

Desenvolvimento de Jogos no Processo de Aprendizado em Algoritmos e Programação de Computadores

Herleson Paiva Pontes

Centro de Ciências Tecnológicas (CCT)

Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Fortaleza, Ceará, Brasil

herleson@unifor.br

Abstract—This paper describes a study which the game development was used as part of the teaching curriculum in three programming disciplines that belong to Computer Science area, in order to determine if and how the creation of these games could stimulate students in learning programming fundamentals at the classroom, and verify if these programs could help to measure the knowledge acquired by the student. More specifically, different games have been developed considering the topics involved in each course evaluated by this study. The results show that the use of games development activity encourages learning programming concepts presented by the teacher, in addition to increasing the motivation and confidence of the student in developing the skills that define him as a professional in the field of computing.

Keywords—*games; programming; algorithms; learning process.*

Resumo— Esse trabalho descreve um estudo no qual utilizou-se o desenvolvimento de jogos como parte do processo de ensino de três disciplinas do currículo de programação pertencentes à área de Ciências da Computação, com o objetivo de determinar se e como a criação desses jogos poderia estimular o aprendizado dos fundamentos expostos ao aluno em sala de aula, além de verificar se esses programas auxiliam na medição do conhecimento adquirido pelo estudante. Mais especificamente, diferentes jogos foram desenvolvidos, considerando os tópicos envolvidos em cada uma das disciplinas avaliadas pelo estudo. Os resultados obtidos mostram que o uso da atividade de desenvolvimento de jogos estimula o aprendizado dos conceitos de programação apresentados pelo professor, além de aumentar a motivação e a confiança do aluno no desenvolvimento das competências que o definem como profissional da área de computação.

Palavras-chave—*jogos; programação; algoritmos; processo de aprendizagem.*

I. INTRODUÇÃO

Algoritmos e programação de computadores constituem uma área elementar dentro da Ciência da Computação, embora seus princípios auxiliem a formação de profissionais de outras ciências do conhecimento. Devido à sua importância, seus fundamentos são expostos em diversos cursos do Ensino Superior, especialmente aqueles nas áreas de Tecnologia e

Engenharia. Aos futuros profissionais, seu conhecimento possibilita a construção, organização e implementação do raciocínio lógico envolvido na solução de um problema, através do uso de sistemas computacionais, os quais oferecem grande poder de processamento e alto nível de automação. O aprendizado nessa área não limita-se, contudo, à aplicação correta de métodos e técnicas no desenvolvimento de programas; viabiliza, principalmente, uma evolução na concepção e organização do pensamento, produzindo raciocínios formais como solução viável e eficiente para os problemas em análise.

Entretanto, para alunos e professores, a excelência do processo ensino-aprendizagem nas disciplinas de programação é uma difícil meta a ser alcançada [1]. O aluno, geralmente um iniciante na área, depara-se com uma série de obstáculos durante seu aprendizado: novos modelos para a representação de conceitos complexos, técnicas e abstrações provenientes da Matemática, estruturas dinâmicas para o armazenamento e manipulação de dados, surgimento de problemas de lógica complicada ou desconhecida, falta de organização do raciocínio, e dificuldades no idioma Inglês. Com o passar do tempo, esses empecilhos ocasionam a redução na motivação do estudante em relação ao seu curso e o bloqueio do desenvolvimento das habilidades relativas ao currículo de programação.

Para os professores, o ensino de algoritmos e programação de computadores torna-se uma árdua tarefa, consequência da necessidade de longas explicações, montagem de exemplos e utilização de ilustrações e animações durante as aulas. Essas atividades visam garantir uma melhor compreensão dos fundamentos apresentados para os estudantes, de acordo com as competências de aprendizado, semântica, motivação e pesquisa inerentes ao professor [2], responsável maior pelo aperfeiçoamento da descoberta de novos conhecimentos pelos seus alunos [3].

Por essas adversidades no ensino de algoritmos e programação de computadores, diversos professores buscam novas práticas que possibilitem melhorias no processo de aprendizagem. Para isso, estratégias estimulantes e inovadoras devem ser utilizadas para motivar a construção do conhecimento dos estudantes em programação, os quais

vivenciariam novas experiências durante as realização das atividades propostas. Nesse cenário, o uso de jogos digitais para fins acadêmicos apresenta-se como uma alternativa diferenciada. Ao mesclar entretenimento e educação, esses programas permitem ao aluno participar mais intensamente do seu próprio aprendizado [5], durante as suas tentativas de superar os desafios expostos. Como consequência, esses jogos encorajam a criatividade, a cooperação e a imersão de seus jogadores, estimulando a geração de conhecimento como solução para os problemas trabalhados.

Motivado por esses desafios e com o objetivo de idealizar uma metodologia eficiente para o ensino de algoritmos e programação de computadores para alunos em Computação, utilizou-se o desenvolvimento de jogos como parte do processo de aprendizagem em três disciplinas do currículo de programação: *Lógica de Programação*, *Programação Orientada a Objetos* e *Estruturas de Dados*. Mais especificamente, foram desenvolvidos diferentes tipos de jogos, considerando os fundamentos de cada uma das disciplinas avaliadas. Durante todo o projeto, o professor realizou o acompanhamento do nível de desenvolvimento dos estudantes nos tópicos necessários para a implementação dos jogos, verificando a viabilidade da estratégia como reforço no aprendizado de programação, além da identificação das principais dificuldades inerentes a essa atividade.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados ao uso de jogos como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem em diversas ciências. Na Seção 3, os aspectos envolvidos no uso e desenvolvimento de jogos digitais no contexto educacional são detalhados. Em seguida, são descritos os jogos desenvolvidos em cada disciplina, a metodologia utilizada para implementação de cada um desses programas, e os dados coletados desse processo. A Seção 5 reflete sobre os resultados obtidos na utilização dessa estratégia, e a última seção expõe as principais conclusões derivadas deste trabalho, bem como possíveis direções de trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

O uso de jogos digitais como mediador no aprendizado de conteúdos curriculares é uma linha de pesquisa bastante explorada pela comunidade acadêmica. Em [6], as autoras discorrem sobre a importância dos jogos na educação e a motivação originada pela diversão no aprender, destacando a contribuição desses programas no uso da *Tecnologia Educativa* [7]. Reforçando essa proposta, [8] destaca que os jogos possibilitam a capacitação de alunos através de um ambiente atrativo, no qual princípios como imersão e interatividades colaboram para processo de aprendizagem.

