



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



O Cubo de Rubik como ferramenta de suporte no aprendizado de programação

João Roberto de Toledo Quadros
jquadros80@gmail.com
CEFET-RJ

Laura Cristina de Toledo Quadros
lctq@gmail.com
UERJ

Resumo:Esse trabalho apresenta uma proposta de método de ensino de programação no qual, através do uso de um elemento lúdico pertencente ao universo extraclasse, no caso o Cubo de Rubik, aproximou-se uma prática do cotidiano do aluno aos conceitos de lógica e programação. A proposta foi trazer para dentro da sala aula um instrumento, que pertencesse ao universo cognitivo do aluno fora do mundo escolar, e fazer com que ele fosse útil na retenção e aplicação do conhecimento ministrado. Aproveitou-se da experiência de alunos, que já conheciam o Cubo de Rubik como jogo e diversão, e da empatia por essa ferramenta, para transferir essa prática espontânea para dentro da sala de aula e utilizar-se disso para incrementar o ensino de programação. Os alunos foram incentivados a jogar e através disso aprender os mecanismos associados à lógica e programação, uma vez que esse jogo, que não é eletrônico, tem por base o uso de raciocínio lógico e fundamenta-se em sequência de passos. O objetivo não foi apresentar um novo algoritmo de solução, mas fazer com que uma ferramenta que não pertencesse ao mundo da escola, mas ao mundo do aluno, pudesse melhorar o desempenho nas disciplinas de programação de um curso de informática através do incentivo de acesso e uso da mesma. Dessa forma, o aluno ao lidar com algo extraído de seu cotidiano lúdico, tornou menos reativo ao aprendizado, o que também gerou um comportamento mais participativo nas atividades do curso. Procurou-se medir a melhoria do desempenho através do acompanhamento dos graus de avaliações das disciplinas de programação ao longo de dois anos e meio em um curso de informática. Também foi aplicado questionários para possibilitar ter-se uma vertente qualitativa do estudo. Como resultado secundário foi proposto um algoritmo de solução do problema, que serviu para mostrar que ao trazer o mundo do aluno para a sala de aula pode-se ter uma ferramenta de ajuda contra a reatividade às

disciplinas mais complexas.

Palavras Chave: Ensino - Programção - Informática - Cubo de Rubik -



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
1914 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1. INTRODUÇÃO

As disciplinas de programação nos diversos cursos, no qual são aplicadas, constituem-se em disciplinas com alto grau de dificuldade e que geram alto índice de reprovação e até mesmo de desmotivação em relação e esses cursos (SANTOS & COSTA,2006). Existem alguns trabalhos que procuram encontrar métodos que reduzam essas dificuldades e consigam tornar essas disciplinas menos traumáticas (BORGES,2000) (DELGADO,2004) (QUADROS, 2012).

Percebe-se que a rejeição a essas disciplinas ocorre no momento em que elas são apresentadas aos novos alunos, nos primeiros períodos. Um problema encontrado é conseguir fazer-los entender a programação estruturada, com o uso de comandos de decisão ou repetição, entre outros componentes de um algoritmo, como sendo algo que pertença ao mundo desses alunos.

Existe uma dificuldade inata à disciplina, que, utilizando os métodos tradicionais de ensino, impede que os alunos percebam o quanto de sua vida normal possui componentes bem complexos que pode ser associados a soluções algorítmicas.

Um método de estímulo o ensino de programação se dá através de ministrar a programação associada à confecção de jogos eletrônicos simples, com uma viés mais lúdica (DELGADO,2004) (QUADROS,2012). Apesar de esse modo ter sua eficiência para estimular o desenvolvimento nessas disciplinas, ele ainda prescinde que os alunos estejam inseridos no contexto do mundo da programação, com conceitos nem sempre próximos ao seu mundo do dia-a-dia.

A motivação para esse nosso estudo partiu da observação de como interesses particulares dos alunos podem ajuda-los no entendimento do mundo da programação. Dentro de elemento que fazia parte, naquele instante, do universo ao qual um grupo específico de alunos estava inserido, procurou-se realizar uma conexão entre esse interesse particular dos alunos com o mundo da programação.

Percebeu-se que, em uma turma de informática de ensino médio-técnico, de uma instituição pública de ensino, havia um grupo que demonstrava um grande interesse no quebra-cabeça conhecido como Cubo de Rubik (CINOTO, 2013), alguns, inclusive, com prática no jogo. Esse interesse se apresentou desde as primeiras semanas do ano letivo, e, em um grupo bem delimitado, foi uma prática que antecedia a própria escolha para o curso de informática.

