados a sua atividade relacionada.

Código: RN7

Descrição: Todas as telas de tutoriais devem:

- Ter um controle de passar para a frente ou voltar o texto que aparece no painel.

- Não permitir que a atividade se inicie com o painel do tutorial em aberto.
- Permitir o Jogador fechar o painel do tutorial a qualquer momento.
- Fornecer informações claras relativas a mecânica do jogo.
- Contextualizar o Jogador no conteúdo abordado.
- Identificar na tela os principais componentes visuais utilizados.

Código: RN8

Descrição: O número identificador de cada desafio é gerado pela plataforma Clay.IO e se faz necessário um controle do desenvolvedor para o ambiente trabalhar corretamente.

Código: RN9

Descrição: Cada placar possui um número identificador, estipulado pela plataforma Clay.IO. Este número deve ser conhecido pelo desenvolvedor e deve ser passado pelo ambiente para o plugin, juntamente com o pontos, para a correta atualização dos placares.

1.4.5 Exceções Gerais

Aqui são apresentados algumas exceções que podem ocorrer do decorrer de mais de um caso de uso. Assim, faz-se necessário criar esta categoria de erros para que ocorra a reutilização deste conteúdo..

Fluxo de Exceção Geral (1):

Código: FEG1

Erro: Não foi possível acessar a plataforma Clay.IO

- 1 Uma mensagem de erro aparece na tela, com a seguinte mensagem “Não foi possível acessar o Clay.IO. Por favor, verifique sua conexão” .

1.5 Atividades

Para a descrição das atividades, foi criado um modelo interno para representar os principais tópicos relativos a atividade. As seções seguintes descrevem todas as atividades, separando-as pelo seu tópico.

1.5.1 Vetor

Esta seção apresenta as atividades presentes neste tópico. Foi criada somente 1 atividade, esta descrita abaixo:

Nome da Atividade : Classificação de Vetores

Ordem da Atividade : 1.1

Tópico Abordado : Características dos elementos do Vetor.

Objetivo : Conseguir colocar o maior número de elementos dentro dos vetores, representados por canos.

Descrição : A atividade consiste em 4 canos, em que 3 deles representam os vetores e 1 representa uma válvula de escape. De tempo em tempo, o programa gera um elemento, e o Jogador precisa direcionar este elemento para um dos 3 canos. Caso ele não queira direcionar os elementos para estes canos, pode direcioná-lo para a válvula de escape. Devido a propriedade de que vetores não possuem mais de um tipo de elemento, não será possível colocar elementos de tipos diferentes no mesmo cano. Para representar os tipos de elementos, serão usadas formas geométricas simples: Círculo, Triângulo e Quadrado. Independente do tipo, todos possuem um número de 1 a 30, escolhidos aleatoriamente pelo programa. Haverá uma sequência numérica escolhida aleatoriamente, no início da atividade, de 4 números. Se algum vetor conseguir reproduzir esta sequência, o usuário irá ganhar um bônus em seus pontos.

Mecânica da Atividade :

- o cano somente recebe o elemento se:
 - 1 O elementos encostar na parte superior do cano.
 - 2 O cano não possuir nenhum elemento ou o cano possuir um elemento do mesmo tipo do elementos que já está no cano.
- Quando um cano receber o quarto elemento, o sistema computa seus pontos e limpa o cano.
- Caso o elemento não entre em nenhum cano, ao chegar no fim da tela, o usuário perderá 1 vida. Assim que o usuário perder 3 vidas, a atividade acaba.
- Com o passar do tempo, os elementos ganham mais velocidade.
- Para o controle dos elementos, ficou definido o uso das setas para esquerda e direita.
- Caso os elementos de um dos canos for igual aos números escolhidos pela atividade, outros números deverão ser escolhidos e substituir os antigos.

Cálculo dos Pontos :

- Ao preencher um vetor com 4 elementos, o Jogador ganha 5 pontos.
- Caso os elementos do vetor preenchido forem os mesmos escolhidos pela atividade no início da atividade, o Jogador ganha 50 pontos.

Tabela 1 – Desafios criados para a atividade Classificação de Vetores

Identificação Clay.IO	no	Nome	Descrição
3720		Vetor - Básico	Você conseguiu preencher 1 vetor em uma única jogada!
3721		Vetor - Especialista	Você conseguiu preencher 10 vetores em uma única jogada!
3722		Vetor - Mestre	Você conseguiu preencher 25 vetores em uma única jogada!
3723		Vetor - Persistente	Você fez a atividade gerar 150 elementos em uma única jogada!
3724		Vetor - Lixeiro	Você jogou mais e 30 elementos em uma única jogada na lixeira!
3725		Vetor - Lendário	Você conseguiu fazer 1 Combo em uma única jogada!
3726		Vetor - Épico	Você conseguiu fazer 3 Combos em uma única jogada!

Desafios :

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Contador de quantos elementos foram para a lixeira.
- Contador de quantas vezes um cano foi preenchido com 4 elementos quaisquer.
- Contador de quantas vezes os números escolhidos pela atividade foram iguais aos números dos elementos do cano.
- Contador de quantos elementos foram gerados.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2234

Nome: Classificação de Vetores

Dado analisado: Quantidade de pontos adquirido na atividade.

Ordem: Descendente.

1.5.2 Lista

Esta seção apresenta as atividades presentes neste tópico. Foi criada somente 1 atividade, esta descrita abaixo:

Nome da Atividade : Listinha, a Cobra

Ordem da Atividade : 2.1

Tópico Abordado : Inserção de elementos dentro de uma lista através de ponteiros no início e fim de uma lista.

Objetivo : Inserir o maior número de elementos dentro da lista sem perder.

Descrição : O Jogador irá controlar uma cobra. Esta cobra possui apenas 2 partes do corpo, a cabeça e o rabo. Ambas as partes representam os ponteiros do início e fim de uma lista, respectivamente. Elementos com números aleatórios, dentro do intervalo entre 1 e 30, irão aparecer periodicamente na tela. Estes elementos deverão ser inseridos na lista fazendo com que a cabeça ou o rabo encostem nos elementos. O jogo somente acaba quando a cabeça tocar no rabo, criando assim uma lista circular.

Mecânica da Atividade :

- O controle da cobra será realizado através do uso das setas do teclado.
- A cobra somente seguirá a direção da cabeça.
- Ao tocar nos limites da tela, a cabeça deverá parar, mas todo o resto não.
- Quando a cabeça tocar em seu rabo, a atividade se encerra.

Cálculo dos Pontos :

- Cada elemento inserido na lista acrescentará 10 pontos no placar do Jogador.

Desafios :

Tabela 2 – Desafios criados para a atividade Listinha, a Cobra

Identificação Clay.IO	no	Nome	Descrição
3727		Lista - Básico	Você conseguiu inserir 2 elementos na Cobra!
3728		Lista - Especialista	Você conseguiu inserir 25 elementos na Cobra!
3729		Lista - Mestre	Você conseguiu inserir 50 elementos na Cobra!
3730		Lista - Usando a Cabeça	Colete 10 elementos seguidos usando somente a cabeça (H).
3774		Lista - Persistente	Você conseguiu inserir 150 elementos na Cobra!
3775		Lista - Perdido	Fique mais de 30 segundos sem pegar nenhum elemento!

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Controle de tempo sem coletar nenhum elemento.

- Quantos elementos seguidos foram inseridos utilizando-se a cabeça da cobra.
- Quantos elementos foram inseridos na lista.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2235

Nome: Cobra - Pontos

Dado analisado: Pontuação obtida na atividade.

Ordem: Descendente.

1.5.3 Fila

Esta seção apresenta as atividades presentes neste tópico. Foi criada somente 1 atividade, esta descrita abaixo:

Nome da Atividade : Carro Movido a Fila

Ordem da Atividade : 3.1

Tópico Abordado : Inserção e Remoção de elementos em uma estrutura do tipo Fila.

Objetivo : Conseguir percorrer a maior distância possível utilizando um carro que possui um sistema de turbo que simula uma estrutura do tipo Fila.

Descrição : O Jogador terá o controle de um automóvel e seu objetivo é conseguir chegar o mais longe possível. Para isto, elementos de 1 a 30 irão surgir na tela e o Jogador terá a chance de capturá-los. Seu automóvel terá capacidade de armazenar até 4 elementos. Assim que possuir pelo menos 1 elemento, o Jogador pode decidir usá-lo para ganhar mais velocidade. No início da atividade, serão escolhidos 4 números pela atividade. Caso o usuário consiga inserir 4 elementos que possuam os mesmos números escolhidos pela atividade, e que sigam a mesma ordem, o automóvel ganha uma velocidade acima do normal.