Nessas circunstâncias, os jogos digitais apresentam-se, na maioria dos casos, na forma de *Serious Games* [9]. Esses jogos propõem como o objetivo principal o aprendizado em determinada área do conhecimento, sendo este processo reforçado pelo estímulo, competição e diversão oferecidos aos seus usuários na forma de entretenimento. Assim como em um jogo tradicional, um bom *serious game* deve possuir elementos bem trabalhados, como roteiro, design e jogabilidade, tornando-se atraente para seus jogadores [10]. Entretanto, por

causa do foco educacional, existe uma preocupação especial em integrar esses programas às metodologias pedagógicas e competências das áreas de conhecimento envolvidas nesses jogos. Exemplos de aplicação desses jogos podem ser observados em várias Ciências, como na Saúde em [11], [12] e [13]; na Gestão em [14] e [15]; e nas Exatas em [16], [17] e [18].

Na Computação, é possível empregar os jogos digitais no processo ensino-aprendizagem de duas formas. Na primeira, os jogos são utilizados no modo convencional, no qual o aluno é o jogador e seu objetivo é resolver os desafios propostos pelo jogo, individualmente ou coletivamente. Exemplos dessa linha de jogos na Computação podem ser vistos em [1], [19] e [20]. A outra forma de utilização dos jogos consiste em atribuir ao estudante a responsabilidade pelo desenvolvendo do jogo. De acordo com [21], a atividade de programação em jogos oferece ao aluno a possibilidade de desenvolver um grupo maior de habilidades, resultando na evolução de sua capacidade.

Diversos trabalhos acreditam na eficiência dessa abordagem no aprendizado dos fundamentos de programação. Em [22], os autores utilizam o processo de criação de um jogo no ensino dos principais tópicos de programação para estudantes de computação, vinculando as etapas do ciclo de desenvolvimento aos conhecimentos a serem transmitidos. Já os autores de [23] propõem uma pesquisa para avaliar os impactos no interesse e participação dos alunos ao utilizar um ambiente de desenvolvimento de jogos durante as aulas. Resultado de um projeto integrador interdisciplinar, [24] detalha como diferentes conteúdos curriculares de programação se combinam para a concepção de um jogo, demonstrando o potencial dessa estratégia no ensino de programação.

III. O DESENVOLVIMENTO DE JOGOS NO ENSINO

A utilização de jogos no contexto educacional oferece ao professor uma interessante estratégia para o desenvolvimento da criatividade, aptidão e autonomia do aluno, propiciando a construção do aprendizado em um cenário interdisciplinar. Esses jogos exploram diversos aspectos educativos, como o desenvolvimento de habilidades funcionais, a oferta de atividades sociais, a aquisição de condutas afetivas, a exploração da ludicidade e a aquisição de condutas cognitivas.

Entretanto, os jogos em si não são responsáveis exclusivos pelo aprendizado do aluno. Embora a motivação em triunfar e dominar os desafios propostos pelo jogo contribua para a aprendizagem, é necessário que esse estímulo seja sustentado em aspectos como a resposta aos *feedbacks* coletados, reflexões sobre o que foi aprendido, aplicações dos tópicos abordados em diferentes cenários e o envolvimento ativo do estudante durante todo o processo [9]. Portanto, para que o completo aprendizado concretize-se, o maior desafio do aluno é visualizar claramente o conhecimento a ser obtido e a sua aplicação no mundo real, enquanto diverte-se dentro do jogo.

Nesse contexto, o professor exerce um papel vital ao tornar-se o responsável por acompanhar todas as atividades realizadas pelos seus alunos, observando e avaliando seus níveis de desenvolvimento e identificando as dificuldades individuais e coletivas, além de balancear o entretenimento oferecido com a aprendizagem desejada [25]. A utilização de jogo como

catalizador do processo de ensino pelo docente também propicia o desenvolvimento da autonomia e da confiança do aluno de forma espontânea, despertando habilidades como planejamento, seleção, organização, interpretação, decisão e socialização.

Apesar da influência positiva dos benefícios procedentes da formação do aluno no papel de jogador, é possível potencializar o desenvolvimento de suas habilidades ao incorporar a programação no processo de aprendizado com jogos virtuais [21]. Ao participar da construção de um jogo, o estudante explora, testa, controla e prevê os diversos eventos inerentes ao programa, trabalhando o seu raciocínio hipotético dedutivo através da formação e da programação das ações que serão disparadas de acordo com os eventos ocorridos durante a execução do jogo. A programação em jogos virtuais trabalha vários aspectos do aluno, como o estilo de construção do raciocínio lógico, a colaboração com outros colegas, a percepção de modelos matemáticos e a reformulação do conhecimento [26]. Adicionalmente, o desenvolvimento de jogos ajuda na formação de diversas habilidades cognitivas aplicáveis em diversas ciências do conhecimento além da Computação, como a decomposição de problemas, a interligação de elementos e a capacidade de abstração.

Assim, a atividade de programação para a construção de jogos mostra-se como uma alternativa para o processo de aprendizado eficiente, ampliando o domínio das competências trabalhadas pelo aluno e oferecendo um rico ambiente para a descoberta e construção de conhecimento interdisciplinar.

IV. ESTUDO DE CASO: CONSTRUÇÃO DE JOGOS

No intuito de validar os benefícios do desenvolvimento de jogos nos processos de aprendizado e avaliação na área de algoritmos e programação de computadores, três jogos virtuais de diferentes categorias, denominados neste estudo de *Jogo A*, *Jogo B* e *Jogo C*, foram propostos a alunos de Ciência da Computação e Engenharia de Computação. Cada jogo foi associado a uma das três disciplinas do currículo de programação abordadas por este estudo (*Lógica de Programação*, *Programação Orientada a Objetos* e *Estruturas de Dados*), considerando o conhecimento necessário para a criação do jogo e os fundamentos trabalhados pela disciplina relacionada.

Durante esse processo experimental, o qual teve a duração total de um mês, os alunos foram orientados a construir seus jogos seguindo uma sequência de quatro atividades:

- **Projeto:** Consiste na construção, organização e descrição das características que o jogo possuirá, segundo as regras apresentadas pelo professor. Neste momento, o aluno concretiza as suas ideias na forma de um projeto de desenvolvimento.
- **Desenvolvimento:** Refere-se a confecção do jogo através do uso das técnicas de programação pertencentes à disciplina avaliada, de acordo com o projeto concebido na etapa anterior.
- **Avaliação:** Após a criação do jogo, o aluno avalia os resultados alcançados pelo seu programa, verificando se

este encontra-se de acordo com os requisitos estabelecidos pelo professor.