O Cubo de Rubik é jogo da família dos quebra-cabeças, que faz uso de mecanismos, a princípio, aleatórios, para atingir uma determinada solução, que pode ser de variadas formas, tais como: fazer cada face do cubo ficar de uma cor, fazer apenas uma face ficar de uma cor, fazer as faces ficarem com cores entrelaçadas em cruz, completar uma linha, completar uma coluna, e assim por diante, tendo múltiplas formas de se jogar. Ele se apresenta com elementos, associados ao modo como se joga e com seus objetivos, que pertencem ao universo de soluções algorítmicas, pois o jogo faz uso de raciocínio lógico, da busca de soluções a partir de passos sequências e da busca de soluções no menor espaço de tempo.

Uma vez identificado que essa ferramenta pertencia ao mundo do dia-a-dia desse grupo de alunos, foi se construindo uma forma de se usar esse elemento como uma ligação para o ensino de desenvolvimento de algoritmos e programas.

O foco desse estudo foi em demonstrar como esse um instrumento lúdico pertencente ao universo particular do aluno poderia servir de estímulo no ensino de programação e que ao se aproveitar desse elemento como forma de ajuda nessa disciplina, poder-se-ia alcançar bons resultados no aproveitamento da mesma.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
19 a 21 de outubro de 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



A abordagem inicial foi usar a dedicação e o interesse de alguns deles a esse jogo, realizar a ligação entre a prática dele com uso de raciocínio lógico e incentivar outros alunos a jogá-los. Essa abordagem foi facilitada por conta dos próprios alunos realizarem estudos de como achar as melhores soluções para o jogo.

A ligação entre o mundo do jogo e dos algoritmos consistiu, numa primeira fase, de ajuda-los a identificar o modo de utilizar passos ordenados e sequências lógicas para se chegar a uma solução. Uma dificuldade encontrada foi a não legitimação do jogo como um recurso didático, especialmente no ensino médio, o que influencia negativamente sua aceitação imediata, como uma ferramenta de ensino. A ideia deste não ser um jogo eletrônico, mas nem por isso menos divertido e competitivo, muitas vezes foi visto como um impedimento, já que o professor não conseguia se desvincular da noção de seriedade vinculada a forma lúdica de aprendizado.

Como fundamento para a utilização desse recurso no processo de aprendizagem, apoiamos-nos nos conceitos da Psicologia Gestalt, ou Psicologia da Forma (KOHLENER, 1990), que enfatiza a experiência como base fundamental para a percepção. Assim, o que percebemos não seria fruto de uma acumulação de dados, mas sim um processo organizado dinamicamente dotado de sentido e valor. Portanto, a aprendizagem seria uma construção favorecida e organizada pela experiência vivida. Dessa forma a relação aluno-ensino-professor foi favorecida pela aproximação de conteúdos teóricos com um recurso familiar ao contexto do aluno levando a tomada de consciência sobre como um comportamento já conhecido e dominado espontaneamente pode ser associado ao aprendizado de uma técnica sofisticada presente na lógica da programação. Procurou-se melhorar o estímulo do aprendizado utilizando uma experiência que pertencesse ao mundo particular extraclasse dos alunos, nesse caso, a empatia pelo Cubo de Rubik.

Para desconstruir qualquer reatividade, a prática do uso Cubo de Rubick o jogo foi proposto de uma forma voluntária, ou seja, os alunos escolhiam se queriam ou não utilizar essa ferramenta. Nesses casos, os alunos que já usavam a ferramenta, desde antes, foram os que cooptaram os outros que não estavam acostumados à ferramenta, deixando-os mais livres e confortáveis para o estudo em si.

Procuraram-se formas de medição que pudessem representar quantitativamente como os mecanismos de raciocínio lógico e resolução de problemas contidos nessa ferramenta incrementaram no aprendizado de programação, confirmando esse um artefato como um facilitador do aprendizado de disciplinas de programação. O que mostrou-se mais fácil de mesurar foram os graus das avaliações aplicadas na turma, comparando os que utilizaram o Cubo de Rubik, com os que não utilizaram. Essa mensuração acompanhou dois anos e meio de evolução dos alunos em disciplinas de programação.

Além disso, houve um componente qualitativo, configurando em um questionário aplicado a cada final de semestre, com visitas a observar a opinião dos alunos com relação ao uso dessa ferramenta como instrumento de estímulo ao ensino.

Esse trabalho está dividido em uma introdução, a apresentação das características do Cubo de Rubick, uma visão sobre os aspectos de incentivos para melhoria do aprendizado, uma proposta de algoritmo associada à ferramenta, realizada pelos alunos, análise dos resultados quantitativos e qualitativos e a conclusão.

2. O CUBO DE RUBICK

O cubo de Rubik (também chamado de Cubo Mágico) é um quebra-cabeça tridimensional, criado pelo húngaro, Erno Rubik no ano de 1974. Foi concebido para representar sobre a noção de simetria (precursor da Teoria de Grupos da matemática)

(ARFKEN & WEBER, 2001). Rubik inseriu no seu jogo conceitos comuns aplicados a quebra-cabeças já conhecidos, tais como o Tangram (TAGRAM, 2015).

