Dijoli Senem

O CUBO MÁGICO E O APRENDIZADO DA FÍSICA

Dijoli Senem

O CUBO MÁGICO E O APRENDIZADO DA FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Física, da UNICENTRO, para aprovação no curso de graduação em Licenciatura em Física.

Orientador: Sandro Aparecido dos Santos

GUARAPUAVA

Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO Setor de Ciências Exatas e de Tecnologia — SEET

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

TERMO DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora aprovaram a monografia do Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física, do acadêmico Dijoli Senem,

apresentada ao Departamento de Física do Setor de Ciências Exatas e Tecnologia, da Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO, em 04 de dezembro de 2017.

Banca Examinadora:

Presidente: Dr. Sandro Aparecido dos Santos

Membro: Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Membro: Dr. Eduardo Vicentini

Dedico este trabalho a meus familiares, professores e amigos que de forma direta e indireta me ajudaram a vencer as etapas deste desafio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Sandro Aparecido dos Santos pela atenção e disposição;

Agradeço ao Colégio Guairacá juntamente com o Professor Juarez Matias Soares pelo apoio e suporte do local a minha pesquisa.

Agradeço ao Professor Ivo Antonio Zapotoczny por ceder parte das suas aulas a minha pesquisa.

Agradeço ao Professor Welbert de Oliveira Moutta pelo apoio.

Agradeço ao meu amigo Pedro Lealdino Filho pelo apoio.

"O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível."

(Max Weber)

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo verificar a influência do uso do cubo mágico na aprendizagem em uma turma de alunos do 1° ano do ensino médio. A classe foi dividida em um grupo experimental e outro de controle. Cada grupo foi submetido a uma avaliação pré-teste e pós-teste com questões de Lógica e Física. O grupo experimental participou de um curso sobre como solucionar o cubo mágico, enquanto o grupo de controle não. Foram comparados os desempenhos dos dois grupos, com o objetivo de perceber qual a otimização no aprendizado de física dos alunos que tiveram a influência do jogo no seu raciocínio. Os Resultados mostraram pouca diferença nos testes lógicos e uma relativa diferença nos testes de física.

Palavras Chave

Cubo mágico. Ensino de Física. Lógica. Cubo de Rubik. Aprendizagem.

ABSTRACT.

This research aimed to verify the effects of using the Rubik's Cube and its influence in learning physics in classrooms of the 10th grade. The class was split into treatment and control group. Each group was submitted to a pre/post-test assessment designed with Logics and Physics questions. The treatment group attended a course on how to solve the Rubik's Cube game, while the control group doesn't. We compared the performances of the two groups, with the objective of understanding what the improvement in the physical learning of the students that had the influence of the game in their reasoning. The results showed little difference in the logic tests and a relative difference in the physical tests.

Key words

Magic Cube. Physics Teaching. Logic. Rubik's Cube. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Erno Rubik, inventor do cubo mágico	18
Figura 2: Primeiro cubo mágico de madeira fabricado por Erno Rubik	19
Figura 3: SeungBeom Cho inspecting the cube	21
Figura 4: Feliks Zemdegs no campeonato mundial que aconteceu em São Paulo-SP em 2015	21
Figura 5: Coleção de cubos mágicos de diversos modelos	22
Figura 6 (a) Peças centrais com 6 eixos. (b) Peça lateral ou de meio. (c) Peça de canto, parte exte	erna.
(d) Peça de canto, parte interna	29
Figura 7: Cronometro utilizado em campeonatos oficiais de cubo mágico	35
Figura 8: (a) Peças de centro. (b) Peças laterais. (c) Peças de canto	53
Figura 9: 1ª Etapa concluída, com a cruz alinhada	55
Figura 10: Primeira camada concluída	56
Figura 11: Segunda camada concluída	57
Figura 12: (a) Caso ponto. (b) Caso "L". (c) Caso linha (d) Cruz superior formada	58
Figura 13: 5ª Etapa concluída, cruz superior alinhada	60
Figura 14: 6ª Etapa finalizada, cantos nas suas devidas posições de origem	61
Figura 15: 7ª Etapa concluída, cubo totalmente solucionado	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultado dos tempos dos alunos no campeonato realizado em sala de aula	42
Quadro 2: resultados do número de acertos no pré e pós teste de todos os alunos	44
Quadro 3:resultados do número de acertos no pré e pós teste da turma experimental	44
Quadro 4: resultados do número de acertos dos alunos que participaram apenas em uma das aulas.	
	45
Quadro 5: Resultados do número de acertos dos alunos da turma controle	46

SUMÁRIO

1 – Introdução	10
2 - Fundamentação Teórica	12
2.1 - Processo de Aprendizagem do cubo mágico	13
2.2 - Cubo mágico no contexto escolar	16
2.3 - O Cubo mágico	17
2.3.1 - Popularidade	19
2.3.2 - Número de Deus	20
2.3.3 - Competições	21
2.3.4 - Variações	22
2.4 - Características de aprendizado do cubo mágico.	22
2.5 - Características do aprendizado de Física	24
3 - Metodologia de pesquisa	25
4 – Resultados	39
5 - Análise dos Dados	43
6 - Considerações finais	48
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
Apêndice	52
Métodos de soluções do cubo mágico	52
ANEXOS	63
Anexo 1 - Teste de Raciocínio Lógico	63
Anexo 2 - Teste de Conhecimentos em Física sobre Dinâmica	65

1 - INTRODUÇÃO

A essência dos jogos é de, principalmente, fornecer entretenimento às pessoas que estão jogando, pois em geral proporcionam divertimento. Os indivíduos se envolvem em uma atividade que lhes fornece, acima de tudo, uma recompensa por realizá-la. É possível perceber, sem a necessidade de uma pesquisa rigorosa que, indivíduos jogam e o fazer de forma não arbitrária. Seja para passar o tempo, para competir com os amigos, para ganhar prêmios, ou até mesmo, para aprender alguma coisa.

Como o cubo mágico pode ser considerado um jogo, escolheu-se realizar um estudo sobre o cubo mágico e suas implicações na aprendizagem dos educandos, com o objetivo de analisar as contribuições do aprendizado do método de solução do cubo mágico, para a melhoria no desenvolvimento do raciocínio lógico no contexto da física dos alunos. Esse tema foi proposto também para se obter um levantamento das informações sobre o aprendizado do cubo mágico em relação à física. Embora existam algumas pesquisas relacionadas com o cubo mágico, o tema é pouco pesquisado, não havendo uma pesquisa específica que tenta estabelecer uma relação entre o objeto e o aprendizado das outras disciplinas do ensino médio.

Existem poucos estudos que observam os efeitos do cubo mágico na aprendizagem dos alunos nas matérias exatas, como matemática e física, surgiu então a necessidade dessa pesquisa para se verificar qual a relação entre eles.

O propósito deste estudo, foi relacionar a utilização do cubo mágico com a aprendizagem de física dos alunos do 1° ano do ensino médio do colégio Guairacá. Também teve como propósito, tentar enriquecer a literatura sobre o tema e fortalecer as bases teóricas para o desenvolvimento de atividades utilizando materiais de apoio como o cubo mágico.

A significância desse estudo, está principalmente, na verificação e construção de um método didático, utilizando ferramentas não tradicionais, que motive os estudantes e facilite a aprendizagem dos conteúdos de física, para desenvolver os conceitos a serem tratados, como por exemplo a dinâmica.

Diante da questão do aprendizado, se o cubo mágico contribui ou não para o ensino de física, minha pergunta de pesquisa é:

Quais são as contribuições que o jogo cubo mágico, utilizado como artefato didático, pode trazer para o desenvolvimento da aprendizagem de física e de raciocínio lógico em alunos do 1° ano do ensino médio?

Durante a pesquisa foram notadas algumas limitações, como a baixa quantidade de alunos que frequentaram o curso proposto, a quantidade de amostras para a pesquisa, devido ao colégio possuir apenas uma turma de primeiro ano e o prazo restrito para finalização das tarefas.

Essa pesquisa é apresentada da seguinte forma:

Na introdução, é apresentado o plano de fundo, a problemática, o propósito, a significância, as questões de pesquisa, as limitações e a organização do estudo. A Fundamentação teórica é construída sobre o cubo mágico e o aprendizado em torno do jogo. A metodologia utilizada foi de forma qualitativa, sendo realizado estudo de campo para responder à questão de pesquisa. Nos resultados, são mostradas as diferentes reações e comportamento dos alunos diante das atividades propostas. A análise dos dados é realizada comparando-se os quadros de desempenho dos grupos de alunos experimental e de controle, porém de forma qualitativa sem ênfase direta nos valores e sim na melhoria do aprendizado. Finalmente são mostradas as considerações finais as quais notavelmente devem ser feitas mais pesquisas na área.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os Jogos são vistos apenas como diversão, porém, podem estimular o crescimento e o desenvolvimento, a coordenação motora, as faculdades intelectuais, a iniciativa individual, favorecendo o advento e o progresso da palavra. Por meio do jogo, a criança ao brincar, descobre sua criatividade e o seu próprio eu ao observar e conhecer as coisas no ambiente em que vive. "O jogo cria uma situação de regras que proporcionam uma zona de desenvolvimento proximal no aluno" (TEZANI, 2006).

Segundo Vygotsky (1991), que se dedicou ao estudo das chamadas funções psicológicas superiores, que consistem no modo de desenvolvimento psicológico do ser humano, o qual descreve os processos mentais como memória, a atenção, a percepção e o pensamento, são considerados sofisticados e superiores, como um processo que mostra como as respostas individuais dos seres humanos vão se desenvolvendo nas formas de vida coletiva com os seus conhecimentos do mundo.

