

# Calcuca – Proposta de um arcade para Estimular o Cálculo Mental

Jomailton Rodrigues ITABAIANA<sup>1</sup>, Cleisson Fabricio Leite BATISTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando, Instituto Federal Baiano *Campus* Senhor do Bonfim

<sup>2</sup>Professor orientador, Instituto Federal Baiano *Campus* Senhor do Bonfim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano  
*Campus* Senhor do Bonfim – Bahia – Brasil  
Licenciatura em Ciências da Computação

jomailton2@hotmail.com, cleisson.fabricio@oifbaiano.edu.br

## RESUMO

No presente artigo, encontra-se registrada a construção e validação de um arcade, denominado CALCUCA, para estimular o cálculo mental. Este é um jogo eletrônico de perguntas e respostas, onde a pergunta é uma soma e a resposta deve ser a resposta. Esta ferramenta foi projetada e desenvolvida pelo próprio autor, depois validada através de aplicação realizada durante dois dias, a um grupo de vinte e nove alunos do ensino fundamental, com idades entre 10-13 anos. A aplicação do arcade foi precedida de um questionário escrito, a fim de levantar o perfil dos participantes. Bem como seu comportamento perante um método tradicional de teste de operação. Nesta aplicação foi confirmada sua eficácia, tendo sido considerada sua jogabilidade, atratividade e capacidade de produzir competitividade no jogador.

Palavras-Chaves: *Cálculo mental, jogos educativos, jogos eletrônicos, arcade, estímulo para matemática.*

## ABSTRACT

*In this article, the construction and validation of an arcade, called CALCUCA, is registered to stimulate the mental calculation. This is an electronic game of questions and answers, where the question is a sum and the answer must be the answer. This tool was designed and developed by the author himself, then validated through application for two days, to a group of twenty-nine primary school students, aged 10-13 years. The application of the arcade was preceded by a written questionnaire in order to raise the profile of the participants. As well as their behavior towards a traditional method of operation testing. In this application was confirmed its effectiveness, having been considered its playability, attractiveness and capacity to produce competitiveness in the player.*

Keywords: *Mental calculus, educational games, electronic games, arcade, stimulation for mathematics.*

## 1 Introdução

Diariamente pessoas realizam cálculos mentais a fim de suprir demandas triviais, como a conferência de um troco ou estimando o valor total de uma compra. A facilidade que o indivíduo tem para realizar este tipo de cálculo é diretamente proporcional ao quanto ele pratica. Mas nem sempre as pessoas se sentem estimuladas a praticar esta modalidade de cálculo fora de uma situação real.

Da mesma forma, não se verifica um direcionamento para trabalhar o cálculo mental em sala de aula. Não existe estratégia nem mérito para esta proposta no ambiente escolar, se comparado ao ensino da “conta armada”. Há uma necessidade urgente de inovação no ensino da matemática, para suprir as dificuldades enfrentadas por uma parcela significativa dos discentes. Para Sanchez (2004, apud ALMEIDA, 2006) esta falta de inovação é um dos problemas relacionados ao fracasso do processo da aprendizagem da matemática.

Diante deste cenário, foi proposto o desenvolvimento de um jogo eletrônico arcade denominado CALCUCA, para o exercício de operações matemáticas de soma sem o uso de dispositivos computacionais auxiliares, na modalidade denominada cálculo mental, visando o fomento desta prática.

O CALCUCA foi projetado com vistas ao resgate e consolidação da atenção dos alunos para o campo da matemática, tem como seu objetivo fundamental, o desenvolvimento das competências do aluno para o cálculo aritmético realizado mentalmente.

Esta plataforma também visa contribuir com a implementação e uso de dispositivos eletrônicos educativos destinados ao ensino da matemática. Uma alternativa frente ao já desgastado modelo de ensino e aprendizagem atual. Traz elementos *high tech*, como *displays*, sinalizadores em led e efeitos sonoros, visando atrair a atenção dos alunos para seu uso. Está empenhado em tornar o ensino e aprendizado da matemática efetivo e prazeroso, atendendo ao alerta de D'Ambrosio (2007), de forma a promover no aluno o gosto pela matemática.

“É importante a adoção de uma nova postura educacional, a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino aprendizagem. É necessário que ele se empenhe no mundo que cerca os alunos, na sua realidade aproveitando cada oportunidade a fim de sugerir atividades para que o desenvolvimento do ensino aprendizado da matemática seja efetivo e prazeroso, e que no final de cada aula o educador tenha aplicado a matéria com qualidade e que tenha conseguido ensinar ao aluno de forma clara.” (D'AMBROSIO, 2007, citado por FERREIRA, 2010)

O CALCUCA baseia-se em jogos de cálculos, que envolvem perguntas e respostas, a exemplo do *Math Trainer*, que é um jogo on-line onde são apresentadas operações aritméticas

para que o usuário digite as respostas corretas. Para esse tipo de aplicativo, o desempenho do jogador depende de sua habilidade para manusear o teclado do computador.

O *Math Trainer* registra o tempo total para o acerto de cada questão, porém não registra a quantidade de erros ocorridos para esse acerto, nem o tempo de iniciativa que o usuário teve para a primeira tentativa de resposta. Mesmo que o usuário saiba a resposta correta, mas demorar em digitá-la, ou digitá-la errado, terá seu tempo prejudicado. Além disso, os aparelhos onde este tipo de aplicativo funciona, não são exclusivos para a atividade de cálculo. Ao contrário, oferece outros aplicativos, para atividades diversas, que podem servir de distração para o usuário.

Dessa forma, O CALCUCA foi projetado para superar estes fatores negativos que podem ser verificados em outros jogos eletrônicos. Para tanto, foi construído em uma plataforma própria, com exclusividade para o exercício do cálculo mental. Este ambiente registra dados relacionados ao comportamento do usuário perante as operações realizadas, como: o tempo de resposta do usuário; o total de acertos e de erros; o tempo total que o usuário leva para responder a rodada de perguntas. Objetivando a facilidade de uso para pessoas com pouca desenvoltura com teclados de digitação, foi idealizado a utilização de botões sensíveis ao toque para a seleção das respostas. A ferramenta possui um *layout* peculiar, que remete aos clássicos fliperamas, o que lembra um jogo eletrônico com finalidade específica.

## **2 Referencial Teórico**

No Brasil, as políticas e práticas educacionais ainda sofrem grande influência da chamada escola tradicional, que segundo Silva (2012) se caracteriza por “ênfase na exposição dos conteúdos de forma verbal pelo professor, que é autoridade máxima, bem como a memorização através da repetição. Tais conteúdos são apresentados sem relação com o cotidiano”. Embora este método tenha começado a ser substituído no final do século XIX, ainda pode ser visto a aplicação de conteúdos seguindo esta dinâmica, em grande parte das escolas.

Este modelo de transmissão de conteúdo é uma herança do iluminismo educacional, fortemente representado pela “oferta” de instrução para a massa trabalhadora, de modo a torná-los cidadãos disciplinados para, meramente, atender às necessidades da classe burguesa (LEÃO, 1999). Nesse processo, a participação do aluno se dá de forma totalmente passiva.

Camacho (2010) lembra a discrepância entre a evolução da medicina em comparação com a pouca mudança encontrada nos métodos do ensino na educação básica, no período

compreendido entre o final do século XIX e o final do XX, na citação da parábola narrada por Papert (1993) em seu livro “A Máquina das Crianças”, onde este descreve a reação de um grupo formado por médicos e professores que viajaram de um século para o outro, do período citado acima. Para os médicos seria impossível exercer a profissão, devido à evolução ocorrida na área médica nesse período. Porém, os professores não encontrariam nenhuma dificuldade em lecionar neste “futuro”, dada a equiparação dos métodos aplicados em ambos os períodos.

Neste conto de Papert, fica clara a necessidade de mudança no nosso sistema de ensino. Para Papert, “a tecnologia pode ser a ponte de ligação da escola ao futuro”, a exemplo do computador que é a ferramenta capaz de proporcionar esta mudança, pois traz para a criança divertimento, que é uma forma de consolidar sua atenção, ao mesmo tempo que traz conhecimento, tornando-a capaz de conduzir seu desenvolvimento intelectual.

Este modelo de autodesenvolvimento foi nomeado por Papert de Construcionismo. Nele, o aluno está no centro das atividades relativas ao seu ensino, sendo este considerado, desde a escolha dos conteúdos a serem trabalhados (quanto a sua finalidade), como na forma de aplica-los. O professor tem o papel de fomentador do aprendizado. O aluno se torna, verdadeiramente o protagonista na sua formação, dentro e fora da escola. Ele é orientado a pensar e refletir suas atitudes para sua vida em totalidade. O conteúdo não chega pronto e acabado para o aluno. Pelo contrário, o aluno é estimulado a construir o conhecimento acerca dos assuntos, tendo sido considerando seus saberes prévios.

Piaget (1984, apud AVELLAR, 2010) lembra que não se deve apenas preocupar-se com o quão atualizado ou moderno é o conteúdo, mas também com a forma de aplicá-lo. Neste aspecto, as Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) aplicadas neste projeto podem ampliar as formas de aplicação de métodos já existentes, como a tabuada oral e escrita.