O primeiro cubo montado por Rubik foi feito em madeira e tinha os seis lados pintados com cores distintas, para que quando suas faces fossem giradas, uma melhor visualização dos movimentos realizados fosse obtida.

A partir de 1978 o jogo começou a ser produzido, inicialmente sem nenhum incentivo. Houve uma rejeição no princípio, mas um ano depois o jogo conseguiu atingir uma publicidade considerável.

A nomenclatura de "cubo mágico" foi dada pelo próprio Rubik, contudo em 1980 o nome foi alterado pela *Ideal Toys* para Cubo de Rubik. Ainda neste ano, ganhou o prêmio alemão do "Jogo do Ano" (RUBIK, 2015).

O Cubo de Rubik atual é um cubo geralmente fabricado em plástico em várias versões, sendo a versão 3x3x3 a mais comum, que é composta por seis faces de seis cores diferentes com um total de 54 peças, com arestas de aproximadamente 5,5 cm. Existem outras versões menos conhecidas, tais como a 2x2x2, 4x4x4, a 7x7x7 entre outras, cada qual com seu grau de complexidade alterado pela quantidade de chances para se chegar ao objetivo.

Ainda hoje é considerado um dos brinquedos mais populares do mundo, atingindo um total de 300 milhões de unidades vendidas, bem como suas diferentes imitações. Sendo utilizado por pessoas de todas as idades e profissões.

Foram lançados mais de 60 livros para ajudar tais pessoas a resolver o problema (CINOTO, 2013). Nenhum outro quebra-cabeça teve tantos adeptos, o que o torna um brinquedo bem utilizado.

Em termos computacionais é considerado um problema de alta complexidade, aproximada ao tipo NP Completo (CORMEN, LEISERSON & STEIN, 2001), sem solução algorítmica única, no qual podem ser aplicados vários algoritmos para a solução do problema. Ou seja, não existe apenas um algoritmo ótimo para a solução do mesmo, sendo aplicado diversas formas de métodos heurísticos do tipo Algoritmos Gulosos, Grafos ou Programação Dinâmica (KLEINBERG & TARDOS, 2005) para procurar-se atingir o objetivo em menor número de movimentos. Diz-se que um algoritmo que consiga resolver qualquer Cubo de Rubik em um número menor único de movimentos possíveis deveria ser designado por "Algoritmo de Deus" (CINOTO, 2013), pois não existe, ainda, como precisar de modo absoluto qual seria esse número, a não ser que fosse via um ser superior, apesar de existirem trabalhos indicando um prognóstico mínimo de 18 movimentos (ARFKEN & WEBER, 1997).

Só o problema básico, que é de resolução um cubo de seis lados, permite ter 43 quintilhões de combinações possíveis que podem solucionar o problema, sendo que se, para cada uma das combinações, se tomasse um tempo de 10 segundos, seriam necessários cerca de 136.000 anos para atingir essa marca (KORF, 1997). O fato de haver muitas combinações possíveis não reduz a dificuldade em se atingir uma solução rápida, por isso esse jogo exige concentração, capacidade de observação e empenho em achar uma das soluções ótimas.

Contudo, justamente por não existir apenas uma solução ótima, a proposição para se empenhar em achar algum dos caminhos ótimo, aquele com um número pequeno de movimentos para resolver o cubo, fortalece o aprendizado de soluções algorítmicas complexas, transformando esse instrumento em uma boa ferramenta lúdica para ensino de programação.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
19 a 21 de outubro de 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



3. INCENTIVO DE APRENDIZADO: A RELAÇÃO ENSINO/ APRENDIZAGEM

Uma premissa importante a ser considerada no mundo da educação é de que a ação de apreender não pode estar descontextualizada das relações estabelecidas pelo homem com o seu mundo, ou seu dia-a-dia, ressalta-se aqui o caráter dinâmico e singular do processo ensino/aprendizagem. Historicamente, as teorias cognitivistas sustentam-se numa visão mecanicista que apontam a relação ensino/aprendizagem a partir de uma lógica reducionista de causa e efeito.

O movimento gestaltista, proposto por Wertheimer, Kofka e Kohler (1980), (PENNA, 1982) (MORAES, 2007), introduz uma noção mais dinâmica dessa relação, compreendendo que a percepção é um dos fundamentos essenciais dos processos cognitivos. Para essa abordagem teórica, “o todo é maior do que a soma das partes” e a relação entre o que percebe e o objeto percebido se dá pela atribuição de sentido e valor. Assim, a aprendizagem está conectada a esse princípio no qual se acredita que aprender precisa fazer sentido para quem aprende.