Buscamos descobrir a influência do aprendizado do cubo mágico no aprendizado das ciências exatas. Pois sabemos que toda e qualquer ferramenta que auxilie no processo de aprendizagem dos alunos é útil.

Os jogos que envolvem matemática e física em processos lógicos, constituem uma importante ferramenta para o desenvolvimento da capacidade cognitiva dos alunos, assim como, na elaboração de ideias, construção de estratégias e tomada de decisões. (NOÉ, 2017).

É possível solucionar o cubo mágico, mesmo sendo um grande desafio conforme Costa (2007):

O caminho realizado para se compreender e solucionar o Cubo Mágico é similar em estrutura ao caminho percorrido por cientistas para compreenderem e solucionarem questões científicas. Em ambos os casos o sujeito elege um objeto de estudo, define um objetivo, realiza observações, elabora hipóteses e as experimenta (COSTA, 2009, p.7).

Sendo assim o aluno experimenta três dos nossos mais importantes sentidos para o aprendizado. Sendo eles:

- Auditivo, ouvindo uma sequência de instruções;
- Visual, desenvolvendo a noção espacial, estrutura de movimento e geometria;
- Cinestésico, sentindo como é segurar o cubo, bem como suas faces e formas geométricas e como o mesmo pode girar em torno de eixos diferentes. (SOUSA, 2015)

Então, objetivamos analisar as contribuições do aprendizado do método de solução do cubo mágico, para a melhoria no desenvolvimento do raciocínio lógico no contexto da física dos alunos do primeiro ano do ensino médio.

Com objetivos específicos em desenvolver atividades de raciocínio lógico no contexto da física, bem como aplicar os ensinamentos das resoluções do cubo mágico e buscar na literatura subsídios referentes ao tema, para que os alunos participantes do curso de cubo mágico ampliassem suas capacidades cognitivas e de resolução de problemas, contribuindo assim para um melhor desempenho nos conteúdos de disciplinas das exatas como física e matemática.

2.1 - Processo de Aprendizagem do cubo mágico

Segundo Costa (2009) o artigo "o que os jogos de entretenimento têm, que os jogos educativos não têm", numa pesquisa com o professor de matemática Carlos Augusto Carvalho conta o seguinte acontecimento - iniciou-se uma oficina de matemática de dois meses no Escola Parque, Gávea – Rio de Janeiro, na qual se inscreveram alunos do primeiro e segundo anos do ensino médio. Os exercícios em sala de aula e os trabalhos de casa eram jogar o Cubo Mágico. Dois meses só jogando o Cubo Mágico, tentando resolvê-lo e o resultado foi este: alunos concentrados,

conquistados pela matemática e contagiando toda a escola. Segundo o professor: "não é uma coisa de ensaiar e errar, ensaiar e errar. Você tem que observar".

Os conhecimentos trabalhados e construídos pelos alunos durante o curso, foi com relação ao método matemático, e até o método científico mesmo. Porque eles começam como todo mundo começa, na base do ensaio e erro, aí tenta e tenta. A partir disso, eles veem que nada acontece: "Não vai dar certo isso". Então, é preciso pontuar algumas observações, listar que observações são constantes ali, no Cubo Mágico. Então, construir uma Teoria do Cubo Mágico.

A pratica regular de atividade com o cubo mágico, promove a absorção dos conhecimentos de forma experimental e lúdica, permitindo à pessoa preparar uma zona de desenvolvimento proximal destas matérias e a deixando assim mais próxima do desenvolvimento real (VYGOTSKY, 1991).

Esses mesmos conhecimentos, podem ser utilizados pelos professores, quando iniciam uma matéria relacionada a permutação, combinação, probabilidade e outras, as quais utilizam o cubo como um conhecimento prévio do aluno (AUSUBEL, 1982).

Tendo em vista que o Cubo mágico é um objeto que exige a manipulação, o olhar e a atenção em tempo integral, os conceitos preexistentes são integrados à memória mecânica, visual, ao raciocínio lógico e à memória de curto prazo. Quanto maior o número de relações construídas, melhor será o desenvolvimento e as ligações cognitivas, então o aprendizado é mais significativo (AUSUBEL, 1982).

Nos conteúdos de matemática, o cubo pode servir de conhecimento prévio para várias matérias, desde as mais simples como geometria espacial até matrizes, combinações e permutações (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY,

2009), até matérias mais complexas, como teoria dos grupos, algoritmos, álgebra de grupos. (CHEN, 2014), nas quais a permutação e a simetria andam lado a lado.

Pode também ser usado na programação de computadores, pois o método de resolução do cubo mágico consiste numa série de etapas a serem seguidas para a solução do mesmo. Da mesma forma na programação tem-se a estruturação algoritmos, que executam um comando pré-determinado na ordem proposta, para que o problema seja resolvido, sendo cada linha um passo para a solução do problema proposto. A falta de uma linha ou a execução incorreta dela altera o resultado final, assim como no método de solução do cubo mágico, que também consiste em solucionar vários passos de forma sequencial para se chegar no resultado esperado.

No estudo da Geometria Espacial, é de suma importância para o desenvolvimento da capacidade de abstração, resolução de problemas práticos do cotidiano, estimar e comparar resultados, reconhecer propriedades das formas geométricas (BRASIL, 2006).

Por isso este conteúdo deve ser propiciado e trabalhado tal pelos docentes para que os educados possam relacionar com a resolução de problemas matemáticos. E com o cubo mágico, por ser tridimensional, há possibilidade de que o aluno desenvolva novas noções de posicionamento em relação aos movimentos, desenvolvendo assim sua percepção e raciocínio lógico (SKINNER, 1953).

Sendo assim, o aluno cria novas maneiras relacionadas aos possíveis e diferentes modos de posicionamento das peças e dos movimentos. Com novas habilidades adquiridas pela repetição, treinamento e diferentes formas de solução, essas habilidades podem auxiliar na melhor compreensão dos conteúdos de geometria espacial.

Segundo as Orientações Curriculares para o ensino Médio (2006):

O estudo da Geometria deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano, como, por exemplo, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias percorridas, reconhecer propriedades de formas geométricas básicas, saber usar diferentes unidades de medida. Também é um estudo em que os alunos podem ter uma oportunidade especial, com certeza não a única, de apreciar a faceta da Matemática que trata de teoremas e argumentações dedutivas. Esse estudo apresenta dois aspectos – a geometria que leva à trigonometria e a geometria para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes. (BRASIL, 2006, p.75)

Como podemos observar, vários dos conceitos que podem ser trabalhados em sala da aula, e segundo o artigo Cubo de Rubik: Uma Ferramenta Para o Ensino de Física. (2014):

Com suas 26 peças o cubo de Rubik apresenta algumas das propriedades mais essenciais da física contemporânea, tais como simetrias de padrões discretos, caracterizada por números quânticos; leis do movimento e não-comutatividade; teoremas de conservação e irreversibilidade. Por tais características, o cubo oferece oportunidades interessantes para ensinar conceitos físicos modernos, além de desenvolver habilidades de resolução de problemas.

A peça principal nessa pesquisa, mesmo tendo sua criação anos atrás, continua sendo utilizada como um jogo por pessoas de diferentes idades nos dias atuais, o Cubo Mágico.

Assim, percebe-se que a resolução do cubo mágico não é uma tarefa fácil, tendo em vista que o próprio inventor levou um bom tempo para soluciona-lo, mas também não é impossível.

2.2 - Cubo mágico no contexto escolar

O estímulo ao aprendizado é a melhor ferramenta de um professor.

(Rafael Cinoto)

O estudo do cubo mágico no contexto escolar é relevante por se tratar de um quebra cabeça pedagógico que estimula a participação, promove uma maior interação social (NOÉ, 2017).

O maior objetivo da aula de cubo, no entanto, é aumentar a concentração, a disciplina e a sociabilidade. Como montar o brinquedo envolve uma série de passos,

o estudante precisa prestar atenção às dicas e aplicar esse conhecimento na prática.

O aumento de disciplina aparece, por outro lado, pelo fato de os alunos precisarem manter uma rotina de estudos e de treino, para se superarem a cada tentativa (TERRA EDUCAÇÃO, 2014).

O cubo mágico pode influenciar diretamente no aumento da capacidade cognitiva e no desenvolvimento da inteligência espacial, como o foco, percepção, memória, raciocínio, linguagem, lógica, estratégias e tomada de decisões. O brinquedo também pode ajudar a desenvolver conceitos matemáticos, tais como, área, perímetro, volume, ângulo, algoritmos, enumeração, geometria e álgebra. Além de conceitos de vida e habilidades como, seguir instruções, resolução de problemas, sequenciamento, pensamento crítico e perseverança (PROERDNOSERTÃO, 2015).

2.3 - O Cubo mágico

O cubo de Rubik, também conhecido como cubo mágico, é um quebra-cabeça tridimensional, no qual, a parte externa, aparenta ser apenas um bloco sólido composto de 27 cubinhos com cores diferentes, porém os cubinhos se interligam engenhosamente, de modo que qualquer uma das camadas, de nove cubinhos pode ser girada em torno do seu eixo central sem que a peça toda se desmonte.