As novas TIC's produzem um diferencial em toda a sociedade, assim como na educação. Kenski (1999) afirma que o profissional da educação deve agregar as TICs aos seus conhecimentos de forma positiva, a fim de enriquecer suas metodologias.

Os jogos também são comumente utilizados como recurso de estímulo e desenvolvimento dos alunos nas atividades educativas. De acordo com Teixeira e Vaz (2001, apud AVELLAR 2010), os jogos possuem a capacidade de envolver as crianças, de segurar suas atenções e deixá-las em estado de alerta. Os jogos de cartas, dominós e com cartões são utilizados nas aulas de matemática com este intuito.

A presença de jogos em sala de aula é de suma importância, principalmente no ensino fundamental, pois “a partir do momento que se consegue transformar em prazerosa uma

atividade que se apresenta árida, ininteligível para a criança, é certo que sua aprendizagem vai se transformar em algo bem presente. ” (PAULA, 2012).

O professor deve deixar de simplesmente transmitir conhecimento para assumir o papel de criador de situações estimulantes. É através da conduta lúdica que os alunos expressam as experiências vividas. O jogo representa uma estratégia de trabalho preciosa no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático (AVELLAR, 2010).

Um outro contribuinte para as relações cognitivas da criança e sobretudo para a área da matemática, são as atividades de cálculo mental. Pela prática do cálculo mental, as crianças desenvolvem habilidades que lhes proporcionam maior segurança para enfrentar situações-problemas e as tornam mais autônomas, além de assimilarem melhor as técnicas usuais de cálculo (Dalsasso e Bassoi, 2016). As autoras ainda listam outras importantes contribuições da prática do cálculo mental nas séries iniciais do ensino fundamental, as quais são: compreender o sistema numérico decimal e os algoritmos do cálculo escrito; estimar resultados; melhorar a relação do aluno com a matemática; observar princípios como a decomposição, equivalência e igualdade dos números; desenvolver o raciocínio e a criatividade na resolução de problemas; e desenvolver estratégias de verificação de resultados obtidos.

Para Fontes (2010), o trabalho com o calculo mental desenvolve nos alunos habilidades que os capacitam a trabalhar em grupo, de escolher procedimentos apropriados, de buscar soluções, de fazer avaliações e rever estratégias.

### **3 Metodologia**

Este trabalho utilizou a pesquisa aplicada para verificar o comportamento dos usuários perante o arcade CALCUCA, esta escolha se deu em virtude do envolvimento prático desta modalidade de trabalho com a aplicação, utilização e também pelas consequências dos conhecimentos gerados (GIL, 2008). Este tipo de pesquisa “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, com verdades e interesses locais” (GERHARDT e SILVEIRA et al, 2009), que é o caso da aplicação do CALCUCA em um cenário que envolve discentes do Ensino Fundamental I de uma escola da rede privada de ensino, do município baiano de Senhor do Bonfim.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois visa descrever as características de um fenômeno (Gil, 2008). No caso em questão está relacionado à aplicação do CALCUCA com utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados e o

estabelecimento de relações entre variáveis, determinando a natureza dessas relações, conforme explica Gerhardt e Silveira (et al, 2009).

Sua abordagem é quali-quantitativa, por se utilizar de artifícios que permitem uma análise qualitativa e quantitativa, conforme:

- **Qualitativa:** uso de entrevistas semiestruturadas com os professores dos alunos para avaliar a experiência de uso da ferramenta na perspectiva do docente e realização de observação estruturada para verificar: entusiasmo, motivação e curiosidade, afim de comparar a aceitação das duas modalidades de exercícios praticadas.
- **Quantitativa:** uso de questionários fechados com respostas pré-definidas e relatórios gerados pela ferramenta, conforme visto no apêndice D, com os dados das atividades realizadas, os quais são: quais números compunham a soma, qual o resultado da soma, qual alternativa selecionada pelo usuário, se houve acerto ou erro e o tempo total para finalizar todas as questões. Essa abordagem possibilitou a geração de relatórios através gráficos.

O método utilizado é o hipotético-dedutivo definido por Karl Popper como um método que considera a possibilidade de a teoria/hipótese ser validada. Ou seja, considera que toda teoria é conjectural, que os resultados dependem dos recursos que foram aplicados à pesquisa. Gerhardt e Silveira (et al, 2009) definem este método da seguinte forma:

“Quando os conhecimentos disponíveis sobre um determinado assunto são insuficientes para explicar um fenômeno, surge o problema. Para tentar explicar o problema, são formuladas hipóteses; destas deduzem-se consequências que deverão ser testadas ou falseadas. Falsear significa tentar tornar falsas as consequências deduzidas das hipóteses. Enquanto no método dedutivo se procura confirmar a hipótese, no método hipotético-dedutivo se procuram evidências empíricas para derrubá-la. Quando não se consegue derrubar a hipótese, tem-se sua corroboração; segundo Popper, a hipótese se mostra válida, pois superou todos os testes, porém ela não é definitivamente confirmada, pois a qualquer momento poderá surgir um fato que a invalide.”

A hipótese principal levantada para o projeto é a de que “o arcade CALCUCA atua diretamente como estimulador para a realização do cálculo mental, através de sua mecânica de uso que sempre está solicitando ao jogador respostas que dependem de cálculos rápidos a serem realizados mentalmente”. E as hipóteses secundárias são: Aumento das habilidades para resolução de problemas, Ganho de agilidade para tomada de decisões e Diminuição do medo da matemática.

E quanto aos procedimentos foram tomadas duas modalidades para esta pesquisa, a de pesquisa bibliográfica e a de estudo de campo.

Em linhas gerais, a metodologia se estruturou nas etapas descritas na figura 1. A pesquisa bibliográfica se deu pelo levantamento de referências publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web sites, de forma a se obter o estado da arte, e embasar o pesquisador para a execução e aplicação deste projeto.



*Figura 1 – principais etapas da metodologia*  
*Fonte: o autor*

A elaboração dos instrumentos de coleta de dados foi pensada de modo a dar suporte à pesquisa de campo, outra abordagem também utilizada neste projeto. Para a coleta de dados foi planejado quatro instrumentos avaliativos, o primeiro deles foi o questionário para análise do perfil da turma, o segundo questionário buscou realizar uma análise exploratória, para orientar a pesquisa sobre os melhores valores para as operações a serem aplicadas na ferramenta, e para oferecer um grau de dificuldade proporcional a realidade de cada turma. O terceiro instrumento foi a ferramenta CALCUCA, para testar as hipóteses levantadas. Por fim, a outra ferramenta de coleta de dados construída foi o questionário avaliativo, para analisar a aplicação de operações escritas e resolvidas mentalmente, permitindo uma comparação entre as técnicas manuais e digitais, ou seja, com e sem a ferramenta.

Nos tópicos seguintes serão apresentados a composição dos questionários, o processo de construção do jogo eletrônico denominado CALCUCA, os resultados da pesquisa e a conclusão.

## **4 Questionários**

Os questionários foram elaborados em dois formatos, digital e tradicional. O questionário digital se deu através do CALCUCA, cuja construção será descrita no próximo tópico. O questionário tradicional foi dividido em três estágios, o perfilar, o pré-teste e o oral.

Conforme apresentado no apêndice A, o questionário perfilar partiu da busca por informações dos discentes, tais como, nome, idade, sexo, padrões de uso do computador residencial, os jogos do seu interesse, o gosto pela matemática e a avaliação da prática de estudo da matemática.

Conforme apresentado nos apêndices B e C, no pré-teste foram apresentadas cento e vinte operações e os alunos foram orientados a responder enquanto estivessem estimulados. Esta abordagem buscou testar verificar os arranjos numéricos mais temidos e o número de operações respondidas. Este questionário foi aplicado através de impressos e os alunos responderam no próprio documento. Ao lado de cada operação foi colocado uma escala de 1 a 5 para que os alunos marcassem o nível da dificuldade encontrada em cada operação.

O questionário oral buscou avaliar a aplicação do CALCUCA, foi perguntado aos alunos quais características chamaram mais a atenção deles, as opções foram: a diversão, o visual, a facilidade dos comandos, o poder se exercitar ou a simplicidade da dinâmica.

## **5 Construção do CALCUCA**

Para este projeto, optou-se por utilizar uma plataforma arcade própria, baseada no microcontrolador Arduino. Este arcade foi intitulado CALCUCA, conforme mostrado na figura 2, fazendo alusão ao termo cálculo pela cuca, ou seja, pela mente. Ele tem uma finalidade específica, fomentar o cálculo mental.



*Figura 2: CALCUCA  
Fonte: o autor*

Com essa especificidade, o CALCUCA evita as citadas distrações, verificadas em outros dispositivos eletrônicos não dedicados, como computadores. Esta abordagem permite que o usuário dedique toda sua atenção ao uso desta ferramenta, no momento destinado para esta finalidade. Ele pode ser utilizado para treinar e testar as habilidades do jogador para o cálculo mental.