Nessa visão, o Cubo de Rubick foi percebido como um problema onde se podem aplicar algoritmos heurísticos de alta complexidade. Isto significa que, ao se buscar a solução ótima, um jogador se vê diante de um problema com várias possibilidades de solução e vários caminhos, sem que se possa determinar de forma fácil qual o melhor caminho para a solução. Pode-se, inclusive, criar partidas com algumas premissas, tais como: iniciar com uma face preenchida, ou com uma sequência intercalada pré-concebida, entre outras. Nesse contexto, considera-se o Cubo de Rubik, mais do que um recurso lúdico, mas sim um componente de aprendizado oriundo da experiência cotidiana do aluno, potencializando, portanto, as capacidades de fixação do ensino, auxiliando tanto o docente que busca transmitir o conhecimento, quanto o discente que necessita aprendê-lo.

4. USO DO CUBO DE RUBIK ASSOCIADO À PROGRAMAÇÃO

O alvo desse estudo foi observar o cubo como instrumento de desenvolvimento de raciocínio lógico, ou seja, como uma forma de se atingir um estágio de compreensão de um modelo de pensamento voltado para uma solução sequencial algorítmica e, consequentemente, como ferramenta útil para as disciplinas de programação.

No desenvolvimento para atingir esse alvo era importante levar os alunos a se fixarem no jogo do cubo. O objetivo do estudo não foi o de os alunos apresentarem, ao final, uma solução em forma de algoritmo do jogo, mas sim que eles pudessem trazer o jogo, que foi identificado como um elemento do universo particular deles, para dentro da escola e utilizá-lo como ferramenta de aprendizado.

Para que eles pudessem realizar a transferência entre o mundo particular (representado pelo jogo) com a escola, procurou-se incentiva-los a jogar dentro do ambiente da aula, fazendo-os buscar uma solução qualquer, de modo que o aluno experimentasse o uso de sequências de passos de várias formas diferentes, o que o jogo permite. A estratégia foi uma aplicação ativa, no qual a cada solução alcançada procurou-se mostrar ao aluno o número de passos que ele levou, sem a preocupação com o tempo, e que o próprio fosse investigar outras soluções, com menor número de movimentos que a anterior. Dessa foram fortalecendo a ligação do jogo com o mundo da programação.

Como efeito colateral positivo dessa abordagem os alunos apresentaram uma proposta de algoritmo, mesmo que não planejada pelo estudo, ao constatarem que o jogo estava associado ao objetivo da disciplina. A solução proposta não foi original e se baseou no método de Fridrich (FREITAS & VIDAL, 2005), contudo a parte relevante foi que os alunos apresentaram essa solução utilizando os comandos básicos aprendidos nas aulas de

programação, visando uma futura implementação. Na figura 1 é apresentada uma amostra da parte do algoritmo construído pelos alunos utilizando o método de Fridrich.

A obtenção desses algoritmos foi bem simples, os alunos começaram a buscar soluções do cubo em sites e literatura, encontraram várias soluções, entre elas as do método de Fridrich e traduziam os passos indicados utilizando os comandos para algoritmos aprendidos em sala de aula, tais como, Caso, Se, Repetir-até, entre outros.

```

Caso o método de embaralhamento identificado foi o de 42 movimentos aleatórios de quarto
de volta envolvendo a frente, o lado esquerdo e topo, todos no sentido horário
Então
início
  Criar macro:
    Move-se um quarto de volta a frente no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o lado esquerdo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
    Move-se metade de uma volta o lado esquerdo no sentido horário
    Move-se metade de uma volta o topo no sentido horário
    Move-se metade de uma volta o lado esquerdo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta a frente no sentido anti-horário
    Move-se metade de uma volta o topo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o lado esquerdo no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido horário
    Move-se metade de uma volta a frente no sentido horário
    Move-se metade de uma volta o topo no sentido horário
    Move-se metade de uma volta a frente no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
  Aplicar macro até a solução
  Obter o número de vezes que executou macro
Fim
Caso o método de embaralhamento identificado foi o de 42 movimentos aleatórios de quarto
de volta envolvendo a frente, o lado direito e chão, todos no sentido horário
Então
início
  Criar macro:
    Move-se um quarto de volta o lado esquerdo no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o lado direito no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o lado esquerdo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido horário
    Move-se um quarto de volta o lado direito no sentido horário
    Move-se um quarto de volta a frente no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o lado esquerdo no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o chão no sentido horário
    Move-se um quarto de volta a frente no sentido anti-horário
    Move-se um quarto de volta o topo no sentido horário
  Aplicar macro até a solução
  Obter o número de vezes que executou macro
Fim

```

Figura 1: Exemplo de algoritmo proposto pelos alunos para soluções de algumas situações do Cubo de Rubik

5. OBTENÇÃO DOS DADOS

5.1 METODOLOGIA

5.1.1. SEPARAÇÃO DOS GRUPOS

Foram 16 alunos que se voluntariaram a participar da experiência entre um grupo total de 36 alunos. Seis deles já conheciam e praticava o jogo do Cubo de Rubick, os outros dez não praticavam o jogo, e se iniciaram para aprender o mesmo.