Inventado no ano de 1974 na Hungria pelo professor Erno Rubik, é considerado o brinquedo mais vendido na história. Rubik queria criar uma peça perfeita, referindo-se à geometria, para ajudar a explicar conceitos de terceira dimensão aos seus alunos de arquitetura, mas acabou criando um incrível quebra-cabeça tridimensional com exatas 43.252.003.274.489.856.00 (43 quintilhões) de combinações possíveis. O primeiro cubo foi desenvolvido com peças de madeira e cada um dos 6 lados pintados de cores diferentes para que os movimentos realizados pudessem ser observados com maior facilidade. Em 1980, a Ideal Toys começou a vender o brinquedo e preferiu o renomear de cubo mágico para Cubo de Rubik e qual Ganhou o Prêmio alemão de "Jogo do Ano", tornando-se uma febre mundialmente conhecida e presente nas mãos de crianças jovens e adultos até hoje. (CERPE, 2014, p.16)

Erno Rubik, aos 29 anos trabalhava como professor para ajudar a explicar aos seus alunos os conceitos sobre geometria tridimensional, como mostra a Figura 1. E acabou inventando por acaso o cubo mágico.

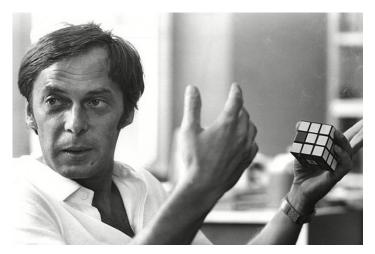


Figura 1: Erno Rubik, inventor do cubo mágico.

Fonte: https://i2.wp.com/stories.maker.me/wp-content/uploads/2015/03/1-erno-w-cube-copy.jpg

Ele então inspirou-se no Rio Danúbio, e seus formatos maleáveis e tentou fixar 27 mini cubos de madeira formando um bloco maior, dividido em 9 mini cubos em cada face e que os mesmos pudessem se movessem com as 9 peças de forma independendo do resto do bloco, ele então como arquiteto, esculpiu a mão em madeira blocos dos quais a sua própria estrutura se fixasse no bloco do eixo principal. Como mostra a figura 2.

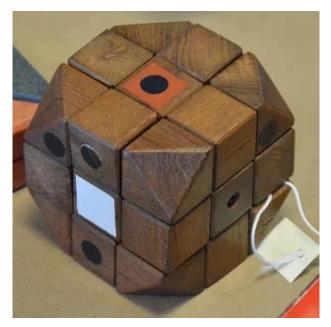


Figura 2: Primeiro cubo mágico de madeira fabricado por Erno Rubik. https://i0.wp.com/stories.maker.me/wp-content/uploads/2015/03/prototype.jpg

Quando o mecanismo funcionou bem, ele colou adesivos na parte da superfície externa de cada um dos 6 lados do cubo e o embaralhou, então nasceu o Cubo mágico. Sabe-se que o cubo acabou não sendo útil as aulas de arquitetura, devido a dificuldade de soluciona-lo, pois, o próprio criador Rubik demorou um mês para conseguir resolvê-lo pela primeira vez.

2.3.1 - Popularidade

O cubo mágico, embora tenha sido inventado em 1974, teve súbita explosão de popularidade a nível mundial no ano de 1979 (BUESCU, 2012). Nessa época, independente da idade, todos queriam tentar solucioná-lo, porém poucos conseguiam chegar a resolvê-lo pelo nível de complexidade do mesmo.

"Para mim, é uma obra de arte. O que ainda me interessa, hoje, não é, contudo, o Cubo mágico como um objeto, mas sua relação com o usuário." Diz, Erno Rubik.

No auge da mania do "Cubo de Rubik", em meados de 1980, estima-se que 1/5 da população mundial tenha tido contato com o brinquedo. O próprio Erno Rubik, inventor deste incrível quebra-cabeça, demorou cerca de um mês para resolver o cubo pela primeira vez. (CERPE ,2014, p.17)

2.3.2 - Número de Deus

Devido ao cubo mágico ter 4,3x10¹⁹ possibilidades de embaralhamento, a qual é extremamente alta, porém finita. Por uma questão matemática, os pesquisadores levantaram essa questão, que se eles tivessem todos os algoritmos para resolver qualquer que fosse a possibilidade do cubo mágico, e que só um ser omnisciente conseguiria ter esse conhecimento como um Deus, então qual seria o limite de movimentos para resolver independentemente do embaralhamento?

Para chegar nesse resultado, foram realizados muitos cálculos e testes, mesmo utilizando computadores, realizando 1000 configurações do cubo por segundo, isso demoraria 1 bilhão de anos (BUESCU, 2012).

A forma de resolver o problema foi estabelecer limites inferiores e superiores de forma a ir aumentando o limite inferior e ir diminuindo o limite superior. Ao se conseguir mostrar que ambos são iguais está encontrado o número de Deus (BUESCU, 2012).

Após várias tentativas, em 1995, Michael Reid construiu a configuração "Superflip", a qual exige um mínimo de 20 movimentos para ser solucionado, assim o número de Deus passou a ser 20. Após receber ajuda da Google, com o equivalente 35 anos de processamento computacional, o resultado foi confirmado em 20 movimentos. (BUESCU, 2012). Os resultados só foram alcançados 3 décadas depois de sua invenção.

O número de Deus trata-se de um resultado relativo a um problema matemático demostrado em 2010 sendo possível ao fim de um número finito de passos. Uma das razões para que fossem investidas décadas a fim de encontrar o número de Deus, é que a teoria dos jogos matemáticos não é apenas divertimento, mas um tópico moderno de investigação científica (SILVA, 2015).

2.3.3 - Competições

Com a popularidade aumentando drasticamente a partir de 1980, surgiram também os primeiros campeonatos de resolução do desafio. Em 1982 em Budapeste O record chegou com uma estudante de 16 anos que ganhou o primeiro campeonato mundial de cubo mágico com menor tempo de resolução de 22,95 segundos.

O record atual único, pertence a SeungBeom Cho com 4,59 segundos e a melhor média a Feliks Zemdegs com 5,80 segundos, como mostra a Figura (3) e (4) respectivamente (WORLD CUBE ASSOCIATION, 2017).



Figura 3: SeungBeom Cho inspecting the cube

Fonte: https://ruwix.com/wp-content/uploads/2017/10/seungbeom-sho-rubiks-cube-record-459-seconds.jpg



Figura 4: Feliks Zemdegs no campeonato mundial que aconteceu em São Paulo-SP em 2015.

Fonte: https://i.ytimg.com/vi/_flCua6T1K4/maxresdefault.jpg

Com isso várias outras modalidades surgiram como resolução com uma só mão ou de olhos vendados e até com os pés.

2.3.4 - Variações

Á partir do cubo 3x3x3, outros modelos começaram a ser desenvolvidos, como o 2x2x2, 4x4x4 e 5x5x5, modelos fora do formato cubico também foram desenvolidos como Pyraminx, megaminx e outros.

Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia, vários tipos de quebra cabeça do estilo cubo mágico foram construídos, e hoje são incontáveis variações existentes. Vários fãs de cubos, chamados de cubistas, praticam e colecionam todos os tipos de variações possíveis. Como mostra a Figura (5).



Figura 5: Coleção de cubos mágicos de diversos modelos.

http://s2.glbimg.com/094TJ_k6n2uOGurHbzz4JdOfytbI4YV3C9wJ5nTYO3Floz-HdGixxa_8qOZvMp3w/s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2013/01/24/cubos-magicos.jpg

2.4 - Características de aprendizado do cubo mágico.

As principais características observadas, que podem ser encontradas no processo de aprendizagem do cubo mágico são:

- A pessoa n\u00e3o necessita de conhecimentos pr\u00e9vios sobre o assunto para iniciar
 e se interessar pelo jogo.
- A Motivação é geralmente gerada pelo cumprimento de um objetivo e sua satisfação ao concluí-lo.
- Muitas deduções sobre o cubo, podem ser observadas apenas analisando a lógica do mesmo.
- Movimentos as "cegas" não possibilitam a resolução do jogo.
- Necessita-se montar uma estrutura de organização para progredir na solução
- Não existem fatores externos que podem influenciar na sua resolução ou no embaralhamento.
- Estruturas similares às dos objetos de conhecimento e cuja aprendizagem é necessária ao jogador para que ele atinja seu objetivo no jogo
- O jogador começa a criar suas próprias teorias sobre o jogo
- Alguns algoritmos podem ser utilizados para solucionar diversas situações
- Para conseguir conclui-lo deve-se pontuar e aprender os princípios do funcionamento do cubo, e com isso o aprendizado torna-se necessário.
- Quanto mais conhecimento sobre o funcionamento do cubo for acumulado,
 mais facilmente o cubo será resolvido.
- Depois de um tempo, percebe-se que a orientação é muito importante para se localizar no jogo.
- Os níveis de raciocínio tendem a ser executados mais rapidamente
- Existem 4,3 x10¹⁹ possiblidades de embaralhamento, assim mesmo após solucionado o aluno se motivará a solucionar novamente.

2.5 - Características do aprendizado de Física

- Conceitos iniciais devem ser definidos, para alcançar a percepção do objetivo e do conhecimento a ser alcançado.
- A base da motivação é geralmente ocasionada pelo melhor entendimento dos acontecimentos do dia a dia, e suas explicações físicas.
- Deduções sobre os conceitos são dificilmente assimilados por conta própria, sendo necessário recorrer a estudos aprofundados nos assuntos para se ter uma percepção dos conceitos
- A solução nem sempre é a mesma, experimentalmente e teoricamente, havendo pequenas diferenças
- Nos problemas, existem fatores externos que podem influenciar em vários tipos de situações, exemplo: resistência do ar, umidade, pressão atmosférica, gravidade local, temperatura, etc..
- Algumas fórmulas pré-determinadas e conceituadas podem ajudar a solucionar várias situações.
- Para chegar na solução deve se aprender os princípios envolvidos para se chegar no resultado.
- Quanto mais conhecimento sobre a física for adquirido, maior será a facilidade de entender os processos físicos envolvidos, e mais fácil será a assimilação de outro conteúdo relacionado.