Sua dinâmica está baseada na proposta construcionista, apresentando operações matemáticas com níveis de dificuldade que aumentam gradualmente, possibilitando ao jogador construir uma miscelânea de aportes para resolução dessas operações, de forma



contínua, interativa e intuitiva, conforme a teoria proposta por Papert (1986, apud NUNES, 2013).

A operacionalização do CALCUCA se dá através de botões sensíveis ao toque. Cada botão corresponde à uma alternativa. Isso possibilita o manuseio por qualquer pessoa, ainda que não tenha habilidade de digitação. Todas as jogadas são registradas, armazenando o tempo de resposta e se houve acerto ou não. Estes dados suprem um relatório que é gerado ao final de todo o exercício.

O CALCUCA possui um sistema de *feedback* para os erros e acertos. Este sistema sinaliza com led e bipe o evento de seleção de uma resposta, informando se está correta ou não. Caso a resposta esteja correta, o led correspondente ao botão selecionado acende na cor verde. Caso contrário, ele acende em vermelho sinalizando o erro, depois acende o led correspondente à resposta correta com a cor verde, possibilitando que o jogador aprenda mesmo quando erra. Acompanhando a sinalização dos leds, ocorre uma sequência de bipes distinta para erros e para acertos.

Ele tem sua lógica dividida basicamente em duas partes: A **função mostrador**, que é responsável por apresentar os números nos displays, e a **função verifica**, que é responsável por analisar se a resposta selecionada está correta, e se a questão respondida é menor que o limite máximo de questões, para habilitar uma nova pergunta, conforme mostra a Figura 3.

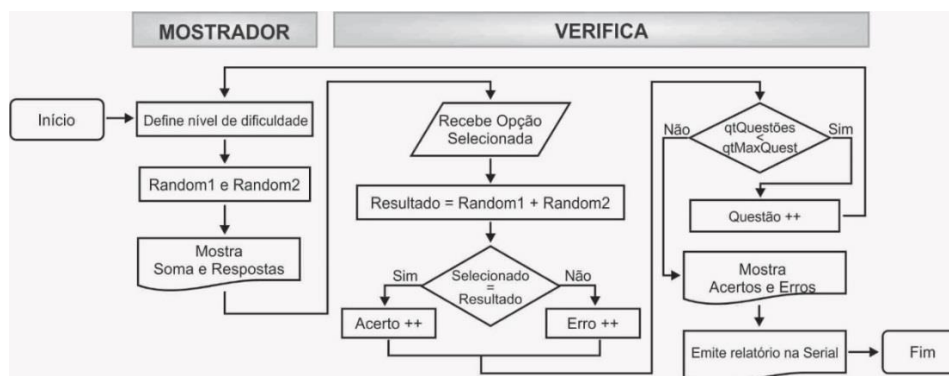


Figura 3 – Fluxograma do CALCUCA

Fonte: o autor

Caso a questão seja igual ou maior que o limite máximo, o sistema habilita o fim do jogo e mostra a quantidade de acertos e erros nos dois displays duplos superiores, sinalizados pelos leds dos botões em verde e vermelho, correspondente aos acertos e erros, respectivamente.

As operações apresentadas no jogo têm níveis de dificuldade que aumentam proporcionalmente ao número de questões respondidas.

Nos tópicos seguintes são descritas as funções mostrador e verifica, assim como detalhes sobre o *display* e a estrutura do equipamento.

### 5.1 A função mostrador

Inicialmente aciona-se o sorteio de dois números aleatórios para serem apresentados na forma de uma soma. O sorteio destes números obedece a um *range* que varia de acordo com o nível de dificuldade. Estes níveis serão explicados no item 2.3.4. Depois as alternativas são compostas pelo resultado da soma e mais dois números também gerados aleatoriamente, com valores próximos ao da resposta. Estas três alternativas são embaralhadas e mostradas em três *displays* triplos, localizados na parte inferior horizontal do console.

### 5.2 A função verifica

Após apresentar a soma, o sistema fica em modo de verificação aguardando que o jogador selecione uma alternativa. Para tal, é utilizada a função verifica. Quando ocorre a seleção, esta função recebe o número correspondente e verifica se é igual ao resultado da soma. Daí é contabilizado o erro ou acerto.

Após a etapa anterior, é verificado se a quantidade de questões respondidas é menor que a quantidade máxima permitida. Caso seja menor, incrementa-se a quantidade de questões e habilita um novo sorteio de números para a soma. Caso seja igual ou maior, o sistema apaga todos os *displays*, envia os valores de acertos e erros para os *displays* duplos superiores, depois os acende, sinalizando com a cor verde no led da extrema esquerda e com o vermelho no led da extrema direita, indicando as quantidades de acertos e erros, respectivamente, e finaliza o jogo.

### 5.3 Os Displays

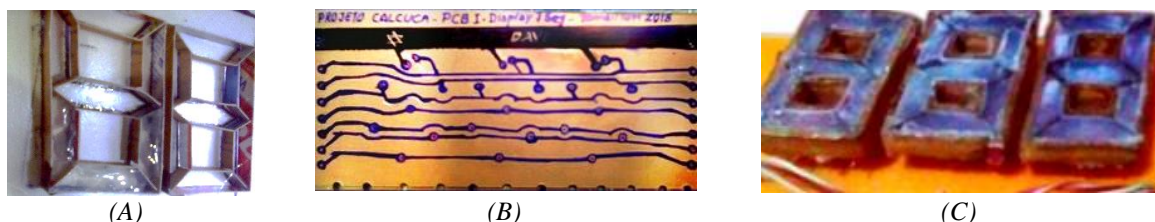


Figura 4: (A) Estrutura dos displays, (B) PCB, (C) Displays montados na PCB

Fonte: o autor

No projeto foram utilizados displays de sete segmentos construídos artesanalmente pelo próprio autor, conforme mostrado na Figura 4 (A), (B) e (C). Eles são compostos por leds de

3mm de alto brilho, azuis; estrutura de papelão e plástico, e montados em PCB<sup>1</sup>, também construída pelo autor. Os leds foram imersos em cola de silicone, que preenche uma estrutura de papelão, no formato dos segmentos, com separadores de lâminas de plástico, como pode ser visto na Figura 4 (A). Os led estão ligados em configuração de catodo comum.

Na Figura 4 (C) pode-se verificar um agrupamento constituído por três displays montados na PCB. Estes são os displays que apresentam os numerais no CALCUCA. E estão dispostos em agrupamentos que podem formar números de até dois e três algarismos.

### 5.3.1 Acionamento dos Displays

O acionamento dos displays foi projetado para executar em modo de multiplexação. Essa é uma forma de acionamento dos displays de forma sequencial. Os displays têm os anodos dos leds de seus segmentos ligados em paralelo, obedecendo a posição de cada segmento. Cada segmento corresponde a uma letra da sequência: *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* e *g*, dispostos em sentido horário, iniciando pelo traço superior do display e finalizando no traço central. Já os catodos estão ligados entre si, para cada display, conforme mostra a Figura 5.

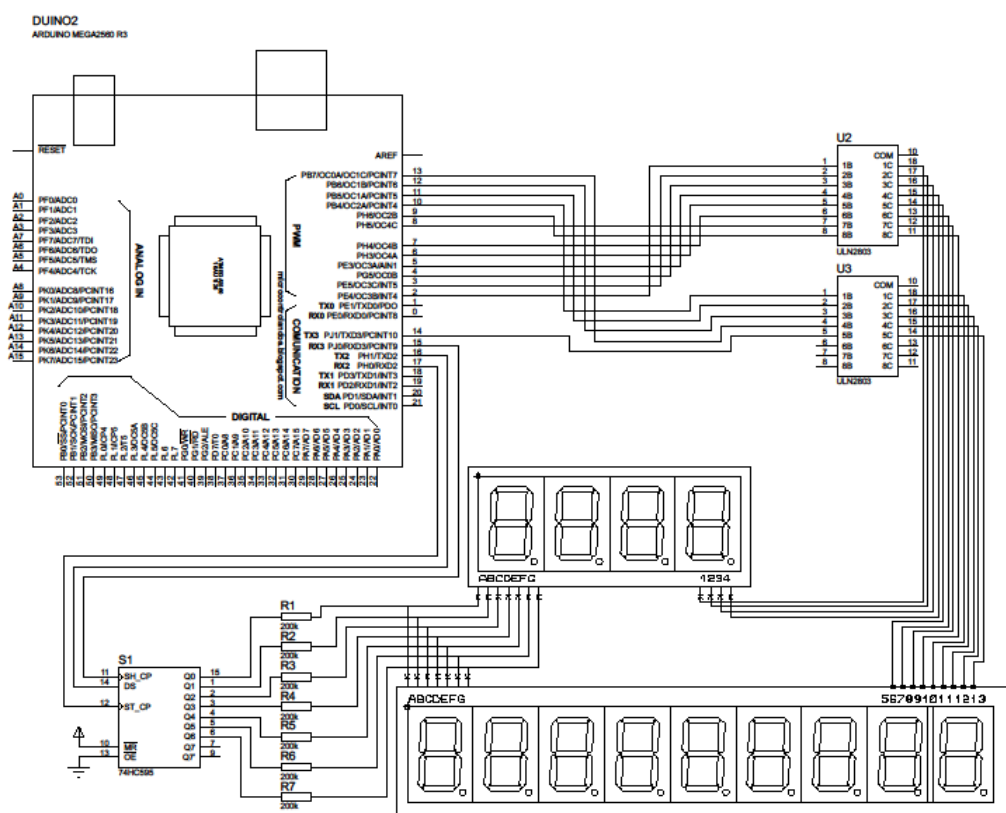


Figura 5: Esquema de ligação dos displays

Fonte: o autor

<sup>1</sup> "Printed circuit board" (placa de circuito impresso)

Para mostrar um número, é preciso acionar os pinos ligados aos anodos dos segmentos correspondentes a este número, e o catodo correspondente ao display. Depois desativa o catodo deste display, monta-se a configuração para os anodos do próximo número e ativa-se o catodo do display correspondente. Isso se repete para a quantidade de displays necessária. Isso é a multiplexação. Este acionamento encontra-se ilustrado na Figura 6.