Mecânica da Atividade :

- O automóvel irá acompanhar o movimento do *mouse* do Jogador.
- O automóvel somente receberá um elemento novo caso:
 - 1 O elemento encostar na parte superior do automóvel.
 - 2 O automóvel possuir menos de 4 elementos.
- Sempre que um elemento novo for inserido na Fila do automóvel, este ficará no topo da estrutura.
- Ao clicar com o botão esquerdo do *mouse*:

- 1 Caso os elementos inseridos no automóvel possuírem os mesmos valores e ordem dos números sorteados, todos os elementos serão consumidos no processo e novos números serão sorteados.
 - 2 Caso os números não sejam iguais ou estejam fora de ordem dos números sorteados, apenas o elemento da base sai, e os outros elementos passam para para baixo, mantendo a mesma ordem.
- Toda vez que um elemento é eliminado da fila, a velocidade aumenta em 15.
 - Toda vez que os elementos foram iguais e estiverem na mesma ordem dos números sorteados, a velocidade é aumentada em 600.
 - A cada segundo, a velocidade do automóvel cai em 6.
 - A velocidade mínima do automóvel é de 60.
 - Toda vez que um elemento é consumido para aumentar a velocidade, um elemento adicional irá cair nos próximos segundos.
 - O Jogador terá 50 segundos para percorrer a maior distância possível.

Cálculo dos Pontos :

- A cada segundo, o automóvel percorre uma distância equivalente a sua velocidade dividida por 2.

Desafios :

Tabela 3 – Desafios criados para a atividade Listinha, a Cobra

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
3776	Fila - Iniciante	Consiga soltar uma vez o turbo.
3777	Fila - Especialista	Solte, pelo menos, 60 vezes o turbo em uma única jogada.
3778	Fila - Mestre	Solte, pelo menos, 100 vezes o turbo em uma única jogada.
3779	Fila - Foi Longe!	Ultrapasse a distância dos 10 mil metros.
3780	Fila - Apressado	Atinja 250 km/h

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Número de vezes que o turbo é acionado.

- Velocidade Máxima alcançada.

Placares :

Esta atividade possui 2 placares com as seguintes características:

Código Clay.IO: 3438

Nome: Corrida - Velocidade

Dado analisado: Velocidade Máxima Alcançada

Ordem: Descendente.

Código Clay.IO: 3439

Nome: Corrida - Distância Percorrida

Dado analisado: Distância percorrida

Ordem: Descendente.

1.5.4 Pilha

Esta seção apresenta as atividades presentes neste tópico. Foram criadas 2 atividades, estas descritas na ordem em que são liberadas no ambiente:

Nome da Atividade : Torres de Hanoi

Ordem da Atividade : 4.1

Tópico Abordado : Apresentar as regras de inserção e remoção de uma estrutura do tipo Pilha.

Objetivo : Mover 3 discos de tamanhos diferentes de uma base para outra, respeitando algumas regras.

Descrição : As Torres de Hanoi são representadas por 3 pinos, em que um destes pinos possuem 3 discos. Estes discos possuem tamanhos diferentes e devem ser transpostos para o pino da outra extremidade. Porém, para poder efetuar esta troca, algumas regras devem ser atendidas.

Mecânica da Atividade :

- Não é possível mover mais de um disco ao mesmo tempo. Um disco somente pode ser movido caso todos os outros estejam em algum pino.
- Somente é possível escolher um disco para movimentá-lo caso não haja nenhum disco acima deste.
- O Jogador somente conseguirá colocar um disco em um pino que não haja nenhum disco de tamanho menor no pino.
- A atividade terá 3 discos e 3 pinos, sendo que o pino a esquerda é o pino inicial, e o pino mais a direita é o pino de destino.
- O Jogador terá 60 segundos para concluir a atividade.

- O Jogador terá a opção de escolher entre os níveis “Fácil” e “Difícil”. Caso escolha o nível “Difícil”, além do tempo limitado, o Jogador poderá efetuar até 9 movimentos.
- O Jogador deverá clicar no disco que deseja movimentar, e depois clicar na base que deseja destinar o disco selecionado.

Cálculo dos Pontos :

- Não há pontos nesta atividade, apenas a relação de número de jogadas e o tempo necessário para poder completar a atividade.

Desafios :

Tabela 4 – Desafios criados para a atividade Torres de Hanoi

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
3782	Pilha - Hanoi - Iniciante	Conclua a atividade no nível Fácil.
3783	Pilha - Hanoi - Especialista	Conclua a atividade no nível Difícil.
3784	Pilha - Hanoi - Não entendi	Deixe o tempo chegar ao final sem fazer nenhuma ação.

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Número de jogadas feitas.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2231

Nome: Torre de Hanoi - Tempo de Resolução

Dado analisado: Tempo de realização da atividade.

Ordem: Ascendente.

Nome da Atividade : Aeronave movida a Pilha

Ordem da Atividade : 4.2

Tópico Abordado : Inserção e Remoção de elementos em uma estrutura do tipo Pilha.

Objetivo : Conseguir a maior pontuação com a destruição de elementos utilizando o armamento disponível na nave.

Descrição : O Jogador terá o controle de uma nave espacial e este deverá conseguir destruir o maior número de elementos em um espaço de tempo. Para tal, a nave deverá coletar elementos para serem usados como arma. Cada elemento possui um número aleatório de 1 a 30. No

início da atividade, serão sorteados 4 números. Caso o Jogador consiga inserir 4 elementos que possuam os mesmos valores e a mesma ordem dos números sorteados, este receberá um bônus em sua pontuação.

Mecânica da Atividade :

- O Jogador irá controlar a nave com o *mouse*
- Um elemento será inserido na Pilha de tiros da nave caso
 - 1 O bico da nave encostar no elemento.
 - 2 Tenha menos de 3 elementos inseridos na Pilha.
- Os elementos terão números aleatórios de 1 a 30.
- Sempre que o Jogador clicar com o botão esquerdo do *mouse*, o último elemento inserido na Pilha será atirado em direção aos outros elementos.
- Novos elementos serão gerados a cada 2 segundos.
- Toda vez que o Jogador atirar um elemento, outro elemento irá surgir, além do já gerado normalmente.
- A atividade somente se encerrará depois de 50 segundos.
- Toda vez que os números sorteados no início da atividade forem iguais aos números dos elementos na pilha, todos os elementos são consumidos e novos números são gerados aleatoriamente.

Cálculo dos Pontos :

- Toda vez que um elemento disparado acertar um elemento que foi gerado, soma-se 2 pontos ao placar.
- Quando os números dos elementos contidos na Pilha forem iguais aos números sorteados pela atividade, soma-se 50 pontos ao placar.

Desafios :

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Quantidade de vezes que o Jogador conseguiu efetuar um combo.
- Se o Jogador coletou algum elemento.
- Número máximo de elementos que o Jogador inseriu na pilha da nave.

Tabela 5 – Desafios criados para a atividade Aeronave movida a Pilha

Identificação Clay.IO	no	Nome	Descrição
3785		Pilha - Nave - Iniciante	Consiga juntar 4 elementos dentro da nave.
3786		Pilha - Nave - Especialista	Consiga atingir a marca de 100 pontos.
3787		Pilha - Nave - Pacifista	Consiga ficar uma jogada inteira sem pegar nenhum elemento.
3788		Pilha - Nave - Mestre	Consiga fazer 1 combo.
3789		Pilha - Nave - Lendário	Consiga fazer 3 combos.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2232

Nome: Aeronave - Pontos

Dado analisado: Quantidade de pontos obtidos em uma jogada.

Ordem: Descendente

1.5.5 Árvore

Esta seção apresenta as atividades presentes neste tópico. Foram criadas 2 atividades, estas descritas na ordem em que são liberadas no ambiente:

Nome da Atividade : Árvore Binária Ordenada

Ordem da Atividade : 5.1

Tópico Abordado : Construção de uma árvore binária Ordenada

Objetivo : Inserir o maior número de elementos possíveis, (até 16 elementos), em uma árvore de forma que esta seja binária e ordenada.

Descrição : O Jogador deverá montar uma árvore binária balanceada, com uma altura máxima de 3. Os elementos que serão inseridos terão valores entre 1 e 30, e serão sorteados aleatoriamente. O Jogador terá a possibilidade de trocar o elemento sorteado. Para cada elemento corretamente inserido, o Jogador irá ganhar pontos. Assim que o tempo acabar, a atividade será encerrada.