Com isso, supomos que essas relações podem convergir em alguns pontos e divergir em outros entre o aprendizado do cubo mágico e a física.

3 - METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa foi de forma qualitativa pois, conforme Deslauriers(1991):

Na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado. O objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações. (DESLAURIERS, 1991, p.58)

A pesquisa consistiu em fazer um estudo de campo, conduzir a procedimentos relativamente sistemáticos para a obtenção de observações empíricas, para a identificação das relações entre os fenômenos estudados. (GIL, 2002).

O estudo de campo consistiu no acompanhamento contínuo dos alunos e do seu processo de aprendizagem.

Inicialmente realizaram-se dois testes em anexo, em forma de prova escrita no início e no final das atividades. A primeira prova foi desenvolvida para testar os níveis de raciocínio lógico e cognitivo dos alunos, a qual denominamos "Pré-teste lógico". A segunda prova, foi de conhecimentos em física sobre o conteúdo de "Dinâmica e interação entre blocos", a qual chamamos de "Pré-teste de Física".

As duas provas foram aplicadas a toda a turma do 1 ano do ensino médio do Colégio Guairacá.

A ideia principal, baseou-se na análise de melhora do aprendizado, no qual, após aprender mais sobre o cubo mágico, supostamente se deveria melhorar as capacidades lógicas e cognitivas do aluno.

Após aplicadas as provas, foi ministrado o curso de cubo mágico apenas para uma parte da turma. O curso então foi desenvolvido durante 12 horas aula com estes alunos. Após todos os alunos participantes do curso estarem sabendo como solucioná-lo, foram aplicadas novamente as provas, dessa vez denominadas "pósteste lógico" e "pós teste de Física". Os pós testes, continham as mesmas questões dos primeiros testes.

Com todos os dados reunidos, foram comparadas as provas, e analisado a melhora de cada aluno durante o período entre as duas provas.

Como somente uma parte da turma fez o curso de cubo mágico, isso serviu de base para analisarmos o desempenho da parte da turma que fez o curso, a qual chamamos de "turma experimental" e a outra parte que não fez o curso, a qual chamamos de "turma controle".

O teste lógico abrangeu apenas questões de raciocínio lógico, algumas contas matemáticas, um pouco de interpretação dos problemas e bastante observação.

No teste de física, foram escolhidas algumas questões das quais normalmente caem em vestibular, outras da internet, algumas do dia a dia e outras modificadas pequenos trechos de questões cotidianas.

Os pós testes, tanto de física quando de lógica, foram aplicados ambos no mesmo dia, sem nenhum aviso prévio aos alunos, para que não houvesse preocupação dos alunos em preparar-se e tornar o experimento tendencioso. O tempo total para realização dos dois pré-testes, foi de 1 hora aula e meia, sendo que o primeiro teste foi a de lógica e os alunos que terminavam esse, recebiam logo em seguida o próximo teste que era o de física.

Em ambos os testes, os alunos não tinham ainda contato com o conteúdo de física.

O teste de lógica, era possível de resolver-se apenas com raciocínio lógico, sem depender de nenhum conhecimento prévio.

Nos pós testes, os alunos já tinham tido contato com o conteúdo de física de dinâmica e interação entre blocos. O qual seguiu-se o mesmo modelo de aplicação do pré-teste, sem aviso prévio sobre esse último teste.

Para o início do curso de cubo mágico foram utilizados alguns recursos áudio visuais, como projetor multimídia, tela e notebook pessoal para apresentação sobre: origem, parte histórica, variações e competições sobre o cubo mágico. Para a parte prática foram utilizados apenas alguns cubos dos quais foram emprestados aos alunos durante as aulas, giz, quadro negro, apagador. As notações dos alunos foram apenas sobre alguns algoritmos que são utilizados para solução do cubo mágico.

No dia da Aplicação da prova, foi necessário combinar com o professor regente da turma de física do 1° ano, para ceder algumas de suas aulas para execução da pesquisa.

No primeiro dia ao comparecer ao colégio, no período da manhã, no qual os alunos têm aula normal, foi feita uma apresentação à turma de 30 alunos e explicado parte da pesquisa, porém sem revelar a forma exata como seria executada.

Primeiro foi aplicado a prova de lógica, à medida que os alunos foram terminando os testes de lógica, os mesmos eram recolhidos e aplicados os próximos, que eram de física.

O conteúdo da prova de física era desconhecido pelos alunos.

Após a prova terminada por todos, foi falado novamente sobre o curso de cubo mágico, citando o que seria aprendido e que o curso era inteiramente gratuito.

A maioria não tinha disponibilidade de tempo para fazer o curso em determinados horários, então, foi ajustado, para o horário que a maioria pudesse, 17 alunos dos 30 falaram que poderiam fazer o curso, foi explicado que apenas metade da turma poderia participar do curso, que seria avisado aos pais e mandado bilhete.

Foi passado então a lista para colocar o nome dos alunos, a quantidade de alunos caiu para 12, que poderiam fazer o curso.

Para a realização do primeiro dia de curso de cubo mágico foram programadas duas horas aula, no contra turno, no período da tarde.

Na primeira hora aula foi planejado mostrar a parte histórica e origem do cubo mágico bem como suas variações e tudo o que o mesmo abrange, gerando assim mais interesse no cubo mágico e dificultando a desistência do curso. Na segunda hora aula, foi programado a parte prática, incluindo toda parte de funcionamento do cubo e suas peças, após isso partiríamos para a parte prática pelos alunos, a qual incentiva mais pela parte visual, no tato e na parte cinestésica.

Devido à baixa quantidade de alunos nesse dia, a aula ocorreu de forma resumida na parte histórica e partindo rapidamente para a parte prática, esperando que no próximo dia de aula, fosse possível passar a parte histórica para a maioria dos alunos sem deixar os dois primeiros alunos desinteressados.

Primeiramente foi feita uma apresentação, na qual o cubo foi embaralhando e solucionando no menor tempo possível. A solução foi próxima de 21 segundos, isso acabou por deixar uma reação de espanto e ao mesmo tempo interesse na aula.

Foi mostrado a parte histórica, falado um pouco sobre o inventor Erno Rubik, algumas curiosidades de números como quantidade de possibilidades de embaralhamento e número de Deus, variação do cubo, como modelos 2x2x2, 4x4x4, pirâmides (pyraminx) e outros. Foram também apresentados o funcionamento dos campeonatos oficiais e alguns recordistas mundiais na modalidade 3x3x3, como Feliks Zemdegs, Patrick Ponce e SeungBeom Cho este último, o atual recordista mundial com o tempo de 4,59 segundos.

Iniciou-se a parte prática, falando primeiramente sobre as peças do cubo e sua mecânica. Para facilitar, foi desmontado um dos cubos, soltando as peças e ficando somente as peças centrais como mostra a Figura (6a), assim foi mostrado como as peças centrais são fixas e servem de orientação para todas as outras peças, depois foi explicado sobre as peças laterais ou peças de meio, as quais tem duas cores que são unidas como um bloco. No cubo contém 12 peças destas, como mostra a Figura (6b). As próximas peças explicadas foram as peças de quina ou canto, as quais tem 8 no cubo. Todas elas têm 3 cores e também são unidas em um bloco. Como mostra as Figuras (6c) e (6d).

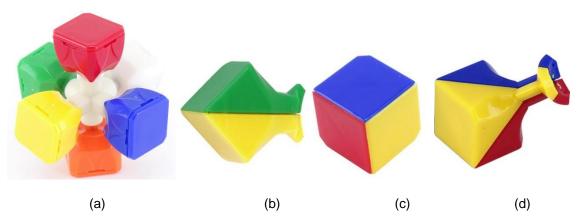


Figura 6 (a) Peças centrais com 6 eixos. (b) Peça lateral ou de meio. (c) Peça de canto, parte externa. (d) Peça de canto, parte interna.

Após os conceitos ficarem bem mostrados, foram entregues os cubos mágicos, já embaralhados para os alunos, como a turma era pequena foi possível entregar 1 cubo para cada um.

Iniciando o método das camadas, primeiramente é ensinando a como fazer a cruz e depois alinhar a cruz, foram dados alguns minutos para os alunos tentarem resolver sozinhos, para incentivar a intuitividade, depois auxiliado nos detalhes e situações adversas que os alunos ainda não tinham encontrado como solucionar.

Como eles conseguiram rapidamente, foi avançado para a próxima etapa, a primeira camada, a qual foi um pouco mais trabalhosa para ser aprendida pelos alunos no início, após algumas tentativas eles conseguiram e adquiriram um bom domínio sobre essa etapa.

Foram passados então, dois algoritmos para solucionar a segunda camada. Notou-se uma dificuldade dos alunos em realizar os movimentos corretos. Então foram explicados mais detalhadamente os movimentos e orientação do cubo em relação a pessoa que está solucionando e sugerido que praticassem os movimentos algumas vezes. Todos os alunos conseguiram concluir toda a segunda camada, pelo uma vez, já nessa aula. O que geralmente levariam 2 dias de aulas para serem concluídos.

No segundo dia de aulas, a programação era passar novamente a parte histórica para a maior parte dos alunos, retomando no início de forma mais detalhada.

Outro objetivo era unir os alunos em duplas de forma cooperativa para que um aluno ajudasse na dificuldade que o outro tivesse. Como nesse dia compareceram apenas 3 alunos, dois da aula passada e mais uma aluna. Teve-se que novamente improvisar e adaptar a programação, usando o conhecimento dos alunos que já tinham aprendido no primeiro dia, para auxiliar quem ainda estava no início.