- **Reflexão:** Ao final do processo de construção e avaliação do jogo, o estudante reflete sobre o estágio alcançado pelo seu jogo, apontando possíveis melhorias e correções.

Ao longo do ciclo de desenvolvimento, o professor acompanhou as atividades realizadas pelos seus alunos, orientando-os no uso dos fundamentos de programação necessários para a implementação do jogo e sanando as principais dificuldades inerentes às ações executadas.

Outra habilidade trabalhada por esse estudo foi a aplicação de metodologia científica para a produção de textos científicos. Objetivando a familiaridade com produções científicas desde os primeiros semestres da graduação, os alunos entregaram um documento descrevendo todas as características do jogo desenvolvido, seguindo as normas da *ABNT* para trabalhos acadêmicos [27].

A. Jogo A

Esse jogo foi trabalhado com alunos da disciplina de *Lógica de Computadores*, lecionada no primeiro semestre dos cursos de Computação. O objetivo foi desenvolver o funcionamento de um jogo com palitos de fósforos, do tipo *quebra-cabeça*, com dois competidores. Nesse jogo, utilizou-se a linguagem de programação *Java*.

No início da execução do jogo, um dos jogadores insere o número da sua matrícula. A partir dessa entrada, o programa soma todos os algarismos dessa matrícula, e determina se esse somatório resulta em um número par ou ímpar. Caso o número gerado seja par, o programa executa o minijogo chamado *Par ou Ímpar*. Caso contrário, o minijogo executa o jogo chamado *NIM*.

O minijogo *Par ou Ímpar* inicia-se com 15 palitos de fósforo dispostos na tela. A cada rodada, os jogadores removem, alternadamente, um, dois ou três palitos de fósforo do monte principal. Quando todos os palitos forem removidos desse monte, vence aquele que tiver um número ímpar de palitos na mão.

Já o minijogo *NIM* também apresenta 15 palitos de fósforo no monte principal, e cada jogador pode tirar um, dois ou três desses palitos a cada rodada. Nesse minijogo, vence aquele que forçar o outro jogador a remover o último palito do monte.

Em ambos os minijogos, o programa exibe o total de palitos restantes no monte principal e de cada jogador. Além disso, no final de uma partida, o jogo anuncia o vencedor e pergunta se os jogadores desejam disputar uma nova partida. Caso a opção negativa seja selecionada, o programa é então encerrado. A Figura 1 apresenta o fluxograma com uma visão geral da execução do *Jogo A*.

É possível verificar que esse jogo trabalha os aspectos fundamentais abordados pela disciplina de algoritmos, como a organização do pensamento lógico, a construção de sequências de instruções e a adaptação de ações para uma linguagem de programação. Também é importante destacar que essa atividade, embora aplicada para iniciantes em programação, já

trabalha com conceitos importantes na área de desenvolvimento de programas, como tratamento de erros, estruturas condicionais e ciclos de repetição.

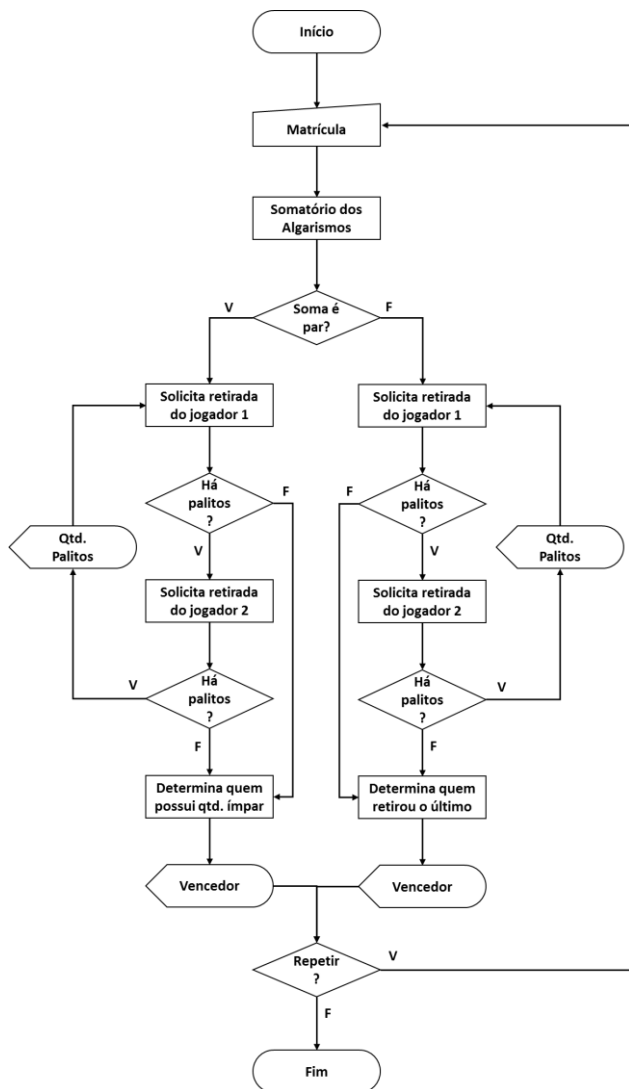


Fig. 1. Fluxograma da execução do *Jogo A*.

B. *Jogo B*

Esse jogo foi desenvolvido com alunos da disciplina de *Programação Orientada a Objetos*, lecionada no segundo semestre dos cursos de Computação. O objetivo foi desenvolver um jogo de estratégia de tabuleiro, envolvendo dois competidores, com regras inspiradas no funcionamento do *Jogo da Vida* de *John Conway* [28]. Nesse jogo, utilizou-se a linguagem de programação *C++*.

O jogo consiste em um tabuleiro com dimensões de vinte posições de largura por vinte posições de altura. Nesse espaço, dois exércitos, compostos por cinco soldados e dois tanques, lutam pela eliminação dos adversários e conquista do território. Cada unidade desses exércitos possui cinco atributos numéricos (*Ataque*, *Defesa*, *Inteligência*, *Resistência* e *Velocidade*) definidos pelo jogador. A soma desses valores não deve ultrapassar o número doze.

Inicialmente, o jogo solicita o nome dos dois jogadores e os valores dos atributos das unidades de cada um dos exércitos. Após a definição dos exércitos, as unidades são posicionadas aleatoriamente pelo tabuleiro. De acordo com o valor do atributo *Velocidade*, as unidades movimenta-se aleatoriamente em quatro direções possíveis (cima, baixo, esquerda ou direita).

