

Ferramenta lúdica de ensino de disciplinas de exatas para nível médio: exemplo do uso do Cubo de Rubik em sala de aula para aprendizado de programação e matemática

A playful teaching tool to logics disciplines for high school: an example of using a Rubik's Cube in the classroom to learning mathematics and programming

DOI:10.34117/bjdv8n8-090

Recebimento dos originais: 21/06/2022

Aceitação para publicação: 29/07/2022

André Luís Nunes

Mestrando em Ciência da Computação pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sukow da Fonseca (CEFET - RJ) - Campus Maracanã

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sukow da Fonseca (CEFET-RJ) - Campus Maracanã

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP: 20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: andre.nunes23@gmail.com

Almir Silva da Silveira

Especialista em Docência Superior pela Unicidade

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sukow da Fonseca (CEFET - RJ) - Campus Maracanã

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP: 20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: almir.silveira@cefet-rj.br

Carlos Otávio Schocair Mendes

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sukow da Fonseca (CEFET - RJ) - Campus Maracanã

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP: 20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: carlos.mendes@cefet-rj.br

João Roberto de Toledo Quadros

Doutor em Ciência dos Materiais pelo Instituto Militar de Engenharia (IME - RJ)

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sukow da Fonseca (CEFET - RJ) - Campus Maracanã

Endereço: Av. Maracanã 229, Maracanã, CEP: 20271-110, Rio de Janeiro - RJ

E-mail: joao.quadros@cefet-rj.br

RESUMO

Introduzir um instrumento lúdico diferente, como ferramenta ou recurso de consolidação de saberes de disciplinas, no caso deste estudo, para matemática e programação, que costumam apresentar muita reatividade, pode auxiliar na fixação destes novos saberes e reduzir a “aversão” no aprendizado das mesmas. Através de aplicações, ao longo de dois anos e meio anos, em uma escola pública, mediante análises quantitativas e qualitativas, observou-se que o jogo denominado Cubo de Rubik, pertencente a cosmovisão dos discentes, pode não só melhorar os seus desempenhos, mas também auxiliar na prática

dos conceitos ensinados. Esse recurso permitiu transferir o cotidiano da vida do estudante para o mundo da sala de aula, construindo uma ponte de aprendizado mais agradável e lúdica das disciplinas consideradas difíceis. Verificou-se também que, trazendo para a sala de aula essa visão comum (de um jogo), segundo uma metodologia livre, o aprendizado transformou-se em uma experiência nova e mais fácil para adquirir saberes. Colaborou para essas melhorias, e no novo “como ver” dessas disciplinas, uma metodologia baseada no Gestaltismo, ou Psicologia da Forma.

Palavras-chave: programação, Cubo de Rubik, Gestalt, ensino.

ABSTRACT

Introducing a different playful instrument, as a tool or resource for consolidation of knowledge of disciplines, in the case of this study, for mathematics and programming, which usually present a lot of reactivity, can help in fixing this new knowledge and reduce the "aversion" in learning them. Through applications, over two and a half years, in a public school, through quantitative and qualitative analysis, it was observed that the game called Rubik's Cube, belonging to the students' worldview, can not only improve their performance, but also help in the practice of the concepts taught. This resource allowed transferring the daily life of the student to the classroom world, building a more pleasant and fun learning bridge of subjects considered difficult. It was also verified that, by bringing to the classroom this common vision (of a game), according to a free methodology, learning became a new and easier experience to acquire knowledge. A methodology based on Gestaltism, or Psychology of Form, contributed to these improvements, and to the new "how to see" these subjects.

Keywords: programming, Rubik's Cube, Gestalt, teaching.

1 INTRODUÇÃO

O uso de técnicas didáticas lúdicas ou instrumentos motivacionais para fixação e aplicação de aprendizado e auxílio no ensino de diferentes áreas de conhecimento é uma prática utilizada nos dias atuais para vários tipos de disciplinas, sejam elas da área de humanas ou ciências exatas (Fialho, 2008; Avila e Castilo, 2021; Alves, 2022).

Contudo, o uso dessas técnicas ou instrumentos para outros tipos de disciplinas pode não ser efetivo, o que vai exigir adaptações para cada uma delas, nem sempre com sucesso (Campos e Boechart, 2021; Alves, 2022), contradizendo o uso simplificado destes recursos para a aprendizagem.

No campo das ciências exatas, as dificuldades para aplicar tais modelos ou métodos em disciplinas relacionadas a este campo torna-se maior por conta de sua natureza racional e lógica. Além disso, nem sempre entre disciplinas contendo afinidades, como por exemplo, as disciplinas de matemática e lógica e programação de

computadores, o uso de instrumento lúdicos similares produz resultados satisfatórios para ambas (Campos e Boechart, 2021; Alves, 2022).

Faz-se importante averiguar o uso de instrumentos didáticos e lúdicos, associados ao modo e percepções dos estudantes, mantendo-se uma relação de afinidade entre diferentes disciplinas, que podem ser utilizados para melhorar os resultados de fixação e compreensão do saber contido nessas disciplinas.

Essa pesquisa fixou-se nas áreas de matemática e programação, pois elas mantêm afinidades, tais como, a utilização do raciocínio lógico, para buscar as soluções dos problemas indicados, além de aplicarem linguagens específicas (baseadas em raciocínio lógico-matemático) para representá-las.

Nota-se também que elas são disciplinas com grau alto de reatividade em relação ao aprendizado (Baldin, 2008; Kiper, Fruet e Kinast, 2014; Morais, Mendes Neto e Osório, 2020), gerando, não raro, tensão e até mesmo aversão a estas disciplinas, causando, inclusive a evasão em cursos médios e superiores.

