

# Move4Math: Jogos Sérios Ativos para Alfabetização Matemática

Mayco Farias de Carvalho

Matheus Vinícius Valenza

Isabela Gasparini

Marcelo da Silva Hounsell\*

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Departamento de Ciência da Computação (DCC), Brasil

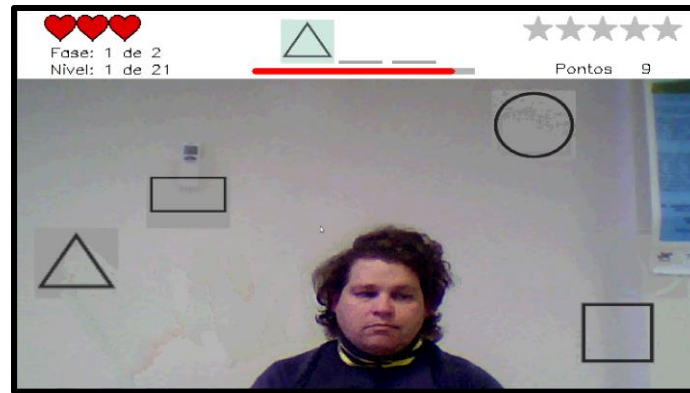


Figura 1: Imagem que demonstra a interação do jogador com o jogo.

## Resumo

É cada vez mais comum ouvir reclamações no que diz respeito às competências na disciplina de matemática no decorrer de toda a vida acadêmica dos estudantes. Pensando em diminuir estas situações e atendendo a necessidades apontadas em programas de educação infantil propostos pelo governo federal foi criada uma *suite* de Jogos Sérios (JS) para ensinar habilidades cognitivas básicas no aprendizado de matemática. Como a aprendizagem motora é considerada potencializadora ou até requisito para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, os jogos em questão são do tipo Jogos Ativos (*exergames*). Este artigo apresenta a *suite* Move4Math voltada para a alfabetização matemática e desenvolvimento da psicomotricidade dos jogadores. A *suite* faz uso de um computador convencional e uma *webcam* comum que captura a imagem do jogador e o fará imergir nos jogos onde o mesmo deverá tocar nos objetos virtuais que são gerados na tela. Os objetos apresentados (na forma de interação com figuras geométricas) foram baseadas nas habilidades cognitivas da classificação. O *level design* leva em consideração a forma como a figura geométrica é apresentada, quantidade e cores, levando a um aprendizado gradual e significativo até para o público com alguma deficiência mental. Em virtude da metodologia de desenvolvimento seguida o jogo (que está desenvolvido) está facilmente configurável, permitindo que os profissionais que fazem uso do mesmo consigam aumentar ou diminuir a dificuldade para os jogadores sem que seja necessário a alteração do código fonte do jogo.

**Palavras-chave:** alfabetização matemática, jogos sérios, desenvolvimento cognitivo, desenvolvimento motor, *exergames*.

e-mail: marcelo.hounsell@udesc.br

## INTRODUÇÃO

A matemática é uma ciência que está presente todos os dias na vida das pessoas, seja para a realização de atividades simples como o ato de ir ao supermercado e saber o valor a ser pago pelas mercadorias e o valor do troco [1] até as atividades mais complexas exercidas por profissionais como cálculos que garantam que um avião com centenas de pessoas não caia ou colida com algum outro avião ou objeto. Desta forma, pode-se entender que a matemática está presente em nossas vidas.

Dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (em inglês *Organization for Economic Co-operation and Development* - OECD), indicam que o Brasil está abaixo da média em diversos indicadores sobre nível educacional, habilidades e participação no mercado de trabalho, em relação à mais de 30 países analisados [2]. O Brasil chegou a 14% da população da faixa etária entre 25 e 64 anos que concluiu o ensino superior, enquanto a média da OCDE é de 34%. Além de estar abaixo da média da organização este percentual é inferior ao de países latino-americanos como Chile (21%), Colômbia (22%), Costa Rica (18%) e México (19%) [2].

O processo de Alfabetização Matemática pode ser dividido em dois estágios [3]:

- O primeiro estágio é conhecido como estágio de fundamentos e é composto por várias pequenas habilidades cognitivas tidas como básicas para a formação do conhecimento matemático. Estas habilidades são agrupadas em 4 pequenos grupos [4];
- O segundo estágio, é o mais conhecido/utilizado. É o estágio operativo, e abrange o uso das habilidades matemáticas aprendidas para lidar com as quatro operações aritméticas básicas.

A alfabetização matemática tem seu início na vida escolar das crianças na faixa etária entre os 6 e 8 anos de idade. Prensky [5] afirma que o público desta faixa etária são crianças acostumadas a terem interação com tecnologia. Prensky os chama de Nativos Digitais. Já as demais pessoas, não tão familiarizadas com toda

esta tecnologia, mas que tentam entender como a utilizar, são os Imigrantes Digitais [5]. Para o autor, se os educadores, que são Imigrantes Digitais, quiserem ter um diálogo com os Nativos Digitais e assim fazer com que os estudantes aprendam o conteúdo das aulas, é necessário que os educadores mudem sua forma de ensino.

Buscando melhores práticas para aumentar o desempenho dos estudantes em sala de aula, têm-se utilizado de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) [6]. Os Jogos Digitais (JD) são recursos didáticos com características que podem trazer benefícios ao processo de ensino-aprendizagem, com efeito motivador, facilitador do aprendizado, desenvolvimento de habilidades cognitivas e aprendizado por descobertas [7], por este motivo são comumente utilizados em sala de aula e podem ser classificados como um exemplo de TIC. Quando estes JD são preparados para um contexto educacional, eles podem receber outra nomenclatura como Jogos Educacionais (JE) que, de acordo com Tarouco et al. [8], um jogo pode ser considerado educacional quando pode ser utilizado para atingir algum objetivo de aprendizagem ou possua embasamento pedagógico e que seja motivador do processo de aprendizagem.

Os jogos que são concebidos fundamentalmente com um objetivo específico, que neste caso pode ser o de disseminar um conhecimento, e além disso promover diversão aos que estão fazendo uso do mesmo, são denominados como Jogos Sérios [9].

Os JS podem ser classificados por vários critérios sendo mais utilizada a classificação baseada na sua área de aplicação [10]. Dentro desta classificação existem os *exergames* que podem ser aplicados em seções de fisioterapia ou para tratamento de enfermidades.

*Exergames* ou Jogos Ativos, são jogos que estimulam alguma atividade física ou que capturam os movimentos dos jogadores [11], eles são utilizados em jogos que buscam promover o desenvolvimento motor e psíquico dos jogadores, ou seja, a psicomotricidade dos mesmo, como pode ser observado em [12], em jogos que buscam reabilitação de pacientes após algum tipo de paralisia ou trauma [13], em jogos que estimulem o treinamento e até mesmo a prevenção de situações que podem vir a ocorrer [14] e para outros objetivos do dia a dia das pessoas.

Um levantamento bibliográfico realizado anteriormente [3], identificou uma carência de JS voltados para a Alfabetização Matemática, principalmente para o estágio de fundamentos.

Desta forma verifica-se uma lacuna de pesquisa e o objetivo deste artigo é apresentar uma *suíte* de JS para Alfabetização Matemática, em seu estágio fundamental, de forma que abranja algumas das habilidades cognitivas básicas que pertencem a este estágio. Esta *suíte* de JS recebeu o nome de Move4Math, sendo que este nome foi atribuído pensando-se nas características do jogo e em uma ‘brincadeira’ relacionada ao numeral ‘4’. A palavra ‘Move’ foi utilizada por se tratar de um jogo com movimento (*exergames*) e por indicar movimentação propriamente dita, já a palavra ‘Math’ foi utilizada em virtude de sua tradução do idioma inglês para português, que significa ‘matemática’ que é o foco principal do jogo. Desta forma, tem-se a junção das palavras movimento e matemática, sendo que o desenvolvimento desta *suíte* foi motivada pela existência de programas do governo federal que visam uma melhora no ensino da disciplina de matemática. Foi utilizado o numeral ‘4’ que é comumente utilizado em inglês para indicar o ‘para’ ou neste caso ‘pela’, finalmente formando o ‘movimento pela matemática’ ou simplesmente, Move4Math.