Quando unidades de exércitos opostos se encontram, ocorre o processo de luta, no qual o sobrevivente é definido a partir de uma fórmula matemática envolvendo os atributos de cada um dos participantes do combate. A partida é encerrada quando todos os soldados e tanques de um exército são eliminados. A Figura 2 exibe sequência de etapas desse jogo.

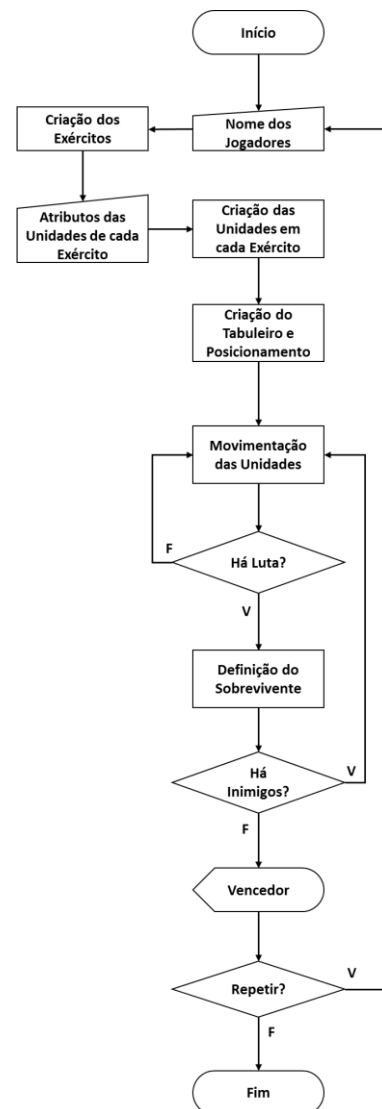


Fig. 2. Fluxograma do funcionamento do *Jogo B*.

Como contribuição para o aprendizado dos fundamentos inerentes ao paradigma e a programação orientada a objetos, o desenvolvimento desse jogo exige a organização dos componentes envolvidos na disputa em classes e subclasses, definindo atributos e métodos que caracterizarão os objetos criados a partir desses modelos abstratos. Adicionalmente, esse

jogo coopera para a prática no desenvolvimento de grandes programas, nos quais diversos objetos relacionam-se entre si através de associações, agregações e composições. Complementando, essa atividade também resgata boas práticas adquiridas em disciplinas anteriores de programação, como o tratamento de erros.

C. Jogo C

Esse jogo foi desenvolvido com alunos da disciplina de *Estruturas de Dados*, lecionada no terceiro semestre dos cursos de Computação. O objetivo foi desenvolver um jogo de luta entre dois lutadores, com funcionamento semelhante aos clássicos do gênero. Nesse jogo, utilizou-se a linguagem de programação *Java*.

No jogo, dois lutadores realizam um combate em um ambiente gráfico 2D, utilizando como armas o soco, o chute e dois golpes especiais. Cada lutador possui um medidor de vida, e vence o jogador que zerar o medidor do adversário com seus golpes. Os competidores utilizam o teclado para movimentar seus lutadores para esquerda e direita, além de realizar as ações de agachar e saltar.

Além disso, cada lutador pode socar ou chutar o seu oponente, ou ainda acertá-lo utilizando um de seus dois golpes especiais. Esses golpes, denominados *bola de fogo* e *chute giratório*, são gerados a partir de uma sequência de teclas pré-definidas, armazenadas em uma estrutura de árvore. Cada movimento de luta gera um dano determinado no medidor de vida do oponente quando este é atingido.

Para avaliar o golpe a ser executado, as teclas pressionadas são armazenadas em uma estrutura de pilha e avaliadas, a cada instante de tempo, contra a árvore que armazena as possíveis sequências de golpes que o lutador pode realizar.

Ao término de uma partida, o jogo mostra os cinco melhores lutadores do jogo, com seus nomes e respectivos placares. A Figura 3 mostra o fluxograma desse jogo.

Além de exercitar as estruturas de dados descritas, o jogo reforça conceitos aprendidos nas disciplinas anteriores, além de trabalhar novos conceitos, como mapeamento de teclas e interface gráfica.

I. AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Para verificar se o desenvolvimento de jogos possibilitou uma melhoria na construção do conhecimento nas disciplinas de programação abordadas por este estudo, um processo de avaliação foi realizado para mensurar os benefícios obtidos desse experimento na aprendizagem dos alunos.

A. Processo de Avaliação

Pela necessidade de determinar mudanças no comportamento e no aprendizado do aluno ao longo do desenvolvimento do jogo, o processo de avaliação foi dividido em duas etapas.