Uma proposta para se reduzir as reatividades e aumentar a captação do conteúdo ensinado, seria trabalhar com modelos de fixação de conceitos com auxílio de instrumentos que pertençam ao universo do discente e sua vivência extraclasse, levando o mesmo a perceber o quanto do conteúdo dessas disciplinas existe dentro dos mecanismos que compõem o contexto de sua realidade fora da sala de aula.

No que diz respeito às 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 a esses cursos (Morais, Mendes Neto e Osório, 2020), mas que, ao mesmo tempo, também geram um grau maior de ansiedade no estudante que tentam absorver seus conteúdos.

Existem alguns trabalhos que já procuram encontrar ou definir métodos de fixação de aprendizado que possam reduzir parte dessas dificuldades, especificamente para esse tipo de disciplina, de modo que se consigam tornar essas disciplinas menos traumáticas e mais produtivas (Quadros et al., 2012; Monsores, et al, 2021).

A rejeição a essas disciplinas ocorre desde o primeiro momento em que elas são apresentadas aos estudantes (Quadros et al., 2012; Amorim et al., 2016), tendo como problema, por exemplo, o entendimento dos princípios da programação estruturada, com o uso de comandos de decisão ou repetição, entre outros componentes de um algoritmo, existindo dificuldade do estudante associar tais aspectos como sendo algo que pertença ao seu modo comum de pensar (Monsores et al, 2020).

Essa dificuldade inata à disciplina acontece em momentos nos quais se fazem uso de métodos tradicionais de ensino, que podem dificultar os estudantes de se inserirem no mundo tecnológico atual, também causando algum prejuízo na busca de suas perspectivas profissionais futuras (Monsores et al, 2020).

Um método de estímulo para o ensino de programação se dá através de ministra-la como uma forma de se confeccionar jogos eletrônicos simples, com um viés mais lúdico (Quadros et al., 2012; Amorim et al., 2016). Apesar desse modo ter sua eficiência para estimular o desenvolvimento nessas disciplinas, ele ainda prescinde que os estudantes estejam inseridos no contexto do mundo da programação, com conceitos nem sempre próximos ao seu mundo do dia-a-dia.

No caso das disciplinas de matemática, dá-se problemas similares, no qual os estudantes também se veem diante de fórmulas e problemas que não refletem o viver diários dos mesmos, causando-lhes também uma rejeição natural a fixação do conteúdo (Baldin, 2008). Assim como na programação, também procura-se dar um viés mais lúdico ao ensino de matemática através de outras ferramentas, inclusive, com o uso de jogos eletrônicos ou de aplicações que tentam introduzir o estudante dentro do contexto dos conceitos matemáticos, tentando dar-lhes uma perspectiva igualmente prática e mais abstrata (Kiper, Fruet e Kinast, 2014; Cardoso et al., 2020).

A motivação para esse estudo partiu da observação de como interesses particulares dos estudantes podem ajuda-los a captar o entendimento da matemática ou programação, de modo que o uso de um instrumento que pertença à cosmovisão deles possa ser benéfico para a construção de uma ponte entre ensino, fixação e aplicação prática do conhecimento.

Um dos objetivos foi observar se a inserção de um recurso didático e lúdico, que pertencesse ao mundo extraclasse deles, fosse capaz de reduzir a reatividade ao aprendizado e estimular a busca pela expansão desses conhecimentos, permitindo uma conexão inter e multidisciplinar com outros tipos de saberes através do uso do mesmo recurso.

Dentro disso, foi observado o que fazia parte, naquele instante, da cosmovisão ao qual um grupo de estudantes da pesquisa estava inserido e procurou-se realizar uma conexão entre esse interesse particular com o mundo do raciocínio, lógica e organização do pensamento, ambos elementos constitutivos, tanto da área de matemática, quanto de programação.

Percebeu-se que, em uma turma de ensino médio/técnico integrado de informática, 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, com uma prática que antecedia a própria escolha para cursar o técnico em informática.

O Cubo de Rubik é jogo da família dos quebra-cabeças, que faz uso de mecanismos aleatórios para atingir uma determinada solução, que pode se apresentar 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 com isso múltiplas formas de se jogar (Cinoto, 2013).

Ele se apresenta com elementos, associados ao modo como se joga e com seus objetivos, que pertencem ao universo de soluções algorítmicas e matemáticas, 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 fazia parte do contexto do dia-a-dia extraclasse desses estudantes, foi desenvolvido uma forma de usar esse recurso dentro de uma ligação com o ensino de desenvolvimento do raciocínio, lógica, organização de soluções algorítmicas e aplicações matemáticas.

A partir daí, foram realizadas aplicações de modo a demonstrar como esse instrumento lúdico, pertencente ao universo particular dos estudantes e componente de sua cosmovisão, seria capaz de aumentar o estímulo no ensino tanto de matemática como programação. Durante as aplicações observaram-se que ao se aproveitar esse recurso como forma de auxílio nessas disciplinas, pode-se alcançar bons resultados no aproveitamento em ambas disciplinas, sendo tal desempenho acompanhado durante dois anos e meio.

A abordagem inicial foi usar a dedicação e o interesse de alguns deles com esse jogo, realizar a ligação entre a prática dele com uso de raciocínio lógico e organização de soluções e incentivar outros estudantes a jogá-lo. Essa abordagem foi facilitada por conta dos próprios realizarem estudos particulares (com métodos de aprendizado construídos pelos mesmos) de como achar as melhores soluções para o Cubo.

A ligação entre o universo do jogo e aplicação de lógica e funções consistiu, numa primeira fase, de ajudá-los a identificar o modo de obter elementos do jogo, tais como, uso de passos ordenados, cálculos de estratégias e de raciocínio lógico para se chegar a

uma solução. Uma dificuldade encontrada foi justamente a não familiarização do jogo como um recurso didático, especialmente no ensino médio.

