

Adaptação de um jogo de lógica físico para o meio digital

Marco Aurélio Bigélli

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brazil

Macardoso95@gmail.com

Lucy Mary Tabuti

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brazil

lucymari@gmail.com

Ricardo Nakamura

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brazil

Ricardo.nakamura@poli.usp.br

ABSTRACT

Logic games are an interesting tool to encourage the exercise of logical reasoning skills in children and teenagers. Therefore, originally physical games must be adapted for digital devices, so that this potential may be explored beyond the limits imposed by the physical world. This paper proposes a method for this adaptation to be done without hindering the learning process, and uses as an example the development of an Android app for the Rubik's Cube. Results obtained this far are satisfactory, but new research is required to further evaluate this method.

RESUMO

Jogos de lógica são uma ferramenta interessante para incentivar o exercício das habilidades do raciocínio lógico em crianças e adolescentes. Portanto, jogos originalmente físicos devem ser adaptados para dispositivos digitais, para que se possa aproveitar esse potencial além dos limites impostos pelo meio físico. Este artigo propõe um método para que essa adaptação seja feita sem prejudicar o aprendizado, usando como exemplo o desenvolvimento de um aplicativo Android para o Cubo Mágico. Os resultados obtidos até o momento são satisfatórios, mas novos estudos são necessários para avaliar esse método.

CCS Concepts

• **Human-centered computing~Empirical studies in HCI**
• **Applied computing~Education** • *Theory of computation~Logic*

General Terms

Human Factors, Design, Experimentation

Keywords

Jogos de Lógica, Raciocínio Lógico, Adaptação Digital

1. INTRODUÇÃO

Jogos de lógica sempre foram uma ferramenta poderosa para incentivar o raciocínio lógico. Muito antes de a tecnologia digital colocar milhares de jogos à disposição de qualquer dono de smartphone, o ser humano já voltava seus olhos para desafios de lógica em mídia física. Dentre esses desafios está o Cubo Mágico, que sequer foi inventado com o objetivo de prover entretenimento, mas cativou o interesse de jovens, matemáticos e educadores do mundo inteiro.

De fato, quebra-cabeças de lógica têm um relevante potencial para a educação, especialmente com um público mais jovem, pois permitem a aplicação e desenvolvimento de habilidades importantes do raciocínio de forma lúdica e interativa [1].

Por isso, existe a necessidade de adaptar os puzzles de lógica originados em mídia física para o meio digital. Para Blind [2], é preciso, inclusive, que uma metodologia específica seja seguida durante esta tarefa, para que a aplicação das habilidades e competências do raciocínio no jogo não sejam prejudicadas na conversão.

O cubo mágico foi utilizado como exemplo neste estudo, pois a sua solução passa por diversas habilidades do raciocínio e, embora o jogo já exista em meio digital, as implementações existentes não necessariamente seguiram ou documentaram um método que priorizasse a aplicação das habilidades cognitivas.

2. TEORIA

2.1 Jogos de lógica e o cubo mágico

Segundo Martins [3], jogos de lógica são desafios que requerem o uso de raciocínio lógico para a sua solução. Tais desafios são usualmente apresentados na forma de um cenário e um conjunto de regras se aplicam a esse cenário. O objetivo do jogador é atingir um estado objetivo partindo de um estado inicial, obedecendo às regras.

Esse modelo pode ser facilmente usado para descrever o cubo mágico. O quebra-cabeças (vide figura 1) é composto de 26 cubos menores, atrelados a um mecanismo que permite a rotação de qualquer camada. O objetivo é, usando esses movimentos, posicionar as peças de forma que cada face contenha apenas adesivos da mesma cor.

A solução desse problema é praticamente impossível por meio de algoritmos de força bruta, dado o elevado número de estados que se pode atingir. Em vez disso, diversos métodos de solução já foram desenvolvidos, e usualmente passam pela solução de seções menores do cubo em sequência, de forma que determinada etapa não afeta as partes já resolvidas em etapas anteriores.