Parte da adaptação da aula consistiu também em não passar a parte histórica novamente já que ainda era uma quantidade insuficiente para concluir a pesquisa, então avançou-se diretamente para a prática.

Foi conceituado rapidamente em torno do cubo e seu funcionamento, e logo em seguida retomado a primeira etapa para formar a "cruz" no cubo mágico, assim relembrando os alunos que já tinham tido contato com o conteúdo e mostrando para

a aluna que ainda não havia visto, porém, a aluna já havia tido um contato anterior com o cubo mágico e já sabia como solucionar a primeira etapa.

Retomando novamente para a segunda etapa que consiste em organizar uma cor formando a primeira camada inteira, alguns ainda tinham um pouco de dificuldade para recordar-se e posicionar a peça de canto correta, mas logo todos conseguiram e avançou-se para a terceira etapa, que é formar a segunda camada, na qual consiste em realocar as 4 peças laterais em suas devidas posições, utilizando um algoritmo. Para essa situação existem dois casos, os quais os alunos devem escolher qual dos dois algoritmos usar, sendo um para realocar a peça para a esquerda e outro para a direita, notou-se que os alunos confundiram-se facilmente em relação ao sentido de movimento dos algoritmos, quando se utilizaria horário ou anti-horário.

Foram dados mais alguns exemplos cotidianos de movimentos horários e antihorários como apertar ou afrouxar um parafuso ou abrir e fechar uma torneira.

Com alguns minutos foi possível que todos conseguissem concluir a etapa, após isso, os alunos começaram a avançar mais rapidamente as etapas. A quarta etapa consiste apenas em formar a cruz na parte superior do cubo e existem apenas 3 casos que podem ser solucionados com um mesmo algoritmo de apenas 6 movimentos, sendo mais fácil do que o passo anterior, no qual se utilizava 8 movimentos e dois algoritmos distintos.

Todos avançaram energicamente, avançando para a quinta etapa, na qual consiste em alinhar a cruz superior, os alunos já estavam familiarizados com o alinhamento da cruz na primeira etapa, entenderam rapidamente o que deveria ser feito, com ajuda de mais um algoritmo, para não embaralhar o que já tinha sido feito, foi também rapidamente resolvido pelos alunos.

Na Sexta etapa, deve-se apenas usar um algoritmo, segurando o cubo na posição correta, para trocar a posição dos últimos cantos restantes para a solução do cubo mágico, o que com algumas tentativas alguns conseguiram outros retrocederam algumas etapas por errar o sentido de movimento, para quem acertou essa parte da etapa foi ensinado individualmente a última etapa, na qual o aluno deve usar o mesmo algoritmo que usou para solucionar a primeira camada, porém de forma consecutiva, permutando as peças certas nos intervalos dos movimentos. Foi observado de perto cada aluno que estava nessa etapa, pois um erro e o cubo se embaralharia todo nessa última etapa.

Como foi notado que poucos alunos estavam indo ao curso, por alguma razão adversa, foi necessário mais uma visita ao colégio no horário normal de aulas dos alunos, um dia antes da próxima aula, para que tivéssemos uma conversa sobre a pesquisa, para saber quem realmente ainda estava disposto a participar e continuar indo. Assim poderia possível avaliar, se seria possível continuar a pesquisa. Foi explicado que o curso não seria ministrado novamente, e que, apesar de já ter iniciado, seria possível ainda participar quem ainda não foi nas aulas. Assim sete alunos responderam que iriam nas aulas.

Na terceira aula foi finalmente possível, ser aplicado detalhadamente a parte histórica e curiosidades sobre o cubo mágico. A qual consiste em falar sobre o seu inventor, Erno Rubik, data e motivos de criação do cubo, bem como suas variações que foram surgindo com o tempo, campeonatos que ocorreram na época e ocorrem até hoje, número de Deus, número de possibilidades e muito mais. Isso tudo acaba por deixar os alunos bem interessados.

Ao iniciar a parte prática, foi solicitado que os alunos se reunissem em duplas ou trios, as quais uma pessoa que já havia aprendido deveria necessariamente junta-

se com alguém que ainda não teve aulas, de forma que um, pudesse auxiliar o outro e a aula se tornasse mais produtiva.

Foram ensinados os mesmos primeiros passos das primeiras aulas para os alunos participantes, explicando de forma geral cada passo, e só se avançava para o próximo passo, quando todos já tivessem concluído.

Com ajuda dos alunos que já haviam solucionado os passos, foram avançando rapidamente e foi mais fácil fazer com que todos também chegassem ao final em apenas duas aulas. O tempo necessário para a fixação dos conteúdos provavelmente não foi o suficiente, porém gera um ótimo estímulo a todos os alunos chegaram a concluir o cubo pelo menos uma vez. Esta aula foi na quarta e a próxima aula deveria ser na sexta-feira, porém foi informado segundo a direção do colégio, que eles tiveram prova de outros conteúdos na sexta feira, o que talvez possa ter desengajado alguns dos alunos.

O planejamento para o quarto dia de aulas, era retomar o conteúdo, reforçando desde o início até que todos conseguissem solucionar o cubo todo sem nenhuma ajuda. Nesta data, já faziam alguns dias desde a última aula, poucos alunos foram a aula, no total três, porém foram os três que mais estavam se esforçando. Alguns tinham praticado em suas casas. Como todos eles já tinham total domínio de como solucionar o cubo até o final, utilizando o método básico das camadas, agora o objetivo era tentar solucionar o cubo cada vez mais rápido, no menor tempo possível.

Foi necessário, uma adaptação do conteúdo a ser ensinado, mostrando alguns dos passos intermediários e mais avançados. Os passos intermediários consistem em iniciar de forma mais rápida o cubo solucionando um ou mais passos de forma simultânea.

Na cruz inicial pode se formar a cruz já de forma que fique alinhada, na etapa dos cantos pode-se solucionar de forma intuitiva já a primeira e a segunda camadas de uma vez só, nos outros passos a quantidade de movimentos fica mais constante, existem mais situações adversas, porém, mais algoritmos para casos mais específicos.

Como a turma era pequena, foi perguntado sobre qual a dificuldade que cada um estava tendo para solucionar o cubo mais rapidamente, indo de forma personalizada na dificuldade de cada aluno, foi ensinando um ou dois passos para cada aluno de forma isolada, que poderia diminuir alguns movimentos e solucionar em um menor tempo.

No quinto dia de aula, era para ser o último dia de aulas de cubos, compareceram 4 alunos dos que estavam mais interessados e engajados com o conteúdo. Como foi observado que havia grande interesse por parte dos alunos, ficou resolvido que seriam dados esse dia de aula e mais um dia de aula extra. Nessa aula foram ensinados alguns dos passos intermediários de forma intuitiva, de forma que não se precisaria de formulas e nem anotações, apenas entender de forma conceitual. Esse método intuitivo aplica-se na cruz e nas duas primeiras camadas, mas só pode ser ensinado após o aluno já saber solucionar com o método básico para não ficar uma lacuna muito grande no aprendizado.

A cruz intuitiva já alinhada, se memorizando a posição das cores centrais, então pode encaixar uma cor oposta a outra ou uma cor que fica ao lado esquerdo ou direito a outra, já as deixando posicionadas. Para quando encaixar as últimas essas fiquem alinhadas.

Foi ensinado também um exercício, que consiste em mentalizar o movimento inicial para a formação de 2 peças da cruz, porém só executar o movimento de fato

com os olhos fechados, assim pode-se utilizar no futuro a parte não visível do cubo para soluções mais rápidas.

Na última aula, foi planejado fazer um campeonato entre todos os alunos da classe que acompanharam até a última aula, compareceram os quatro alunos que mais tinham se esforçado e mais um visitante, que já havia aprendido o método das camadas utilizando apenas o mesmo material didático das aulas, o qual se trata da mídia em DVD das explicações detalhadas.

Então foram reunidos os 5 e mostrado como funciona o cronômetro, como mostra a Figura (7):



Figura 7: Cronometro utilizado em campeonatos oficiais de cubo mágico.

Segundo a regra da inspeção do cubo, o competidor deve receber o cubo coberto por algum tipo de recipiente, quando exposto, o mesmo tem 15 segundos para inspecionar o cubo. Na inspeção o participante pode pegar o cubo mudar de posição, porém, não pode girar nenhuma de suas faces.

O tempo de inspeção facilita muito a análise e a previsibilidade de onde começar a solucionar, o que pode garantir um menor tempo na solução e contribui para o planejamento estratégico da solução.

Após a inspeção, deve se tocar com as duas mãos no cronometro simultaneamente, caso tocar apenas uma das mãos, o cronometro não acionará. Após tocado com as duas mãos, se for tirada uma das mãos o cronômetro já é acionado automaticamente, então inicia-se a contagem do tempo, quando conclui a solução do

cubo, deve-se tocar novamente com as duas mãos para fazer a parada do tempo no cronômetro, o qual deve ser necessariamente o próprio participante que deve fazê-lo. Com isso, a habilidade de pegar o cubo ao começar, solta-lo e parar o cronômetro após terminado, também conta alguns milésimos de segundo no tempo oficial. O tempo de colocar as mãos até a hora de soltar o cronômetro também contam no tempo de inspeção, caso o participante não o faça nesse tempo diz-se "DNF" (do not finish) o qual se traduz que o tempo foi anulado e o participante perde esse tempo da rodada.

Na regra oficial são feitas 5 tentativas de tempo, sendo que o participante pode ganhar por melhor tempo ou melhor média. No melhor tempo, apenas um dos tempos mais baixos é que conta. Já na melhor média, são excluídos o melhor tempo e o pior tempo de cada participante e feito a média dos outros 3 tempos restantes.