Mecânica da Atividade :

- O Jogador terá 10 segundos para finalizar a atividade, porém para cada Elemento inserido com sucesso na Árvore, será acrescido 3 segundos ao tempo.
- Sempre que um Elemento for inserido na Árvore, seu número não será sorteado novamente.

- Todos os elementos da Sub-Árvore Esquerda de um Nó da Árvore devem ser menores que o valor contido no Nó. Já os elementos da Sub-Árvore Direita devem ser maiores que o valor contido no Nó.
- Se o Jogador conseguir inserir 15 Elementos, a atividade encerra a jogada.
- A atividade irá gerar um Elemento com um número aleatório entre 1 e 30, respeitando as regras supracitadas. Caso o Jogador decida inserí-lo na Árvore, basta clicar no Nó que deseja inserir o Elemento sorteado.
- Inicialmente somente o nó Raiz estará apto a receber elementos.
- Toda vez que um Nó receber um Elemento, seus filhos serão liberados para receber elementos, respeitando a altura máxima da Árvore em 3.
- Sempre que um elemento for inserido na Árvore, ou o Jogador clicar em “Sortear”, outro Elemento é sorteado.

Cálculo dos Pontos :

- Ao inserir um Elemento na Árvore, soma-se 3 pontos ao placar.
- Caso o Jogador consiga preencher a Árvore por completo, o tempo restante é multiplicado por 2 e somado ao placar.

Desafios :

Tabela 6 – Desafios criados para a atividade Arvore Ordenada

Identificação no Clay.IO	Nome	Descrição
4018	Árvore - Ordenada - Básico	Adquira 10 pontos em uma única jogada!
4019	Árvore - Ordenada - Épico	Consiga completar uma Árvore Binária Ordenada por completo.
4020	Árvore - Ordenada - SubEsquerda	Crie uma árvore que possua somente a Raiz e filhos na Sub-Árvore a Esquerda.
4021	Árvore - Ordenada - Lendário	Consiga finalizar a atividade com mais de 15 pontos, sem clicar no botão Sortear.

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Controle se o Jogador clicou no botão Sortear.

- Identificação dos nós que precisam ser inseridos para satisfazer a condição imposta no desafio 4020.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2236

Nome: Árvore Binária Ordenada - Pontuação

Dado analisado: Quantidade de pontos obtidos na atividade.

Ordem: Descendente

Nome da Atividade : Caminhamento de Árvore

Ordem da Atividade : 5.2

Tópico Abordado : Caminhamento pós-ordem, in-ordem e pré-ordem.

Objetivo : Criar um ambiente que o Jogador deverá efetuar o caminhamento manualmente de uma árvore já montada.

Descrição : Esta atividade apresenta uma Árvore Binária Completa, com 15 Elementos, sem distinção entre eles, a não ser sua posição na Árvore. Ao iniciar a atividade, esta sorteia um tipo de caminhamento que o usuário deverá realizar. Uma vez iniciada e o caminhamento devidamente sorteado, o usuário terá um tempo para efetuar o caminhamento com o auxílio do *mouse*.

Mecânica da Atividade :

- Ao iniciar a atividade, esta deverá sortear um tipo de caminhamento. Caso o Jogador inicie a atividade novamente, esta não poderá sortear 2 vezes seguidas o mesmo tipo de caminhamento.
- Uma vez iniciada, o Jogador deverá clicar nos Elementos da Árvore, de acordo com o caminhamento sorteado.
- Caso o Jogador acerte o elemento, este deverá ser preenchido com a cor de fundo verde, e não deve estar apto para mais cliques.
- Caso o Jogador clique no elemento fora da ordem estabelecida, este deve ser preenchido com a cor vermelha e o Jogador irá sofrer uma penalidade.
- Uma vez iniciada, a atividade irá se encerrar depois de 30 segundos ou quando todos os elementos ficarem com a cor de fundo verde.

Cálculo dos Pontos :

- Para cada Elemento clicado na ordem correta, é somado 3 pontos ao placar.
- Para cada Elemento clicado na ordem errada, é subtraído 2 pontos do placar.

- Ao encerrar a atividade, o tempo restante é somado ao placar adquirido.

Desafios :

Tabela 7 – Desafios criados para a atividade Arvore Ordenada

Identificação Clay.IO	no	Nome	Descrição
4022		Árvore - Caminhamento - Básico	Termine um caminhamento completo dentro do tempo estipulado.
4023		Árvore - Caminhamento - Especialista	Termine um caminhamento completo dentro do tempo estipulado e sem errar.
4024		Árvore - Caminhamento - Mestre	Termine um caminhamento completo em menos de 10 segundos, e sem errar.

Variáveis Necessárias :

As variáveis aqui citadas são identificadas para que seja feito um controle da conquista dos desafios identificados na Tabela ??.

- Quantidade de erros que o Jogador teve.
- Tempo utilizado para terminar a atividade.

Placares :

Esta atividade possui somente 1 placar com as seguintes características:

Código Clay.IO: 2237

Nome: Árvore Caminhamento - Pontuação

Dado analisado: Quantidade de pontos obtido na atividade.

Ordem: Descendente. content...

ANEXO II

Questionário e Respostas da Avaliação do Ambiente DSLEP.

Questionário de Avaliação do Ambiente DSLEP

Critério	Pergunta	1 - Não foi encontrado/ Não atende	2 - Aparece com pouca frequência/ Atende parcialmente	3 - Aparece com certa frequência/ Atende o suficiente	4 - Aparece com bastante frequência/ Atende bem	5 - Está constantemente presente/Atende plenamente
Suporte ao Aprendizado Ativo	Encoraja exploração, resolução de problemas?					
	Prêve oportunidades de soluções colaborativas					
	Prêve a possibilidade de testar ideias e receber um feedback?					
	Prêve a possibilidade para prática e consolidação de conhecimento?					
	Garante que os objetivos das atividades estão alinhadas com os objetivos de aprendizagem					
Geração de Envolvimento	Fornecer objetivos claros e alcançáveis?					
	Oferece um alto nível de interatividade?					
	Oferece múltiplas possibilidades de se completar o ambiente?					
	Estimula a curiosidade?					
	Prêve controle para o gerenciamento da interface, por parte do usuário?					
Adequação	Fornecer garantias que os objetivos do ambiente estão alinhados com o currículo da disciplina					
	Fornecer garantias que a forma de abordagem do conteúdo está de acordo com a disciplina					
	O ambiente é relevante para os alunos?					
Suporte a Reflexão	Prêve oportunidades para reflexão?					
	Certifica que há explicação sobre o conteúdo e a forma como este será abordado?					
	Há um foco maior no processo de aprendizagem?					
Suporte a Similaridade de Experiências	Considera o conhecimento prévio do aluno?					
	Permite customização do ambiente?					
Suporte durante a Utilização do Jogo	Prêve uma orientação ou uma explicação sobre o ambiente?					
	Permite aos alunos atingirem um reforço positivo rapidamente, com um aumento gradual de dificuldade?					
	Prêve dicas conforme o usuário o utiliza?					

Respostas dos Especialistas

Critério	Pergunta	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Especialista 6
Suporte ao aprendizado ativo	Encoraja exploração, resolução de problemas?	4	3	3	4	3	4
	Prêve oportunidades de soluções colaborativas	1	1	3	1	1	4
	Prêve a possibilidade de testar ideias e receber um feedback?	2	1	2	2	1	3
	Prêve a possibilidade para prática e consolidação de conhecimento?	4	4	4	4	4	5
	Garante que os objetivos das atividades estão alinhadas com os objetivos de aprendizagem	5	5	5	5	5	5
Geração de Envolvimento	Fornecer objetivos claros e alcançáveis?	5	4	4	4	4	4
	Oferece um alto nível de interatividade?	4	4	5	5	4	4
	Oferece múltiplas possibilidades de se completar o jogo?	4	3	3	2	2	3
	Estimula a curiosidade?	2	2	3	3	3	5
	Prêve controle para o gerenciamento da interface, por parte do usuário?	2	1	2	1	1	4
Adequação	Fornecer garantias que os objetivos do jogo estão alinhados com o currículo da disciplina	4	5	4	5	5	5
	Fornecer garantias que a forma de abordagem do conteúdo está de acordo com a disciplina	4	5	4	4	4	4
	O jogo é relevante para os alunos?	4	5	3	5	4	3
Suporte a Reflexão	Prêve oportunidades para reflexão?	2	2	3	2	2	3
	Certifica que há explicação sobre o conteúdo e a forma como este será abordado?	3	4	4	2	3	5
	Há um foco maior no processo de aprendizagem?	3	4	4	3	4	4
Suporte a similaridade de experiências	Considera o conhecimento prévio do aluno?	5	5	4	5	2	5
	Permite customização do jogo?	3	2	2	2	2	3
Suporte durante a utilização do jogo	Prêve uma orientação ou uma explicação sobre o jogo?	4	4	4	3	4	5
	Permite aos alunos atingirem um reforço positivo rapidamente, com um aumento gradual de dificuldade?	5	3	3	5	3	5
	Prêve dicas conforme o usuário o utiliza?	5	5	5	4	4	5