Para tanto, o artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta os conceitos básicos relacionados aos jogos que estão presentes na *suíte*. A seção 3 apresenta os trabalhos relacionados. A seção 4 apresenta a *suíte* Move4Math. A seção 5 apresenta uma discussão sobre o processo de *design* do jogo. Por fim, na seção 6

é apresentada a conclusão deste trabalho com a retomada da importância do jogo proposto e dos trabalhos futuros.

## CONCEITOS BÁSICOS

### 1.1 Habilidades Cognitivas Básicas para a Aprendizagem de Matemática

Através de levantamento na literatura [4], foi possível identificar dezesseis elementos básicos para o processo da Alfabetização Matemática que foram denominados de habilidades cognitivas básicas. Após esta identificação, os autores realizaram entrevistas estruturadas com profissionais especialistas na área de ensino de matemática para crianças, onde foram coletadas opiniões sobre a ordem em que estas habilidades cognitivas básicas deveriam ser apresentadas para as crianças. Os resultados obtidos no estudo contribuem para a formalização de uma estrutura de níveis de dificuldade de aprendizado destas habilidades cognitivas, podendo esta estrutura ser utilizada para o projeto de jogo (s) digital (is) educacionais voltados para o ensino das habilidades formadoras do estágio fundamental da Alfabetização Matemática[4].

### 1.2 Psicomotricidade

A Psicomotricidade é definida por Fonseca [15] como o campo transdisciplinar que estuda e investiga as relações e as influências recíprocas e sistêmicas entre o psiquismo (conjunto do funcionamento mental, ou seja, as sensações, percepções, imagens, emoções, etc. e a complexidade dos processos relacionais e sociais) e a motricidade (expressões mentais e corporais, envolvendo funções tônicas, posturais, entre outras que suportam e sustentam as funções psíquicas).

### 1.3 Projeto de Jogos Sérios Ativos

Durante o processo de desenvolvimento do jogo foi aplicada a metodologia MOLDE [16] para a definição das variáveis, fases e níveis que seriam apresentados no jogo. O MOLDE (*Measure-Oriented Level-Design*) é uma metodologia de desenvolvimento de jogos interativa arquitetada para JS Ativos que tem como objetivo abstrair as habilidades esperadas pelos especialistas em variáveis que irão compor o jogo. Após realizada a abstração, estas variáveis servem para a gerência da dificuldade do jogo, tanto para os avanços mais significativos, chamados de fase, quanto para os avanços com pequena variação de dificuldade, chamados de nível.

A metodologia MOLDE é segmentada conforme mostra a Figura 2 (adaptada de [16]) e possui 3 etapas principais: funcionalidades, análise de variáveis e transições.

Funcionalidades: é realizada a partir de entrevistas com os Usuários Finais Entendidos (UFE), que são os profissionais que farão uso do jogo que está sendo desenvolvido, e seu objetivo é definir o conjunto de funcionalidades do jogo.

Análise de Variáveis: as variáveis são classificadas de acordo com os grupos: internas, população, fase/sessão e nível.

- Internas: criadas pelo programador e existentes apenas para fins de codificação, as variáveis internas não são aparentes aos UFE e nem aos jogadores.
- População: definem valores específicos para o controle do jogo. Por exemplo, atribuir os valores “P”, “M”, ou “G” a uma variável chamada “tamanho” que é alterada conforme o progresso do jogador, mas que, na implementação, será mapeada para os valores 50px, 100px ou 150px.
- Fase/Sessão: estas variáveis dizem respeito ao estágio atual do jogo, considerando o fato de o jogador passar por diferenças notáveis em relação à suas próprias habilidades e foco.

- **Nível:** são as variáveis responsáveis por manter a interatividade e o entretenimento do jogo e, por isto, são modificadas com maior frequência.

**Transições:** dizem respeito à forma como a dificuldade do jogo evolui entre cada fase e seus níveis de acordo com cada população. As regras de transição são as responsáveis por ajustar fase e nível ao jogador, de acordo com seu desempenho. Para isto, é indispensável a definição do período de avaliação da transição, bem como as fronteiras da transição e as regras que compõe a sequência de fases e níveis.

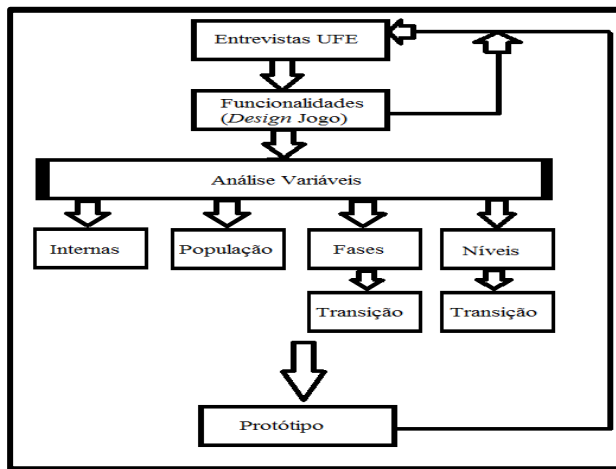


Figura 2: Arquitetura da MOLDE, adaptado de [16]

## TRABALHOS RELACIONADOS

Durante a realização da pesquisa, foram encontrados trabalhos sobre o uso de Jogos Digitais em sala de aula para o ensino de matemática para diversos níveis de alfabetização.

O trabalho de Azola [17] realizou um estudo sobre o uso de jogos da família Mancala, que são vários jogos com aplicações direcionadas. Estes jogos podem ser utilizados em todas as etapas da vida escolar (desde a educação infantil até o ensino médio), cabendo ao profissional que utiliza o jogo, realizar as adaptações de acordo com o nível de escolaridade da classe que está fazendo uso do jogo (alterando assim o grau de dificuldade, as regras e até mesmo o tabuleiro que será utilizado para jogar). Durante a realização da pesquisa, a autora verificou a aplicação dos jogos para temas como: Sistema de numeração decimal; Grandezas e medidas; e Espaço e Forma, e concluiu que estes jogos se mostram propícios para trabalhar noções matemáticas necessárias na educação infantil.

Oliveira e Reis [18] colocaram em prática um projeto de uso de jogos no ensino de matemática que teve como objetivo introduzir em sala de aula jogos que estão relacionados a conteúdos matemáticos propostos pelo professor e que facilitem o ensino desta disciplina. O projeto teve duração de três meses, intervalo entre o início do projeto que foi marcado pela realização de uma avaliação preliminar e uma segunda avaliação que foi realizada ao término do projeto, sendo que com a aplicação da avaliação ao término do projeto foi identificada uma melhora nas médias das notas dos estudantes participantes do projeto em relação às médias apuradas no início do projeto, indicando que a utilização dos jogos em sala de aula contribuiu para que isso ocorresse.

Yonezawa et al [19] apresentam um estudo sobre o auxílio proporcionado pelo uso do software Geogebra no aprendizado da função Seno. Neste estudo o *software* foi utilizado com quarenta e quatro alunos do curso de Engenharia. Este *software* (Geogebra) foi o escolhido para o estudo por ser aberto. Para realização dos

estudos os alunos foram divididos em grupos de quatro alunos e os grupos a serem observados foram escolhidos aleatoriamente, sendo que os grupos deveriam registrar por meio de anotações o que puderam observar à medida que os parâmetros eram alterados. O objetivo do estudo foi fazer com que os alunos percebessem as mudanças gráficas que ocorriam na representação da função Seno oferecida pelo *software* à medida que os parâmetros utilizados para solução da equação do Seno eram alterados. Por meio das anotações realizadas pelos alunos, os pesquisadores identificaram que para a maioria dos grupos a formação do conceito de função Seno foi alcançado com o auxílio do computador e do Geogebra, afirmando então que o uso destas tecnologias contribuiu para modificação e aquisição de novos conhecimentos e/ou para aperfeiçoar conhecimentos prévios.

O *Blind Education and Mathematics (BEM)* [20] é um JS projetado em um ambiente de duas dimensões (2D). Seu aspecto sério diz respeito a motivação de crianças (com deficiência visual e sem deficiência visual) no processo de aprendizagem das quatro operações básicas de matemática, sendo o jogo composto por um tabuleiro de cinco colunas e quatro linhas, como pode ser visto na Figura 3. Cada uma das posições deste tabuleiro é preenchida com números aleatórios após o jogador escolher qual das operações que ele quer jogar. Para navegar nas posições do tabuleiro o jogador utiliza as teclas direcionais do teclado, onde ao acessar as posições do tabuleiro o jogo emite o som correspondente ao número que está ocupando aquela posição. Ao acertar a resposta para a questão que foi proposta, as duas posições do tabuleiro que foram utilizadas na resolução são fechadas, sendo que o jogo termina quando não restarem mais opções no tabuleiro. O público alvo do jogo são as crianças dos anos iniciais do ensino fundamental do primeiro ciclo e com deficiência visual.