Então foi iniciado o campeonato, com os 4 alunos e o participante.

Todos os alunos que participarem dessa última aula ganharam um cubo mágico chaveiro de brinde por participarem do campeonato e também ativamente do curso.

Após terminado o campeonato, havia mais um conteúdo extra que foi ensinado, que é a transição do método básico para o intermediário fazendo após a cruz, a primeira e segunda camadas de uma vez, juntando o segundo passo em apenas um passo, o que é chamado de "F2L"(first two layers), que consiste em encaixar não apenas um dos cantos, mas sim um par de peças, quando encaixados os quatro pares, resulta na segunda camada completa. No método avançado, isso é feito usando um algoritmo para cada situação que for encontrada, o total são 41 casos possíveis, o que tornaria o processo de aprendizagem muito demorado, mas no método intermediário, é possível ensinar de uma forma que o aluno use sua própria intuitividade.

Para isso usa-se um método de redução apenas para dois casos fáceis de solucionar, e também segue se alguns critérios para que se reduza aos dois casos.

1° Critério, as peças laterais ou peças de meio, devem estar na camada superior. Caso não estejam deve-se girar o cubo de forma a trazer essa peça para cima.

2° Critério, a peça de canto não pode ter o branco virado para cima. Caso essa peça esteja assim, basta girar para o sentido onde não irá errar o que já está formado do cubo, assim girando-a.

3° Critério, as peças de canto e lateral não podem estar juntas, ao menos que estejam formando já o par alongado. Para separá-las deve-se usar a intuitividade, com o tempo vai se descobrindo qual o melhor caminho seguir para separá-las. Após separadas basta esconder uma das peças na parte inferior do cubo e posicionar a outra no local desejado, reduzindo assim a um dos dois casos necessários para solução da situação.

Com isso, foi possível ensinar de maneira intuitiva e conceitual as melhores formas de encaixar essa parte de cubo, por mais que o aluno não decore nenhuma formula, acaba entendendo o conceito, vai conseguir chegar facilmente a essa parte solucionada.

Esse método foi ensinado após a competição para não confundir os alunos com os dois métodos, pois com o método antigo, eles já haviam conseguido um tempo consistente, quando se aprende um método diferente até ocorrer a adaptação do mesmo o tempo pode variar muito.

Após tirar todas as dúvidas e entregar os prêmios a aula foi terminada.

Foi combinado com o professor regente da disciplina de física, que cedeu mais duas aulas para a aplicação de finalização do projeto.

Foram novamente aplicados os testes aos alunos, os quais foram intitulados de Pós teste lógico e pós teste de física. Os pós-testes eram iguais ao pré-testes, como mencionado anteriormente, o objetivo foi evidenciar uma diferença entre os alunos que realizaram o curso de cubo mágico e os que não realizaram.

Seguindo a mesma forma de aplicação que a primeira, os alunos tiveram 1 hora aula e meia para realização dos dois testes. O primeiro era o teste de lógica, assim que cada aluno terminava o primeiro, era então entregue o segundo que era o teste de física.

4 - RESULTADOS

No dia de aplicação das provas, os alunos se mostraram surpresos e preocupados, por não conhecerem o conteúdo dos testes. Mesmo assim, foi percebido que se esforçaram e tentaram resolver, ainda não tendo contato com o conteúdo.

Os pré-teste foram aplicados na data 04/09/2017 e os pós testes em 16/10/2017.

No teste lógico, alguns alunos mostraram bastante interesse e curiosidade, por outro lado, na prova de física, pareceram desmotivados.

Os alunos também solicitaram ajuda a qual foi recusada, inclusive houve tentativas de cola, mas foram impedidos, foi explicado que não valia nota e fazia parte apenas da pesquisa.

No primeiro dia do curso, compareceram apenas 2 alunos. Com isso, dificultou a noção mais geral sobre o experimento, porém contribuiu para a explicação poder ser aplicada de uma forma mais profunda para os alunos que foram nas aulas.

Quando foi realizada a solução do cubo mágico frente aos alunos, os mesmos tiveram uma reação de espanto e ao mesmo tempo pareceram mais interessados nas aulas.

No início da parte prática, alguns alunos tiveram dificuldade, porém com algumas tentativas, acabaram entendendo a lógica da mecânica de funcionamento do cubo mágico.

Na terceira etapa, na solução da segunda camada, foi onde os alunos tiveram mais dificuldade, isso se deu por usarem movimentos no cubo, nos quais, eles ainda não haviam tido contato, como por exemplo: o giro da camada da frente. Eles erraram várias vezes o sentido ou a sequência de movimentos, o que foi necessário bastante

ajuda e prática para que todos conseguissem executar com mais eficiência e confiança. Apesar de ser complicado no início, esse passo geralmente é apresentado apenas no segundo dia de aulas e nesse caso já foi possível avançar devido ao baixo número de alunos nesse dia.

No segundo dia de aulas, compareceram 3 alunos, foram reunidos lado a lado para um auxiliar ao outro, o que funcionou muito bem.

A aluna que não havia participado da primeira aula, já tinha algum contato com o cubo, o que facilitou para que alcançasse o mesmo nível dos outros alunos.

O ato de juntar os alunos em duplas ou em trios, gerou bastante interação entre eles com auxílio mútuo e ajudou a assimilação dos conteúdos. Principalmente, pelo método de só avançar o conteúdo quando todos tivessem concluído os passos anteriores.

Em todas as aulas, eram retomados os passos anteriores, eles apresentaram uma dificuldade menor no terceiro dia de aulas, quando chegaram na terceira etapa. Sempre eram revisadas as partes e avançados os passos, os quais com ajuda, foram rapidamente executados, os alunos acertavam na maioria das vezes os movimentos. Com ajuda indo de carteira em carteira, era acompanhado de uma forma particular cada aluno para que se chegasse até a solução final. Mesmo sendo assimilados de uma forma superficial, isso deu muita motivação para os alunos que comemoravam dizendo: "olha eu consegui, sou um gênio."

A primeira solução, ocorreu já no segundo dia de aulas. Já no terceiro dia, todos os alunos conseguiram realizar a solução, com exceção a um que foi apenas um dia e ainda chegou atrasado, participando apenas de uma hora aula. Nesse dia compareceram sete alunos, o qual foi o dia com mais alunos na turma.

Como a próxima aula foi marcada só uma semana depois, isso pode ter desmotivado alguns dos alunos, pois compareceram apenas três alunos. Os alunos agiram com curiosidade e prestavam sempre muita atenção as aulas. O interesse deles estava bem evidente.

No quinto dia de aulas, compareceram quatro dos alunos mais dedicados. Os alunos reagiram de uma forma muito positiva, ao melhorar seus tempos e aprender partes do método intermediário. Foram passados alguns exercícios para se praticar em casa e aberto uma exceção ao emprestar cubos para estes alunos praticarem em casa até a próxima aula que já era a última aula.

No sexto e último dia de aulas, os quatro alunos mais dedicados compareceram, e teve a presença de outro aluno, que já havia aprendido o método, mas não fazia parte da pesquisa. Foi então, realizado um breve campeonato entre eles, incentivando dessa vez a competitividade.

Aos explicar as regras, os alunos pareceram não dar muita importância e trocar conversas paralelas durante a explicação, porém no decorrer do campeonato viram que as informações eram importantes. Algumas das regras eram repassadas, à medida que situações práticas do campeonato iam ocorrendo.

No início, os alunos demonstraram certa timidez para ir na frente e solucionar o cubo quando todos estavam olhando. Como todos iriam participar, os alunos acabaram ficando mais descontraídos e aos poucos foram ficando mais tranquilos e melhorando seus tempos.

Durante o campeonato, os alunos prestavam atenção no aluno que estava resolvendo o cubo e o tempo que iria conseguir, esperando ansiosos por sua vez. No momento em que o aluno participava, notava-se a atenção aos movimentos e mesmo quando erravam voltavam e continuavam até a finalização do cubo.

Como foi ensinado parte do novo método, que era o intermediário, ficou evidente quais dos alunos praticaram mais em suas casas e quem não praticou tanto.

Foram medidos, apenas três tempos de cada aluno, tirando uma média simples. Os Resultados do campeonato seguem no Quadro (1).

Quadro 1: Resultado dos tempos dos alunos no campeonato realizado em sala de aula.

Número do aluno	Tempo em minutos (mm:ss)			
	1	2	3	Média
21	01:01	01:22	01:20	01:14
2	01:31	01:12	01:13	01:19
28	01:37	01:45	01:56	01:46
29	02:09	02:56	01:54	02:20

Como forma de incentivo, foram presenteados todos os alunos que participaram desse campeonato.

Na realização do pós-teste, alguns dos alunos que fizeram o pré-teste não estavam presentes e o contrário também ocorreu. Então esses alunos que faltaram em um dos testes não foram considerados nessa pesquisa.

Consideramos apenas os alunos que fizeram o curso até o final como a turma experimental, os alunos que participaram de apenas uma ou duas aulas não tiveram todo o contato com o conteúdo que gostaríamos.

Os alunos tiveram o mesmo tempo para realização do pré e pós testes. No pós teste os alunos terminaram antes de acabar o tempo, e alguns se mostraram curiosos para saber quais seriam as respostas das questões dos testes.