O fato desse recurso não ser um jogo eletrônico, mas nem por isso menos divertido e competitivo, muitas vezes foi visto como um impedimento, já que os professores tiveram que se desvincular da noção conservadora de seriedade do ensino e aceitar a proposta da forma lúdica de aprendizado existente na utilização do Cubo. Essa resistência inicial foi mais observada em matemática, visto que estes tipos de disciplinas são consideradas mais concretas e menos “criativas” que as disciplinas de programação (Cattai, 2007),

Como fundamento para a utilização desse recurso lúdico no processo de aprendizagem, apoiou-se nos conceitos da Psicologia Gestalt, ou Psicologia da Forma (Kohler, 1980), que enfatiza a experiência como base fundamental para a percepção. Deste modo, o que foi obtido não seria fruto de uma acumulação de dados, mas sim um processo organizado dinamicamente dotado de sentido e valor. Para este caso, a aprendizagem seria uma construção organizada pela experiência vivida dentro e fora da sala de aula.

Essa metodologia pode construir uma relação estudante-ensino-professor, favorecida pela aproximação de conteúdos teóricos com um recurso familiar ao contexto dos estudantes, desenvolvendo uma melhor consciência sobre como um comportamento conhecido e dominado espontaneamente (o de jogar o Cubo) pode ser associado ao aprendizado de uma técnica sofisticada presente na lógica da programação.

A desconstrução de qualquer reatividade ao uso Cubo de Rubik se deu pela proposta de adesão voluntária à prática do jogo, ou seja, os próprios estudantes escolhiam se queriam ou não utilizar essa ferramenta. Os que já estavam acostumados com a ferramenta, desde antes, foram os que incentivaram os outros, que não estavam acostumados, a utilizá-la. Isso fez com que eles se sentissem mais livres e confortáveis para estudar a ferramenta e participar junto ao grupo que decidiu jogar o Cubo.

Organizou-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 matemática e programação, confirmando ser esse artefato um facilitador do aprendizado para essas disciplinas.

O que se utilizou de imediato como medida quantitativa foram as médias das avaliações aplicadas na turma, comparando as do que utilizaram o Cubo de Rubik, com as do que não utilizaram. Essa mensuração foi realizada através de dois anos e meio de

evolução da turma em disciplinas dessa natureza. Também houve um componente qualitativo, configurando em um questionário aplicado a cada final de semestre, com visitas a observar a opinião dos estudantes com relação ao uso dessa ferramenta como instrumento de estímulo ao ensino.

Para verificação desta pesquisa, dividiu-se esse artigo em uma introdução, a apresentação das características do Cubo de Rubik, aspectos para melhoria do aprendizado, conceitos práticos observados pelo uso da ferramenta dos estudantes, metodologia de aplicação, análise dos resultados quantitativos e qualitativos e a conclusão.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

2.1 O CUBO DE RUBIK

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 e Weber, 2001). Rubik inseriu no seu jogo conceitos comuns aplicados a quebra-cabeças já conhecidos, tais como o Tagram (Tagram, 2022). 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 de 1980, o jogo do Cubo ganhou o prêmio alemão do "Jogo do Ano" (Rubik, 2022).

O Cubo de Rubik básico é um cubo geralmente fabricado em plástico 3x3x3 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 tornou (e ainda o torna) um brinquedo muito utilizado.

No mundo da programação, a resolução do Cubo é considerada um problema de alta complexidade, aproximada ao tipo NP Completo, sem solução algorítmica única, no qual podem ser aplicados vários algoritmos para a solução do problema (Cormen;

Leiserson e Stein, 2001). Assim, não existe apenas um algoritmo ótimo para a solução do mesmo, sendo aplicadas diversas formas de métodos heurísticos do tipo Algoritmos Gulosos, Grafos ou Programação Dinâmica para procurar-se atingir o objetivo em menor número de movimentos (Adadi, 2021).

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 e Weber, 2001).

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, 2022). O Cubo pode fortalecer o aprendizado de soluções lógicas mais complexas, o que transforma esse recurso em uma ferramenta lúdica para ensino de disciplinas mais voltadas para o racional, o lógico e o matemático, como a programação também.

2.2 SOBRE O GESTALTISMO

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 rede de relações ao qual pertence e vivencia seu dia-a-dia, ou seja, o que se ensina deve fazer parte, de alguma forma, da cosmovisão do estudante (Wang et al., 2022).

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. (Sartori, 2021) O movimento gestaltista, proposto por Kohler (1980), introduz uma noção mais dinâmica dessa relação, compreendendo que a percepção é um dos fundamentos essenciais dos processos cognitivos (Penna, 1982; Moraes, 2007).

Na abordagem gestaltista, “o todo é diferente 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 (Kohler, 1980).

3 DESCRIÇÃO DO DOMÍNIO DO PROBLEMA

3.1 SOBRE A META DA PESQUISA

Conforme explicitado, o objetivo principal desse estudo foi realizar aplicações com o Cubo de Rubik e observa-lo como instrumento capaz de estimular ou ajudar a desenvolver um melhor raciocínio de lógica e matemática, verificando suas características para auxiliar a alcançar um estágio de compreensão de um modelo de pensamento voltado para uma solução calculada, sequencial, algorítmica, funcional, organizada. Desta forma, verificou-se o potencial do Cubo como ferramenta útil para auxiliar na obtenção de saberes das disciplinas de matemática e programação.

Esse estudo não teve como objetivo a apresentação de uma solução matemática, ou um programa, para resolver o Cubo, mas sim que fazer com que o Cubo, uma vez identificado com o universo particular dos estudantes, fosse verificado como recurso hábil de captação e aprendizado para disciplinas de exatas, que tivessem afinidade.

Para que eles pudessem realizar a transferência entre o mundo particular, sua cosmovisão (representado pelo Cubo), com a escola, procurou-se realizar eventos para que os estudantes pudessem se fixar no jogo do Cubo. Além de incentiva-los a jogar dentro do ambiente da aula e não só fora dela.