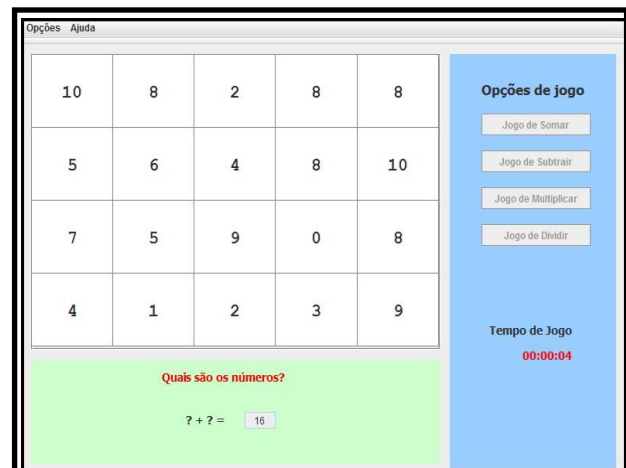


Figura 3: Imagem tela principal do jogo “Blind, Education and Mathematics - BEM” [20]

O projeto “Fórmula (-1)” é composto de duas partes, a primeira aborda a questão do ensino de adição e subtração [21] e a segunda aborda a questão de multiplicação e divisão [22]. Trata-se de JS em ambiente 2D, que possui como aspecto sério o desenvolvimento do raciocínio aditivo, multiplicativo e de divisão dos alunos, envolvendo sempre números positivos e negativos. O jogo propõe aos alunos uma série de desafios matemáticos, sendo que para o jogo de adição e subtração (Figura 4) os movimentos são realizados de forma que o jogador movimenta o ‘avatar’ do jogo (representado por uma lesma) linearmente de acordo com o valor apresentado pelo ‘dado’ na tela.

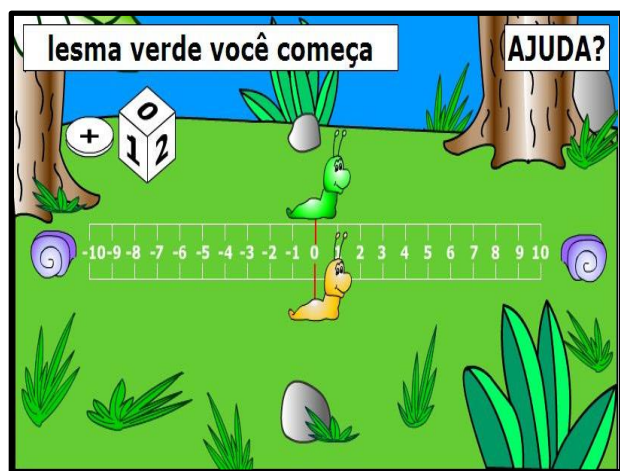


Figura 4: Imagem da tela principal do jogo “Formula (-1) – Adição/Subtração” [21].

Já para o jogo de multiplicação e divisão o jogador deve descobrir a parte que falta da equação e solucioná-la para que então mova o seu ‘avatar’ para a posição indicada pela equação.

O público alvo destes jogos são crianças que frequentam os anos iniciais do ensino fundamental do primeiro e do segundo ciclo, independente de apresentar algum tipo de deficiência.

O MoviLetrando [12] é um Jogo Sérioso Ativo que tem como público alvo crianças com Síndrome de Down e visa iniciá-las na fase de letramento. Em função disto, uma equipe multidisciplinar composta por duas pessoas da área de computação, duas fisioterapeutas e uma psicóloga fundamenta-se nos conceitos de Realidade Virtual de Projeção e Jogo com Movimento sem dispositivo de interação para estimular nas funções motoras e cognitivas.

Para jogar, o MoviLetrando precisa de um PC convencional e uma webcam. O fato de a imagem capturada e mostrada ser do próprio jogador contribui no desenvolvimento da propriocepção, que é a capacidade do indivíduo de conhecer seu próprio corpo e definir estratégias e movimentos necessários para realizar as tarefas exigidas ao decorrer do jogo. Uma silhueta é apresentada no início do jogo de forma que, ao posicionar-se nela, o jogador estará em uma posição adequada para jogar, tornando-o apto para realizar a interação com o jogo e permitindo que seus movimentos alcancem todas as regiões da tela em que imagens poderão ser geradas.

Após a tela de calibração, dá-se início à primeira rodada, onde na margem superior é apresentada uma figura de referência composta por uma letra ou número, ao mesmo tempo em que é reproduzido o som respectivo ao símbolo. No cenário, é gerado um conjunto de símbolos e um deles é idêntico ao de referência. O objetivo do jogador é, então, localizar no cenário o objeto correto e tocá-lo, utilizando o movimento de seus braços e mãos para tal tarefa.

Após cada interação com os símbolos, o jogador recebe um *feedback* sonoro indicando acerto ou erro, de acordo com o símbolo tocado. Além disto, caso o toque tenha sido correto, o jogador acumula pontos que são de maior ou menor quantidade, a depender do tempo que se fez necessário para o toque. Em caso de erro ou momentos em que o tempo da rodada esgotou-se e não houve toque, o jogador não acumula nem perde pontos. A Figura 5 mostra uma interação do jogador com o jogo.

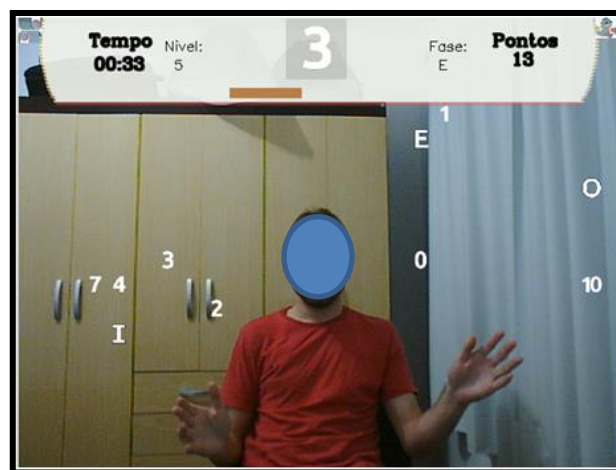


Figura 5: Jogo Sérioso MoviLetrando [12].

Como pode ser identificado pela descrição dos jogos já desenvolvidos e dos estudos realizados nesta área, é possível constatar uma lacuna da produção de Jogos Sérios Ativos no que diz respeito ao estágio pré-operativo da matemática. Os trabalhos encontrados são em sua maioria trabalhos para reforço do aprendizado das operações matemáticas básicas e que estão presentes em nosso cotidiano, falta uma preocupação com o estágio da alfabetização matemática que é fundamental para a formação de várias pequenas habilidades cognitivas da matemática que serão utilizadas para o resto da vida. Pensando nesta lacuna e no desenvolvimento destas pequenas habilidades cognitivas que surgiu o Move4Math.

#### MOVE4MATH

Move4Math é uma *suite* de jogos sérios que deve servir como ferramenta de apoio aos professores como uma ferramenta diferenciada de ensino para alunos que apresentam algum tipo de deficiência no aprendizado dos conceitos mais fundamentais do processo de alfabetização matemática. Para isso a *suite* utiliza o conceito de associação direta das imagens, uma vez que a mesma imagem que é apresentada como objetivo é apresentada na tela como a resposta correta para a conclusão do desafio. Da mesma forma que o MoviLetrando, os jogos desta *suite* fazem uso de uma webcam para capturar a imagem do jogador e realizar a sua imersão no ambiente virtual, proporcionando o desenvolvimento da psicomotricidade dele, e buscando fazer com que o jogador reconheça/registre a imagem que foi apresentada como desafio e interaja com o jogo tocando nas imagens presentes neste ambiente virtual.