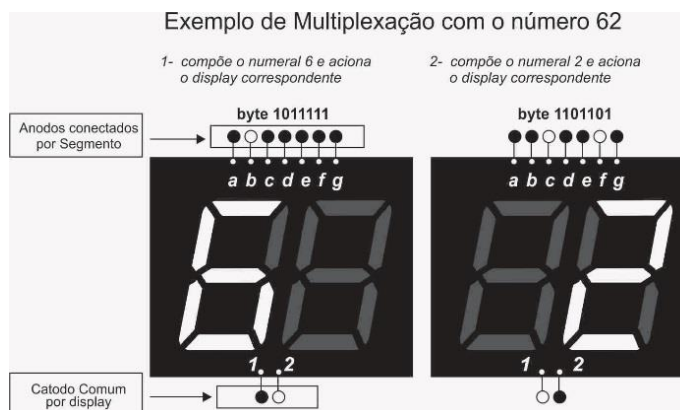


Figura 6: Exemplo de multiplexação  
Fonte: o autor

Quando esta multiplexação ocorre rapidamente e se repete várias vezes, tem-se a impressão de que todos os displays estão ligados ao mesmo tempo, devido à persistência da visão do olho humano.

Para o envio dos dados de acionamento, foi utilizado neste projeto o circuito integrado 74HC595, que é responsável por receber bits em série e enviá-los em paralelo através da função *ShiftOut* do Arduino.

O 74HC595 é capaz de receber uma sequência de oito bits, um por vez, e liberá-los de uma só vez, com apenas três pinos de conexão com o arduino: o pino *data*, o *clock* e o *latch*. Para isso o pino *data* deve ser colocado no estado de acionamento desejado, alto ou baixo, para ligar ou desligar o pino de saída correspondente; depois eleva-se o estado do pino de *clock* e o estado do *data* é guardado na memória do 74HC595. Após repetir o envio destes bits até o limite de oito bits por vez, eleva-se o estado do pino *latch*, que serve de portão, e os bits passados pelo *data* são liberados um para cada pino de saída do 74HC595, portanto um byte por vez. Este é o trabalho realizado pela função *ShiftOut*, do próprio Arduino.

## 5.4 A Estrutura

O jogo eletrônico CALCUCA é constituído por um *box arcade*, visto na Figura 7 (A), com um painel dividido em duas áreas. Em uma área está a operação aritmética de adição e abaixo as alternativas para a resposta.

A parte da operação tem dois pares de displays de sete segmentos, podendo apresentar dois números de até dois algarismos. Também é mostrado um sinal de adição entre os pares, representando a soma, conforme mostra a Figura 7 (B).

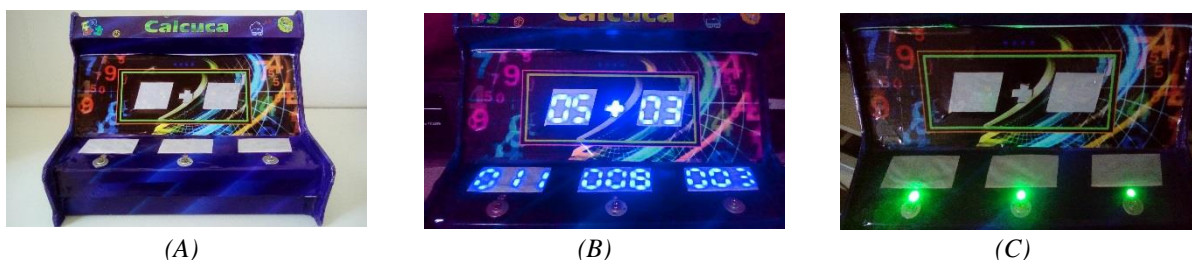


Figura 7: (A) Visão do jogo e seus elementos gráficos, (B) displays acesos, (C) leds sinalizadores acesos  
Fonte: o autor

A parte das respostas traz três trios de displays de sete segmentos, que podem formar três números de até três algarismos, cada.

Os displays foram construídos com leds de alto brilho de 3mm azuis e cola de silicone.

Como botões seletores, foram utilizadas arruelas em aço galvanizado, ligadas a um circuito de capacitância. Este circuito é capaz de detectar a variação de capacitância quando o jogador toca no metal. Esta detecção serve de parâmetro para o sistema entender que houve um toque.

Foram utilizados leds de RGB para sinalizar o toque nos botões seletores e se a resposta selecionada está correta ou não. Eles sinalizam verde para a indicar quando a resposta está correta e vermelho quando está errada.

Acompanhando os sinalizadores em led, foi instalado um *buzzer* que emite um efeito sonoro diferente para os acertos e para os erros, reforçando a sinalização através *leds*.

Os recursos tecnológicos empregados neste trabalho foram escolhidos com base em critérios de acessibilidade. Buscou-se componentes facilmente obtidos no mercado nacional e que possuísem baixo custo, de forma a viabilizar sua replicação, bem como seu aperfeiçoamento por parte de outros pesquisadores e entusiastas, já que a licença do produto é *Creative Commons*, por permitir o livre compartilhamento e distribuição gratuita da obra por terceiros. O custo final da compra dos componentes e peças para a montagem da estrutura física foi de R\$ 225,00 (duzentos e vinte e cinco reais).

Para programação e controle foi utilizado o dispositivo Arduino, que é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software para projetos interativos (ARDUINO, 2018).

Com o objetivo de agregar valor à ferramenta e oferecer uma experiência significativa para o usuário, pensou-se nos seguintes aspectos ao longo da construção desta ferramenta: Atratividade, jogabilidade, Robustez e níveis de dificuldade, descritos a seguir.

#### 5.4.1 Atratividade

Alguns elementos foram aplicados a este projeto com o intuito de despertar a atenção dos alunos, gerando neles, o interesse em utilizar o CALCUCA. Contribuindo com a atratividade do arcade.

Estes elementos são: sinalizadores de *leds* RGB, *buzzer*, botões sensíveis ao toque e desenhos estrategicamente montados, conforme segue:

- De um lado, um desenho de um quebra-cabeça montando o nome “SOMA”;
- Do outro lado, uma cabeça de onde saem números sendo calculados na forma de pensamento;
- Ao centro, o nome “CALCUCA” em verde vibrante, preenchido com luz e sombra em radial para oferecer um sentido de dinamismo;
- Mais abaixo estão os *displays* duplos montados em um mostrador retangular formado por duas linhas, verde e laranja. Ao fundo, números coloridos com efeito 3D de giro, fazendo alusão a um suposto movimento dos números no pensamento do jogador para que sejam calculados.
- Mais abaixo, na plataforma horizontal de respostas, temos três *displays* triplos para as alternativas. Para estes, fora colocado apenas um fundo azul escuro, trazendo a ideia de profundidade e solidez que a resposta necessita.
- Nas laterais, além dos elementos supracitados, encontram-se silhuetas de *joysticks* e o traçado que lembra um personagem de jogos de computador, para lembram ao jogador que o CALCUCA é um jogo eletrônico com tecnologia atual e que trata de cálculo.
- Na base de cada botão de seleção, encontra-se um led RGB para sinalizar verde, quando selecionada a resposta correta, ou vermelho, quando a resposta estiver incorreta.
- Internamente está instalado um *buzzer* para respostas sonoras que acompanham a dinâmica do jogo;

- Como seletores, foram utilizados botões sensíveis ao toque, que muito lembram a forma de interação com a tela de um *smartphone*.

Estes elementos trazem um visual tecnológico, conforme visto nas Figura 7 (A, B e C), e remetem o jogador ao tema cálculo e jogos eletrônicos, provocando uma sensação de imersão na temática.

#### **5.4.2 Jogabilidade**

O termo jogabilidade é um neologismo que, segundo Vannucchi (2009), pode ser entendida como “a maneira em que o jogador interage com a mecânica do jogo”.

A jogabilidade do CALCUCA provém da simplicidade dos comandos e a forma de apresentação dos elementos básicos.

A equação e suas respectivas alternativas ficam em evidência, facilitando suas identificações e leitura. Os botões de seleção são de fácil acesso e de simples execução, bastando um toque para acioná-lo. Esse conjunto de acessibilidade permite que a atenção do jogador esteja focada na resolução das operações.