Com vistas a tornar o Cubo (um elemento extraclasse) um recurso intercalasse, reservou-se uma parte do tempo em sala de aula em cada uma das disciplinas dessa abordagem (matemática e programação) para que os estudantes pudessem jogar, sem compromisso com nenhum conteúdo dessas disciplinas.

Desse modo, foi possível incentiva-los a buscar novas soluções a cada instante para que, assim, eles aplicassem os conceitos de raciocínio, cálculo e lógica de diversas maneiras, fazendo com que esse recurso fosse visto desde o início como uma ferramenta de cumprimento de seu papel pedagógico lúdico.

A estratégia foi uma aplicação ativa, no qual a cada solução alcançada procurou-se mostrar ao estudante o número de passos que ele levou, o cálculo que o levou a essa solução, a visão espacial e matricial da solução do problema, o uso de funções, sem que houvesse a preocupação com o tempo que se levou a chegar a solução.

Além disso, foi incentivado que o próprio estudante fosse investigar outras soluções, focando-se naquelas com menor número de movimentos, sempre procurando fazê-lo perceber os mecanismos de raciocínio e lógica que ele mesmo construiu. Assim, também foi possível construir com eles uma percepção que servisse para observar a

ligação do Cubo com o mundo da matemática e programação, identificando todas as integrações entre essas áreas.

Como efeito colateral positivo dessa abordagem, os estudantes apresentaram uma proposta funcional de um conjunto de passos em forma de algoritmo (atividade espontânea), ao constatarem que o Cubo estava associado a comandos parecidos com os de programação. A solução proposta se baseou no método de Fridrich (Freitas e Vidal, 2005), sendo relevante o facto que os estudantes apresentaram essa solução utilizando os comandos básicos aprendidos nas aulas de programação, com aplicações de funções, matrizes e vetor das aulas de matemática.

O desenvolvimento desses algoritmos de um modo no qual os estudantes buscaram soluções do Cubo em sites e literatura, encontrando várias soluções, tanto com relação à programação, quanto à matemática. Exemplos, no qual eles se basearam, podem também ser vistos no trabalho de Schutzer (2005).

Eles traduziram os passos indicados para comandos de algoritmos aprendidos em disciplinas de programação, gerando comandos como: “Caso”, “Se”, “Repetir-até”, “Enquanto” entre outros. Eles fizeram uso também de métodos matemáticos, usando cálculos baseados em funções, vetores e matrizes, integrando esses conceitos aos algoritmos criados. Na Figura 1 é apresentada parte do algoritmo construído pelos estudantes utilizando os trabalhos consultados.

Figura 1- Exemplo de algoritmo proposto pelos estudantes para soluções de algumas situações do Cubo de Rubik.

```
SE ((método-embaralhamento) == (42-movimentos-aleatórios-quarto-volta)) E (considerar
frente-lado esquerdo-topo-sentido(horário))
ENTÃO
  INÍCIO
    CONSTRUIR Vetor:
      MOVER um quarto de volta a frente no sentido horário
      MOVER um quarto de volta o lado esquerdo no sentido horário
      MOVER um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
      MOVER metade de uma volta o lado esquerdo no sentido horário
      MOVER metade de uma volta o topo no sentido horário
      MOVER metade de uma volta o lado esquerdo no sentido horário
      MOVER um quarto de volta o topo no sentido horário
      MOVER um quarto de volta a frente no sentido anti-horário
      MOVER metade de uma volta o topo no sentido horário
      MOVER um quarto de volta o lado esquerdo no sentido anti-horário
      MOVER um quarto de volta o topo no sentido horário
      MOVER metade de uma volta a frente no sentido horário
      MOVER metade de uma volta o topo no sentido horário
      MOVER metade de uma volta a frente no sentido horário
      MOVER um quarto de volta o topo no sentido anti-horário
    ENQUANTO NÃO (Finalizar_Cubo)
      Aplicar_Vetor
    FIM-ENQUANTO
  OBTER número de vezes de execução
FIM-ENTÃO
FIM SE
```

Nessa perspectiva, o jogo com o Cubo de Rubik, extraído do contexto de vida extraclasse dos estudantes, foi percebido para atender as condições no qual se podem aplicar algoritmos heurísticos de alta complexidade, ou fazer uso de métodos matemáticos complexos, para se atingir um resultado.

Isto significa que, ao se buscar a solução ótima, um jogador se vê diante de um problema com várias possibilidades de soluções e vários caminhos, sem que se possa determinar de forma fácil qual o melhor caminho para uma das soluções existentes. Essa perspectiva se torna um estímulo na busca de novos saberes associados ao Cubo.

3.2 SOBRE O AMBIENTE DE OBTENÇÃO DE DADOS

Essas aplicações do Cubo ocorreram em uma escola pública brasileira, com ensino médio e técnico, em uma turma de 35 estudantes, dos quais 12 escolheram utilizar o Cubo como recurso didático. Quatro destes 12 estudantes já conheciam e praticavam o Cubo há tempos, os oito demais tinham interesse, mas não a oportunidade de usá-lo.

A estratégia para obtenção dos dados compreendeu-se em separar dois subgrupos com seis estudantes cada, de modo que cada subgrupo contivesse tanto estudantes que conheciam o jogo quanto os que não conheciam. A composição de cada subgrupo foi com dois estudantes com conhecimento prévio do jogo e quatro estudantes sem.

Dentro de cada subgrupo separou-se um dos estudantes mais experiente, dentre os que conheciam o jogo, para atuar como monitor, já que intervenção de um professor no processo foi a mínima possível, para reduzir interferências no processo, que não fosse dos próprios estudantes. O papel deste monitor foi auxiliar nas dúvidas que pudessem existir sobre o Cubo, mas não foi tarefa propor nenhuma solução.