ANEXO III

Produções científicas no tema da dissertação em congressos aceitos como qualis na área de Ciência da Computação, intitulados de:

- *DSLEP (Data Structure Learning Platform to Aid in Higher Education IT Courses)*. Publicado em : *International Conference on Computational Science and its Applications*, 2014, Lisboa. *International Science Index*, 2014. v. 8. p. 246-251. (B1)
- *Interactive Data Structure Learning Platform*. Publicado em : *14ed.: Springer International Publishing, Lecture Notes in Computer Science* , 2014, v. 8584, p. 186-196. (B1)

DSLEP (Data Structure Learning Platform to Aid in Higher Education IT Courses)

Estevan B. Costa, Armando M. Toda, Marcell A. A. Mesquita, Jacques D. Brancher

Abstract—The advances in technology in the last five years allowed an improvement in the educational area, as the increasing in the development of educational software. One of the techniques that emerged in this lapse is called Gamification, which is the utilization of video game mechanics outside its bounds. Recent studies involving this technique provided positive results in the application of these concepts in many areas as marketing, health and education. In the last area there are studies that covers from elementary to higher education, with many variations to adequate to the educators methodologies. Among higher education, focusing on IT courses, data structures are an important subject taught in many of these courses, as they are base for many systems. Based on the exposed this paper exposes the development of an interactive web learning environment, called DSLEP (Data Structure Learning Platform), to aid students in higher education IT courses. The system includes basic concepts seen on this subject such as stacks, queues, lists, arrays, trees and was implemented to ease the insertion of new structures. It was also implemented with gamification concepts, such as points, levels, and leader boards, to engage students in the search for knowledge and stimulate self-learning.

Keywords—Gamification, Interactive learning environment, Data structures, e-learning.

I. INTRODUCTION

THE advances in technology over the last five year have brought the emergence of new methods to improve many society aspects such as economy, health and education. Among the last, the development and utilization of applications to aid in the educational process. Some of these are encountered in higher education IT courses which draw the attention of researchers.

Some studies were realized and aimed to minimize the evasion of students between those courses. Also the creation of tools to aid students in programming lessons, as these have a higher failure rate, according to [1]. As for the Data Structures lessons which is also an important subject to IT courses.

This happens because the main focus involve concepts of non trivial algorithms that are utilized in many systems, as stacks, queues, trees and etc. Improving the learning process of this subject is crucial to enhance the formation of professionals in this area [2].

To achieve this, researchers have been creating tools to aid the understanding and learning process ([3], [4],[5], [6]). Their works created learning environments that are similar to computer games, which are precursors to the game based learning methods.

Estevan B. B. Costa (estevan_braz@hotmail.com), Armando M. Toda (armando.toda@gmail.com) and Jacques D. Brancher (jacques@uel.br) are with Universidade Estadual de Londrina, Londrina,Paraná,Brazil.

Marcell A. A. Mesquita (almeidamarcell@gmail.com) is with Centro Universitário do Pará, Belém, Pará, Brazil.

Games are also influencing this area through gamification, which can be defined as the utilization of game mechanics outside its bounds, to enhance user engagement [7] [8] [9]. Some authors explains that these mechanics are already implemented in educational area [10] however are not well-optimized to engage students.

This work demonstrates the development process of a Data Structure Learning Platform (DSLEP). It will cover basic concepts seen on data structure lessons, as stacks, queues, trees, lists and arrays, through interactive tasks. Besides these activities were also implemented gamification concepts to enhance the engagement of the users.

Some of these concepts that are involved in the system are: user profiles, experience points, levels, leader boards and achievement rewards [7] [9]. Those mechanics, as well as other data structures, will be unlocked as the player progress through the activities in the system.

This paper is divided as follows: section II describes some concepts involving gamification in education through motivation theories followed by section III which demonstrate some related works. Section IV follows describing the project, architecture and tools utilized in the system and section VI describes the results obtained by implementing it. Finally on section VI there are the conclusions, discussions and future works of this project.

II. GAMIFICATION

The concept of gamification consists in utilizing game mechanics outside of its bounds with the perspective to improve user engagement [7] [8] [9]. The term emerged in 2008, however only in 2010 it came to prominence [11].

It is possible to find some work reporting successful cases in areas as economy, marketing and health [7],[8]. According to [7] the utilization of these concepts must be well planned in order to obtain a positive effect and to not let the users get addicted to it.

He also focus on three major areas that are directly affected by Gamification in education: cognition, emotional and social. This happens because these areas influence the success or failures in a students academical progress [12].

The cognition area comprises the interactions of the user with the systems. As the games have a set of rules, the user is stimulated to learn these through experimentation, trial and error. During classes, the student may become reticent since the chances of failure are generally higher [7] [13].

These methods of experimentation generates the emotional transformation, as the user is compelled to overcome his

challenges in a game. The transformation occurs by changing a positive emotion into a negative one and vice versa. For example, when frustration becomes pride after overcoming an obstacle inside the world of the game.

The social area is explored through the interactions which are made inside the game. As the player progresses their virtual avatar need to make choices that will influence in their actions and the others around them. [13] and [7] also states that the user may identify himself as a scholar while “playing” the school game which most of the doesn’t feel like it.

These theories can be reinforced through the studies of motivation by [14]. Those describes that in order to increase engagement, three major areas must be discussed: Autonomy, Mastery and Purpose.

Autonomy is when the person has control over their decisions and actions. Mastery is the intrinsic motivation which occurs when this person learns something new. As for Purpose, it is the necessity to create bounds with something externally to fulfil an internal need.

Another theory to enforce the ones described previously is the Flow proposed by [15]. This creates a relation between a person’s skills and the size of the problem. The author argues that it must have a balance between these two metrics for the person be engaged with the task. In Fig. 1 there is a graph to represent this theory.



Fig. 1: Flow Management [15]

If the problem is bigger than the skills, the person becomes frustrated however if the skills are higher, then this person may feel bored. In this theory proposed by [15] a good learning method stays in the “Flow” section of the graph (Fig. 1) where the difficult raises with the skills of the learner.

III. RELATED WORKS

Empirical studies about gamification in education have emerged in the last five years. [1] realized a study with two groups, to analyse the influence of badges in users performance. The environment consisted in creating and answering questions from one group to another, one of them gained badges as they succeed and the other didn’t.

The results affirmed that the number of answered questions were higher in the badges group. Then the author concludes

that the addition of badges in educational systems can steer better results related to students performance.

This conclusion can also be seen in the work of [16]. The author observed a Q&A (Questions and Answers) site, which implemented rewards through badges. The focus of this work was the correct method to implement this system and see how this method can influence on the changes in users behaviour.

Further on the gamification studies, [17] performed a study to demonstrate the healthy competition benefits through activities involving game development. The study was realized with a “Introduction to Computer Science” lesson in a group of undergraduate students. As a result of this study, a majority of the students decided to enter Computer Science courses.

Among those studies to engage the participation of students in classes, [18] created a system with points and rewards to Computer Science freshmen. The focus was to increase the interactions between those students, proposing challenges which could only be finished through combined teamwork as the tasks involved searching various locations of the campus.

Some of those awards were related to the students final grade. This method mobilized the entire class and also some veterans. As a positive result, there was a 92% of approval between all the classes that utilized this method.

IV. DEVELOPMENT

The development of this system began by identifying the subject which would be focused. To this end, a survey of the IT courses curriculum was conducted. Altogether 60 curriculum were collected from all regions and states of Brazil. After the survey, began the analysis stage, which sought not only the contents to be addressed, but also the workload of each discipline.

As a final result you can see that the concepts of lists, stacks, queues and trees appear more than 95 % on the curriculum analysed. Beyond that, the analysis of the workload of this course showed that the national average for Brazil is 100.06 hours, with the Southeast region with the highest average (122.1 hours) and the Midwest region with the lowest average (84.2 hours). Table I is possible to display the top 10 topics on menus. Moreover, Table II shows the separated region workloads.