A estratégia compreendeu-se em separar dois subgrupos com oito alunos cada, de modo que cada subgrupo contivesse tanto alunos que conheciam o jogo quanto dos que não conheciam. A distribuição de cada subgrupo foi de três alunos com conhecimento prévio do

jogo e cinco alunos sem. Dentro de cada subgrupo separou-se um dos alunos mais experiente, dentre os que conheciam o jogo, para atuar como monitor.

O papel do monitor foi de ajudar todos os alunos a se desenvolverem mais no Cubo de Rubik. Como ele era mais experiente, coube a ele determinar os objetivos, tais como, quantos números de movimentos deviam ser buscados em cada seção de uso do jogo. Deu-se mais ênfase no menor número de movimentos para resolução, uma vez que é o número de movimentos que costuma ser utilizado como objeto de resolução de algoritmos (ARFKEN & WEBER, 1997). O tempo é mais utilizado em competições, que visam a mais rápida solução do problema como medida de premiação (CINOTO, 2013).

O monitor não tinha papel de comando, sua tarefa básica consistiu em prestar ajuda consultiva aos outros. Isso foi feito, ao invés de se usar um professor, para que houvesse mais empatia e liberdade no desenvolvimento do jogo pelos demais alunos do grupo. Os grupos se organizaram informalmente e resolveram, por si só, implantar um sistema de competição interna como um modo de melhorar o aprendizado do jogo.

A parte sistemática dessa estratégia foi que os grupos se reunissem pelo menos duas vezes por semana para praticar entre si e apresentar os dados ao professor pesquisador. Mas foi dada liberdade para cada grupo praticar isoladamente e trazer somente os resultados nessas reuniões de grupo. Nessas reuniões surgiu a prática de competição de forma saudável, com o objetivo de aprimorar entre si o jogo, e também de onde surgiu a proposta de solução algorítmica apresentada no item 4.

5.1.1 OBTENÇÃO DOS DADOS

A análise de dados para esse estudo possuiu um componente de análise quantitativa de dados e um de análise qualitativa. A análise quantitativa de dados foi obtida através da obtenção dos graus relativos à avaliação das disciplinas de programação, para cada grupo de alunos, tantos os que faziam parte dos grupos do Cubo, como os que não quiseram fazer parte. A escolha desse tipo de dado foi um modo mais imediato de observar se o uso do jogo realmente contribuiu para melhorar o desempenho dos alunos nas disciplinas de programação.

Para a análise qualitativa, foi realizado um questionário composto de dez perguntas, para se pudesse também obter uma análise contextual da aplicação do jogo. O objetivo desse questionário foi obter declarações significativas de como cada aluno estava sentindo a experiência de jogar o cubo e depois aplicar o que desenvolveu nas aulas de programação, com o foco na fenomenologia do evento. O conjunto de perguntas se propôs a investigar se o jogo do Cubo de Rubik ajudou os alunos a verem os conceitos práticos e objetivos na área de computação, melhorando o rendimento e a empatia com a programação em si.

Outro componente abstrato, completando a análise didático-pedagógica do uso do jogo, foram os próprios algoritmos apresentados no item 4. Para esse caso, esses algoritmos foram analisados pelo professor pesquisador e pelos professores da disciplina, apenas para se verificar o quanto o jogo ajudou no desenvolvimento de um pensamento voltado para programação.

Foi dado um prazo inicial de três meses para os dez alunos que não praticavam o jogo se adequarem as regras, praticando e aprendendo de forma ativa, conforme explicado anteriormente, supervisionado pelos alunos mais experientes. Esses alunos experientes iniciaram um processo de treinamento intensivo, procurando várias soluções no menor número de movimentos e em menor tempo, ou seja, com menos passos e mais rápido.

Um dos motivos desse prazo de três meses foi para que essa fase de consolidação do uso do instrumento não coincidissem com a data da aplicação da primeira prova bimestral da

disciplina de Programação Básica. Isso para que a primeira a aplicação de uma prova ocorresse sem que os alunos não-conhecedores estivessem acostumados a ferramenta.

Comparou-se o resultado entre os grupos e subgrupos, separando os graus daqueles que já praticavam o jogo, dos iniciantes na prática e aqueles que não fizeram parte dos subgrupos, centralizando no resultado daqueles que se iniciaram na prática, de modo a servir de base de comparação nas outras avaliações.

Repetiu-se esse procedimento para todas as demais provas bimestrais até que se completassem dois anos e meio, ao longo das demais disciplinas de programação do curso. Os graus foram separados da seguinte forma, para cada avaliação: o percentual daqueles que obtiveram entre 0.0 e 6.0, entre 6.1 e 8.0 e os que obtiveram entre 8.1 e 10.0. Sendo que também foi visto o acompanhamento do rendimento de cada aluno ao longo do período, de modo a observar estatisticamente se houve melhora, piora ou manteve-se estável nos desempenhos totais.