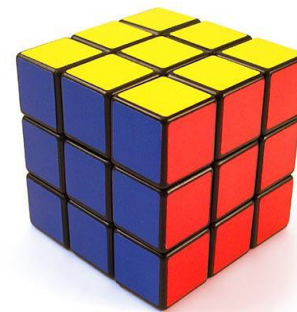


Figura 1: Cubo mágico

2.2 Habilidades cognitivas

As competências e habilidades do raciocínio lógico, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais [4] e elencadas por Blind [2], estão relacionadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Competências e habilidades do pensamento

Competência	Descrição da habilidade	
Análise	H1	Habilidade em resolver um problema complexo dividindo-o em subproblemas mais simples, com soluções mais imediatas
	H2	Habilidade da recomposição dos resultados gerados para a solução do problema mais complexo
Síntese	H3	Habilidade em juntar as informações e dados de um problema que sejam de naturezas diferentes
	H4	Habilidade em avaliar a deficiência dessas informações para determinar a solução
	H5	Habilidade em descobrir a falta de outras informações necessárias para a resolução do problema
	H6	Habilidade em priorizar essas informações para o desenvolvimento até atingir a solução
	H7	Habilidade em ordenar essas informações de forma a obter uma sequência de desenvolvimento até atingir a solução
Inferência	H8	Habilidade em descobrir padrões em um conjunto de informações
	H9	Habilidade em aplicar novamente determinada informação de forma a agregar novas informações à estrutura de padrões existente
	H10	Habilidade em aplicar novamente determinada informação de forma a agregar novas informações num conjunto que preserve a estrutura de padrões existente

Relacionando a tabela acima à resolução do cubo mágico, as seguintes habilidades do raciocínio foram identificadas como principais, juntamente com as justificativas para tal:

- H1 e H2: Como já mencionado, a maioria dos algoritmos de solução requer a divisão em subproblemas e em seguida sua recomposição;
- H7: A solução ocorre por meio de sequências fixas de movimentos, que devem ser ordenadas de acordo com o estado do cubo;
- H8: A identificação dos problemas a serem tratados parte do reconhecimento dos padrões de cores, já que nem sempre é possível processar toda a informação presente no cubo ao mesmo tempo.

Portanto, o cubo mágico se mostra versátil quanto às habilidades do raciocínio exercitadas, contemplando todas as competências citadas na Tabela I. A preservação do potencial didático do jogo depende fortemente dessas características, que deverão ser respeitadas durante o projeto do jogo digital.

2.3 Interface com Usuário e Interação Humano-Computador

Interação humano-computador é definida como o processo através do qual informações são transmitidas entre usuário e máquina durante a operação. A interface com o usuário consiste em um conjunto de ícones, botões, textos e imagens através dos quais se dá a interação.

Para Carvalho [5], o estabelecimento dessa interação não é uma tarefa simples e a preocupação com a facilidade operativa é insuficiente entre os desenvolvedores de software. Além disso, o autor afirma que a dificuldade em se operar interfaces sofisticadas exclui parte da sociedade da tecnologia de informação, o que é inconsistente com a função didática do jogo de lógica, que deve ser a mais inclusiva possível. Assim, é essencial considerar a criação de interfaces de uso fácil, mesmo por pessoas que não estejam adaptadas ao universo digital.

Os jogos de lógica físicos têm a vantagem de apresentarem, a priori, uma interface funcional para transmissão de informações do jogo para o jogador. Isto é, uma interface digital que seja suficientemente parecida com o jogo físico, mostrando a posição e orientação de todas as peças, deverá garantir a interação no sentido do computador para o humano.

A interação no outro sentido, no entanto, não é tão simples. Por mais avançados que sejam os dispositivos de entrada, não é possível, pelo menos até o momento, recriar digitalmente com precisão as mesmas ações que ocorrem no meio físico. Dessa forma, é necessário fazer simplificações para que a manipulação seja possível, priorizando os aspectos da interação ligados ao aprendizado.

2.4 Teorias de Aprendizagem

Outro tema a se considerar na adaptação de um jogo físico para o meio digital, com finalidades didáticas, é a forma como se dá o aprendizado. Diversas teorias já foram desenvolvidas nesse respeito, cobrindo diferentes aspectos do campo.