O jogo não necessita de configuração prévia, permitindo que pessoas desprovidas de experiência com jogos eletrônicos possam utilizá-lo.

#### **5.4.3 Robustez**

Sua robustez, que segundo o dicionário Michaelis é a qualidade de solidez e dureza; fica a cargo de sua estrutura em madeira, o que lhe confere rigidez e leveza sem perder o toque clássico.

Os botões de seleção são arruelas de aço galvanizado com sensibilidade ao toque, evitando desgaste e mau contato.

E os displays de sete segmentos, que compõem sua interface, foram construídos artesanalmente pelo próprio autor, basicamente de silicone e led, tornando-os resistentes a impactos. Estes itens podem ser vistos na Figura 4 (A) e (C).

#### **5.4.4 Níveis de dificuldades**

Outro fator que tange a jogabilidade do CALCUCA é sua progressão de dificuldade. O sistema foi programado para trabalhar com quatro níveis de dificuldade que se inicia em seu

nível mais baixo. Esse nível aumenta à medida que a quantidade de questões completa a intervalos pré-estabelecidos. Foi separado um intervalo de questões para cada nível.

A Tabela 1 contém a lista de níveis e seus respectivos: intervalos de questões, quantidade de questões por intervalo, range para sorteio dos números para compor as operações e exemplos de arranjos para estas operações. Vale ressaltar, que este esquema de dificuldades foi elaborado em conformidade com os resultados obtidos no pré-teste.

Nível	Intervalo Questões	Quantidade de questões	Range para sorteio dos números	Exemplos
1	1~5	5	(0, 20)	9+7, 6+4
2	6~15	10	(20, 60)	20+56, 39+43
3	16~20	5	(60, 80)	66+74, 65+65
4	21~25	5	(80, 99)	89+91, 97+98

*Tabela 1: Esquema de Dificuldade por nível*

*Fonte: o autor*

**Nível 1:** o primeiro nível está para as questões de 1 a 5, podendo conter números de 1 a 20 para compor a soma. É o nível mais fácil, possibilitando que o aluno se familiarize com a dinâmica do jogo, sem lhe exigir maiores esforços.

**Nível 2:** este nível serve para as questões de 6 a 15, e pode ter números de 21 a 60 para compor a soma. É uma fase com maior intervalo de questões. Os números sorteados não são muito grandes. Permite ao aluno exercitar bem antes de passar para as fases com números maiores. Exige um esforço mediano do jogador.

**Nível 3:** O intervalo de questões para este nível é 16 a 20. Apesar de ter um intervalo menor que o nível anterior, exige um esforço maior do jogador. Os números possíveis são do 61 ao 80.

**Nível 4:** este é o último nível. Seu intervalo de questões varia de 21 a 25. Nele estão os maiores números possíveis para soma do CALCUCA. Pode conter números do 81 ao 99. Estes números podem até assustar inicialmente, mas nessa fase espera-se que o aluno já tenha um nível de confiança elevado e não encontre maiores dificuldades para responder às operações.

Para mitigar a divergência entre os arranjos de números em operação, foram criados dois vetores contendo 12 números que fariam par nas unidades das operações. Criou-se uma condição para aceitar apenas números que os elementos de suas unidades fossem iguais ao número de uma determinada casa em ambos os vetores, garantindo os arranjos pré-formatados



para as unidades dos números a serem sorteados, sendo eles: vetor1= {9, 7, 6, 5, 9, 9, 3, 4, 7, 7, 0, 2}; vetor2= {3, 4, 4, 5, 7, 1, 6, 3, 6, 8, 6, 7}.

À nível de exemplo, pode-se considerar o seguinte cenário, com a condição estando no 6º elemento dos vetores, o  $\text{num1} = \text{vetor1}[5]$ , que é igual a 9 e o  $\text{num2} = \text{vetor2}[5]$ , que é igual a 1. Desconsiderando as casas das dezenas que aqui estão representadas por “X”, logo, os números a serem sorteados devem ficar assim:  $\text{num1}=\text{X}9$ ;  $\text{num2}=\text{X}1$ .

Vale ressaltar que os números que compõem os vetores acima, utilizados como condição para os arranjos das operações, foram apurados das respostas da lista de operações respondida pelos alunos, onde foram selecionados os que tiveram maior quantidade de equívoco nas respostas.

## 6 Resultados e Discussão

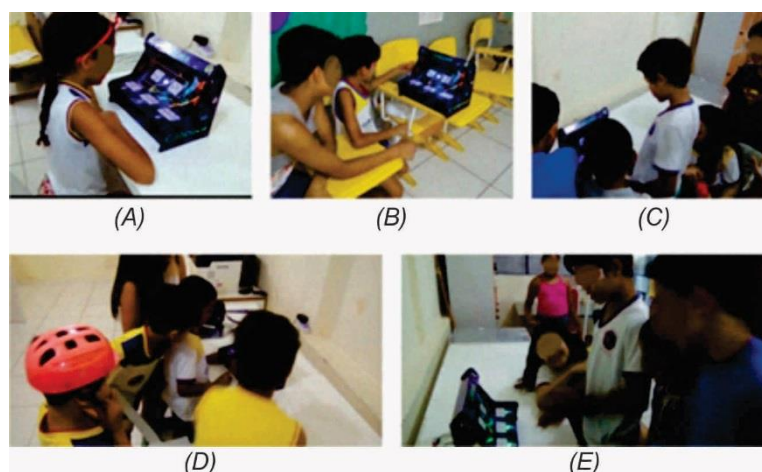
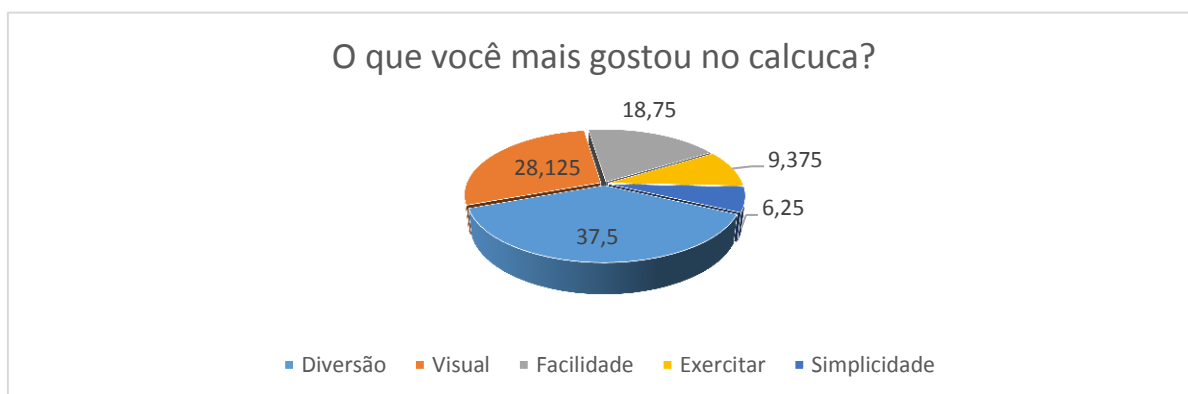


Figura 8: (A) aluna em pé jogando, (B) aluno sentado jogando, (C) CALCUCA sendo apresentado, (D) alunos interessados em participar, (E) alunos se divertindo com o CALCUCA.

Na apresentação do arcade CALCUCA, foi observado um entusiasmo dos alunos para utilizá-lo. Eles ficaram admirados pelos elementos gráficos que compunham a estética do dispositivo, como pode ser verificado na Figura 8 (D), indicando a aprovação de seu **Visual**. Este indicativo foi comprovado nos resultados apurados da questão “O que você mais gostou no Calcuca? ”, levantada de forma oral junto aos alunos, sendo considerado o aspecto que obteve a segunda melhor votação, com 28,12% de escolha.

A característica mais escolhida pelos alunos foi a **Diversão**, mostrada na Figura 8 (E), considerada por 37,5% dos alunos. O Gráfico 1 mostra estes dois índices em relação aos demais, que são: **Facilidade**, com 18,75%, **Exercitar**, com 9,37% e **Simplicidade**, com 6,25%.



*Gráfico 1: O que os alunos mais gostaram no CALCUCA*  
*Fonte: o autor*

Dessa forma, foi possível constatar que apesar de as características Facilidade, Exercitar e Simplicidade serem imprescindíveis para o jogo, essas não foram as mais relevantes para os usuários. A preocupação com a atratividade da ferramenta se deu em virtude deste fator ser determinante para atrair a atenção do aluno.

Para os professores que se fizeram presentes nas aplicações, lhes foi perguntado, de forma oral, o que mais havia chamado à atenção deles. Nesta verificação constatou-se que a apreensão da atenção que o jogo produziu nos alunos foi o fator mais importante, constante na Figura 8 (A), seguido pela tecnologia empregada, que possibilita reprogramá-lo de forma a atender às necessidades específicas.