Outra tarefa do monitor foi determinar objetivos de cada aplicação do Cubo, tais como, quantos números de movimentos deviam ser buscados em cada seção, quanto tempo (mesmo tempo não sendo uma variável importante) e outras características. 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 e Weber, 2001). O tempo é mais utilizado em competições, que visam a mais rápida solução do problema como medida de premiação (Cinoto, 2013).

Para a sistemática dessa estratégia formalizou-se que os grupos se reunissem duas vezes por semana para praticar entre si e apresentar os dados ao professor pesquisador. Foi dada liberdade para cada grupo praticar sozinho e trazer somente os resultados nessas reuniões de grupo.

A partir daí, iniciou-se uma obtenção de resultados das avaliações de matemática e programação, por semestre, cruzando tais informações com os momentos de uso e jogos com o Cubo, que, apesar de serem lúdicos e livres, foram sistematizados pelos próprios grupos. Foi dado um prazo inicial de três meses para os oito estudantes do grupo do cubo, que não o praticavam antes do início do estudo se adequarem às regras, aprendendo de forma ativa, conforme explicado anteriormente, supervisionado pelos estudantes mais experientes.

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 das disciplinas de Programação Básica e Matemática I. Isso foi realizado para que a primeira aplicação dessas primeiras provas ocorresse com os não-conhecedores do Cubo ainda não totalmente acostumados ao recurso didático e, assim, pudesse servir de base para as comparações futuras (quando esses estudantes já estivessem mais treinados no Cubo).

4 OBTENÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados para esse estudo se constitui de um componente quantitativo e uma visão qualitativa. A análise quantitativa de dados foi obtida através das comparações entre as médias das avaliações das disciplinas de matemática e programação, ao longo dos semestres, para cada grupo de estudantes (os que usaram o Cubo, e os que não usaram). Com esse dado foi possível fazer uma comparação entre o desempenho nas disciplinas com o aperfeiçoamento no uso do Cubo.

Para a análise qualitativa, foi passado um questionário composto de dez perguntas, para se pudesse também obter uma visão contextual da aplicação do Cubo e o desempenho nas disciplinas examinadas. O objetivo foi obter declarações significativas de como cada estudante estava se sentindo com relação à experiência de jogar o cubo e na aplicação do que se aprendeu nas aulas de matemática e 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 a identificarem conceitos práticos e objetivos tanto na área de computação, melhorando o rendimento e a empatia com a programação em si; quanto na matemática, na qual o uso do Cubo de Rubik pode auxiliar no entendimento, por exemplo, do uso de funções, e no seu raciocínio lógico-matemático.

O uso de funções, vetores, matrizes, raciocínio lógico e prática de algoritmos foram os elementos de intersecção observados que facilitaram a integração do ensino de matemática e programação através do uso do Cubo de Rubik. Desse modo, o aprendizado nessas áreas distintas, mas com elementos comuns, tornou-se menos reativo.

Um componente abstrato, completando a análise didático-pedagógica do uso do Cubo, foram os próprios algoritmos apresentados. Para esse caso, esses algoritmos foram analisados pelo professor pesquisador e pelos professores das disciplinas, apenas para se verificar o quanto o Cubo ajudou no desenvolvimento de um pensamento voltado para raciocínio lógico e matemático.

Comparou-se o resultado entre os grupos e subgrupos, separando as médias daqueles que já praticavam o Cubo, 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.

Esse procedimento de comparação foi reaplicado para todas as demais provas bimestrais até que se completassem dois anos e meio. As médias foram separadas da seguinte forma, para cada avaliação: o percentual daqueles que obtiveram entre 0.0 e 4.0, entre 4.1 e 6.0, entre 6.1 e 8 e os que obtiveram entre 8.1 e 10.0.

Esse modo de obtenção dos dados possibilitou comparar a melhoria/piora do desempenho destes, acompanhando o rendimento de cada grupo de estudantes ao longo do período, de modo a observar estatisticamente se os desempenhos apresentaram melhora, piora ou mantiveram-se estáveis.

A aplicação do questionário foi semestral, iniciando-se depois da segunda prova do primeiro ano, e assim por diante. As perguntas foram construídas com a seguinte estruturação: 40% de perguntas objetivas, respondidas em forma de sim ou não, todas com justificativa, para situar o grau de conhecimento anterior do cubo, de programação, matemática e da percepção de diversão, de modo a obter a informação se o mesmo ajudava a entender a disciplina de programação. Os outros 60% das perguntas foram sobre a experiência de cada um em relação ao uso do Cubo, com respostas discursivas livres. Desse modo foi possível explorar o resultado do uso do recurso didático sobre esse grupo de indivíduos que se sujeitaram as avaliações.

4.1 RESULTADOS OBTIDOS

Nos gráficos 1 e 2 são apresentados os resultados da evolução das médias de dez avaliações utilizadas no estudo para cada disciplina (dos grupos de Matemática e

Programação, respectivamente), para cada um dos três grupos: os que já sabiam sobre o Cubo de Rubik, os que começaram a aprender antes da primeira prova e os que não faziam parte do grupo de jogadores do Cubo. Os que fizeram parte do grupo do Cubo foram separados, no gráfico, em seus devidos subgrupos.

Os resultados de algumas das avaliações, tanto de matemática quanto programação podem ser vistos com mais detalhes nas tabelas 1 (primeira avaliação), 2 (segunda avaliação), 3 (quarta avaliação), 4 (quinta avaliação), 5 (oitava avaliação) e 6 (décima avaliação). As avaliações se referem a três diferentes disciplinas de programação, sendo uma disciplina para cada ano (Programação Básica, Intermediária e Avançada), e as três matemáticas (do primeiro, segundo e terceiro ano respectivamente).

Gráfico 1 - Evolução das médias das disciplinas de matemática (eixo y) ao longo da aplicação das avaliações (eixo x) dos grupos.