O questionário foi aplicado semestralmente, ou seja, iniciando-se depois da segunda prova do primeiro ano, e assim por diante. As perguntas do mesmo foram construídas com a seguinte estruturação: 40% de perguntas objetivas, respondidas em forma de sim ou não, todas com justificativa, para situar o conhecimento anterior do aluno, de programação e da percepção de diversão, de modo a obter a informação se o mesmo ajudava a entender a disciplina de programação. Cerca de 60% de perguntas foram sobre a experiência de cada um em relação ao uso do jogo, com respostas discursivas livres. Desse modo foi possível explorar o resultado do uso do jogo sobre esse grupo de indivíduos que se sujeitaram às avaliações. O modelo do questionário pode ser visto no Anexo I.

5.1.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na figura 2 é visto um gráfico contendo a evolução dos graus nas dez avaliações, de três grupos: alunos que já sabiam sobre o Cubo de Rubik, alunos que começaram a aprender antes da primeira prova e alunos que não faziam parte do grupo de jogadores do cubo. Os alunos que fizeram parte do grupo do Cubo foram separados, no gráfico, em seus devidos subgrupos.

Os resultados de algumas avaliações podem ser vistos com mais detalhes nas tabelas 1 (primeira avaliação), 2 (segunda avaliação), 3 (quinta avaliação) e 4 (oitava avaliação). As avaliações se referem a três diferentes disciplinas de programação, sendo uma disciplina para por ano. A primeira disciplina está associada às primeira, segunda, terceira e quarta avaliações, a segunda disciplina às quinta, sexta, sétima e oitava avaliações e a terceira disciplina às nona e décima avaliações.

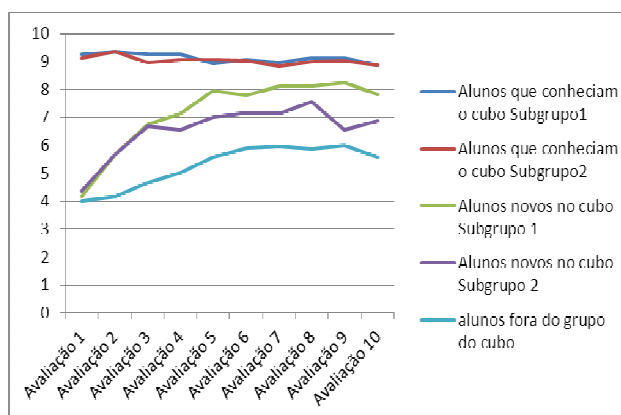


Figura 2: Evolução dos graus (eixo y) ao longo da aplicação das avaliações (eixo x) dos grupos.



Tabela 1: Resultados após a primeira avaliação de programação

Média da turma	6,18
Média de todos os alunos que jogaram o Cubo de Rubik	6,71
Média dos alunos que já sabiam jogar	9,02
Média dos alunos que começaram aprender a jogar	4,21
Entre os alunos que começaram a aprender o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	60%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	30%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	10%
Entre os alunos que já sabiam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	0%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	17%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	83%
Entre os alunos que não praticavam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	60%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	30%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	10%
Entre toda a turma	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	56%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	27%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	17%

Tabela 2: Resultados após a segunda avaliação de programação

Média da turma	6,39
Média de todos os alunos que jogaram o Cubo de Rubik	7,70
Média dos alunos que já sabiam jogar	9,36
Média dos alunos que começaram aprender a jogar	6,75
Entre os alunos que começaram a aprender o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	40%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	30%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	30%
Entre os alunos que já sabiam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	0%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	0%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	100%
Entre os alunos que não praticavam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	40%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	40%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	20%
Entre toda a turma	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	38%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	31%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	31%

**Tabela 3:** Resultados após a quinta avaliação de programação

Média da turma	6,79
Média de todos os alunos que jogaram o Cubo de Rubik	8,17
Média dos alunos que já sabiam jogar	9,26
Média dos alunos que começaram aprender a jogar	6,86
Entre os alunos que começaram a aprender o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	20%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	40%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	40%
Entre os alunos que já sabiam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	0%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	2%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	98%
Entre os alunos que não praticavam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	35%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	50%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	15%
Entre toda a turma	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	28%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	36%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	36%

Tabela 4: Resultados após a oitava avaliação de programação

Média da turma	7,08
Média de todos os alunos que jogaram o Cubo de Rubik	8,11
Média dos alunos que já sabiam jogar	9,02
Média dos alunos que começaram aprender a jogar	7,21
Entre os alunos que começaram a aprender o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	20%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	60%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	20%
Entre os alunos que já sabiam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	0%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	1%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	99%
Entre os alunos que não praticavam o cubo	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	44%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	37%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	19%
Entre toda a turma	
Percentual de alunos que obtiveram entre 0 e 6	25%
Percentual de alunos que obtiveram entre 6,1 e 8	55%
Percentual de alunos que obtiveram entre 8,1 e 10	20%

5.1.3 DISCUSSÃO SOBRE OS RESULTADOS

Na análise dos dados quantitativos, ao longo das avaliações, pode-se constatar uma evolução significativa no desempenho dos graus dos alunos que começaram a aprender a jogar o Cubo de Rubik, também se notou que os que já conheciam o jogo se destacaram desde a primeira avaliação. O restante da turma, que não praticou o jogo, apresentou uma alteração normal dentro do que se espera da evolução do conhecimento, sendo os graus obtidos nesse grupo menores que todos os outros grupos.