5 - ANÁLISE DOS DADOS

Para analisarmos os dados, utilizamos alguns quadros de resultados, apenas para melhor elucidar a análise qualitativa, e então seguimos os seguintes critérios:

- I) A melhora nas notas dos testes de física e de lógica, da parte da turma experimental dos alunos, os quais concluíram o curso de cubo mágico.
- II) A melhora nas notas dos testes de física e de lógica, dos alunos que participaram, pelo menos uma vez no curso de cubo mágico, mas não concluíram.
- III) A melhora nas notas dos testes de física e de lógica, da turma controle, os quais não participaram do curso de cubo mágico.
 - IV) A comparação entre as notas da turma experimental e a nota geral da turma.
- V) A relação entre os tempos de resolução do cubo mágico, dos alunos que participaram do campeonato e seu desempenho nas notas dos testes.

O número de acertos nas questões dos testes, seguem no Quadro (2), incluindo todos os alunos da turma.

Quadro 2: resultados do número de acertos no pré e pós teste de todos os alunos

	7 questões		6 questões	
Número do aluno(a)	Lógica 1	Lógica 2	Física 1	Física 2
2**	3	5	0	0
21**	3	3	0	1
28**	3	2	0	1
29**	4	3	1	1
3*	2	4	0	0
18*	2	3	0	0
27*	2	4	0	0
4	2	1	0	0
6	3	3	0	0
7	4	4	0	0
33	1	1	0	0
8	5	4	0	0
9	3	4	0	0
14	3	4	0	0
13	3	3	0	0
15	4	2	0	0
16	2	2	1	0
17	3	3	0	0
19	4	4	0	0
20	3	4	0	0
22	3	3	0	1
23	2	4	0	0
24	3	3	1	0
25	3	3	0	0
26	3	3	0	0
Média	2,92	3,16	0,12	0,16

Legenda:

I) Os Resultados com a relação de todos os alunos que fizeram o curso e foram até o final seguem no Quadro (3).

Quadro 3:resultados do número de acertos no pré e pós teste da turma experimental

	7 questões		6 questões	
Aluno número	Lógica 1	Lógica 2	Física 1	Física 2
2	3	5	0	0
21	3	3	0	1
28	3	2	0	1
29	4	3	1	1
Média	3,25	3,25	0,25	0,75

^{**}Alunos da turma experimental que concluíram o curso de cubo mágico

^{*}Alunos que participaram pelo menos uma vez do curso, mas não concluíram.

Com esse quadro, foi possível analisar, que no teste de lógica não houve uma diferença no aumento de acertos nas questões, já que o conteúdo do cubo mágico envolve raciocínio, porém não está ligado diretamente com as questões.

O teste de Física, por sua vez, houve um grande aumento no desempenho em relação a primeira prova, apesar do valor ser bem insatisfatório para a disciplina de física.

II) Para os alunos que participaram uma ou mais vezes das aulas de cubo mágico, nas quais chegaram pelo menos uma vez até a solução final do cubo, porém não acompanharam a maioria das aulas, o resultado segue no Quadro (4).

Quadro 4: resultados do número de acertos dos alunos que participaram apenas em uma das aulas.

	7 questões		6 questões	
Aluno número	Lógica 1	Lógica 2	Física 1	Física 2
3	2	4	0	0
18	2	3	0	0
27	2	4	0	0
Média	2	3,7	0	0

De acordo com suas notas foi possível notar que houve uma boa melhora no teste de lógica, porém no teste de física ninguém conseguiu resolver nenhum dos exercícios do teste.

III)Os outros alunos que não participaram do curso de cubo mágico tiveram os seguintes resultados como mostra o Quadro (5).

7 auestões 6 auestões Aluno número Lógica 1 Lógica 2 Física 1 Física 2

Quadro 5: Resultados do número de acertos dos alunos da turma controle

As diferenças entre o primeiro e o segundo teste, foram pequenas, nos testes de lógica a pontuação da primeira prova se assemelhou muito com a da segunda, e no de física, as notas decaíram quase pela metade.

3,05

0,11

0.05

Média

- IV) Para analisar os resultados gerais da turma, em relação aos resultados dos alunos que fizeram o curso. Comparando o Quadro (3) com o Quadro (2), que nos mostra que o resultado da melhora da turma experimental, foi um pouco melhor que o a média geral dos acertos nas questões de física.
- V) Relacionando o desempenho dos alunos que participaram do campeonato de cubo mágico e suas notas. Temos:

A aluna número 2, ficou em 2° lugar no campeonato, foi a que teve grande melhora no teste de lógica passando de 3 para 5 acertos. Porém não melhorou nada no teste de física.

A aluna número 21, ficou em 1° lugar no campeonato, continuou com a mesma nota no teste lógica, e conseguiu acertar uma questão no segundo teste de física.

O aluno número 28, ficou em 3° lugar no campeonato, acabou indo pior na segunda aplicação do teste de lógica, e foi melhor na segunda aplicação do teste de física acertando uma questão.

O aluno número 29, ficou em 4° lugar no campeonato, acabou indo pior na segunda aplicação do teste de lógica, e acertou a mesma quantidade no teste de física.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de aprendizagem do cubo mágico torna-se um processo interessante devido a pessoa, sem conhecer nada sobre o assunto, consegue entender o objetivo a ser alcançado e pode criar as conexões sobre procedimentos que se deve fazer para avançar, porém para avançar deve-se buscar conhecimento, e segundo Vygotsky a zona de desenvolvimento proximal é a que gera maior conhecimento, onde com um conhecimento prévio, pode se chegar a entender o próximo, de forma que aluno tenha potencial de conseguir o aprendizado ainda não alcançado, isso que nos interessa, pois o aprendizado se dá por interesse da própria pessoa que se cria a medida que a mesma se motiva a chegar a solução do mesmo, e quanto mais aprendizado ela acumular sobre isso mais facilmente o cubo será solucionado.

Em ambos os casos o sujeito elege um objeto de estudo, define um objetivo, realiza observações, elabora hipóteses e as experimenta.

As características relacionadas mais fortes que encontramos, foram que quanto mais princípios forem adquiridos, maior o entendimento do funcionamento da mecânica dos objetos e maior será o entendimento posterior de outro conteúdo relacionado.

E um dos fatores principais que geram a relação entre eles, são os obstáculos para a conclusão dos objetivos, sendo que quando a motivação para alcançá-los, é grande o bastante, isso gera o interesse pelo aprendizado de critérios ou leis necessárias para chegar a esse objetivo, que podem ser relacionados, assim como a Física relaciona as leis de como a natureza funciona.

Os Resultados que obtivemos nessa pesquisa, podem ter sido pouco expressivos pela baixa quantidade de alunos que participaram do curso, mesmo assim

houve uma diferença nas notas em relação aos alunos que fizeram o curso e os que não fizeram.

Apesar da nota dos alunos serem baixas, houve um pequeno nas notas da turma experimental em relação aos outros alunos nas notas em física. Por isso, mesmo não havendo uma relação direta entre o cubo mágico e o ensino, indiretamente percebe-se que ao aluno aprender sobre as soluções do cubo mágico, o torna mais interessado e motivado nas matérias exatas, contribuindo assim para o aprendizado em geral.

Vale salientar que este foi um pequeno ensaio, sendo necessários portanto mais elementos, critérios e outros profissionais da psicologia e neurociências acompanhando uma pesquisa como essa e por um período mais longo para que possamos ter mais subsídios para realizarmos afirmações sobre a real influência do cubo mágico no raciocínio das pessoas e consequentemente perceber se ele de fato contribui ou não para uma efetividade e melhora significativa no aprendizado delas.

Fica, portanto aqui a sugestão de que novas pesquisas sejam desenvolvidas por outros profissionais da cognição humana e assim termos outras respostas para serem comparadas e analisadas com as que aqui foram encontradas.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Petrus H. R.; SILVA, Geovani R. Cubo de Rubik: uma ferramenta para o ensino de física. UFG Catalão GO. 2014,

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BRASIL. **Ministério da educação e cultura. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino médio.** Volume 2: Ciência da natureza, matemática e tecnologia. Brasília: MEC, 2006, p. 75, 76.

BUESCU, Jorge. **O número de Deus.** Revista INGENIUM, Lisboa - Portugal 2012, pg 92-93.

CERPE, Renan. **O segredo do cubo mágico.** 1 ed. São Paulo: CYMK Quality, 2014. p. 16

CHEN, J. **Group Theory and the Rubik's Cube**. 2014. Disponível em: http://www.math.harvard.edu/~jjchen/docs/Group%20Theory%20and%20the%20Rubik's%20Cube.pdf. Acesso em: out. 2017.

CINOTO, R. **Cubo mágico:** método de camadas. Disponível em: http://www.cinoto.com.br/camadas/camadas.pdf>. Acesso em: out. 2017;

COSTA, Leandro Demenciano. O que os jogos de entretenimento têm que os jogos educativos não têm. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

DESLAURIERS J. P. Recherche Qualitative. Montreal: McGraw Hill, 1991 p.58

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa.** 4 ed. São Paulo: ATLAS S.A. 2002. p.131

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **The Mathematics of the Rubik's Cube.** 2009. Disponível em: http://web.mit.edu/sp.268/www/rubik.pdf>. Acesso em: set. 2017.

NOÉ, Marcos - Brasil Escola - **Cubo Mágico** – Disponível em : http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/cubo-magico.htm> Acesso dia 26 de fevereiro de 2017.

PROERDNOSERTAO. **BODÓ - Projeto Cubo Mágico na Escola.** 2015. Disponível em: http://www.proerdnosertao.com/2015/05/bodo-projeto-cubo-magico-na-escola.html Acesso em: fev. 2016.

SILVA, José Vinícius do Nascimento. **Uma proposta de aprendizagem usando o Cubo Mágico em Malta -PB.** UEPB - Campina Grande 2015.

SKINNER, B. F. Science and human behavior. New York: McMillan, 1953.