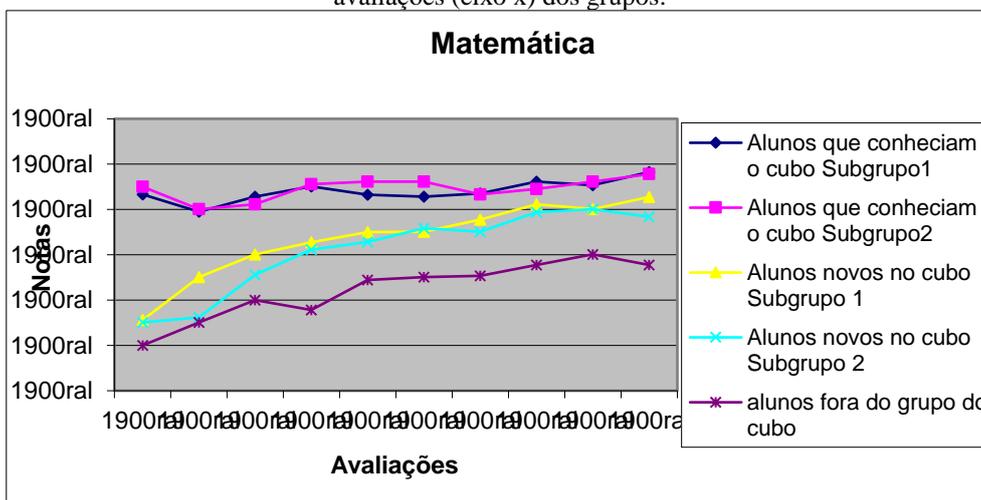


Gráfico 2 - Evolução das médias das disciplinas de programação (eixo y) ao longo da aplicação das avaliações (eixo x) dos grupos.

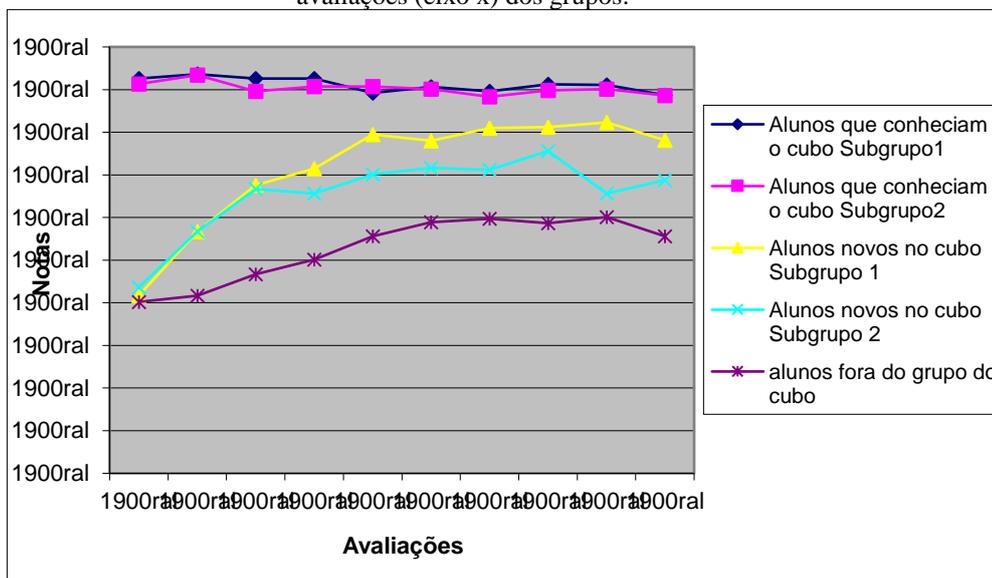


Tabela 1 - Resultados da primeira avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Primeira Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	38%	62%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	38%	38%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	12%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	12%	0%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	100%	100%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	34%	35%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	58%	55%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	6%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	32%	36%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	46%	48%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	6%	4%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	16%	12%

Tabela 2 - Resultados da segunda avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Segunda Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	25%	38%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	38%	50%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	12%	12%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	25%	0%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%

Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	0%	25%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	100%	75%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	32%	34%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	60%	56%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	6%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	30%	34%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	46%	50%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	8%	6%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	16%	10%

Tabela 3- Resultados da quarta avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Quarta Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	25%	25%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	25%	38%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	38%	25%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	12%	12%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	0%	13%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	100%	87%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	32%	32%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	60%	60%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	4%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		

Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	30%	32%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	42%	46%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	8%	6%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	20%	16%

Tabela 4 - Resultados da quinta avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Quinta Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	25%	13%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	13%	50%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	50%	25%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	12%	12%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	0%	13%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	100%	87%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	28%	14%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	64%	68%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	4%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	24%	26%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	48%	52%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	8%	6%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	20%	16%

Tabela 5 - Resultados da oitava avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Oitava Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	12%	13%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	13%	12%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	50%	50%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	25%	25%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	100%	100%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	24%	20%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	68%	72%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	4%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	24%	22%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	44%	46%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	10%	10%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	22%	22%

Tabela 6 - Resultados da décima avaliação de ambas disciplinas

Tipo de Estudante	Análise das Médias da Décima Avaliação	
	Programação	Matemática
que começaram a aprender o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	12%	13%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	25%	12%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	38%	25%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	25%	50%
que já sabiam o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	0%	0%

Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	0%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	13%	0%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	87%	100%
que não usaram o cubo		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	28%	20%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	64%	72%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	4%	4%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	4%	4%
Toda a turma		
Percentual de estudantes que obtiveram entre 0 e 4	24%	22%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 4,1 e 6	44%	46%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 6,1 e 8	12%	8%
Percentual de estudantes que obtiveram entre 8,1 e 10	20%	24%

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na análise quantitativa dos dados resultantes, ao longo das avaliações, pode-se constatar uma evolução significativa no desempenho das médias dos estudantes que começaram a aprender a jogar o Cubo de Rubik, também se notou que os que já conheciam o Cubo se destacaram desde a primeira avaliação. O restante da turma, que não praticou o Cubo, apresentou um desempenho comum, dentro do que se espera da evolução do conhecimento, contudo foram as menores médias, em relação aos os outros grupos.