Table I:
TOPICS WITH THE HIGHEST PERCENTAGE OF
INCIDENCE ON CURRICULUM

Concepts	Percentage of Appearance
Queue	100,00 %
Stack	100,00 %
List	100,00 %
Tree	96,67 %
Search	75,00 %
Dynamic Storage	73,33 %
Graph	70,00 %
Files	51,67 %
Hashing	50,00 %
Complexity of Algorithms	43,33 %

After the identification of the topics, began the contextualization phase, which consisted in creating activities

Table II:
WORKLOAD BY REGION

Region	Average Workload (hours)
Midwest	84,2 h
North	91 h
Northeast	102,3 h
Southeast	122,1 h
South	100,7 h

to cover the concepts of these structures. Each activity contains two general tasks, which consists in an interactive tutorial for the basic concepts and an exclusive task, to exemplify those subjects in practice. The implemented activities are explained in the next section.

In the next phase, named Planning, it was decided how the system would behaviour through the student experimentation and the gamification concepts. At first the system contains only one structure, however as the player progresses, through finishing tasks, more will be unlocked. In the planning phase, it was also designed the behaviour of the touch controls. As for the gamification concepts, a brief explanation can be seen below:

- Experience Points: Gained by finishing tasks
- Levels: Gained by collecting experience points
- Leaderboards: Utilized to measure the community progress
- Achievements: Unlocked by finishing special tasks
- User Profile: Used to see statistics of the utilization of the platform

The Implementation phase consisted in the materialization of the system. It was developed in Scirra Construct 2 game engine, which allows to export the game files directly to HTML 5. Also Clay.IO plugin for Construct 2 was used to implement the gamification concepts, such as player profiles, points, leader boards and achievements. And finally Ludei Cloud Compiling to export the project to an Android Application Package File (APK) so it may runs as a native application in this OS devices.

V. RESULTS

The DSLEP is divided by Data Structures, seen in the majority of lectures on this subject in IT courses. Each structure is unlocked by the player progression as he levels up, which occurs when he achieves a certain number of points by doing the activities in each structure.

By unlocking new structures, the student is exposed to new concepts and new activities associated with them. The user may also unlock achievements by fulfilling tasks related to specific structures activities. A few examples of possible achievements can be seen in Fig. 2.

In each system sub-menu contains the explanation tutorial and the activities associated with it (Fig. 3). The tutorial explains how the main algorithms of that structure works.

In the activities menu are the general and specific tasks of each subject. The general activities are found within every structure while the specific are associated with only one. The general and specific activities developed and implemented are the ones below:

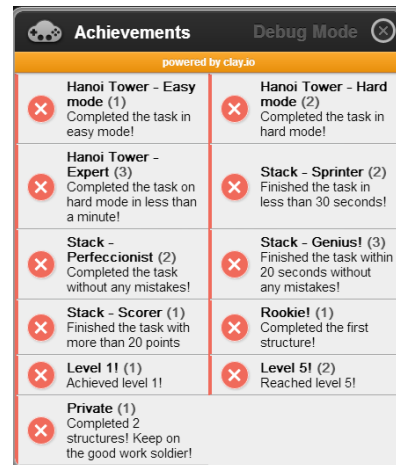


Fig. 2: Achievements

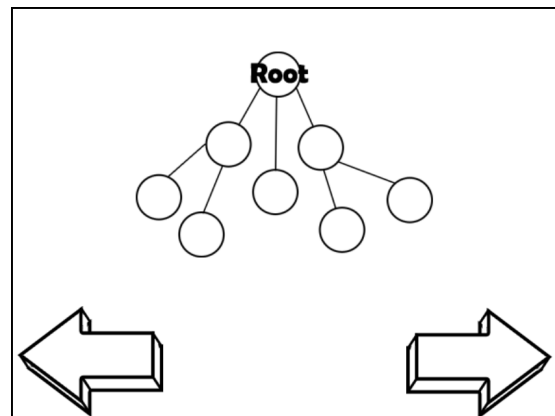


Fig. 3: Rotational Menu

- Classifying the Arrays
- Tower of Hanoi
- Stack ship
- Queue Race
- List Snake
- Balanced Tree
- Tree Traversal Methods

As for the major areas defended by [7] the cognition is affected by the interaction with an intuitive environment and it set of rules, so the player may navigate through the developed tasks. The continuous utilization provides a quick feedback and also allows to visualize the emotional transformation of the students, as for example a negative emotion turning into a positive one.

As for the social area, the system is integrated with a user profile, where he may be able to measure his progress. A set of leaderboards is implemented so the player is able to compare its results with others. Also he may be able to post their results to social networks as twitter and facebook.

A. Activities

The activities implemented in the system address the following structures and topics:

Table III:
DATA STRUCTURES AND CONCEPTS

Structure	Concepts
Arrays	Types
Stack	Pop/Push
Queue	Insert/Remove
List	Insert in front/back
Rooted Trees	Balanced Binary Tree and Traversal Methods

Classifying the Arrays Activity: The Arrays task consists in organizing the geometric shapes in their respective lines. The task begins with random geometric shapes falling from the screen, the user may allocate them to one of the three presented lines.

After the first reallocation, the user will be capable of filling that line with the geometric shape allocated with it e.g. If the user allocates a green triangle to the first line, that line will be able to store only triangles of the same color (Fig 4).

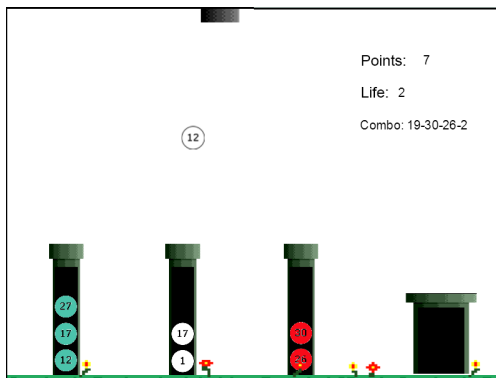


Fig. 4: Array Activity

This activity is proposed for the player to understand that an array can be capable of holding one type of element, after it initialization. On the Fig. 4 can be seen the implemented activity with its functionalities. The user sum points to the score as he fill and array with it correct elements.

Tower of Hanoi: This activity is a virtualization of the classical problem Tower of Hanoi. The user must pass the discs from one pine to another. However one smaller disc can't be above a bigger one. This activity is used to demonstrate the basic stack algorithms: Pop and Push.

The user may pop a disc from a pine stack and push it in the desired one (as seen on Fig. 5), following the problem logic. He may also unlock achievements by finishing the activity in less than 1 minute or with less than ten movements.

The Fig. 5 demonstrate the Tower of Hanoi activity. The user is able to select a disc from a pine to Pop, and push it in the desired pine by clicking on it. The text box PUSH or POP are highlighted as the action occurs.

Stack Ship Activity: The second stack activity is similar to the Array task. The user controls a stack through drag n' drop and random values will fall from the top of the screen. A random sequence will be generated and the user must complete it, in the stack, with the correct values.

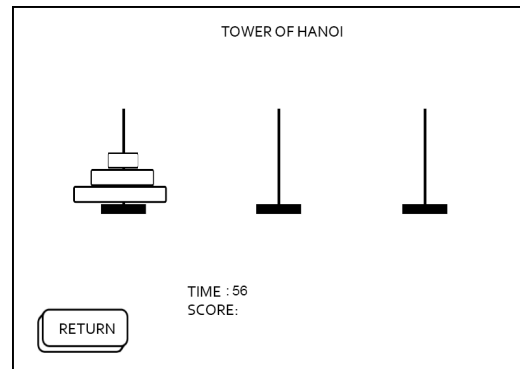


Fig. 5: Tower of Hanoi Stack Activity

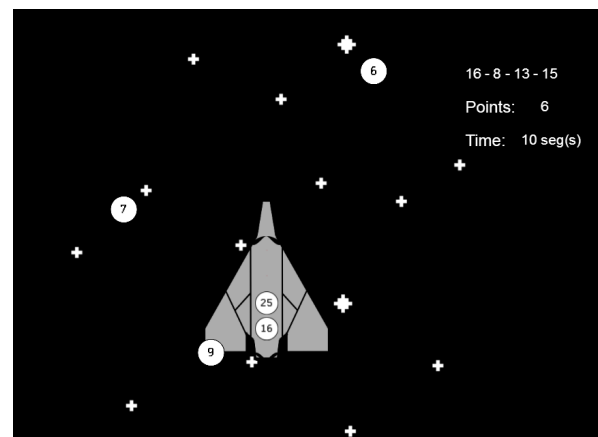


Fig. 6: Stack Activity

To Push a number in the stack it is necessary that the player touches the desired value with the structure. He may Pop the value by tapping the POP button, as seen on Fig. 6. The activity finishes when the stack overflows or underflow.