A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel sugere que só existe aprendizado de fato quando é possível relacionar o conteúdo estudado ao conhecimento prévio do aluno [6]. Essa suposição é compatível com a ideia dos jogos de lógica, já que eles propõem problematizações sobre cenários do mundo real, e portanto mantêm relação direta com o conhecimento prévio do jogador.

Vygotsky, em sua concepção sócio-construtivista do aprendizado, ressalta a necessidade de interação para garantir o desenvolvimento do raciocínio [7]. Usualmente, o mediador do conhecimento é o professor em sala de aula, mas os jogos digitais possibilitam a criação de atividades interativas que dispensam a presença de um terceiro.

Por fim, é interessante mencionar a concepção de inteligência de Feuerstein, que consiste na capacidade de aplicar conhecimentos prévios a situações novas. Novamente, essa visão é condizente com o ambiente dinâmico proporcionado pelos jogos digitais.

Dessa forma, conclui-se que jogos digitais de lógica desenvolvidos a partir de jogos físicos têm o potencial para ser uma poderosa ferramenta didática, visto que contemplam requisitos do aprendizado originadas de diversas concepções diferentes.

3. ADAPTAÇÃO DO CUBO MÁGICO

O método utilizado na adaptação é composto por quatro etapas, que estão descritas a seguir. A divisão tem a função de isolar

elementos relativos à interação humano-computador presentes no jogo, de forma que quaisquer problemas possam ser identificados e solucionados de forma independente.

3.1 Escolha das Ferramentas

Nessa etapa, são escolhidas tanto as ferramentas de projeto (como *frameworks* e linguagens de programação), quanto os dispositivos a serem utilizados para o jogo, trazendo à tona as virtudes e limitações que devem ser esperadas no projeto.

Optou-se pela criação do jogo na forma de aplicativo, para garantir a facilidade de distribuição, que é um dos objetivos da adaptação digital. Além disso, a manipulação em touchscreen é, muitas vezes, mais intuitiva que aquela em outros dispositivos de entrada.

A implementação em si foi realizada utilizando o Unity3D, que permite e facilita o projeto orientado a objetos, com todas as práticas e ferramentas que o acompanham.

3.2 Estruturação do Jogo

Em seguida, é necessário estabelecer a interação humano-computador no sentido de passar as informações do jogo para o jogador. Isto se dá por meio da criação de uma estrutura, pela forma como a informação do jogo é armazenada e apresentada.

O cubo mágico possui estrutura relativamente simples, bastando que estejam representadas na interface a posição e orientação de todas as peças. Porém, a visualização do cubo em uma tela plana não é tão simples quanto no meio físico, e pode provocar alguns problemas. Um defeito comum em aplicativos semelhantes é, por exemplo, que o cubo fique desalinhado em relação à tela, ou esconda algumas faces sem necessidade, prejudicando a interação.

Por esse motivo, optou-se por manter três faces do cubo visíveis a qualquer momento (exceto durante as animações). Dessa forma, maximiza-se a disponibilidade de informações sobre o estado do quebra-cabeça durante o jogo.

3.3 Definição dos Controles

Na sequência, devem ser definidas as operações que o usuário pode realizar sobre a estrutura do jogo, completando a interação humano-computador.

Considerando o quebra-cabeça original, é necessário que o jogador possa rotacionar qualquer uma das faces do cubo, além de girá-lo para vê-lo de outros ângulos.

A interface tradicionalmente usada em aplicativos realiza ambas essas tarefas por meio de toques na tela. Porém, esses comandos são muito similares, o que tende a provocar erros na manipulação. Em um quebra-cabeça que depende altamente da sequência de movimentos, tais erros ferem gravemente o exercício da habilidade H7 da tabela 1. Para corrigir esse problema, reservou-se o comando de toque apenas para a rotação do cubo, e foram propostas duas formas de controlar a rotação de faces.

A primeira (vide figura 2) contém botões identificados para cada face do cubo, e cada botão provoca a rotação da face correspondente. A rotação ocorre em sentido horário, a não ser que outro botão (*shift*), do lado oposto da tela, esteja pressionado, o que inverte o sentido da rotação.