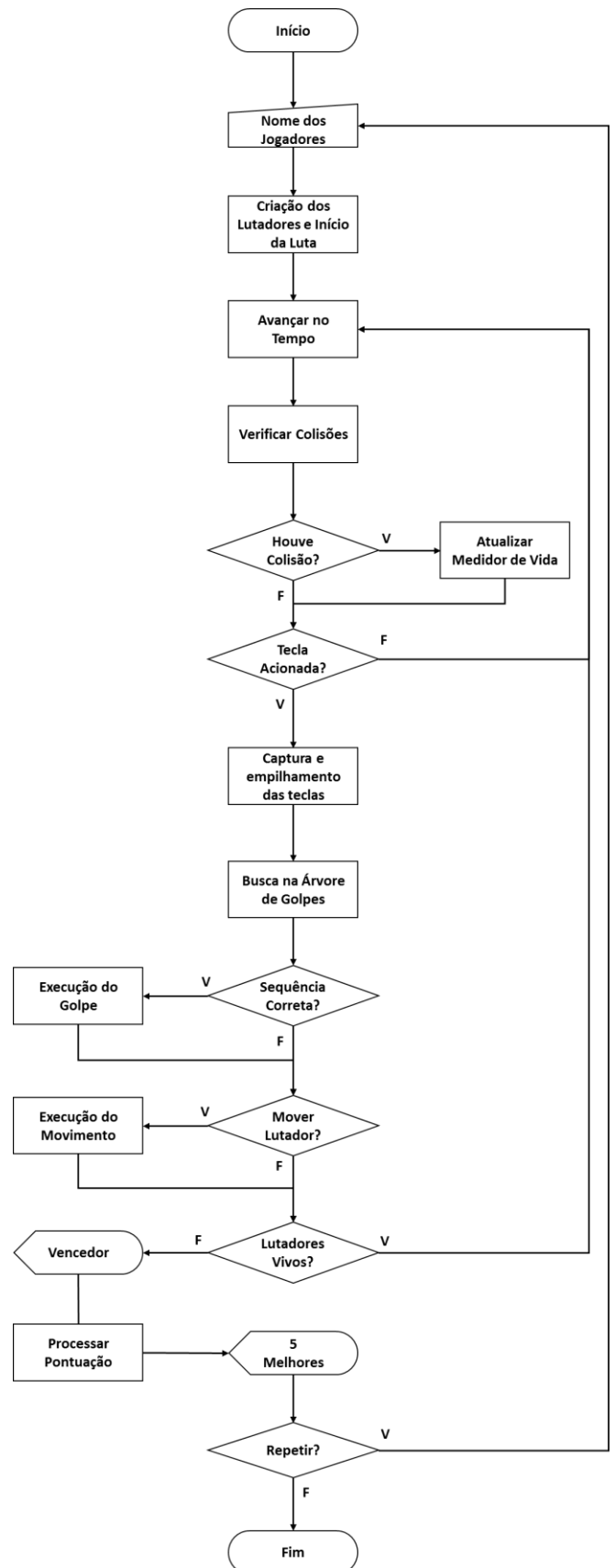


Fig. 3. Fluxograma de execução do Jogo C.

Na primeira, um formulário foi aplicado antes do início da atividade de construção do jogo, no qual foram feitas 4 perguntas sobre o perfil geral e 6 perguntas específicas sobre o conhecimento, a experiência e a motivação do aluno dentro do seu curso de Computação.

Após o término do prazo e a apresentação dos jogos criados, os alunos responderam a um segundo questionário, contendo 9 perguntas específicas sobre o perfil do estudante na programação após esse experimento.

No total, 43 estudantes com média de idade de 21.6 anos, participaram dessa avaliação. Desses, 12 são da disciplina de *Lógica de Programação*, 8 da disciplina de *Programação Orientada a Objetos* e 24 de *Estruturas de Dados*. Dentro desse grupo, 36 utilizam o computador diariamente por períodos de, no mínimo, 4 horas. Em relação a atuação profissional na área de Computação, 23 participantes do experimento só estudam, 16 estudam e trabalham, e 4 já trabalharam, mas atualmente só estudam. Nas questões relativas ao contato do aluno com jogos, 22 alunos jogam uma ou mais vezes por semana, e 29 jogadores do total de alunos utilizam o computador pessoal como dispositivo para jogos.

B. Dados Obtidos Antes do Experimento

Ao início das atividades, foram realizadas 6 perguntas sobre o perfil do aluno dentro da Computação. Na primeira, a qual verificou-se a quantidade média de linhas de códigos escritas pelo aluno em um programa, somente 37.2% do total de participantes já haviam escrito aplicações com 100 ou mais linhas de código. Isso mostra a falta de experiência dos alunos em grandes programas, inclusive nos semestres mais avançados, conforme mostra a Figura 4.

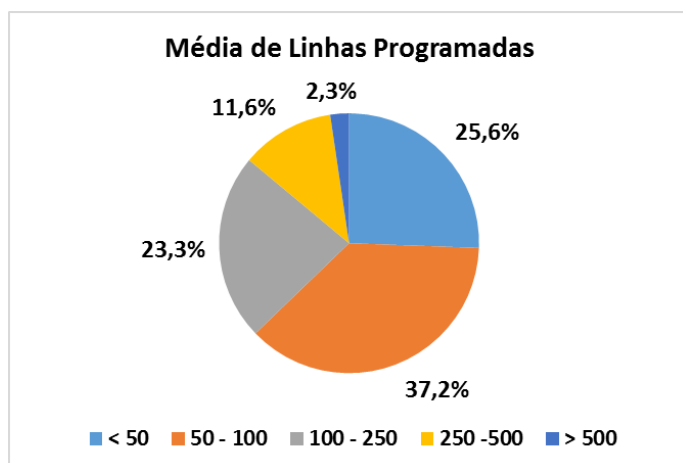


Fig. 4. Média de linhas programadas pelo aluno.

Um dos dados mais surpreendentes foi a motivação do aluno em relação ao curso e a carreira de Computação. Embora 48.8% de todos os entrevistados alegam estar bastante motivados, como apresenta a Figura 5, esse número cai gradativamente ao avaliar as disciplinas isoladamente. À medida que avançam-se os semestres, o total de estudantes motivados decresce, chegando a apenas 33.3% dos alunos na disciplina de *Estrutura de Dados*. Essa análise propõe a

motivação como um dos fatores primordiais para a manutenção do aluno nos cursos de Computação.

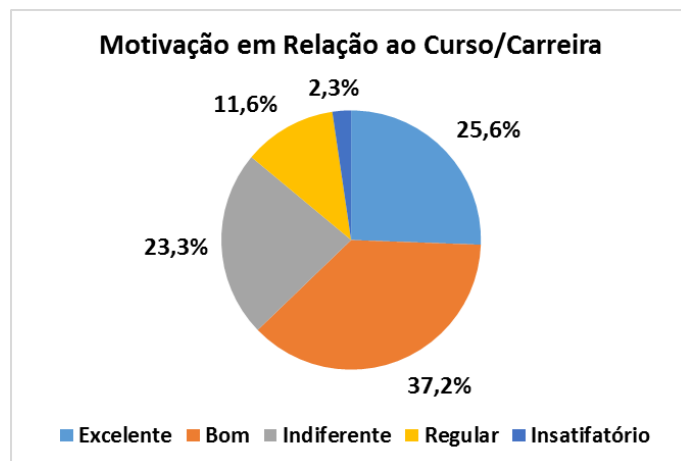


Fig. 5. Motivação dos alunos em relação ao curso e a carreira.

Avaliando o nível de conhecimento dos participantes em programação, 39.5% do total consideram-se intermediários na área. Já em relação aos tópicos abordados pela disciplina avaliada, 51.1% declararam ter bom domínio nos assuntos necessários para o desenvolvimento do jogo. Portanto, conforme apresenta o gráfico da Figura 6, quase metade dos participantes afirmou possuir os fundamentos necessários para desenvolver o jogo proposto.