Queue Race: The queue race activity simulates a race game where the user controls a Queue car. The road is filled with numbers which the player must pass through in order to gain points. A random sequence is generated in the beginning of the activity which add extra points to the user score.

The basic Insert algorithm is implemented obeying the "FIFO" (First In First Out) method, as seen in the Queue concepts. The points grabbed by the car are stored in the first position of the queue. If the player hit the Turbo button, the value stored is then released as seen in the queue Remove algorithm, this also allows the user to accelerate the car to grab more points (Fig. 7).

In the Fig. 7, the activity is demonstrated with the implemented functionalities. The user can control the car through the touch controls and push the Remove button to activate the Turbo. He may unlock achievements related to the points obtained as also the number of sequences completed.

List Snake: The List Snake activity represents the List data structure. The user controls a snake simulating a double linked list, with head and tail. Random numbers will be generated through the screen and the player must get them in order to sum points.

The system consist in a set of activities to contextualize the concepts of the structures covered by it. All of the activities and their mechanics were planned to be running in mobile devices. The gamification concepts as points, leader boards, achievements and others, may provide a immediate positive feedback to the users, which may engage them.

The DSLEP was also planned to be easily extensible, so new activities and structures may be implemented in future works. This work aims to improve the understanding of the related subject and also to engage students to develop a sense of self-taught. In future works it is planned to analyse the effectiveness of the system in a practical situation, using the evaluation method cited previously.

In comparison with the last paper published about this project [20], the implementations of the mobile application with HTML 5 were successful and more activities were added. With a mobile version, the project is accessible to a large amount of users and not limited only to IT courses students, but also people who would like to understand Computer Data Structures. Also, more activities were added to the application.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank CAPES for support this project through individual grant.

REFERENCES

- [1] P. Denny, "The effect of virtual achievements on student engagement," in *CHI 2013*. ACM, 2013.
- [2] B. Tan and J. L. K. Seng, "Game-based learning for data structures: A case study," in *2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*. IEEE, 2010.
- [3] R. S. Baker, M. Boilen, M. T. Goodrich, R. Tamassia, and B. A. Stibel, "Testers and visualizers for teaching data structures," in *SIGCSE Bulletin, Vol. 31*. ACM, 1999.
- [4] S. Matkzo and T. A. Davis, "A graphics-based approach to data structures," in *Annual Joint Conference Integrating Technology into Computer Science Education*. ACM, 2008.
- [5] T. A. Budd, "An active learning approach to teaching the data structures course," in *Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer science education*. ACM, 2006.
- [6] M. J. Biernat, "Teaching tools for data structures and algorithm," in *SIGCSE Bulletin, Vol. 25*. ACM, 2009.
- [7] J. J. Lee and J. Hammer, "Gamification in education: What, how, why bother?" in *Academic Exchange Quarterly*. v.15. AEQ, 2011.
- [8] J. McGonigal, *Reality is Broken: Why Games Make us better and How they can Change the World*, 1st ed. New York: Penguin Press, 2011.
- [9] G. Zichermann and C. Cunningham, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*, 1st ed. O'Reilly, 2011.
- [10] S. Smith-robbins, "'This Game Sucks': How to Improve the Gamification of Higher Education," *Educause Review*, vol. 46, no. 1, pp. 58-59, 2011. [Online]. Available: <http://www.mendeley.com/catalog/game-sucks-improve-gamification-education/>
- [11] S. Deterding, R. Khaled, L. Nacke, and D. Dixon, "Gamification: Toward a definition," in *CHI 2011, Workshop Gamification Research Network*. ACM, 2011.
- [12] M. Rock, "Transfiguring it out: Converting disengaged learners to active participants," in *Teaching Exceptional Children*, 36(5). CEC, 2004.
- [13] D. C. Pope, *Doing School: How We Are Creating a Generation of Stressed-Out, Materialistic, and Miseducated Students*. Yale University Press, 2003. [Online]. Available: <http://www.amazon.com/Doing-School-Stressed-Out-Materialistic-Miseducated/dp/0300098332>
- [14] D. Pink, *Drive: The Surprising truth about what motivate us*. New York: Canon-gate, 2010.
- [15] M. Csikszentmihalyi, *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row, 1990.
- [16] A. Anderson, D. Huttenlocher, J. Kleinberg, and J. Leskovec, "Steering user behavior with badges," in *WWW 2013*. ACM, 2013.
- [17] B. DiSalvo, M. Guzdial, C. Meadows, T. McKlin, K. Perry, and A. Bruckman, "Workifying games: Successfully engaging african american gamers with computer science," in *SIGCSE'13*. ACM, 2013.
- [18] A. Decker and E. L. Lawley, "Life's game and the game of life: How making a game out of it can change student behavior," in *SIGSE'13*. ACM, 2013.
- [19] A. F. Aparicio, F. L. G. Vela, J. L. G. Sánchez, and J. L. I. Montes, "Analysis and application of gamification," in *INTERACCION '12 Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador Article No. 17*. ACM, 2012.
- [20] A. Toda, M. Almeida, C. R. Moraes, A. F. Freires, and J. Brancher, "Interactive learning enviroment for data structures with gamification concepts." in *WWW/Internet*. IADIS, 2013.

Interactive Data Structure Learning Platform

Estevan B. Costa¹ and Armando M. Toda¹ and Marcell A. A. Mesquita² and
Fabio T. Matsunaga¹ and Jacques D. Brancher¹

¹ Universidade Estadual de Londrina

² Centro Universitário do Pará

Abstract. The advent in technology in the past few years allowed an improvement in the educational area, as the increasing in the development of educational system. One of the techniques that emerged in this lapse is called Gamification, defined as the utilization of video game mechanics outside its bounds. Researchers in this area found positive results in the application of these concepts in several areas from marketing to education. In education, there are researches that covers from elementary to higher education, with many variations to adequate to the educators methodologies. Among higher education, focusing on IT courses, Data Structures can be considered an important subject to be taught, as they are base for many systems. Based on the exposed this paper describes the development and implementation of an interactive web learning environment, called DSLEP (Data Structure Learning Platform), to support students in higher education IT courses. The system includes basic concepts taught on this discipline as stacks, queues, lists, arrays, trees and was implemented to receive new ones. The system is also implemented with gamification concepts, as points, levels, and leader boards, to motivate students in the learning process and stimulate self-learning.

1 Introduction

The advent of technology in the latest years stimulated the development of various techniques to improve and analyse human behaviour. This can be seen on the emergence of a diversity of applications to monitor, analyse and manage several social aspects in many areas, from health and business to educational.

In education, computers are able to assist teachers and students in several ways from junior high to higher education. In the last one, there are many researchers that aims to minimize the evasion and failure rate, mainly focused on IT courses where these statistics are higher.

In order to prevent that, studies were made based on the development and analysis of tools to aid students, focusing on Programming lessons [2]. As for Data Structures lessons, which are also an important subject to IT courses, and sometimes considered an extension of Programming lessons.

Data Structures is considered an important subject in many IT syllabus, as it involves concepts of non-trivial algorithms that are utilized within many systems. Improving the learning of these concepts is crucial to enhance the formation of professionals in the area [12].

In order to improve the educational process, it is necessary to motivate and engage the student. This can be done with the aid of Gamification concepts, defined as the utilization of game mechanics outside its bounds to improve and modify user behaviour [3], [7], [14].

The utilization of those concepts is achieving positive results in the past few years, and studies comproved that those mechanics can be used within several areas [6]. The outcomes of the Gamification tied with educational methods proved to be efficient in many studies ranged in junior to higher education [11],[5] [4].

The observations exposed above stimulated the main objective of this work, which aims to develop an Interactive Data Structures Learning Platform. This tool aims to improve the learning process for the lessons, addressing some main concepts as stacks, queues, lists, trees and arrays.

Among those are also the Gamification concepts that aims to improve the interactions between users and the platform, in order to engage and motivate them to study by themselves. Also, it is important to point that this tool is not made to replace the Professor but to aid in the learning processes and methodologies of their disciplines.

This paper is divided as follows: section 2 describes some concepts involving gamification in education through motivation theories. Section 3 follows describing the project, architecture and tools utilized in the system and section 4 describes the results obtained by implementing it. Finally on section 5 there are the conclusions, discussions and future works of this project.