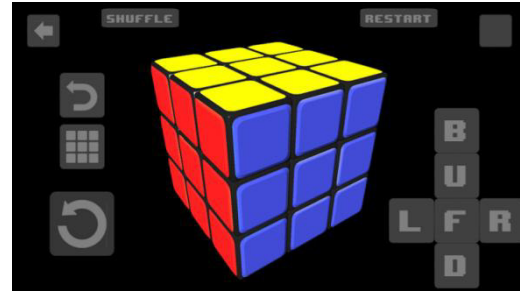


Figura 2: Comandos com *shift* e botões

A segunda opção (vide figura 3) consiste em uma “alavanca”, à esquerda na figura, e dois botões, à direita. O jogador deve selecionar uma face, puxando a alavanca na direção correspondente, e então pressionar um dos botões, que rotacionam a face selecionada nos sentidos indicados.

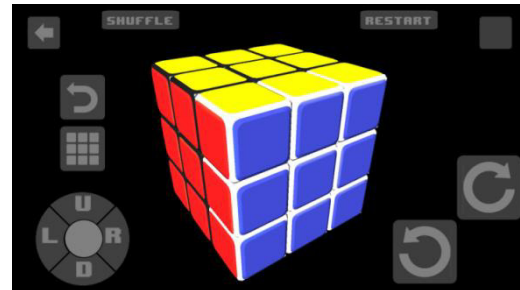


Figura 3: Comandos com alavanca e botões

O objetivo da implementação de duas interfaces diferentes é acomodar o maior número possível de formas de raciocínio por parte dos jogadores. A primeira interface traz uma abordagem mais formal, pela identificação dos movimentos por meio de código (nomes das faces), enquanto a segunda é mais intuitiva, ao identificar movimentos pela região do cubo afetada.

3.4 Expansão da Proposta Original

Finalmente, com o objetivo de aperfeiçoar a experiência do jogador no aplicativo, foram implementadas algumas ferramentas que não estão presentes no quebra-cabeça físico, mas que podem ser úteis para a solução. São elas:

- Embaralhamento automático, que elimina a necessidade de embaralhar o quebra-cabeça manualmente;
- Visão de todas as faces ao mesmo tempo, para compensar a maior dificuldade de manipulação;
- Botão desfazer, para corrigir movimentos incorretos sem a necessidade de identificá-los.

De forma geral, buscou-se com isso eliminar algumas inconveniências presentes no jogo original, sem afetar em grande medida a jogabilidade em si.

4. TESTES PRELIMINARES

4.1 Participantes

Os primeiros testes do aplicativo foram realizados com estudantes de graduação na área de tecnologia, que tinham conhecimento sobre o uso de aplicativos em dispositivos móveis. O experimento foi realizado em dois grupos distintos, um com experiência na resolução do cubo mágico, e outro sem. O tamanho da amostra não é suficiente para obter resultados definitivos, mas apenas indicar algumas tendências, para que quaisquer problemas graves possam ser identificados e corrigidos antes de um teste em maior escala.

4.2 Roteiro Experimental

Os testes seguiram o roteiro abaixo:

0. (Apenas para participantes sem conhecimento prévio) Apresentação do cubo mágico, nomenclatura das faces, e do algoritmo de solução a ser aplicado;
1. Aplicação da sequência de solução para a última etapa do algoritmo de Fridrich (orientação dos cantos superiores), tanto no cubo físico como no aplicativo;
2. Resposta a um questionário.

A tarefa a ser realizada, embora simples, aborda todas as habilidades do raciocínio identificadas na seção 2.2. O jogador deve identificar os subproblemas a serem tratados, que no caso são cada uma das peças orientadas incorretamente, e então aplicar as sequências de movimentos adequadas de acordo com o padrão de cores observado. A figura 4 mostra a situação em que se encontra o cubo mágico no início do experimento. Observe que apenas os cantos superiores estão rotacionados, embora estejam na posição correta.