No gráfico da Figura 2 verifica-se que o Subgrupo 1 obteve o melhor rendimento entre todos os grupos e subgrupos examinados. Nesse subgrupo os três alunos que já conheciam o jogo se mostraram os mais experientes de toda a turma. Outra observação foi que, ao longo do



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XIII SEGET
SIMPOSIÓ DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
10/11/2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



curso, os alunos que iniciaram (e continuaram) no jogo começaram a se aproximar, em termos de desempenho, dos alunos que já jogavam (os melhores da turma). Os graus destes começaram a se aproximar da faixa de graus entre 8,1 e 10.

Cerca de 90% envolvidos, tanto os que já jogavam quanto os que começaram a jogar, obtiveram desempenho final superior à média da turma após a aplicação da primeira avaliação. Isso nos indicou que a prática do jogo se apresentou como um elemento facilitador para verificação do aprendizado, sendo um diferencial no aproveitamento da disciplina.

Outros dados secundários verificados que entre o grupo de alunos jogadores do Cubo de Rubik foram:

- dois repetiram no primeiro ano, sendo que seis haviam feito provas finais de alguma disciplina de programação;
- nenhum do grupo restante (14) repetiu no segundo ano, e os dois repetentes do primeiro ano passaram para o segundo ano sem problemas;
- nenhum do grupo abandonou, ou trancou o curso, sendo que entre os que não jogaram houve uma evasão de 35%;
- três do grupo foram os primeiros colocados entre todas as disciplinas, os outros (que não repetiram) figuraram entre o sexto e o 23º lugar da turma toda, considerando que ao final do estudo haviam 27 alunos na turma toda, e continuavam os 16 nos grupos do Cubo de Rubik

Com relação à análise das respostas dos questionários, os quatro aplicados indicaram que os alunos que já jogavam o Cubo de Rubik, o faziam por sua apreciação a desafios matemáticos e entre esses foi percebida a associação da disciplina de programação com a prática do jogo de forma imediata. Eles também informaram que tinham escolhido esse curso justamente por conta de simpatia com o mundo da matemática. Para esses reforçou-se o aspecto de que o cubo era mais que um simples jogo, era um mecanismo para colocar a prova suas habilidades de resolver problemas com sequências de soluções complexas, justamente o objetivo de uma disciplina de Lógica e Programação.

Os alunos que começaram a praticar o jogo também perceberam como o cubo facilitou o entendimento dos aspectos de programação e utilização do raciocínio lógico para resolver problemas de forma algorítmica. Essa associação foi mais facilmente declarada nas demais aplicações do questionário. Eles manifestaram que sua participação no estudo deveu-se a um sentimento de empatia despertado pelo uso do Cubo, com a própria essência de programar.

Entre todos esses dois grupos as palavras que mais apareceram nos questionários foram: “divertido”, “agradável”, “instigante” e “competitivo” e pareceram representar o sentimento deles no uso dessa ferramenta como um instrumento de ensino em programação.

6. CONCLUSÃO

Até esse momento da experiência constatou-se que os alunos utilizadores do jogo tiveram melhor desempenho, sendo que, no início, estavam com baixos desempenhos, mas ao longo desses dois anos e meio, conseguiram melhorar substancialmente seu rendimento em programação. Um resultado importante foi que todos esses alunos perceberam a utilidade de programar, não só com intuito de passar de ano, mas para construção de aplicações mais práticas do próprio curso. Essa experiência também fez os alunos se sentirem mais conectados com as outras disciplinas do curso, onde seu desempenho, apesar de não ter sido mapeado de maneira formal, também foi melhor.

Um resultado secundário importante foi a capacidade dos alunos em apresentarem uma proposta de algoritmo como resultado do estudo sobre o Cubo de Rubik, indo além da simples melhora de desempenho nas disciplinas, pois isso significa que o jogo despertou neles a cognição com o ensino de programação. Representando que a transferência do jogo para o mundo escolar despertou a vontade de fazer uso do conhecimento adquirido.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
1974-2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



O uso dessa ferramenta, sendo uma forma lúdica de ver o mundo de desenvolvimento de algoritmos, ajudou-os a visualizar as praticidades e despertou o interesse maior pelas áreas de pesquisa e extensão do curso de informática.