A Move4Math foi desenvolvida a partir de reuniões realizadas entre profissionais da área da educação e da área da computação, onde os profissionais de educação, (os UFE's) apontaram uma necessidade/deficiência no processo de ensino/aprendizagem de elementos fundamentais da disciplina de matemática. A *suite* foi desenvolvida para ser utilizada em computadores do tipo *desktop* que são os normalmente encontrados em escolas públicas e com uso de webcam simples, para que se torne barato e acessível o uso e a distribuição da *suite* para estas escolas.

No contexto da *suite* do jogo, o jogador deve memorizar as informações das imagens objetivos que são mostradas para ele no início de cada nova rodada do jogo. Em seguida inicia a contagem regressiva do tempo que o jogador tem para tocar nas mesmas imagens e quantidades da forma que foi apresentada.

Após o toque na imagem, independente de tocar na imagem certa ou errada, o jogo gera uma nova rodada com imagens em posições diferentes na tela para que o jogador toque novamente



em uma das imagens que ele acredita que soluciona o desafio proposto.

Os jogos da *suite* estão divididos em fases, níveis e dentro de cada nível existem quatro desafios propostos. Ao término dos quatro desafios o jogo avalia se o jogador deve retroceder, avançar ou permanecer no nível do jogo.

Para o jogo que está sendo apresentado neste momento, a habilidade cognitiva de matemática que está sendo trabalhada é a de ‘classificação’, que é definida como uma ação lógica de separação de grande relevância, tanto na realização de atividades rotineiras quanto na percepção da realidade que nos cerca, sempre pautado de escolhas planejadas ou aleatórias, norteadas por critérios definidos a partir de objetivos [23]. Esta é apenas uma das dezenas que haviam sido identificadas como pertinentes ao estágio mais fundamental da alfabetização matemática [4], porém pretende-se realizar o desenvolvimento de jogos para quatro habilidades que já foram identificadas e estudadas como habilidades que podem se utilizar do formato do jogo sem que seja necessário realizar qualquer tipo de alteração na estrutura do jogo. A Figura 1 apresenta um exemplo da interação do jogador com o jogo de classificação, onde o jogador já tocou em uma imagem correta e está visualizando as opções em tela para o seu próximo toque na imagem que atende ao objetivo proposto.

#### 1.4 Requisitos

Um dos métodos para ensino de matemática comumente utilizados é o ‘material Dourado’, desenvolvido pela educadora médica-psiquiatra italiana Maria Montessori [24]. O objetivo do método é auxiliar no ensino e aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e auxiliar no entendimento de algoritmos utilizados nas quatro operações fundamentais [25].

Inicialmente o método tinha o formato de um colar, mas como o formato dos componentes não eram semelhantes, causava confusão com a potenciação e radiciação [26]. O modelo original sofreu alterações e hoje é composto por peças em formato de cubos [26], o cubo pequeno representa a unidade, a barra representa a dezena, a placa representa a centena e o cubo representa a milhar.

Este método pode ser utilizado a partir dos seis anos de idade, que segundo Silva e Araujo [26] é a faixa etária correspondente a um estágio de aprendizagem conhecido como estágio operatório concreto, que vai dos seis aos doze anos de idade. E neste estágio que a criança tem a capacidade de compreensão, consegue analisar a situação como um todo, tem noções de classificação, reversibilidade, agrupamento, realização de atividades concretas e deixar de lado a abstração [26]. É possível encontrar este material no formato de jogos na web [27].

Outro material bastante utilizado como recurso educacional são os ‘blocos lógicos’. Os blocos lógicos são pequenas peças geométricas criadas na década de 50, pelo matemático húngaro Zoltan Paul Dienes, são muito úteis à prática do uso da lógica, afim de que os alunos possam evoluir para um raciocínio abstrato [28]. As figuras geométricas supracitadas são o círculo, quadrado, triângulo e o retângulo. Na educação infantil, eles são usados para começar a exercitar a lógica, criar a percepção de correspondência, classificação e quantidade, preparando a criança para um encontro futuro com os números e outros conceitos da matemática [28].

As reuniões realizadas com os UFE’s geraram uma lista de requisitos a serem atendidos pelos jogos que fazem parte da *suite*. Os requisitos foram classificados em: Requisitos Obrigatórios (RO) (objetivos principais do projeto); Indesejáveis (preocupações ao longo do projeto) e; Desejáveis (objetivos secundários do projeto). Abaixo a listagem dos Obrigatórios:

- RO01 – Ensino de fundamentos do conhecimento matemático;

- RO02 – Crianças de 6-8 anos (preferencialmente, por se tratar da faixa etária que estes fundamentos são aprendidos);
- RO03 – Analfabetos;
- RO04 – Jogo é para ser utilizados por algumas semanas;
- RO05 – Necessidade de acompanhamento de um educador ou terapeuta;
- RO06 – *Feedback* Visual e Sonoro;
- RO07 – Uso individual (em salas de atendimento e apoio especializado, onde terá o acompanhamento do educador ou terapeuta);
- RO08 – Iteração com equipamento de baixo custo;
- RO09 – Uso de Realidade Aumentada com técnica do espelho virtual para gerar imersão no jogo e toque nos objetos virtuais. Isto estará auxiliando o desenvolvimento motor (psicomotricidade) e possibilitando o uso individual do jogo, que são elementos que compõem um *exergame*;

#### 1.5 Funcionamento

A *suite* permite primeiramente que o profissional que faz uso da mesma selecione qual a habilidade cognitiva (jogo) que será trabalhada (no momento apenas classificação está disponível), em seguida é necessário escolher o tipo de público, sendo que o jogo possibilita a parametrização para tipos de públicos diferentes (Criança, Criança Com Deficiência, Ensino de Jovens e Adultos (EJA) e EJA Com Deficiência), além disso possui fases e níveis.

De acordo com o tipo de público escolhido, o jogo adapta as fases e níveis que serão apresentados para o jogador, isto porque, é de acordo com o público escolhido que algumas características do jogo são alteradas, por exemplo, o tempo que o objetivo ficará exposto para o jogador ao iniciar o jogo, a quantidade de imagens que serão exibidas simultaneamente como possíveis respostas para atender ao desafio dentre outras variações existentes.

Cada fase proposta pelo jogo está relacionada ao aspecto do uso de cores, sendo que na fase 1 todos os objetos têm a cor preta e na fase 2 os objetos possuem as cores amarelo, azul e vermelho, que são as cores presentes nos Blocos Lógicos. As fases seguem este preceito em virtude de um indicativo de que o uso das cores é um fator que causa dificuldades para pessoas com Síndrome de Down. Os níveis de cada fase controlam a evolução da dificuldade de cada fase. Todos estes aspectos são escolhidos na tela inicial do jogo, conforme a Figura 6.

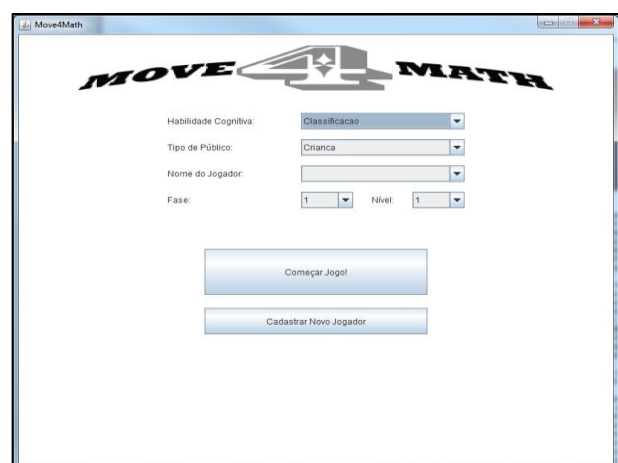


Figura 6: Tela inicial

Para iniciar o uso do jogo, é necessário que o jogador esteja cadastrado. Neste caso no primeiro uso do jogo deverá clicar no botão “Cadastrar Novo Jogador”, onde deverão ser fornecidas as informações solicitadas para o cadastro e identificação do jogador

para a geração de futuras informações contidas em relatórios do jogo. Entre as principais informações a serem fornecidas neste cadastro está o tipo de público que o jogador pertence e a fase da Alfabetização Matemática (Não Desenvolvido, Em Desenvolvimento, Parcialmente Desenvolvido, Desenvolvido) que o mesmo se encontra no momento do seu cadastro. Para ambos os parâmetros citados, existe um campo cadastral para informar o motivo pelo qual está sendo utilizado tal informação para o jogador. Na Figura 7 é apresentada a tela de cadastro dos jogadores.