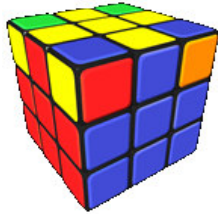


Figura 4: Última etapa da resolução do cubo mágico

Durante o passo 1, foram feitas observações sobre a velocidade e a ocorrência de erros na solução. O questionário do passo 2 procurava obter a opinião dos participantes sobre a interface apresentada no aplicativo e sobre a aplicação das habilidades cognitivas durante o seu uso.

4.3 Resultados

O teste apontou algumas diferenças e semelhanças entre os dois grupos analisados. As seguintes tendências foram observadas.

- Os participantes com experiência tendem a preferir e obter resultados melhores no cubo físico que no aplicativo. O contrário foi observado com os participantes sem experiência;
- Não foram apontadas deficiências na interface que impedem o uso do aplicativo, por nenhum grupo.
- As ferramenta de desfazer o último movimento foi útil, especialmente entre os participantes sem experiência.

4.4 Discussão

Os resultados obtidos, embora em parte já esperados, colocam em evidência algumas questões importantes.

Em primeiro lugar, a diferença entre os grupos com e sem experiência com o cubo mágico deve ser analisada. Segundo os próprios participantes, a memória motora tem grande relevância nesse ponto, já que os jogadores experientes tendem a associar as sequências de movimentos no cubo ao movimento das mãos, e não mais às descrições em termos de faces. Porém, deve-se ressaltar que o principal público-alvo de um aplicativo didático é, justamente, pessoas sem experiência, e portanto a importância de uma implementação está no quão rápido é possível aprender a usá-la. Nesse caso, o jogo digital obteve maior sucesso que o físico.

Além disso, as interfaces digitais apresentadas parecem corresponder às expectativas dos usuários, já que não foram observados defeitos que impedissem a manipulação ou a solução.

5. CONCLUSÕES

A adaptação de jogos de lógica do meio físico para o digital abre portas para uma nova maneira de se estimular o raciocínio lógico em crianças e adolescentes. Atividades antes limitadas à mídia física, como a resolução do quebra-cabeça apresentado e de muitos outros que estão caindo em desuso, podem ser compartilhadas, acompanhadas e expandidas de formas que apenas o software permite.

Este projeto apresentou resultados interessantes até o momento. De fato, jogo digital foi implementado sem complicações seguindo a metodologia proposta, e mostrou-se de fácil utilização mesmo por parte de usuários sem experiência na resolução do Cubo Mágico.

Porém, isso ainda não significa que o método utilizado é adequado para a adaptação digital para uso didático. Para verificar esse fato, novas pesquisas deverão ser realizadas para determinar até que ponto o jogo de lógica manteve o seu potencial didático. Neste caso, uma metodologia de pesquisa e um roteiro de execução serão adotados para determinar quais os resultados de interface com o usuário, interação humano-computador e de competências e habilidades de raciocínio lógico espera-se determinar.

6. REFERÊNCIAS

- [1] A. P. Silva, V. F. Martinz, C. Dutra, T. L. A. Machado and F. A. A. Araújo, "Gamificação para melhoria do engajamento no ensino médio integrado," in *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital - SBGames*, Teresina, 2015.
- [2] Blind
- [3] W. S. Martins, *Jogos de Lógica: divirta-se e prepare-se para a Olimpíada Brasileira de Informática*, Goiás: Editora Vieira, 2011.
- [4] Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, *Parâmetros nacionais de qualidade para a educação infantil*, Brasília, 2006.
- [5] J. O. F. Carvalho, "O papel da interação humano-computador na inclusão social," *Transinformação*, vol. 15, pp. 75-89, 2003.
- [6] A. Pelizzari, M. d. L. Kriegl, M. P. Baron, N. T. L. Finck and S. I. Dorocinsky, "Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel," *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, vol. 2, no. 1, pp. 37-42, 2002.
- [7] V. A. T. Boiko and M. A. T. Zamberlan, "A perspectiva sócio-construtivista na psicologia e na educação: o brincar na pré-escola," *Psicologia em Estudo*, vol. 6, no. 1, pp. 51-58, 2001.