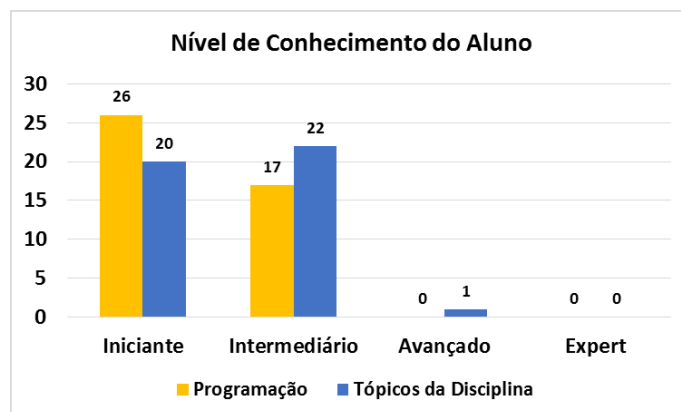


Fig. 6. Nível de conhecimento dos alunos em programação e na disciplina.

Ao serem perguntados sobre o nível de dificuldade no desenvolvimento do jogo proposto, 13.9% dos alunos consideraram essa atividade fácil, 58.1% avaliaram como difícil e 30.2% afirmaram que não concluiriam o trabalho. Observa-se nesse resultado o desconhecimento do processo de criação de jogos pelos alunos, o que os coloca em uma situação fora da sua zona de conforto.

Por fim, não houve consenso acerca da principal dificuldade dessa atividade. Linguagem de programação utilizada, compreensão do funcionamento do jogo e o tempo disponível para desenvolver o programa receberam 32.6% dos votos cada, mostrando a heterogeneidade do grupo avaliado, conforme Figura 7.

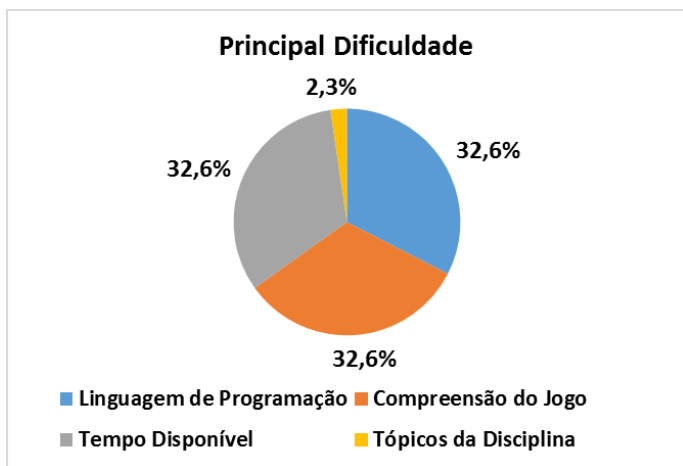


Fig. 7. Principal dificuldade antes do desenvolvimento do jogo proposto.

C. Dados Obtidos Após o Experimento

Passado um mês do início das atividades de desenvolvimento, os alunos apresentaram seus jogos e responderam a um questionário com 9 perguntas. Apenas três participantes não concluíram completamente seus jogos, entregando funcionalidades parciais. A Figura 8 sintetiza as respostas para as quatro primeiras perguntas dessa última etapa.

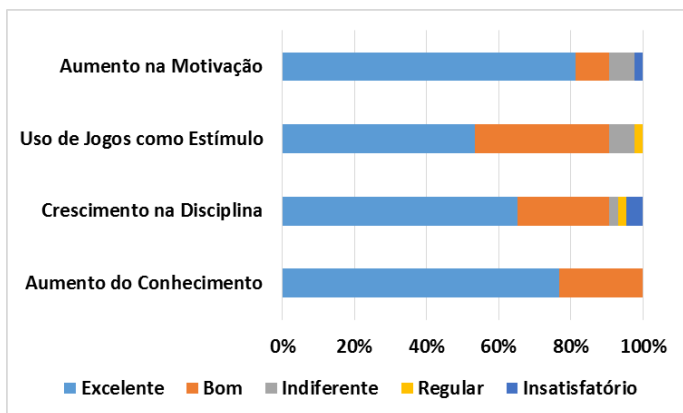


Fig. 8. Aspectos educacionais e motivacionais após a criação do jogo.

Após a aplicação da atividade de desenvolvimento de jogos, foi possível observar um grande aumento na motivação dos alunos (81,4% consideram-se bastante motivados após o experimento). Boa parte dos alunos aprovou o uso de jogos como uma eficiente estratégia para aprendizado de tópicos na área de Computação (53,9% avaliaram como um excelente estímulo; 37,2% consideraram um bom estímulo). Adicionalmente, 76,7% e 65,1% dos estudantes reconheceram um crescimento nos conhecimentos em programação e nos tópicos das disciplinas analisadas, respectivamente, graças ao uso do desenvolvimento de jogos no processo de aprendizado. Esses resultados demonstram que o uso da atividade de construção de jogos é uma estratégia eficiente para o ensino de disciplinas de programação.

Diferente da distribuição uniforme ocorrida antes do desenvolvimento dos jogos, 39,5% dos alunos identificaram o

tempo como a principal dificuldade na concretização desse trabalho, como mostra a Figura 9.

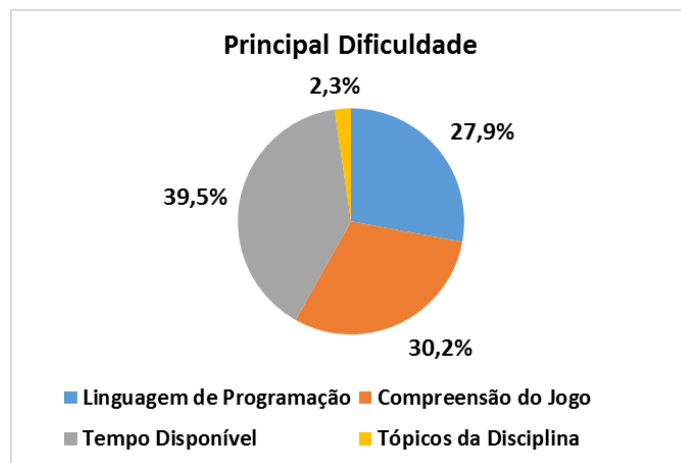


Fig. 9. Principal dificuldade durante o desenvolvimento do jogo.

Também foi questionado qual das quatro características inerentes ao processo de desenvolvimento de um jogo (*Navegação/Movimentação Espacial*, *Gerenciamento dos Objetos*, *Lógica do Jogo* e *Sincronismo/Interação entre os Objetos*) foi a de implementação mais simples e qual exigiu maior esforço por parte do aluno. A Figura 10 ilustra os resultados.