O fator **jogabilidade** pode ser comprovado por alguns aspectos:

- Nenhum aluno teve dificuldade para operacionalizá-lo, conseguindo manuseá-lo desde o primeiro contato com o dispositivo;
- Os displays funcionaram com boa legibilidade. Foi possível verificar alunos realizando leitura a 3 metros de distância;
- Os botões seletores se mostraram eficientes, atendendo aos toques;
- Seu tamanho se mostrou adequado, tanto para crianças, quanto para adultos;
- Pode ser utilizado tanto em pé quanto sentado, sem alteração de visão ou comandos, conforme mostra Figura 8 (A) e (B).

Os **níveis de dificuldade** também se mostraram eficientes, conforme indicativos verificados a partir do nível 3, descritos a seguir:

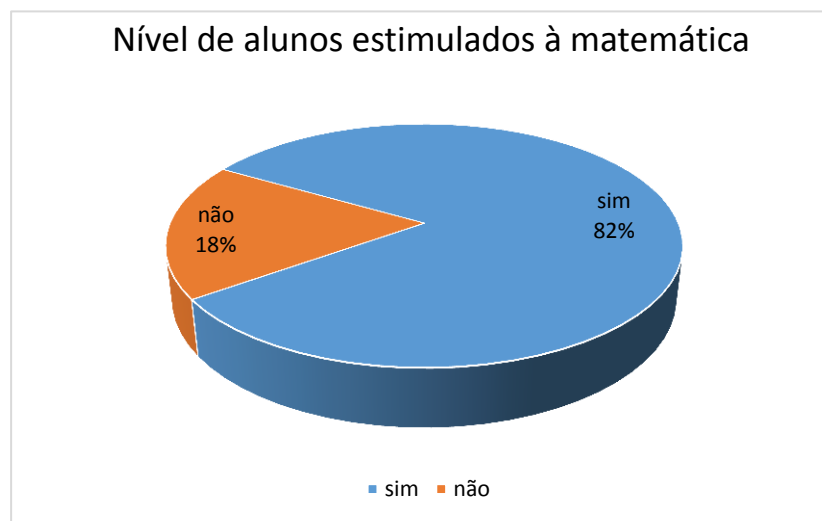
- Foi verificado no relatório gerado pelo dispositivo, um aumento no tempo de resposta para as operações geradas a partir do nível 3, em relação às operações geradas nos níveis mais baixos;

- b) Houve a utilização de artifícios como contar com os dedos, para realização do cálculo.

Quanto à **robustez**, este objeto digital também se mostrou satisfatório, mesmo após mais de dez horas intercaladas de manipulação, por mais de quarenta pessoas, entre alunos, professores e o pesquisador, nas fases de testes e da aplicação:

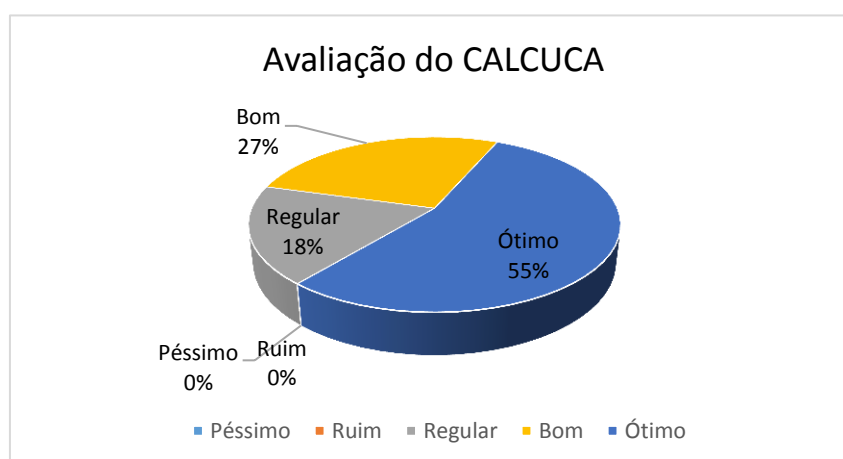
- a) Sua estrutura geral suportou uma manipulação enérgica, com toques fortes e puxões, sem alteração em sua estrutura;
- b) Os displays funcionaram com a estrutura preservada;
- c) Os botões seletores permaneceram com aparência e sensibilidade preservadas;
- d) A estrutura geral foi preservada.

Este conjunto de características teve total impacto para os bons resultados da pesquisa. 82% dos alunos afirmaram terem se sentido estimulados a aprender matemática após utilizar o CALCUCA. Conforme visto no Gráfico 2.



*Gráfico 2: Nível de alunos estimulados a estudar mais à matemática*  
*Fonte: o autor*

Para 55% dos alunos o CALCUCA foi tido como Ótimo, seguido por 27% como Bom e 18% Regular, como mostra o Gráfico 3.



*Gráfico 3: Avaliação do CALCUCA*  
*Fonte: o autor*

Outro item avaliado foi o tempo dedicado para realizar exercícios de cálculos utilizando o CALCUCA em relação a um método tradicional. Para este experimento foi utilizada lista respondida com lápis e papel, como método tradicional e os relatórios de utilização, gerados pelo CALCUCA.

Quando utilizado o CALCUCA, o menor tempo médio para as respostas foi de 2,5 segundos por questão respondida. Já para o método tradicional, de lápis e papel, o menor tempo médio foi de 15 segundos por questão, mostrando que o CALCUCA seis vezes mais produtivo na prática do cálculo mental.

Também se verificou diminuição no tempo para a conclusão das respostas dos alunos com uso da plataforma. Podemos ver na Tabela 2 os sete melhores tempos finais por ordem de melhoria de tempo:

	Tempo 1	Tempo 2	Diferença Tempo	Percentual de Diminuição Tempo
<b>Aluno1</b>	193s	99s	-94s	-48,70%
<b>Aluno2</b>	190s	110s	-80s	-42,10%
<b>Aluno3</b>	217s	137s	-80s	-36,86%
<b>Aluno4</b>	150s	111s	-39s	-26,00%
<b>Aluno5</b>	95s	66s	-29s	-30,52%
<b>Aluno6</b>	106s	82s	-24s	-22,64%
<b>Aluno7</b>	101s	88s	-13s	-12,87%

*Tabela 2: Os sete melhores tempos finais por ordem de melhoria de tempo*  
*Fonte: o autor*

Quanto ao uso, constatou-se também uma preocupação dos alunos com seus resultados. Apesar de se divertirem, eles demonstravam interesse em ter bons rendimentos. Essa constatação indica que o CALCUCA foi capaz de estimular a competitividade, incentivando os jogadores a se superarem, para obter melhores resultados em um menor espaço de tempo.

Os professores que se fizeram presente esboçaram uma boa impressão acerca do CALCUCA e se interessaram em conhecê-lo. Dentre as observações deles, tem uma marcante. Foi o relato de uma professora que ficou impressionada ao ver um aluno com histórico de desinteresse em sala de aula em situação diferente, mostrando-se bastante empolgado com a utilização do CALCUCA. Isso comprova a teoria de que o lúdico agrega valor ao processo ensino-aprendizagem, confirmando Teixeira e Vaz (2001, apud AVELLAR, 2010) que diz: “Existem diversos recursos para se trabalhar o cálculo mental, dentre os quais destacam-se os jogos. Eles têm a capacidade de envolver as crianças, segurar sua atenção e deixá-las em estado de alerta”.

## **7 Conclusão**

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que o arcade CALCUCA, objeto desse estudo, obteve sucesso como ferramenta de estímulo para o cálculo mental, dado seu nível de aceitação atrelado a sua mecânica construcionista com níveis de dificuldades. Observou-se o fomento ao desenvolvimento de competências para a resolução de problemas, dada a diminuição de tempo para resolução das operações, verificada para alguns após o uso da ferramenta.

Verificou-se ainda, que o CALCUCA está habilitado para ser utilizado por pessoas de todas as idades, dado seu modo de uso simples e intuitivo, que permitiu aos alunos manuseá-lo sem nenhuma dificuldade, comprovando sua eficiência e o qualificando para uso dentro e fora do ambiente escolar.

Após a primeira utilização, todos os alunos ficaram empolgados e mostraram interesse em repetir a atividade, comprovando que o CALCUCA é capaz de promover a atividade do cálculo mental.