2 Gamification

The concept of gamification consists in utilizing game mechanics outside of its bounds with the perspective to improve user engagement [6] [7] [14]. It is possible to find some work reporting successful cases in areas as economy, marketing and health [6],[7].

According to [6] the utilization of these concepts must be well planned in order to obtain a positive effect and to not let the users get addicted to it. The author also focus on three major areas that are directly affected by Gamification in education: cognition, emotional and social. This happens because these areas influence the success or failures in a students academical progress [10].

The cognition area comprises the interactions of the user with the systems. As the games have a set of rules, the user is stimulated to learn these through experimentation, trial and error. During classes, the student may become reticent since the chances of failure are generally higher [6] [9].

These methods of experimentation generates the emotional transformation, as the user is compelled to overcome his challenges in a game. The transformation occurs by changing a positive emotion into a negative one and vice versa. For example, when frustration becomes pride after overcoming an obstacle inside the world of the game.

The social area is explored through the interactions which are made inside the game. As the player progresses their virtual avatar need to make choices that

will influence in their actions and the others around them. [9] and [6] also states that the user may identify himself as a scholar while “playing” the school game which most of the doesn’t feel like it.

These theories can be reinforced through the studies of motivation by [8]. Those describes that in order to increase engagement, three major areas must be discussed: Autonomy, Mastery and Purpose.

Autonomy is when the person has control over their decisions and actions. Mastery is the intrinsic motivation which occurs when this person learns something new. As for Purpose, it is the necessity to create bounds with something externally to fulfil an internal need.

Another theory to enforce the ones described previously is the Flow proposed by [1]. This creates a relation between a person’s skills and the size of the problem. The author argues that it must have a balance between these two metrics for the person be engaged with the task.

In this theory a good learning method stays in the “Flow”, which means If the problem is bigger than the skills, the person becomes frustrated however if the skills are higher, then this person may feel bored.

3 Development

The development of the system was divided in three distinct modules, defined as the System Core, User Interaction and Gamification. The system core consists in the implementation of the activities and its mechanics, while the User Interaction module can be identified as the graphical interfaces that connects the users with the system core. Finally the Gamification core is the implementation of the game concepts and mechanics to improve user engagement.

The system core englobes the main Data Structure topics that are implemented within the system, which are divided by tasks. Each one of them have two general activities. The first one is the Tutorial level which explains the basic concepts, and the second one is the exclusive task, these exemplifies the concepts in contextualized real situations.

As for the Gamification module, it contains the game concepts that are used within the system. Those were chosen to improve user interactions and engagement and were based on the following mechanics: Experience points, Levels, Leader Boards, Achievements, User Profile.

After the definition of the mechanics that would be used, we started the process to implement the gamification core of the system. To achieve the desired results, there was a necessity to plain the use of those concepts to persuade the students to study and also have fun while doing it.

Based on the above, we created a table (Table 1) of the points gained per difficulty of the task. This score was planned to gain more points as the difficulty increases, so the student may feel encouraged to try harder levels of the same task without much hesitation.

As can be seen on Table 1, easy activities guarantee 1 point while hard activities 7 points.

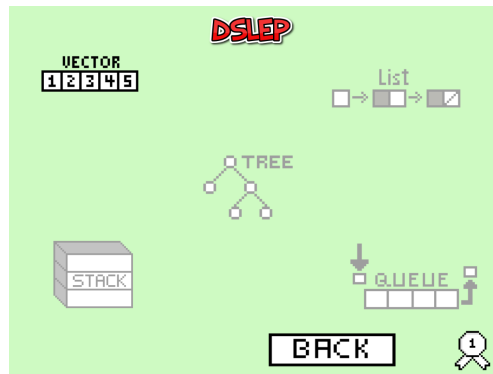
Table 1. Points and their relations with each Difficulty level

Difficulty	Points per activity
Easy	1
Medium	3
Hard	5
Very Hard	7

Finally the User Interface Module consists in the web interface generated to integrate the System Core and Gamification Modules with the user. This graphical interface was developed using a PHP system to manage the users profiles and statistics.

4 Results

The system is designed to be divided according each Data Structure within it (Figure 1). These are unlocked through player progression. Each time the user complete a task, get more points that will be used to unlock new activities. Besides, there have some special achievements like the faster task finished, most task solved.

**Fig. 1.** Structure Menu

As can be seen figure 1 there are 5 different structures to be explored. Each one of them has their own activities and achievements. To unlock new structures the player must complete previous activities with some predefined roles that may be number of mistakes, tasks completed, etc.

However in order to unlock new structures, the player must finish a certain number of tasks or the overall structure. By unlocking new structures, the student also activate new tasks to be done.

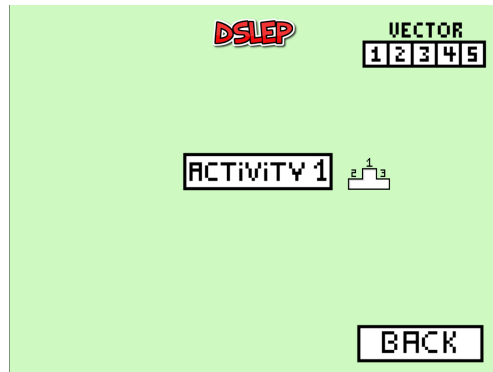


Fig. 2. Array Menu

By choosing the structure, the user is directed to the sub-menu, where he is able to choose the desired activity, see their global statistics or return to the main menu, as can be seen on Figure 2. By successfully doing the presented tasks, more points are accumulated for the global score (Figure 3) and more tasks will be unlocked.

Rank	Name	Score
1	Estevan Costa	95
2	Estevan Costa	94
3	facebook-fabio.desordijunior	93
4	Estevan Costa	88
5	Estevan Costa	78
6	Anonymous	76
7	Anonymous	76
8	Anonymous	60
9	facebook-fabio.desordijunior	52
10	Anonymous	48
...		
11	Armando Maciel Toda	11

Fig. 3. Leader board example of the Array Structure

On figure 3 there has an example of a leader board implemented within the system. So the user may be able to see and compare his results with other students. This was made to stimulate a healthy competition among them.

Those game concepts were chosen to be agreeable with [6] major areas affected by Games (and consequently Gamification), which are cognition, emotional and social. The cognition is affected through the interactions with an intuitive environment and its set of rules.

The progressive and continuous use of the system allow a quick feedback for the student, which may trigger many emotional transformations from anger and frustration, for not being able to complete a task, to happiness and joy, by finishing it.

As for the social area, the system is implemented with a user profile (Figure 4), where he may see his overall statistics, points and achievements to measure his progress. They may also post those statistics in social networks to improve communication with others.



Fig. 4. Profile Screen

Figure 4 represents the profile Screen, where the user may see his statistics. Overall, 33 achievements were created and divided in the 7 implemented tasks, which will be described in the following sections.

4.1 Tasks

The 7 activities implemented within the system are divided as follow: 1 for array structure, 2 for stack structure, 1 for queue, 1 for lists and 2 for trees, along with the designed tutorials for each one.

The Array activity is called “**Piperray**”, it utilize the main property of this structure, which is to storage a group of variables of a single type. The student must connect a shape (that will fall from the top of the screen) and insert into a pipe.

By allocating the shape to that specific pipe, he locks the entry of other different shapes. This is the contextualization of the main array property as explained

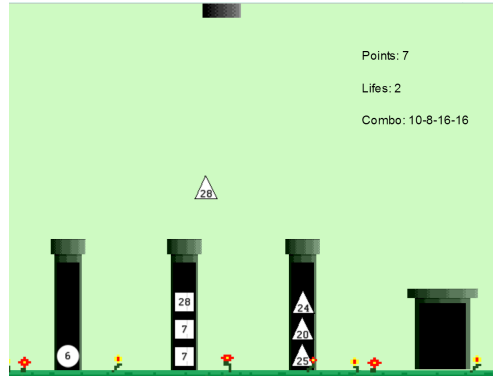


Fig. 5. Array Activity

before. The user also gain bonus points by making the sequence presented in the screen (Figure 5).

Figure 5 demonstrates the array task, with each pipe containing values of the same shape. The Combo grants bonus points for the student, if the sequence is true in any of the pipes. The user also is able to discard a shape by throwing in the trash pipe on the right side of the screen.

As for the stack tasks, there is the **Tower of Hanoi**, which consists in the user solving the classical math problem, however using limited movements. This problem is based on the user logic to pass all the 3 discs from pin A to pin C, therefore the bigger ones can't be over the smaller (Figure 6).