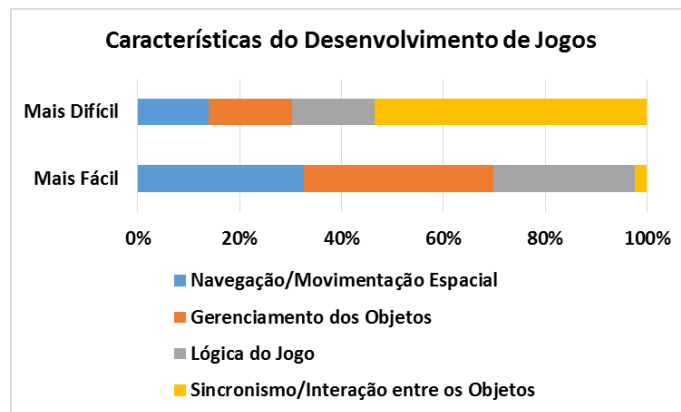


Fig. 10. Características mais fáceis e mais difíceis na construção do jogo.

Apesar do equilíbrio na definição da característica de implementação mais simples, um pouco mais da metade dos participantes (53,9% do total) foram incisivos ao identificar o sincronismo entre os objetos como a principal dificuldade durante o processo de construção do jogo. Essa observação evidencia a falta de prática dos alunos em sistemas com um número considerável de objetos trocando mensagens durante a sua execução, caracterizando um dos principais problemas no aprendizado de programação.

Outro fato importante foi verificar se o uso da atividade de desenvolvimento de jogos estimula o aluno a pensar em extensões além dos requisitos propostos pelo professor. De acordo com o gráfico da Figura 11, 65,1% pensaram em várias extensões para os jogos, o que mostra o incentivo desse tipo de trabalho na expansão do raciocínio do estudante.

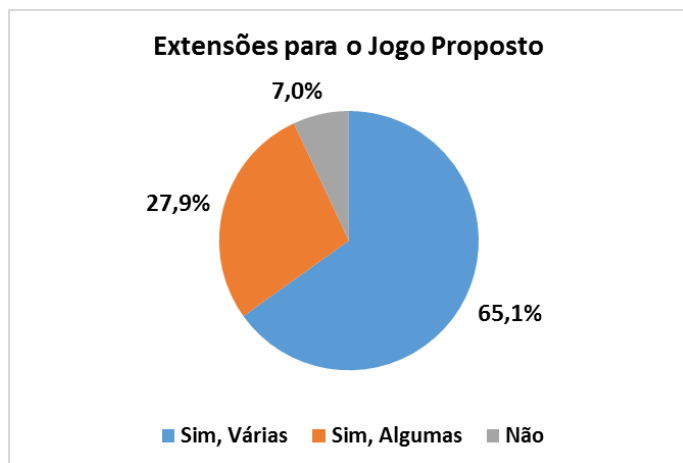


Fig. 11. Intenções de extensão para o jogo desenvolvido após sua construção.

Por fim, questionou-se a eficiência do uso de jogos como método de avaliação frente aos trabalhos clássicos, como a programação de modelos matemáticos. A Figura 12 mostra que a grande maioria dos alunos (74.4%) considera a aplicação de trabalhos envolvendo jogos melhor que a avaliação através de atividades clássicas.

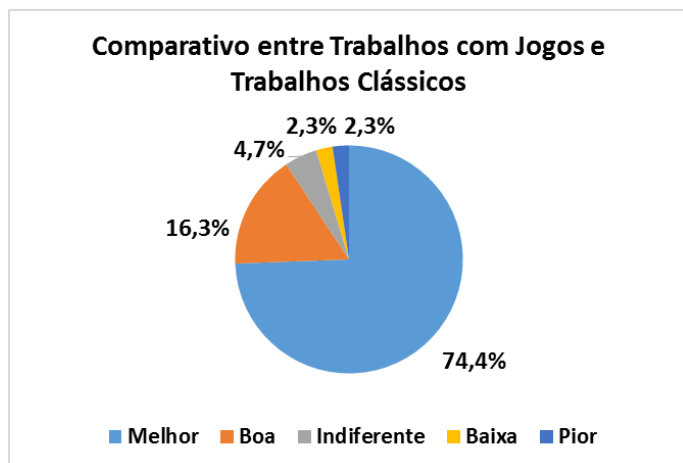


Fig. 12. Comparativo entre a aplicação de jogos e trabalhos clássicos como método de avaliação.

D. Resultados

O desenvolvimento de jogos como recurso no processo de aprendizado nas disciplinas de *algoritmos e programação de computadores* demonstrou-se uma boa alternativa para alunos e professores, verificada através do crescimento significativo no conhecimento e na motivação dos estudantes nas disciplinas avaliadas. Adicionalmente, os participantes demonstraram interesse em estender os jogos desenvolvidos, pois sentiram-se mais confiantes e seguros nos fundamentos de programação trabalhados pelos jogos.

Embora o processo de construção de um jogo seja desconhecido da grande maioria dos alunos entrevistados, a possibilidade de vivenciar a experiência de desenvolver um programa semelhante ao que roda em dispositivos como computadores e smartphones estimulou uma grande parte dos

estudantes a encarar essa atividade de forma ativa, incentivando-os a pesquisar em diversas bibliografias para implementar determinadas funcionalidades.

A identificação do tempo disponibilizado para o desenvolvimento do jogo pelo aluno como principal dificuldade deve-se, muito provavelmente, pela falta de experiência no desenvolvimento de programas mais complexos, nos quais diversos componentes interagem entre si em diferentes momentos.

Dessa forma, foi possível observar que o uso da atividade de desenvolvimento contribuiu para a formação de diferentes competências e habilidades do aluno, muitas delas interdisciplinares, auxiliando-o no seu crescimento como profissional na área de Computação.

II. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho desenvolveu e avaliou com sucesso a utilização do processo de desenvolvimento de jogos como ferramenta no aprendizado de fundamentos relacionados à área de programação. Ao avaliar os alunos antes e após a construção dos jogos nas disciplinas analisadas, observou-se uma forte relação entre o desenvolvimento de jogos e a geração de conhecimento na área de *algoritmos e programação de computadores*, possibilitando a manutenção do aluno nos cursos de Computação. Dessa forma, acredita-se que esse tipo de experimento pode ser assimilado em outras disciplinas nas diversas áreas do conhecimento, tornando-se uma ferramenta de grande valor educacional.