O CALCUCA ainda representa uma contribuição para a disponibilização de dispositivos eletrônicos destinados ao ensino de matemática. Trazendo para este universo, um objeto com recursos atualizados e contemporâneos que fazem parte da vivência dos alunos, de forma a tornar o processo de ensino e aprendizagem mais prazeroso e consolidar a atenção

deles para o campo da educação matemática, tendo eles se sentido mais confiantes e com menos medo desta matéria.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Cínthia Soares de; GONTIJO, Cleyton Hércules. **Dificuldades de aprendizagem em matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao Insucesso nesta área.** Disponível em: <[http://www.desenho.ufpr.br/IIISIPEM/GT7\\_B.pdf](http://www.desenho.ufpr.br/IIISIPEM/GT7_B.pdf)>. Acesso em 09 de agosto de 2018.
- AVELLAR, Ariane Ferreira. **Jogos Pedagógicos para o Ensino da Matemática.** 2010. Disponível em: <<http://www.unifan.edu.br/files/pesquisa/JOGOS%20PEDAG%C3%93GICOS%20PARA%20O%20ENSINO%20DA%20MATEM%C3%81TICA%20-%20ARIANE%20FERREIRA.pdf>>. Acesso em 17 de março de 2018.
- BABBOSA, Ruy Madsen. **Conexões e Educação Matemática.** – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009
- BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino.** 2ª ed. – São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2015.
- BZUNECK, José Aloyse. **A Motivação do Aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea.** 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- CAMACHO, Raquel Cristina Sousa. Síntese Crítica ao Livro de Seymour Papert “A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática”. Trabalho acadêmico. Universidade da Madeira. 2010. Disponível em : <<https://pt.slideshare.net/rakellcsc/maqdascrianas>>. Acesso em 22 de outubro de 2018.
- CURY, Augusto. **Pais Brilhantes, Professores Fascinantes: A Educação Inteligente; Formando Jovens Educadores e Felizes.** Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2003.
- CARVALHO, R. **CALCULAR DE CABEÇA OU COM A CABEÇA?- PROFMAT2011 ACTAS,** 2011. Disponível em: <[http://www.apm.pt/files/\\_Conf01\\_4e7132d6a08f8.pdf](http://www.apm.pt/files/_Conf01_4e7132d6a08f8.pdf)>. Acesso em 22 outubro de 2018.
- DALSASSO, Angela Aparecida Pasinato; BASSOI, Tânia Stella. **A utilização do cálculo mental no ensino fundamental.** In: BRANDT, CF., and MORETTI, MT., orgs. Ensinar e aprender matemática: possibilidades para a prática educativa [online]. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. Disponível em <<http://books.scielo.org/id/dj9m9/pdf/brandt-9788577982158-07.pdf>> Acesso em: 17 de março de 2018.
- FELICETTI, Vera Lúcia; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. **Matofobia: Auxiliando a Enfrentar este Problema no Contexto Escolar** – Porto Alegre-RS: EDIPUCRS, 2012.
- FONTES, Cintia Gomes da. **O valor e o papel do cálculo mental nas séries iniciais.** Dissertação de mestrado. São Paulo: Educação, Ensino de Ciências e Matemática. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <

[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-11112010-162005/publico/CINTIA\\_GOMES\\_DA\\_FONTES.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-11112010-162005/publico/CINTIA_GOMES_DA_FONTES.pdf)> Acesso em 22 de outubro de 2018.

GADOTTI, M. Histórias das idéias pedagógicas. São Paulo: Ática, 1995.

GERHARDT, Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo; et al. **Métodos de pesquisa** [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

JUNGES, Débora de Lima Velho. **O Cálculo Mental no Contexto Escolar: Uma Proposta de Atividade**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/9DeBORADELIMAVELHOJUNGES.pdf>> Acesso em 19 de março de 2018.

KAMI, Constance; JOSEPH, Linda Leslie. **Crianças Pequenas Continuam Reinventando a Aritmética**. 2ª Ed. – São Paulo: Artmed, 2008.

KENSKY, Vani Moreira. **Novas tecnologias: o redimensionamento de espaço e tempo e os impactos no trabalho docente**. VI 12. 1999. Disponível em: <[http://rie.uniandes.edu.co/LinkClick.aspx?fileticket=15i2Ooddpys%3D&tabid=439&mid=1385&forcedownload=true%3C!--3.%20Art%20VK%20Vol%2012-1.pdf--%3E%3Ca%20href=%22/LinkClick.aspx?fileticket=15i2Ooddpys%3D&tabid=439&mid=1385&forcedownload=true%22%20target=%22\\_blank%22%3E3.%20Art%20VK%20Vol%2012-1.pdf%3C/a%3E](http://rie.uniandes.edu.co/LinkClick.aspx?fileticket=15i2Ooddpys%3D&tabid=439&mid=1385&forcedownload=true%3C!--3.%20Art%20VK%20Vol%2012-1.pdf--%3E%3Ca%20href=%22/LinkClick.aspx?fileticket=15i2Ooddpys%3D&tabid=439&mid=1385&forcedownload=true%22%20target=%22_blank%22%3E3.%20Art%20VK%20Vol%2012-1.pdf%3C/a%3E)> Acesso em: 19 de setembro de 2018.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

LEÃO, Denise Maria Maciel. **Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista**. Cadernos e Pesquisa, n. 107, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n107/n107a08> Acesso em 22 de outubro de 2018

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. – São Paulo: Ed. 34, 1999.

**Mathtrainer**. Disponível em: < <https://www.mathtrainer.org/>> Acesso em: 01 de outubro de 2018.

**Michaelis - Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/dicion%C3%A1rio/>> Acesso em 22 de outubro de 2018.

MIZUKAMI, M. G. N. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21ª Ed. Campinas, SP: Editora Papirus, 2013.

**Normas ABNT**. Disponível em: <http://www.normasabnt.net/> Acesso em: 12 de março de

2018

NUNES, Sergio da Costa; SANTOS, Renato Pires dos. **O Construcionismo de Papert na Criação de um Objeto de Aprendizagem e sua Avaliação Segundo a taxionomia de Bloom.** Disponível em: <[http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-construcionismo\\_papert\\_objeto\\_de\\_aprendizagem.pdf](http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-construcionismo_papert_objeto_de_aprendizagem.pdf)> Acesso em: 17 de março de 2018.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação.** São Paulo: Brasiliense, 1986.

PARRA, C. **Cálculo Mental na escola primária.** In: PARRA, C; SAIZ, I. (Org.). Didática da Matemática – reflexões psicopedagógicas. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 186-235. disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2631190/mod\\_resource/content/2/TEXT0%20CA%CC%81LCULO%20MENTAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2631190/mod_resource/content/2/TEXT0%20CA%CC%81LCULO%20MENTAL.pdf)> Acesso em: 15 de março de 2018.

PAULA, Jaqueline Assis de. **Uma Pequena Revisão Bibliográfica sobre a Presença dos Jogos e Brincadeiras no Ensino Fundamental.** Disponível em: <<http://www.saltodoceu.mt.gov.br/secretarias-e-orgaos/educacao-cultura-esporte-lazer-e-turismo/artigos/155/view/87>> Acesso em: 15 de março de 2018.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança, imitação, jogo, sonho, imagem e representação.** São Paulo: Zahar, 1971.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?.** 8ª ed. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1984.

SANCHEZ, Jesús Nicasio Garcia. **Dificuldades de Aprendizagem e Intervenção Psicopedagógica.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

SAVI, Rafael; UBRICHT, Vania R. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios.** Revista Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS. Volume 6, Fascículo 2. (2008). Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14405/8310>>. Acesso em 22 de outubro de 2018.

SAVIANI, D. Escola e democracia. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

SILVA, Marco. **Sala de Aula Interativa: Educação, Comunicação, Mídia Clássica.** 6ª Ed. - São Paulo: Edições Loyola, 2012.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação.** 9ª. ed. rev. – São Paulo: Érica, 2012.

TATON, R. **O cálculo mental** (Tradução M. A. Videira). Lisboa: Arcádia, 1969.

TEIXEIRA, S. F. A; VAZ, M. O. **Jogos matemáticos.** 1ª ed. Goiânia: Gev, 2001.

VALE, Ana Cristina de Souza Et Al. **Estimulando o Cálculo Mental: Jogo do Resto.** Disponível em: <[http://docs.uninove.br/arte/I\\_CIPPEB/pdf\\_posteres/ESTIMULANDO%20O%20C%3%81LCULO%20MENTAL%20-%20O%20JOGO%20DO%20RESTO.pdf](http://docs.uninove.br/arte/I_CIPPEB/pdf_posteres/ESTIMULANDO%20O%20C%3%81LCULO%20MENTAL%20-%20O%20JOGO%20DO%20RESTO.pdf)> Acesso em: 19 de março de 2018.

VANNUCCHI, Hélia. **Discutindo o conceito de Gameplay.** Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/textodigital/article/viewFile/1807-9288.2009v5n2p130/13190>> Acesso em: 22 de outubro de 2018.



## APÊNDICE A - Questionário perfilar

### Matemática em campo

A \_\_\_\_ E \_\_\_\_

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino ☐ ou Feminino ☐

#### Questionário

1-Você utiliza computador, celular ou outro equipamento eletrônico em casa?

Sim ou não: \_\_\_\_\_ Quais: \_\_\_\_\_

2- Quais tipos de jogos você mais gosta:

( ) Aventura ( ) Educativo ( ) Estratégia ( ) Esporte ( ) Ação

3-Marque o quanto você gosta de matemática?

MUITO POUCO ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 GOSTA MUITO

4- Você costuma estudar matemática?

( ) apenas para atividades da escola ( ) porque os pais mandam ( ) por iniciativa própria

APÊNDICE B - Questionário pré-teste- página 1

Testando a CUCA!!!