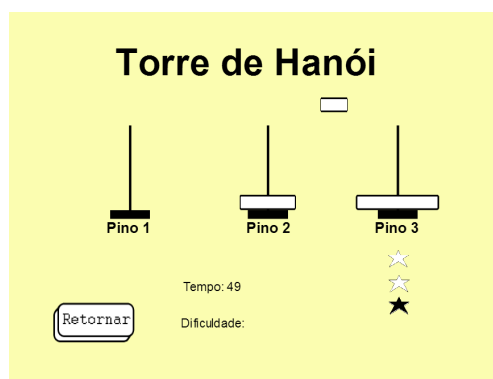


Fig. 6. Tower of Hanoi Stack Activity

On figure 6 is a screen of the task. The user must pass the 3 discs from pin A to C without overlap the smaller ones with the bigger. The student gain points by finishing this activity with the lowest pin changes and average time.

The second stack task is called “**Asterostacks**”, that is a side-scrolling shooter where the user must form a Combo, by collecting the right values. The player is able to shoot the last captured value (which is the First In First Out concept of Stack structure) to score points by destroying the upcoming ones 7.

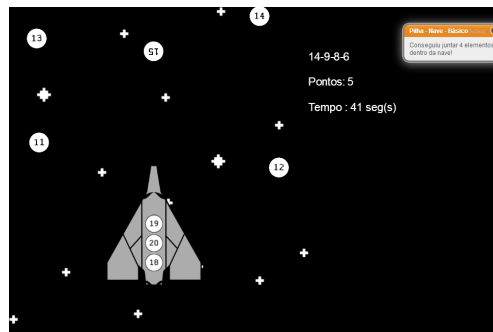


Fig. 7. Second Stack Activity

On figure 7 is a representation of the task. The user is able to control the ship through mouse buttons and is able to shoot the first value in order to destroy and collect others. By performing a Combo, he also gains a bonus score.

The queue activity is called **Queue Race**, this one explain the concept of First In Last Out of the structure. The student controls a race car, which gain points based on the distance travelled and the values collected through it (Figure 8).

Figure 8 demonstrate the functional task, the mechanics are very similar to the **Asterostacks** activity, however by discarding a value from the queue, the car gains more velocity and so it increases the travelled distance and so the user points.

The lists structure are represented through the **Snake** task. It is based on the classic snake game, however the user may eat a value through its head or tail. Which represent an auxilliary node to manipulate the Linked List structure. By colliding the extremities, the user creates a circular list, ending the task (Figure 9).

In figure 9 there is the demonstration of the activity, with the player controlling the head extremity wich also influences the tail. He gain points by colliding the head with the random scattered values in the screen.

Finally, the Tree structures are represented through 2 tasks. The first one is the **Balanced Tree** task, which aims to describes the binary tree balancing operation. It randomizes a numerical value for the root and the user must specify where the next value fits in Left or Right subtrees (Figure 10).

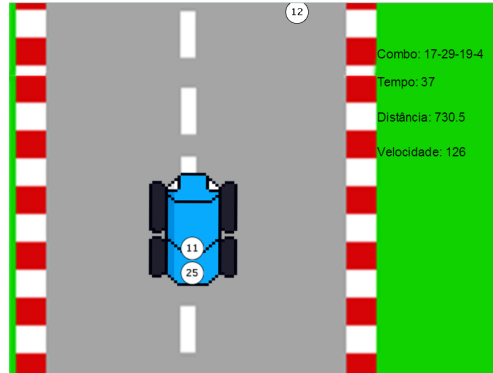


Fig. 8. Queue Race Activity



Fig. 9. Snake Activity

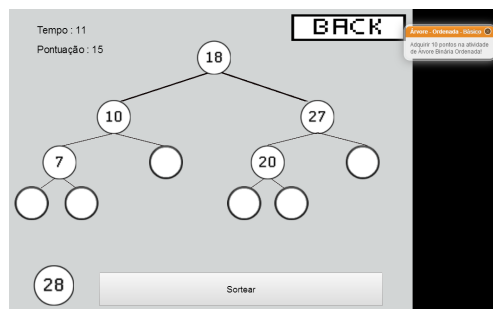


Fig. 10. Binary Balanced Tree Activity

On figure 10 there is a demonstration of the task, where the user may click where he may insert the randomized value. The student gain points by putting

the values in the correct position and the activity is finished when the timer runs out.

The second tree activity is the **Transversal Methods**, which describes the concepts. The main objective is select the right nodes in order to achieve the randomized Transversal Method (Figure 11).

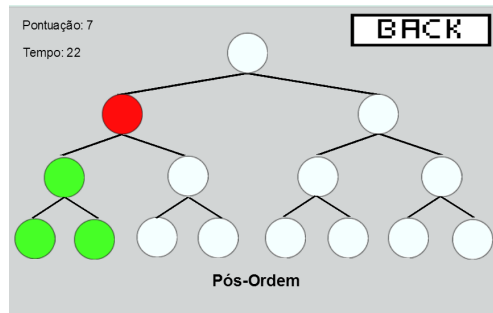


Fig. 11. Transversal Tree Activity

Figure 11 is a screen of the task. The user gain points by doing the right transversal method and loses if selecting the wrong nodes. The method is randomized each time the user select the activity.

Also, as explained above, each activity has its set of achievements that are unlocked by doing specific tasks. The system accumulates the points acquired through the activities and increases the level of the user.

The system is currently under tests with students of Data Structure lessons in a local College. The evaluation of the system will be evaluated through a questionnaire applied at the end of the bimester, and aims to analyse the pedagogical effectiveness.

5 Conclusions

This work presents the development and implementation of an Interactive Learning Environment for Data Structures which was also proposed by other authors, as [13]. To improve the gamification core of the system, 33 achievements and 9 leader boards were made to be used within the system and its 7 activities.

The objective of this work was achieved since the platform is finished and already being tested with students from local colleges. Also it is implemented with the gamification concepts to engage and stimulate their motivation.

To secure and guarantee the information stored within the system, we used a tool (Clay.IO) to manage the gamification concept. This also allowed the user to exchange personal information with others, as a social network system.

As future works, new activities and new concepts will be implemented. Also it is in development a profile analyser to work within the system so the teachers

may create a 'class' to monitor the students development and progress within the lessons. Those analysis also may determine wich activities may be improved or balanced.

References

1. M. Csikszentmihalyi. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper and Row, New York, 1990.
2. P. Denny. The effect of virtual achievements on student engagement. In *CHI 2013*. ACM, 2013.
3. S. Deterding, K. O'Hara, M. Sicart, D. Dixon, and L. Nacke. Gamification: Using game-design elements in non-gaming context. In *Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2011.
4. Adrián Domínguez, Joseba Saenz-de Navarrete, Luis De-Marcos, Luis Fernández-Sanz, Carmen Pagés, and José-Javier Martínez-Herráiz. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63(null):380–392, April 2013.
5. Kai Erenli. The impact of gamification: A recommendation of scenarios for education. *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2012 15th ...*, 2012.
6. J. J. Lee and J. Hammer. Gamification in education: What, how, why bother? In *Academic Exchange Quarterly. v.15*. AEQ, 2011.
7. J. McGonigal. *Reality is Broken: Why Games Make us better and How they can Change the World*. Penguin Press, New York, 1st edition, 2011.
8. D. Pink. *Drive: The Surprising truth about what motivate us*. Canon-gate, New York, 2010.
9. Denise Clark Pope. *Doing School: How We Are Creating a Generation of Stressed-Out, Materialistic, and Miseducated Students*. Yale University Press, 2003.
10. M. Rock. Transfiguring it out: Converting disengaged learners to active participants. In *Teaching Exceptional Children*, 36(5). CEC, 2004.
11. Jorge Simões, RD Rebeca Díaz Redondo, and AF Ana Fernández Vilas. A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2):345–353, March 2012.
12. B. Tan and J. L. K. Seng. Game-based learning for data structures: A case study. In *2nd International Conference on Computer Engineering and Technology*. IEEE, 2010.
13. A. Toda, M. Almeida, C. R. Moraes, A. F. Freires, and J. Brancher. Interactive learning enviroment for data structures with gamification concepts. In *WWW/Internet. IADIS*, 2013.
14. G. Zichermann and C. Cunningham. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly, 1st edition, 2011.

Trabalhos publicados pelo Autor

1. Estevan B. B. Costa ; Fabio T. Matsunaga ; Jacques D. Brancher. **Análise de escalabilidade e eficiência da fatoração LU usando CPU x GPU**. XII Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação, 2013, Maceió-AL. Anais do XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2013, (B5).