Figura 7: Tela Cadastral

Após o início do jogo, aparece na tela uma silhueta onde o jogador deverá se posicionar ou o profissional que acompanha o uso do jogo deverá fazer com que o jogador se posicione de modo que cubra toda área da imagem, como mostra a Figura 8. Assim, o jogador está localizado em uma região adequada do cenário para que seja possível que o mesmo alcance todas as áreas de interação que poderão ser geradas imagens pelo jogo.

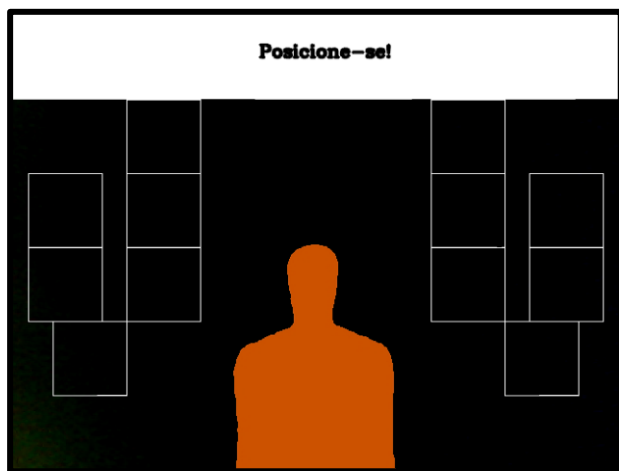


Figura 8: Tela de calibração

### 1.6 Jogabilidade

Após a calibração do posicionamento do jogador, o jogo é iniciado mostrando a imagem capturada pela *webcam*, neste caso, a imagem do jogador que estará se vendo dentro do cenário do jogo. O fundo do cenário em que o jogo será utilizado não precisa ser uma superfície uniforme, mas é importante que nenhuma outra pessoa transite atrás do jogador, para que não interfira no desempenho do jogador. É importante que nenhuma fonte de luz

seja direcionada para a *webcam*, pois isso poderia atrapalhar a captura das imagens, uma vez que o jogo faz uso de funções de fluxo ótico do OpenCV para identificar movimento de tela, independente do que esteja se movimentando

### 1.7 Mecânica e Dinâmica

Tem-se então o início de uma rodada do jogo. É gerada, na parte superior do cenário, aleatoriamente, a imagem que corresponde ao desafio sorteado pelo jogo dentro dos 4 desafios existentes dentro do nível selecionado para o jogador na tela inicial. Esta imagem é chamada de objetivo e a quantidade a ser exibida da mesma é parametrizada para cada desafio proposto. Logo abaixo no cenário são mostradas imagens, sendo que uma delas é igual a imagem que foi apresentada como objetivo e que é a imagem a ser tocada para que o jogador evolua em seus desafios. Cabe ao jogador usar o movimento dos seus braços e mãos para virtualmente alcançar e tocar a imagem que soluciona o desafio. O local onde é apresentado o objetivo do jogador é chamado de topo. No topo são apresentadas outras informações para o jogador como as suas vidas, as estrelas que são geradas à medida que o mesmo interage com o jogo (tocando em imagem certa ou errada) e finalmente uma barra que representa o tempo que o jogador possui para interagir com o jogo e este tempo é o mesmo que as imagens serão exibidas na tela para que ele toque.

Após o jogador tocar em alguma das imagens apresentadas na tela ou finalizar o tempo que o mesmo tem para realizar o movimento, começa uma outra rodada onde as imagens serão novamente embaralhadas e geradas em posições aleatórias, porém o objetivo permanece o mesmo até que ele passe por este desafio. Esta situação ocorre quando o jogador toca na quantidade de imagens que foi previamente definida para a conclusão do desafio.

### 1.8 Fases e Níveis

O jogo é dividido em duas fases e dentro das fases existem 21 níveis, onde cada um destes níveis está dividido em quatro desafios que são gerados aleatoriamente pelo jogo.

A fase 1 é a fase onde as imagens apresentadas como objetivo e como opções em tela são imagens com a cor preta, sendo o fundo da imagem um tom de cinza para realizar o contraste com a imagem a ser tocada. Isso é necessário para que a imagem virtual se destaque sobre outras imagens que possam ser semelhantes as utilizadas pelo jogo e que estejam presentes no cenário de uso do jogo. Já a fase 2, as imagens utilizadas apresentam as cores amarelo, azul e vermelha. A Figura 9 apresenta exemplos das imagens utilizadas no jogo.

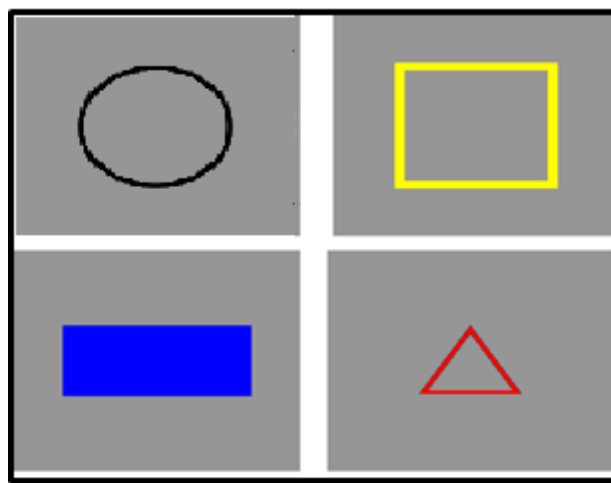


Figura 9: Exemplos de imagens do Jogo de Classificação

Os níveis do jogo são compostos de 4 desafios que possuem dificuldades semelhantes e por isso foram agrupados. Este agrupamento ocorre desta forma em virtude da quantidade de figuras geométricas que são utilizadas nos Blocos Lógicos. Além disso, outras características que variam entre as características das imagens são as bordas das imagens utilizadas, os tamanhos destas imagens e a quantidade de imagens que necessitam ser tocadas para satisfazer o objetivo que foi proposto para o jogador.

Desta forma, o jogo se apropria de critérios de progressão da dificuldade em níveis que estão relacionados primeiramente a forma das imagens (sejam geométricas ou com relação as bordas), posteriormente a quantidade de imagens que necessitam ser tocadas para solucionar o objetivo e que são apresentadas em tela com o intuito de dificultar o jogo e proporcionar ao jogador novas táticas de movimento para que consiga tocar a imagem correta. Finalmente a última característica que altera a dificuldade do jogo é o uso das cores, que neste caso são apresentadas apenas na fase 2 do jogo.

### 1.9 Pontuação e Transições

A pontuação do jogo é calculada a partir dos toques realizados nas imagens apresentadas em tela e do tempo que as imagens ficarão expostas na tela para toque. Quanto mais ágil for o jogador para realizar o movimento, maior a quantidade de pontos que serão somados.

Se o jogador tocar na imagem correta, ele irá pontuar pelo seu movimento e também pelo seu cognitivo, neste caso os pontos a serem somados vão variar entre 6 e 10 pontos, dependendo da velocidade do mesmo para tocar na imagem. Se ele tocar em uma imagem errada, ele irá pontuar apenas pelo seu movimento, porém os pontos a serem somados vão variar entre 1 e 5 pontos, de acordo com a velocidade do toque. Por fim, caso o jogador não se movimenta e antes que o tempo de exposição das imagens acabe, ele não somará pontos e não perderá pontos também. Isso ocorre porque a pontuação do jogo é sempre crescente e evoluirá mais rápida ou mais devagar, conforme a sua velocidade em reconhecer a imagem que soluciona o desafio proposto. Caso o jogador não consiga pegar o símbolo a tempo, ele não perde pontos, mas também não irá pontuar.

Por este motivo, a pontuação adquire um significado importante que está relacionado com o desenvolvimento motor e cognitivo do jogador, sendo o cognitivo expressado pelo desenvolvimento do aprendizado da habilidade cognitiva selecionada no início do jogo.