Nos gráficos 1 e 2, que abordam por Subgrupos 1 e 2, cada um com seis estudantes, observou-se que o Subgrupo 1 obteve o melhor rendimento entre todos os grupos e subgrupos examinados. Nesse subgrupo, os estudantes que já conheciam o jogo se mostraram os mais experientes de toda a turma. Outra observação foi que, ao longo do curso, os que iniciaram (e continuaram) no jogo do Cubo começaram a se aproximar, em termos de desempenho, dos que já jogavam há tempos (os melhores da turma). As médias destes começaram a se aproximar da faixa entre 6,1 e 9.

Cerca de 84% do grupo total do Cubo (junção dos Subgrupos 1 e 2), tanto os que já jogavam, quanto os que começaram a jogar, obtiveram desempenho final superior à média da turma em ambas disciplinas já a partir da segunda avaliação. Isso indicou que a

prática do jogo do Cubo contribuiu como um recurso de estímulo para fixação do aprendizado, sendo um diferencial no aproveitamento dessas disciplinas.

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

- Dois repetiram no primeiro ano, sendo que seis haviam feito provas finais de alguma das disciplinas examinadas;
- No segundo ano, outro dois se juntaram ao grupo do Cubo, mantendo-se 12 estudantes no grupo do Cubo (seis no Subgrupo 1 e seis no Subgrupo 2).
- Após essa troca nenhum do grupo do Cubo repetiu no segundo ano;
- Nenhum do grupo do Cubo abandonou, ou trancou o curso, sendo que entre os que não jogaram houve uma evasão de 19%;
- Três do grupo do Cubo foram os primeiros colocados entre todas as disciplinas do curso, os outros figuraram entre o sexto e o 20º lugar da turma toda, considerando que, ao final do estudo, sobraram 30 estudantes na turma.

Com relação à análise qualitativa, oriunda das respostas dos questionários, os quatro aplicados ao longo dos dois anos e meio indicaram que, os que já jogavam antes o Cubo de Rubik, o faziam por sua apreciação a desafios matemáticos e entre esses foi percebida a associação da disciplina de matemática e programação com a prática do jogo de forma imediata.

Eles também informaram que tinham escolhido esse curso justamente por conta de empatia 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 ou de Matemática.

Aqueles 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, além de aplicarem de forma prática conceitos matemáticos de funções, matrizes e vetores. Essa associação foi mais facilmente declarada nos demais questionários aplicados ao longo do estudo. Eles manifestaram que sua participação no estudo se deveu a um sentimento de empatia despertado pelo uso do Cubo, com a própria essência de programar, de usar funções ou aplicar o raciocínio lógico-matemático.

Todos os jogadores do Cubo de Rubik identificaram que este auxiliou na compreensão de conceitos matemáticos e de raciocínio lógico associado a programação

de forma bem prática, na verdade eles indicaram que ao jogar o cubo puderam perceber a maioria dos elementos dessa disciplina nesse jogo e como eles faziam parte de sua cosmovisão, ou, no caso das respostas, “o mundo do dia-a-dia (sic)”, ajudando-os até mesmo nas outras disciplinas do curso.

Entre todas as palavras que mais apareceram nos questionários ao longo do tempo de suas aplicações foram: “divertido”, “agradável”, “instigante”, “superlegal (sic)” e “competitivo” e isso representou o sentimento deles no uso dessa ferramenta como um instrumento lúdico de fixação e prática dos saberes contidos na matemática e na programação.

6 CONCLUSÃO

Constatou-se, através desse estudo, que os estudantes utilizadores do cubo obtiveram um melhor desempenho do que os demais da turma. Notou-se que no ponto de partida, a primeira avaliação, todos os participantes (tantos os que começaram a jogar quanto os que não queriam participar do jogo) estavam com desempenhos similares, mas ao longo desses dois anos e meio, os que jogaram o Cubo se destacaram dos outros, de forma substancial, em relação a seus rendimentos em matemática e programação.

Um resultado importante foi que todos os estudantes do grupo do Cubo perceberam a utilidade de programar ou usar de forma prática conceitos matemáticos, não só com intuito de “passar de ano”, mas para construção de aplicações utilizando a tecnologia da informação e comunicação. Essa prática também fez eles se sentirem mais conectados com as outras disciplinas do curso, apesar de não ter ocorrido um mapeamento formal desse evento, sendo isso constatado pelos professores, de modo informal.

Um resultado secundário a ressaltar foi a proposta dos estudantes em apresentar um conjunto de exemplos de algoritmos como resultado do estudo sobre o Cubo de Rubik, indo além da simples melhora de desempenho nas disciplinas, pois isso significou que o jogo despertou neles a cognição com o ensino de programação e de como utilizar a matemática de modo prático.

O uso desse recurso, sendo uma forma lúdica de ver o mundo de desenvolvimento de algoritmos ou usando a matemática, ajudou-os a visualizar as praticidades dessas disciplinas e também despertou o interesse maior pelas áreas de pesquisa e extensão do curso a qual eles pertencem.

Outro efeito secundário foi que os estudantes buscaram se envolver mais com outras atividades extras do curso, tais como participações em eventos de olimpíadas e

maratonas em programação e matemática. Além disso, desde o primeiro ano, os que jogavam o Cubo, participaram de competições associadas ao Cubo de Rubik, obtendo ótimos resultados em todas elas. Um último resultado positivo observado foi aquele no qual os estudantes dos subgrupos que jogavam transformaram os algoritmos e aplicações matemáticas obtidas em um projeto final, que é uma versão digital e gráfica do jogo, baseada no método de Fridrich.