5 – Resolva as operações a seguir, marcando o nível de dificuldade correspondente a questão, enquanto estiver se sentindo estimulado:

12 + 13 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
27 + 52 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
48 + 51 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
16 + 20 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
19 + 17 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
05 + 98 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
06 + 13 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
05 + 25 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
07 + 30 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
33 + 15 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
68 + 10 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
15 + 25 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
76 + 48 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
21 + 56 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

45 + 80 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
11 + 57 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
94 + 35 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
70 + 30 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
68 + 20 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
39 + 01 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
65 + 56 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
55 + 35 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
64 + 17 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
38 + 4 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
27 + 3 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
46 + 34 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
57 + 34 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
45 + 60 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

79 + 21 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
30 + 80 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
29 + 81 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
80 + 63 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
72 + 49 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
18 + 38 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
56 + 14 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
23 + 23 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
50 + 60 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
99 + 99 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
54 + 68 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
72 + 29 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
80 + 47 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
36 + 44 =	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

## APÊNDICE C - Questionário pré-teste- página 2

97 + 23 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
61 + 25 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
48 + 33 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
16 + 17 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
35 + 44 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
67 + 55 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
20 + 71 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
46 + 95 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
83 + 13 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
22 + 45 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
76 + 46 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
92 + 38 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
41 + 59 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
38 + 77 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
16 + 27 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
36 + 98 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
61 + 97 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
19 + 37 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
48 + 24 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
80 + 68 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
44 + 33 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
99 + 99 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
77 + 22 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
20 + 36 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
21 + 89 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
46 + 78 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
53 + 98 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
52 + 77 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
6 + 85 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
45 + 39 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
35 + 65 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
03 + 74 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
38 + 53 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
46 + 29 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
76 + 34 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
51 + 09 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
64 + 6 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
53 + 44 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
25 + 62 =	<input type="text"/> 2 3 4 5

26 + 19 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
08 + 04 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
38 + 37 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
66 + 97 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
82 + 44 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
39 + 65 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
23 + 58 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
26 + 41 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
72 + 46 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
58 + 77 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
45 + 35 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
38 + 22 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
90 + 73 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
49 + 77 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
22 + 49 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
63 + 47 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
32 + 54 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
54 + 19 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
60 + 88 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
26 + 44 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
25 + 13 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
45 + 39 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
28 + 78 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
57 + 66 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
42 + 87 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
61 + 59 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
32 + 47 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
26 + 53 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
48 + 63 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
54 + 22 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
31 + 68 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
49 + 57 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
36 + 22 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
42 + 25 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
32 + 23 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
76 + 92 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
49 + 33 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
13 + 24 =	<input type="text"/> 2 3 4 5
83 + 67 =	<input type="text"/> 2 3 4 5

## APÊNDICE D – Exemplos de relatórios de atividades dos alunos gerado pelo CALCUCA

```

tempos:
-> Q1 = 36,3seg -> num1 = 14      num2 = 17      resul = 31      Selec = 29      //////////// ERRO //
-> Q2 = 22,8seg -> num1 = 14      num2 = 6        resul = 20      Selec = 20      // ACERTO //////////
-> Q3 = 5,7seg  -> num1 = 15      num2 = 15      resul = 30      Selec = 30      // ACERTO //////////
-> Q4 = 32,1seg -> num1 = 17      num2 = 19      resul = 36      Selec = 36      // ACERTO //////////
-> Q5 = 12,2seg -> num1 = 11      num2 = 9        resul = 20      Selec = 20      // ACERTO //////////
-> Q6 = 17,1seg -> num1 = 76      num2 = 63      resul = 139     Selec = 139     // ACERTO //////////
-> Q7 = 13,6seg -> num1 = 63      num2 = 34      resul = 97      Selec = 97      // ACERTO //////////
-> Q8 = 21,0seg -> num1 = 26      num2 = 57      resul = 83      Selec = 83      // ACERTO //////////
-> Q9 = 24,1seg -> num1 = 78      num2 = 37      resul = 115     Selec = 111     //////////// ERRO //
-> Q10 = 13,8seg -> num1 = 46      num2 = 20      resul = 66      Selec = 66      // ACERTO //////////
-> Q11 = 16,4seg -> num1 = 77      num2 = 82      resul = 159     Selec = 159     // ACERTO //////////
-> Q12 = 16,4seg -> num1 = 73      num2 = 89      resul = 162     Selec = 155     //////////// ERRO //
-> Q13 = 24,6seg -> num1 = 74      num2 = 97      resul = 171     Selec = 171     // ACERTO //////////
-> Q14 = 9,0seg  -> num1 = 84      num2 = 86      resul = 170     Selec = 170     // ACERTO //////////
-> Q15 = 5,2seg  -> num1 = 95      num2 = 95      resul = 190     Selec = 190     // ACERTO //////////
-> Q16 = 9,9seg  -> num1 = 87      num2 = 89      resul = 176     Selec = 176     // ACERTO //////////
-> Q17 = 3,6seg  -> num1 = 81      num2 = 89      resul = 170     Selec = 170     // ACERTO //////////
-> Q18 = 7,4seg  -> num1 = 96      num2 = 93      resul = 189     Selec = 189     // ACERTO //////////
-> Q19 = 13,1seg -> num1 = 93      num2 = 84      resul = 177     Selec = 177     // ACERTO //////////
-> Q20 = 6,6seg  -> num1 = 86      num2 = 87      resul = 173     Selec = 173     // ACERTO //////////
-> Q21 = 6,2seg  -> num1 = 88      num2 = 87      resul = 175     Selec = 175     // ACERTO //////////
-> Q22 = 3,2seg  -> num1 = 86      num2 = 90      resul = 176     Selec = 176     // ACERTO //////////
-> Q23 = 4,4seg  -> num1 = 97      num2 = 82      resul = 179     Selec = 179     // ACERTO //////////
-> Q24 = 4,9seg  -> num1 = 93      num2 = 89      resul = 182     Selec = 182     // ACERTO //////////
-> Q25 = 4,2seg  -> num1 = 94      num2 = 97      resul = 191     Selec = 191     // ACERTO //////////

-----
|      Totais:      >> ACERTOS: 22      >> ERROS: 3      >> TEMPO: 333,8 segundos      |

```

```

tempos:
-> Q1 = 2,6seg -> num1 = 14    num2 = 17    resul = 31    Selec = 31    // ACERTO //////////
-> Q2 = 2,6seg -> num1 = 4     num2 = 6     resul = 10    Selec = 10    // ACERTO //////////
-> Q3 = 2,7seg -> num1 = 5     num2 = 5     resul = 10    Selec = 10    // ACERTO //////////
-> Q4 = 4,4seg -> num1 = 17    num2 = 9     resul = 26    Selec = 26    // ACERTO //////////
-> Q5 = 4,1seg -> num1 = 11    num2 = 19    resul = 30    Selec = 30    // ACERTO //////////
-> Q6 = 2,4seg -> num1 = 66    num2 = 63    resul = 129   Selec = 129   // ACERTO //////////
-> Q7 = 2,3seg -> num1 = 63    num2 = 44    resul = 107   Selec = 107   // ACERTO //////////
-> Q8 = 3,1seg -> num1 = 26    num2 = 77    resul = 103   Selec = 103   // ACERTO //////////
-> Q9 = 9,8seg -> num1 = 38    num2 = 57    resul = 95    Selec = 95    // ACERTO //////////
-> Q10 = 2,9seg -> num1 = 36   num2 = 60    resul = 96    Selec = 96    // ACERTO //////////
-> Q11 = 2,7seg -> num1 = 87   num2 = 82    resul = 169   Selec = 169   // ACERTO //////////
-> Q12 = 2,3seg -> num1 = 73   num2 = 79    resul = 152   Selec = 152   // ACERTO //////////
-> Q13 = 2,9seg -> num1 = 94   num2 = 97    resul = 191   Selec = 191   // ACERTO //////////
-> Q14 = 2,5seg -> num1 = 94   num2 = 96    resul = 190   Selec = 190   // ACERTO //////////
-> Q15 = 2,7seg -> num1 = 85   num2 = 95    resul = 180   Selec = 180   // ACERTO //////////
-> Q16 = 5,1seg -> num1 = 97   num2 = 89    resul = 186   Selec = 186   // ACERTO //////////
-> Q17 = 2,6seg -> num1 = 91   num2 = 89    resul = 180   Selec = 180   // ACERTO //////////
-> Q18 = 1,9seg -> num1 = 86   num2 = 83    resul = 169   Selec = 169   // ACERTO //////////
-> Q19 = 4,0seg -> num1 = 83   num2 = 94    resul = 177   Selec = 177   // ACERTO //////////
-> Q20 = 4,6seg -> num1 = 86   num2 = 87    resul = 173   Selec = 173   // ACERTO //////////
-> Q21 = 3,4seg -> num1 = 98   num2 = 97    resul = 195   Selec = 195   // ACERTO //////////
-> Q22 = 2,4seg -> num1 = 96   num2 = 80    resul = 176   Selec = 176   // ACERTO //////////
-> Q23 = 2,2seg -> num1 = 87   num2 = 82    resul = 169   Selec = 169   // ACERTO //////////
-> Q24 = 2,5seg -> num1 = 93   num2 = 89    resul = 182   Selec = 182   // ACERTO //////////
-> Q25 = 4,0seg -> num1 = 94   num2 = 97    resul = 191   Selec = 191   // ACERTO //////////
-----
| Totais:      >> ACERTOS: 25    >> ERROS: 0    >> TEMPO: 82,7 segundos |

```