A medida que são vencidos os desafios pelo jogador, o jogo oferece um novo desafio, sendo que ao final de um conjunto de 4 desafios o jogador é avaliado pelo jogo com o intuito de verificar se ele está desenvolvendo as habilidades motoras e cognitivas, permitindo ou não que ele evolua dentro do jogo para níveis que apresentem maior dificuldade. Assim, a cada 4 desafios realizados pelo jogador, o jogo o avalia sobre o ponto de vista de dois critérios, o desempenho cognitivo e o desempenho motor, cabendo ao jogador desenvolver estes dois aspectos para que não fique congelado no jogo. Ao final dos 4 desafios o jogo fará com que o jogador tenha 1 dos 3 resultados a seguir:

- Retrocede Nível
  - Desempenho Motor ( $T \geq 60\%$ ) (lento) E
  - Desempenho Cognitivo menor que 40% (errado);
- Permanece no Nível
  - Desempenho Motor ( $T$  entre 40 e 60%) (médio) E
  - Desempenho Cognitivo entre 40 e 60% (médio);
- Avança Nível
  - Desempenho Motor ( $T \leq 40\%$ ) (rápido) E
  - Desempenho Cognitivo maior que 60% (certo);

Sendo  $T$  o valor do tempo total que o jogador utilizou para realizar todos os toques nas imagens dentro de um mesmo nível e

o desempenho cognitivo é calculado pela divisão da quantidade de toques certos – quantidade de toques errados pelo número de total de interações que o jogador realizou com o jogo.

A forma citada acima é visualmente representada pela Tabela 1, sendo as letras a) e b) apresentam a situação que o jogador visualizará no jogo por ele não ter apresentado um bom desempenho motor e cognitivo, fazendo com que o mesmo volte para o nível anterior; as letras c) e d) apresentam a segunda situação possível, que é quando o jogador apresentou um desempenho tanto motor quanto cognitivo médio, o que fará com que ele tenha que repetir o nível atual do jogo; finalmente as letras e) e f) apresentam as situações onde o desempenho motor e cognitivo do jogador apresentaram um bom desempenho, proporcionando ao mesmo que ele tenha acesso ao próximo nível do jogo.

| Velocidade\Escolha | Errada    | Correta   |
|--------------------|-----------|-----------|
| Lento              | a) Volta  | d) Repete |
| Médio              | b) Volta  | e) Avança |
| Rápido             | c) Repete | f) Avança |

Tabela 1: Forma de Evolução

Além da forma citada acima, é possível que o jogador tenha seu nível retrocedido de forma automática pelo jogo quando o mesmo realizar 16 tentativas incorretas de toque, sendo que isto foi incluído para fazer com que o jogador não fique tentando ‘adivinhar’ a resposta correta sem se preocupar com as consequências disso dentro do jogo.

O jogo permite que o profissional que acompanha o uso identifique se o jogo está muito fácil ou muito difícil para o jogador e intervenha mudando o seu nível, sem que seja reiniciado o jogo. Além disso, é possível que o profissional pare o som do jogo, pause e retome o jogo e que ele saia do jogo a qualquer momento (estas funções são possíveis por meio de teclas de atalho pré-definidas para que a intervenção ocorra quando necessário).

### 1.10 Parametrização

O jogo foi dividido em fases e níveis que utilizam como critério de diferenciação a questão do uso de cores, sendo que estas fases e níveis do jogo são controlados e configurados por meio de variáveis denominadas de desenvolvimento motor e desenvolvimento cognitivo de acordo com a MOLDE.

Para as fases, a única variável utilizada foi a CIT (Conjunto de Imagens de Trabalho), que agrupa as imagens que serão utilizadas pelo jogo de acordo com as cores utilizadas para as figuras.

Já para os níveis, as variáveis foram divididas em:

- TAI – Tamanho das Imagens; \*
- TEI – Tempo de Exposição das Imagens; \*
- TIO – Tamanho da Imagem do Objetivo; \*
- QIS – Quantidade de Imagens Simultâneas; \*
- QIO – Quantidade de Imagens do Objetivo;
- OTI – Ordem de Toque das Imagens;
- TEO – Tempo de Exposição do Objetivo; \*
- ICC1 – Imagens que Compõem a Cena Fase 1;
- ICC2 – Imagens que Compõem a Cena Fase 2.

As variáveis indicadas com ‘\*’ são as variáveis que podem ser parametrizadas como pequena, média ou grande. A variável QIO pode variar entre 3 e 5 de acordo com o nível que o jogo de classificação estiver. A variável OTI é utilizada para situações em que se deseja indicar a ordem que as imagens do objetivo precisam ser tocadas. As variáveis ICC1 e ICC2 são as variáveis que indicam quais as imagens que vão aparecer na tela para que o

jogador toque, sendo que a primeira imagem informada é a imagem que será utilizada como objetivo e junto as demais será gerada em posição aleatória na tela, obrigando o jogador a traçar estratégias para que consiga, a medida que evolui a dificuldade dos níveis, atender aos objetivos com o mínimo de erro possível.

Tanto as variáveis das fases quanto as variáveis dos níveis são parametrizadas em arquivos .CSV que são interpretados pelo jogo de acordo com o tipo de público que o jogador foi relacionado no momento do seu cadastro, isso faz com que o jogo possa ser adaptado pelos profissionais que fazem uso do mesmo mudando apenas estes parâmetros dentro dos arquivos .CSV, sem que seja necessário qualquer tipo de alteração no código fonte do jogo.

### 1.11 Vidas e Estrelas

Com o intuito de fazer com que os jogadores se sintam desafiados e não utilizem o jogo apenas por usar, foram criadas vidas dentro do jogo que podem ser perdidas à medida que o jogador comete muito erros em suas interações com o jogo e uma vez perdidas as vidas, elas não poderão ser recuperadas. Para os jogadores cadastrados com o tipo de público com Deficiência, o jogador receberá 5 vidas no jogo e os jogadores cadastrados com o tipo de público sem Deficiência terão apenas 3 vidas.

Assim como há uma quantidade de vidas diferenciada para os tipos de público, quando diz respeito a perda destas vidas dentro do jogo o mesmo também possui comportamento diferente. Quando o tipo de público for Ensino de Jovens e Adultos (EJA) ou Criança com Deficiência o jogador perderá 1 vida dentro do jogo sempre que ele retroceder 3 níveis ou repetir 5 vezes os níveis, caso pertença ao público sem Deficiência (EJA ou Criança) ele perderá 1 vida quando ele retroceder 1 nível ou repetir 3 níveis.

Com o passar das iterações do jogador com o jogo, é possível que o mesmo fique com 0 (zero) vidas, sendo que no momento em que o mesmo perder mais uma vida (ficando com -1 vida) o jogo é encerrado para ele naquele momento. Cabe ressaltar que as vidas são retomadas em uma nova sessão de uso.

No que diz respeito às estrelas, elas serão exibidas em todas as interações do jogador com o jogo de forma similar aos pontos, neste caso se o jogador errar a imagem a ser tocada, acenderão de 1 a 3 estrelas e caso acerte a imagem acenderão de 4 a 5 estrelas, sempre considerando a velocidade do toque. Em caso de omissão, nenhuma estrela acenderá.

Ao final de cada nível (independente se o jogador vai retroceder ou permanecer ou avançar) é apresentada junto ao *emoji* de *feedback* sobre a transição dos níveis uma média das estrelas obtidas pelo jogador dentro do último nível jogado.

### 1.12 Feedbacks

Existem dois tipos de *feedbacks* que o jogo fornece o tempo todo para os seus jogadores: os visuais e os sonoros.

Os *feedbacks* visuais utilizados no jogo são direcionados para as crianças e para os profissionais que acompanham o uso ou eventualmente para os pais. Para as crianças os *feedbacks* visuais utilizados são as vidas que o mesmo possui dentro do jogo, a quantidade de estrelas que ele recebe em cada interação com o jogo e os *emojis* apresentados sempre que ocorre uma transição de desafio ou uma verificação do jogo no que diz respeito a troca ou não do nível e fase que o jogador está ou ainda para representar a perda de uma vida no jogo. A Figura 10 apresenta os *emojis* utilizados como *feedback* visual e o significado de cada um deles.

Para os profissionais ou para os pais os *feedbacks* visuais presentes no jogo são as informações de fase e nível que o jogador está e a quantidade de pontos que o jogador possui em sua interação com o jogo.