Como trabalhos futuros, pretende-se aplicar o desenvolvimento de jogos em disciplinas de programação inseridas em cursos na área das Engenharias, verificando a viabilidade dessa técnica no ensino de alunos que não convivem com a programação de sistemas. Também planeja-se determinar qual categoria de jogo é mais adequada para cada disciplina do currículo de programação, otimizando o aprendizado do aluno através do desenvolvimento de jogos que explorem o máximo de fundamentos possível da disciplina relacionada.

AGRADECIMENTOS

O autor dedica este artigo para a sua esposa Priscila e o seu filho Pedro Nilson. Ele também dedica este trabalho a sua orientadora de doutorado na UNIFOR, Profa. Andréia Fórmico.

REFERÊNCIAS

- [1] S. Shabanah e J. X. Chen. "Simplifying algorithm learning using serious games." In: *Proceedings of the 14th Western Canadian Conference on Computing Education*. ACM, p. 34-41, 2009.
- [2] P. Perrenoud. "Dez competências para ensinar". Editora ArtMed, 2010.
- [3] A. C. Henriques. "Aspectos da Teoria Piagetiana e Pedagogia". Instituto Piaget, 2010.
- [4] C. A. Higgins, G. Gray, P. Symeonidis e A. Tsintsifas. "Automated Assessment and Experiences of Teaching Programming.". *ACM Journal of Educational Resources in Computing*. ACM, vol. 5, n. 3, 2005.
- [5] S. R. Silveira e D. A. C. Barone. "Jogos educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos". Curso de pós graduação em Ciência da Computação da UFRGS. Disponível em

- <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribe98/151.html>. Acesso em junho de 2013.
- [6] L. M. R. Tarouco, L. C. Roland, M. C. J. M. Fabre e M. L. P. Konrath. "Jogos educacionais". *Novas Tecnologias CINTED-UFRGS na Educação*, vol. 2, n. 1, p. 1-7, 2004.
- [7] C. P. Coutinho. "A influência das teorias cognitivas na investigação em Tecnologia Educativa: pressupostos teóricos e metodológicos, expectativas e resultados". *Revista Portuguesa de Educação*, vol. 21, n. 1, p. 101-127, 2008.
- [8] G. Aranha. "Jogos Eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado". *Ciências e Cognição*, vol. 7, p. 105-110, 2006.
- [9] S. Freitas. "Learning in immersive worlds: A review of game-based learning". London: Joint Information Systems Committee, 2006.
- [10] L. S. Machado, R. M. Moraes e F. Nunes. "Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo". *Abordagens Práticas de RV e Aumentada*. SBC, p. 31-60, 2009.
- [11] S. Göbel. "Cloud-based games for health: serious games and social media as multimedia technologies for healthcare". In: *Proceedings of the 1st ACM multimedia international workshop on Cloud-based multimedia applications and services for e-health (CMBAS-EH '12)*. ACM, p. 1-2, 2012.
- [12] A. Andrews. "Serious games for psychological health education". In: *Proceedings of the 2011 international conference on Virtual and mixed reality: systems and applications - Volume Part II*, Springer-Verlag, p. 3-10, 2011.
- [13] M. A. F. Rodrigues, D. V. Macedo, H. P. Pontes e Y. R. Serpa. "LERDORT: Um Serious Game para Correção de Desvios Posturais e Fixação de Sequências de Alongamento". In: *Proceedings of the XI Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment – SBGames 2012*. SBC, p. 62-71, 2012.
- [14] M. Q. Tran e R. Biddle. "Collaboration in serious game development: a case study". In: *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share (Future Play '08)*. ACM, p. 49-56, 2008.
- [15] A. Azadegan, J. C. K. H. Riedel e J. B. Hauge. "Serious games adoption in corporate training". In: *Proceedings of the Third international conference on Serious Games Development and Applications (SGDA'12)*, Springer-Verlag, p. 74-85, 2012.
- [16] D. N. Carr, T. Bossomaier e K. Lodge. "Designing a Computer Game to Teach Einstein's Theory of Relativity". In: *Proceedings of the Computer Graphics, Imaging and Visualisation (CGIV '07)*. IEEE Computer Society, p. 109-114, 2007.
- [17] D. Carr. "Visual Computer Game Features for Teaching Relativity". In: *Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization (CGIV '10)*. IEEE Computer Society, p. 35-40, 2010.
- [18] H. T. Hou e Y. S. Chou. "Exploring the Technology Acceptance and Flow State of a Chamber Escape Game-Escape the Lab for Learning Electromagnet Concept". In: *Proceedings of the 20th International Conference on Computer in Education (ICCE 2012)*. Asia-Pacific Society for Computers in Education, p. 38-41, 2012.
- [19] W. Chang, T. Wang e Y. Chiu. "Board Game Supporting Learning Prim's Algorithm and Dijkstra's Algorithm". In: *Methods and Innovations for Multimedia Database Content Management*. IGI Global, p. 256-270, 2012.
- [20] M. Piteira. "Learning computer programming using web games". In: *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication*. ACM, p. 41-42, 2010.
- [21] L. C. Fagundes. "A inteligência distribuída". *Revista Pátio*, ano 1, n. 1, p. 15-17, 1997.
- [22] F. W. Li e C. Watson. "Game-based concept visualization for learning programming". In: *Proceedings of the third international ACM workshop on Multimedia technologies for distance learning*. ACM, p. 37-42, 2011.
- [23] A. Fowler e B. Cusack. "Kodu game lab: improving the motivation for learning programming concepts". In: *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*. ACM, p. 238-240, 2011.
- [24] A. V. S. Lage, C. D. O. Leal, E. A. F. Silva, G. D. C. Oliveira, J. C. da Silva, M. Prazeres e A. Brandt. "Projeto Integrador IST-Rio-Projeto de Software Didático com Aprendizagem Através de Jogos". *RevISTA*, vol. 1, n. 5, 2012.
- [25] T. M. Kishimoto. "Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação". Editora Cortez, 1996.
- [26] Y. B. Kafai. "Minds in play: Computer game design as a context for children's learning". Lawrence Erlbaum Associates, p. 339, 1995.
- [27] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). "ABNT NBR 14724:2011". ABNT, 2011.
- [28] E. R. Berlekamp, J. H. Conway e R. K. Guy. "Winning ways for your mathematical plays". A.K. Peters, 2003.