Destacou-se, ao final a importância do elemento lúdico como recurso 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 universo mais complexo, ser facilitada a partir da familiaridade com o recurso utilizado, demonstrando uma interlocução que emerge entre saberes diferentes, mas que acabam dependendo de suas visões práticas.

A prática que originou esse estudo foi institucionalizada no curso, formando-se, ao final desses dois anos e meio de estudos, um “clube do Cubo”, no qual vários estudantes, de outros cursos inclusive, foram buscar conhecer o Cubo e conectar esse conhecimento com disciplinas de seus cursos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPERJ, CEFET/RJ e CNPq pelos fomentos ao projeto.

REFERÊNCIAS

- Adadi, A. (2021) **A survey on data-efficient algorithms in big data era.** *J Big Data*, v8, 24. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00419-9>
- Alves, E. F. P. (2022) **Technology in education: reflection for a teacher practice,** *Brazilian Journal of Development*, v8, n. DOI: DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-279>
- Amorim, M. C. M. S *et al.* (2016). **Aprendizagem e Jogos: diálogo com estudantes do ensino médio-técnico.** *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v41, n1, pp91-116.
- Arfken, G e Weber, H. (2001) **Mathematical Methods for Physicists**, 5a. Ed., Harcourt, San Diego, USA.
- Avila. S. R. e Castillo, E. V., (2021) **Model to support the learning process and generation of knowledge using collaborative tools,** *IEEE 1st International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER)*, pp. 1-4, DOI: 10.1109/ICALTER54105.2021.9675113.
- Baldin, Y. (2008). **Uso de tecnologia como ferramenta didática no ensino integrado: uma forma de educação continuada para professores de nível básico.** In: Carvalho, Luiz et al. *História e tecnologia no ensino da matemática*, v2, Ed. Ciência Moderna Rio de Janeiro. Brasil.
- Campos, M. C. V. e Borchardt, T. B. (2021). **A influência do perfil de jogador do estudante no desempenho de ferramentas gamificadas no processo ensino-aprendizagem.** *Fórum de Educ. em Sistemas de Informação – Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação(SBSI)*, pp 197-200. Porto Alegre, Brasil. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbsi.2021.15378>.
- Cardoso, J *et al.* (2020) **Supporting the Learning of Evolution Theory Using an Educational Simulator.** *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 13, p. 417-424.
- Cattai, A. P. (2007) **Informática no ensino da matemática.** Salvador: Editora FTC.
- Cinoto, R W, (2013). **Resolva o Cubo Mágico: O s 7 passos do método de camadas,** São Paulo, Ixtlan.
- Cormen, T; Leirerson, C. e Stein, C. (2001). **Introduction to Algorithms**, MIT Press and McGraw-Hill, pp979–983.
- Fialho, N. N. (2008). **Jogos pedagógicos como ferramenta de ensino,** *VII Congresso Nacional de Educação*, Brasil, pp 12998-12306.
- Freitas, I. O. R. e Vidal, S. A. (2005). **Algoritmos de Resolución para el Cubo de Rubik,** *34ª Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa*, Buenos Aires, v1.
- Kiper, D.; Fruet, F. S, e Kinast, E. J. (2014). **Um estudo das potencialidades do ensino-aprendizagem de matemática mediado pela tecnologia de informação e comunicação.** *Revista de Reflexão e Ação*, v22, n1, pp247-722.

Korf, R. (2022) **Finding Optimal Solutions to Rubik's Cube Using Pattern Databases**, In <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall06/cos402/papers/korfrubik.pdf>, Acesso em maio de 2022.

Kohler, W. (1980). **Psicologia da Gestalt**. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte.

Morais, C. G. B.; Mendes Neto, F. M. e Osório, A. J. M. (2020) **Difficulties and challenges in the learning process of algorithms and programming in higher education: a systematic literature review**. *Research, Society and Development*, s1, v9, n10, DOI: 10.33448/rsd-v9i10.9287.

Monsores, J. F. *et al.* (2021). **Ações de extensão com uso do gestaltismo e tecnologia: Desenvolvimento de ferramentas robóticas voltadas para o público externo à instituição**. *Revista Conexão UEPG*, v. 17, p. 1-17.

Monsores, J. F. *et al.* (2020) . **Technology and Gestaltism: A Robotic-Based Learning Aid Tool**. *IEEE Latin America Transactions*, v. 18, p. 1441-1447.

Penna, A. G. (1982). **Introdução à história da psicologia contemporânea**, Rio de Janeiro, Zahar.

Rubik, E. (2022). **Rubik's Cube History**. Disponível em <http://rubiks.com/history>, Acesso em março de 2022.

Santos, R. P. e Costa, H. A. X. (2006). **Análise de Metodologias e Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos Iniciantes em Computação e Informática**. *INFOCOMP*, v5, n1

Sartori, N. M. (2021). **Teorias de Aprendizagem**. Ed. Gama-UniCeplac, 1º Edição, Brasília-DF, Brasil.

Schutzer, W. (2005). **Aprendendo álgebra com o Cubo Mágico**. *V Semana de Matemática da UFU*, Uberlândia, MG.

Quadros, J. R, T, *et al.* (2012). **Estudo sobre o uso de jogos eletrônicos para apoio ao aprendizado de programação em um curso técnico de informática**, *Anais IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, Resende, Rio de Janeiro.

Tagram, (2022) In: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm99/icm25/puzzles/tangram/historiadotangram.htm>, visto em maio de 2022.

Wang, X *et al.* (2022). **Exploring the Relationship Between Community College Students' Exposure to Math Contextualization and Educational Outcomes**. *Res High Educ* 63, pp 309–336 . DOI:<https://doi.org/10.1007/s11162-021-09644-w>