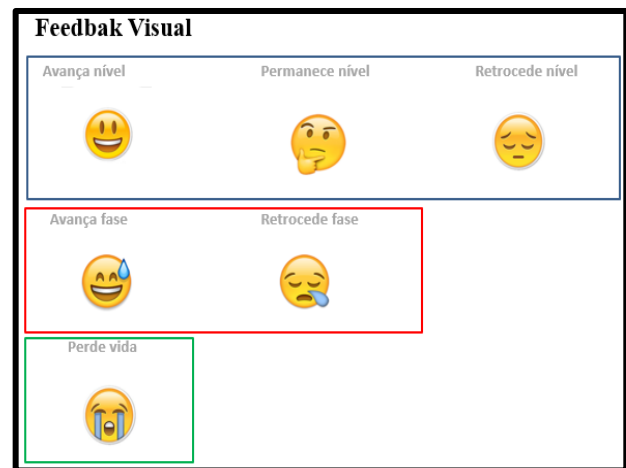


Figura 10: Emojis utilizados pelo jogo

Os *feedbacks* sonoros são apresentados em todas as interações que o jogador tem com o jogo, sendo emitido um *feedback* sonoro quando o jogador acerta a imagem que corresponde a imagem de objetivo que foi apresentada para ele e um *feedback* sonoro diferente todas as vezes que ele toca em uma imagem errada.

### 1.13 Relatórios

Todos os jogadores cadastrados no Move4Math terão relatórios com informações do uso do jogo. Ao todo são 3 relatórios, 2 em formato .CSV e um em formato HTML. O primeiro arquivo .CSV é um relatório resumido das informações de cada sessão de uso do jogo, o segundo arquivo .CSV apresenta informações detalhadas de cada sessão de uso do jogo. O arquivo HTML contém o 'print' de todos os erros do jogador durante o uso do jogo. Os arquivos .CSV podem ser abertos em qualquer editor de texto ou planilha e o arquivo .HTML em qualquer navegador.

O arquivo .CSV (resumido) contém as informações de nome, data de nascimento, sexo, público, vidas, justificativa do público, estágio da alfabetização matemática, justificativa do estágio de alfabetização (informações do cadastro do jogador) e o seu histórico de uso do jogo, com um número sequencial das sessões, a data e hora do uso, qual o jogo/habilidade cognitiva, qual a fase que jogou, qual o nível que jogou, a pontuação obtida na sessão e o tempo que usou. A Figura 11 demonstra como é este arquivo.

|    | A                        | B             | C                | D      | E     | F         | G     | H |
|----|--------------------------|---------------|------------------|--------|-------|-----------|-------|---|
| 1  | Data Cadastro:           | 26/05/2017    |                  |        |       |           |       |   |
| 2  | Nome:                    | Jogador 1     |                  |        |       |           |       |   |
| 3  | Data Nascimento:         | 30/04/1984    |                  |        |       |           |       |   |
| 4  | Sexo:                    | Masculino     |                  |        |       |           |       |   |
| 5  | Público:                 | EJA           |                  |        |       |           |       |   |
| 6  | Vidas:                   | 3             |                  |        |       |           |       |   |
| 7  | Justificativa Público:   | Teste com EJA |                  |        |       |           |       |   |
| 8  | Fase Alfabetização Mat   | A             |                  |        |       |           |       |   |
| 9  | Justificativa Fase Alfab | Teste Fase A  |                  |        |       |           |       |   |
| 10 | # Sessão                 | Data de Uso   | Hora Início Jogo | Fase   | Nível | Pontuação | Tempo |   |
| 11 | 1                        | 26/05/2017    | 17:23:40         | Classi | 1     | 1         | 0     | 0 |
| 12 |                          |               |                  |        |       |           |       |   |

Figura 11: Relatório resumido



O segundo arquivo .CSV (o detalhado) apresenta os detalhes de cada uma das interações nas sessões de uso do jogo. Neste relatório são apresentadas as informações referentes a qual sessão de uso que a informação pertence, qual a data de uso do jogo, qual a hora que iniciou aquela ação, qual o jogo ou habilidade cognitiva que foi trabalhado, qual a fase que foi utilizada, qual o nível do jogo para aquele registro, qual a linha do arquivo de níveis que foi lida para gerar aquele desafio, qual o nome da imagem que foi gerada como objetivo para o jogador, apresenta o nome da figura que foi tocada pelo jogador, o tempo em segundos que o jogador levou para reagir e tocar em algum objeto, a informação se ele acertou, errou ou omitiu a jogada, a quantidade de pontos de desempenho motor que ele recebeu e a quantidade de pontos de desempenho cognitivo que ele recebeu.

Por fim, o arquivo HTML gera todas as imagens de erros que o jogador cometeu durante todas as seções de uso do jogo. Neste arquivo são apresentadas as informações de qual jogo ou habilidade cognitiva que estava sendo utilizado, a fase que estava sendo jogada, o nível que o jogador estava, a data que o registro do erro ocorreu e qual era o nome da imagem do objetivo. A Figura 12 apresenta um exemplo deste relatório.

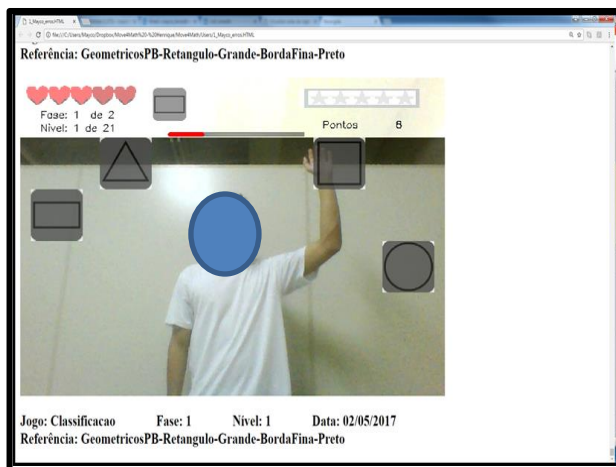


Figura 12: Relatório em formato HTML

## DISCUSSÃO

Para o desenvolvimento dos jogos da *suite* Move4Math, foram elencados vários requisitos que foram classificados como obrigatórios, indesejáveis e desejáveis, sendo os obrigatórios aqueles tidos como sendo os principais a serem atendidos dentro do projeto, os indesejáveis são as situações em que deveriam ser tomadas precauções no desenvolvimento do jogo e os desejáveis são os objetivos que eram secundários no desenvolvimento.

Um dos objetivos principais do desenvolvimento destes jogos é que eles possam ser facilmente utilizados em quaisquer instituições de ensino que queiram fazer uso do mesmo, por isso o desenvolvimento foi realizado na linguagem de programação Java que permitiria o acesso ao mesmo de forma fácil e segura e principalmente sem que fosse necessário realizar inúmeras configurações e/ou cópias de arquivos/diretórios para que o jogo funcionasse.

O foco do jogo é na sua utilização como uma ferramenta de apoio/reforço do profissional educador que está fazendo uso do mesmo e não como algo que vem para substituir o profissional, preferencialmente para as crianças entre 6 e 8 anos de idade e que apresentem algum tipo de deficiência no aprendizado de habilidades matemáticas que são tidas como básicas para o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Os relatórios gerados pelo jogo são de para os profissionais que fazem uso do jogo, pois apresentam grande quantidade de informações que se acredita ser suficiente para que os profissionais consigam identificar possíveis padrões de erros causados pelos jogadores e permitir que o profissional identifique se os erros são propositais, por desatenção, por problemas da coordenação motora ou quaisquer outras situações que possam estar influenciando.

A parametrização diferenciada de acordo com o tipo de público escolhido, permite que o profissional utilize o mesmo jogo para públicos diferentes e ainda que experimente as formas de desafio que o mesmo pode estar propondo para qualquer um dos seus alunos que estão fazendo uso do jogo.

Após o jogo de classificação, pretende-se desenvolver os jogos de 'ordenação', 'contagem' e 'anterior-próximo', concluindo este estágio de desenvolvimento da *suite*.

## CONCLUSÃO

Ao longo da pesquisa ficou evidente a carência de um JS que atendesse a lacuna identificada [3] e uma sequência lógica que deveria ser utilizada pelos profissionais para o ensino das habilidades, sendo uma sequência proposta em [4] para os jogos sérios que fossem desenvolvidos a partir deste momento e que tivessem como objetivo a Alfabetização Matemática seguissem.