Outro efeito secundário da experiência foi que os alunos buscaram se envolver mais com outras atividades extras do curso, tais como participações em eventos de programação, olimpíadas e maratonas. Além disso, no primeiro ano, os alunos dentro do grupo, insistiram na participação de competições associadas ao Cubo de Rubik, obtendo ótimos resultados em todas elas.

Um resultado positivo foi o desejo dos alunos dos grupos de transformarem os algoritmos obtidos em um projeto final, que seria uma versão digital e gráfica do jogo, baseada no método de Fridrich.

Pode-se também, a partir do que foi discutido, reconsiderar a importância do elemento lúdico como ferramenta de suporte para o processo de aprendizagem de jovens. Deve-se ressaltar a aproximação entre o conhecimento formal e a vida cotidiana, além da transição experimentada por esses jovens, para um contexto mais complexo, ser facilitada a partir da familiaridade com o recurso utilizado, demonstrando uma interlocução que emerge entre saberes.

7. REFERÊNCIAS:

- ARFKEN, G. B. & WEBER, H. J.** , Mathematical Methods for Physicists, 5a. Ed., Harcourt, San Diego, 2001.
- BORGES, M.** . Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação. In: VIII Workshop de Educação em Computação, WEI, Curitiba, 2000.
- DELGADO, C., XEXEO, J. A. M., SOUZA, I. F., CAMPOS, M. & RAPKIEWICZ, C. E.** . Uma Abordagem Pedagógica para a Iniciação ao Estudo de Algoritmos. In: XII Workshop de Educação em Computação - WEI'2004 - Salvador, 2004.
- CINOTO, R. W.** Resolva o Cubo Mágico: Os 7 passos do método de camadas, São Paulo, Ixtlan, 2013.
- CORMEN, T. H., LEISERSON, C. E. & STEIN, C.** Introduction to Algorithms, MIT Press and McGraw-Hill, 2001., pp.979–983.
- FREITAS, I.R. & VIDAL,S.A.** Algoritmos de Resolución para el Cubo de Rubik, Ediciones de la Univesidad Nacional del Centro de La Provincia de Buenos Aires, vol1, 2005.
- KORF, R.** Finding Optimal Solutions to Rubik's Cube Using Pattern Databases, 1997, In <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall06/cos402/papers/korfrubik.pdf>, visto em maio de 2015.
- KOHLER, W.** Psicologia da Gestalt. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte, 1980.
- KLEINBERG, J. & TARDOS, E.,** Algorithm Design, Addison-Wesley, New York, 2005.
- MORAES, M., JACÓ-VILELA, A. M; ARRUDA, A. F. & PORTUGAL, F. T.,** O gestaltismo e o retorno à experiência psicológica. In: História da psicologia: rumos e percursos, Rio de Janeiro, NAU,2007
- PENNA, A .G.,** Introdução à história da psicologia contemporânea, Rio de Janeiro, Zahar, 1982
- RUBIK,** In: <http://rubiks.com/history>, visto em maio de 2015.
- SANTOS, R. P. & COSTA, H. A. X.** . Análise de Metodologias e Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos Iniciantes em Computação e Informática. In: INFOCOMP, Volume 5, nº.1, ISSN 1807-4545, 2006
- QUADROS, J.R.T., OGASAWARA, E., AMORIM,M.C.S. & RIBEIRO, R. C.** “Estudo sobre o usos de jogos eletrônicos para apoio ao aprendizado de programação em um curso técnico de informática”, In: Anais IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia”, Resende, 2012 .
- TAGRAM,** In: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm25/puzzles/tangram/historiadotangram.htm>, visto em maio de 2015.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEM 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento





28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
18 a 20 de OUTUBRO de 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



ANEXO I

Perguntas do Questionário para os alunos

- 1) Você conhecia sobre o Cubo de Rubik antes? (S/N)
De que modo? (caso S) O que acha agora? (caso N)
- 2) Foi divertido jogar o Cubo de Rubik? (S/N)
Por quê?
- 3) Você achou que aprender sobre o Cubo de Rubik ajudou na disciplina de Programação? (S/N)
Por quê?
- 4) Aprender sobre o Cubo de Rubik ajudou-o com Raciocínio Lógico? (S/N)
Como?
- 5) Comente sobre como foi aprender/jogar o Cubo de Rubik como um instrumento útil para facilitar o entendimento do curso de informática.
- 6) Comente sobre como o Cubo de Rubik ajudou-o a desenvolver no assunto de algoritmo, ou se ele não o ajudou nisso.
- 7) Comente como você pretende aplicar os conhecimentos sobre o Cubo de Rubik na sua vida escolar, no curso de Informática.
- 8) Comente se jogar o Cubo de Rubik ajudou-o a ver o curso de informática com outros olhos.
- 9) Comente se usar o Cubo de Rubik ajudou-o a ver o lado prático de programar.
- 10) Comente se essa experiência foi positiva, aponte os aspectos positivos e negativos da mesma.