Esse artigo apresentou a *suite* de Jogos Sérios (JS) Ativos Move4Math, especificamente o jogo que desenvolve a habilidade cognitiva de classificação. Este é um jogo que objetiva o desenvolvimento de habilidades cognitivas básicas de matemática e instigar o desenvolvimento motor e cognitivo de crianças na faixa etária dos 6 aos 8 anos de idade e que possuem algum tipo de deficiência no aprendizado de habilidades cognitivas básicas no processo da Alfabetização Matemática. O jogo se utiliza do conceito da psicomotricidade que valoriza o desenvolvimento conjunto dos aspectos motores como forma de alavancar o desenvolvimento de outras habilidades de uma criança.

O jogo exige apenas o uso de um computador simples e que possua uma *webcam* convencional conectada ao mesmo, tornando a sua configuração de baixo custo e foi desenvolvido usando uma metodologia específica, a MOLDE, e com consulta a especialistas da área. A metodologia MOLDE auxiliou o processo de criação das variáveis que controlam o jogo e foi bastante útil uma vez que a mesma é voltada para o uso em jogos ativos como o presente jogo.

Move4Math é uma *suite* de JS que utilizou um processo de aprendizagem baseados na associação direta das imagens.

Trabalhos futuros incluem o desenvolvimento do jogo para atender mais algumas das habilidades matemáticas que foram identificadas como pertencentes ao estágio fundamental da alfabetização. Outro trabalho a ser realizado é o de avaliar, a partir do ponto de vista dos profissionais, o potencial de uso destes jogos para o ensino e aprendizagem destas habilidades cognitivas básicas. Ainda, é possível realizar um trabalho de observação do uso do jogo por este público que possui deficiência no aprendizado, sejam identificados pontos a melhorar e até mesmo a satisfação dos mesmos no uso do jogo como ferramenta que auxilia no aprendizado das habilidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a UDESC pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e a possibilidade da realização do curso em nível de mestrado. Agradecem a Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pela concessão da bolsa de mestrado. Agradecem ainda a todos os envolvidos nas pesquisas e aos integrantes do grupo Laboratory for Research on Visual Applications (LARVA)

que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento dos jogos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

## REFERÊNCIAS

- [1] C. C. Andrade. O ensino da Matemática para o cotidiano. 2013. 48. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4286/1/MD\\_ED\\_UMTE\\_2014\\_2\\_17.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4286/1/MD_ED_UMTE_2014_2_17.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- [2] OECD. Education at a Glance 2015: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2015-en> Acesso em 22 jun. 2017.
- [3] M. F. Carvalho; I. Gasparini; M. S. Hounsell. Jogos Digitais para Alfabetização Matemática: Um Mapeamento Sistemático da Produção Brasileira. In: XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames'15, 2015, Teresina – PI. Anais... Teresina, 2015. p. 430-437.
- [4] M. F. Carvalho; I. Gasparini; M. S. Hounsell. Jogos Digitais Educacionais para Alfabetização Matemática: Levantamento de Habilidades e Level Design. In: XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE'16, 2016, Uberlândia – MG. Anais... Uberlândia, 2016. p. 430-439.
- [5] M. Prensky. Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, v. 9, n. 5, 6 p. 2001.
- [6] R. F. S. Pocinho; J. P. M. Gaspar. O uso das TIC e as Alterações no Espaço Educativo. Exedra, v. 6, p. 143-154, 2012.
- [7] R. Savi; V. R. Ulbricht. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, v. 6, p. 1-10, 2008.
- [8] L. M. R. Tarouco; M. J. M. Fabre; L. C. Roland; M. L. P. Konrath. Jogos Educacionais. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, v. 2, p. 1-7, 2004.
- [9] D. Djaouti; J. Alvarez; J. Jessel; O. Rampnoux. Origins of serious games. In: MINHUA, M. et al. Serious games and edutainment applications. Londres: Springer. 2011.
- [10] D. Michael; S. Chien. Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform. Thomson Course Technology PTR. Boston, MA. 2005. Disponível em: <<http://uap.unnes.ac.id/ebook/ebookpalace/Course.Technology.PTR.Serious.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU/Course.Technology.PTR.Serious.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2017.
- [11] M. Finco; R. Maass. The History of Exergames: Promotion of Exercise and Active Living Through Body Interaction. In: Serious Games and Applications for Health – SeGAH'14, 2014, Rio de Janeiro – RJ. Proceedings... Rio de Janeiro, 2014. p. 1-6.
- [12] E. H. Farias; M. S. Hounsell; L. B. Blume; F. R. Ott; F. V. P. Cordovil. MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down. In: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE'13, 2013, São Paulo – SP. Anais... São Paulo, 2013. p. 316-325.
- [13] A. Brückheimer; M. S. Hounsell; A. Keczinski. Dance2Rehab: Um Jogo para Reabilitação Virtual Adaptativa. In: IX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames'10, 2010, Florianópolis – SC. Anais... Florianópolis, 2010. p. 68-76.
- [14] G. M. Rossito; T. L. Berlim; M. S. Hounsell; A. V. Soares. SIRTET-K3D: a Serious Game for Balance Improvement on Elderly People. In: XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames'14, 2014, Porto Alegre – RS. Anais... Porto Alegre, 2014. p. 601-604.
- [15] V. Fonseca. Desenvolvimento Psicomotor e Aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed, 2008.
- [16] E. H. Farias; H. C. Oliveira; M. S. Hounsell; G. M. Rossito. MOLDE – a Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level Design. In: XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGames'14, 2014, Porto Alegre – RS. Anais... Porto Alegre, 2014. p. 29-38.
- [17] L. F. L. Azola. Jogos na Educação Infantil. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Federal de Alfenas, 2010.
- [18] G. S. Oliveira; A. G. L. Reis. A Importância dos Jogos no Processo de Ensino de Matemática. In: V Encontro Nacional das Licenciaturas – ENALIC'14, 2014, natal – RN. Anais... Natal, 2014. p. 1-11.
- [19] W. M. Yonezawa; W. Damin; A. P. Silva; R. S. G. Pereira. O auxílio do Software Geogebra na Aquisição de Conhecimento da Função Seno. Perspectivas da Educação Matemática, v. 7, n. 13, p. 1-21, 2014.
- [20] A. L. P. Dantas; G. R. R. Pinto; C. P. P. Sena. Apresentando o BEM: Um Objeto de Aprendizagem para Mediar o Processo Educacional de Crianças com Deficiência Visual e Videntes nas Operações Básicas de Matemática. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE'13, 2013, Campinas – SP. Anais... Campinas, 2013. p. 437-446.
- [21] A. D. Moraes; C. L. Lima; A. V. Basso. Fórmula (-1): Desenvolvendo Objetos Digitais de Aprendizagem e Estratégias para a Aprendizagem das Operações com Números Positivos e Negativos. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, v. 6, p. 1-11, 2008.
- [22] A. D. Moraes; C. L. Lima; A. V. Basso. O Campo Multiplicativo a Partir do Fórmula (-1): Desenvolvendo Objetos Digitais de Aprendizagem e Estratégias para a Aprendizagem das Operações com Números Positivos e Negativos. Revista novas tecnologias na educação - RENOTE, v. 7, p. 1-10, 2009.
- [23] E. P. CRUZ. Classificação na Educação Infantil: O que Propõem os Livros e como é Abordada por Professores. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, 2013.
- [24] J. A. Silveira. Material Dourado de Montessori: Trabalhando com os Algoritmos da Adição, Subtração, Multiplicação e Divisão, 1998. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/viewFile/7836/4943>>. Acesso em 22 jun. 2017
- [25] C. V. D. A. Carvalho; B. M. Lemos. MaterialDouradoRA-Um software para o ensino-aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional através da Realidade Aumentada. Virtual Reality, v. 4, n. 1, 2011.
- [26] S. A. D. SILVA; J. A. A. ARAUJO. Maria Montessori e a criação do material dourado como instrumento metodológico para o ensino de matemática nos anos iniciais da escolarização. III Simpósio de Educação Matemática de Nova Andradina, v. 1, 2011.
- [27] Educação Dinâmica Disponível em: <[http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game\\_educativo.php?id=1&jogo=Nunca10](http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game_educativo.php?id=1&jogo=Nunca10)>. Acesso em 22 jun. 2017.
- [28] M. A. Sousa; I. R. Silva. Blocos Lógicos Como Auxílio do Ensino Matemático na Educação Infantil. Anais XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica – INIC, São José dos Campos, 2013.