SOUSA, João Edson. **Projeto cubo – Despertar para o conhecimento.** Rio Verde, MT, 2015.

TERRA EDUCAÇÃO. **Fora de brincadeira, o cubo mágico pode ajudar na escola.** 2009. Disponível em: http://noticias.terra.com.br/educacao/fora-de-brincadeira-o-cubo-magico-pode-ajudar-na-

<u>escola,44d9358642f99410VgnVCM20000099cceb0aRCRD.html</u>> Acesso em: set. 2016.

TEZANI, Thaís Cristina Rodrigues. **O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento**: aspectos cognitivos e afetivos. Educação em Revista, Marília, 2006, v.7, n.1/2, p. 1-16

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 4. ed., São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WORLD CUBE ASSOCIATION. Competitions. 1982. Disponível em:

< https://www.worldcubeassociation.org/competitions/WC1982>. Acesso em: nov. 2017.

APÊNDICE

Métodos de soluções do cubo mágico

O cubo mágico é um instrumento que utiliza na sua solução conceitos de problemas de busca e enumeração. A qual é uma enorme área de pesquisas, abrangendo muitos pesquisadores trabalhando em diferentes disciplinas, da inteligência artificial às operações. O cubo mágico permite que os pesquisadores de diferentes disciplinas comparem seus métodos em um problema único e bem conhecido.

Devido ao fato da quantidade de combinações ser muito grande, com o tempo foram desenvolvidos vários métodos de solução para o cubo mágico. Dentre os métodos mais conhecidos temos, Método Fridrich, Método Petrus, Método Roux, método básico conhecido como método de camadas entre outros.

Nesta abordagem utilizaremos o método das camadas dividido em 7 passos de organização das peças. A solução pelo método de camadas (método básico) consiste em uma sequência.

Para começarmos precisamos primeiro saber alguns conceitos que serão essenciais para o entendimento e funcionamento do cubo mágico.

Conceitos sobre o cubo mágico

Apesar de um cubo possuir 54 adesivos ou plaquetas coloridas na parte externa, existem apenas 3 tipos de peças que são:

Peças centrais, peças de meio (laterais) e peças de canto.

Existem apenas 6 peças no cubo que são fixas e jamais iram se alterar sem que o cubo seja desmontado, e são nessas peças que iremos nos guiar na maior parte do tempo, como mostra na Figura (6a).

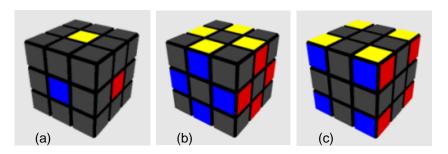


Figura 8: (a) Peças de centro. (b) Peças laterais. (c) Peças de canto.

As peças de centro possuem uma única cor em cada peça, em cubo oficiais geralmente seguem um padrão de cores sendo o amarelo oposto do branco, verde oposto do azul e vermelho oposto do laranja. Então a posição dessas cores será sempre a mesma.

O cubo possui 12 peças de meio ou peças laterais, que são compostas por um bloco de duas cores, e são as peças que sempre estão ao lado das centrais. Como representado nas peças coloridas da Figura (6b). Possui também 8 peças de canto ou de quina, que são compostas por um bloco de três cores, e são as peças que se encontram nas quinas do cubo, como mostra a Figura (6c). Uma peça de meio jamais irá se encaixar em um lugar de uma peça de canto e vice-versa.

Sobre a orientação do cubo, no início, sugerimos que seja adotada a cor branca como sendo o centro de cima, para facilitar o aprendizado. Porém após já ter aprendido e entendido totalmente o método, pode se iniciar a montagem por qualquer uma das cores.

Em todo o processo existem sequencias de movimentos que formam os algoritmos, que facilitam a troca apenas entre as peças que se deseja modificar. Por

isso quando for executa-lo, deve se prestar atenção no sentido e tentar manter a posição inicial do cubo, pois qualquer movimento não planejado e as peças não irão para onde se quer.

Os movimentos que utilizaremos são os seguintes:

Cima horário C

Cima anti-horário Ca

Esquerda horário E

Esquerda anti-horário Ea

Direita horário D

Direita anti-horário Da

Baixo horário B

Baixo anti-horário Ba

Frente horário F

Frente anti-horário Fa

Traz horário T

Traz anti-horário Ta

O método de camadas

Esse método consiste na solução em sete etapas, sendo que durante o processo formam-se: a primeira camada, segunda camada e terceira camada, ao contrário do que a maioria tenta, sendo uma face, duas faces, etc.

1ª Etapa: Formar a Cruz inicial e orientá-la

Comece embaralhando seu cubo.

Para facilitar nosso aprendizado sugerimos que inicie com o centro branco virado para cima, então iremos antes de girar de qualquer forma o cubo, primeiro olhar

onde estão as peças brancas de meio, o cubo possui apenas 4 peças de meio de cada cor e lembre-se, uma peça de canto não irá encaixar no lugar de uma de meio.

Após encontradas as peças, tente colocá-las todas em cima ao lado do centro branco, formando uma cruz, nesse momento os cantos não importam, não tenha receio de retirar um canto branco de cima para acertar a cruz.

Com a cruz formada iremos alinhar a nossa cruz de forma que a outra cor da peça de meio esteja combinando com os centros da segunda camada. Assim formamos a nossa cruz e a deixamos alinhada. Como mostra a Figura (7).



Figura 9: 1ª Etapa concluída, com a cruz alinhada.

2ª Etapa: Posicionar os cantos formando a primeira camada.

Para executar esse passo, precisamos encontrar onde estão localizadas as peças brancas no cubo, sendo que elas podem estar na parte de cima, ou na parte de baixo do cubo com 4 posições possíveis, estes blocos de canto, possuem três cores diferentes, e será muito importante a observação das mesmas. Primeiramente sugerese que seja localizada qualquer uma das peças na parte de baixo que contenha branco. As outras duas cores do bloco iram servir de orientação para saber qual o local correto onde a peça deve ser posicionada, basta observar os centros laterais para se obter essa informação, quando identificado a posição correta a peça deve estar ou na parte de cima ou na parte de baixo do seu respectivo lugar correto, então posicionamos a orientação do cubo com a esta peça na frente e ao lado direito da pessoa para executar o seguinte algoritmo:

Da,Ba,D,B (algoritmo 1)

Com esse algoritmo as peças de canto de baixo e de cima são giradas e trocadas uma pela outra.

O movimento deve ser repetido por completo, até que a peça de canto esteja em sua posição correta, a quantidade de movimentos será determinada pela posição do bloco.

Se executado seis vezes esta mesma comutação, o cubo voltará a posição original. Após encontrarmos a posição correta da peça de canto, iremos repetir o processo de busca da próxima peça até que se forme a primeira camada completa do cubo mágico.

Como mostra a Figura (8).



Figura 10: Primeira camada concluída.

3ª Etapa: Formando a segunda camada

Para iniciarmos essa etapa iremos alterar a orientação do cubo, a parte de baixo do cubo onde o centro é amarelo, passará a ser nossa parte de cima e viceversa para o centro branco.

Agora podemos girar livremente a parte de cima sem que se altere o progresso que já foi conquistado, agora o nosso objetivo será procurar nesta parte de cima, as

peças laterais que iram formar a segunda camada, para isso, primeiramente procuramos qualquer peça lateral que não contenha a cor de cima, no caso o amarelo, agora iremos posicioná-la combinando com a cor do centro, isso feito, deve se observar de acordo com a outra cor do bloco, para qual lado esta deverá seguir para formar a segunda camada, com isso temos de executarmos o seguinte Algoritmo:

Caso o movimento for para a esquerda:

Ca,Ea,C,E,C.F,Ca,Fa (algoritmo 2e)

Caso o movimento seja para a direita:

C, D,Ca,Da,Ca, Fa,C,F (algoritmo 2d)

Com esses algoritmos, a peça que estava na parte de cima se encaixa na lateral da segunda camada sem desarranjar as outras da primeira camada, a peça que estava na segunda camada por sua vez se move para a parte de cima do cubo.

Caso a peça lateral esteja invertida, mas em sua posição correta, deveremos utilizar os comutadores para colocar qualquer peça em sua posição, quando isso ocorrer, ela irá para a parte superior e poderá ser reposicionada corretamente. A segunda camada completa, está demonstrada na Figura (9).



Figura 11: Segunda camada concluída.

4^a Etapa: formar a cruz superior

Quando concluirmos a segunda camada, o cubo deve apresentar até 3 casos diferentes para esta solução, como mostra a figura (10).

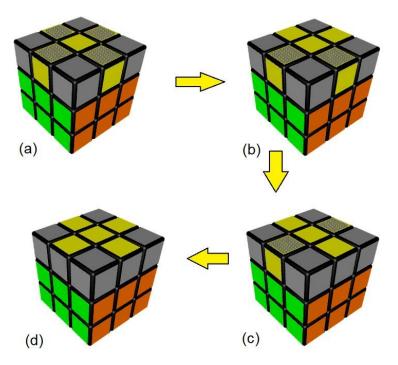


Figura 12: (a) Caso ponto. (b) Caso "L". (c) Caso linha (d) Cruz superior formada

Onde chamaremos de caso da linha, caso do "L" e caso do ponto.

Em todos os casos estamos considerando apenas as peças laterais, se o cubo não estiver em nenhum destes casos, alguma peça pode ter sido retirada e recolocada na posição invertida.

Para os 3 casos iremos utilizar esse algoritmo comutativo:

F,D,C,Da,Ca,Fa (algoritmo 3)

Que deve ser repetido dependendo do caso.

No caso linha (10c), iremos posicionar o cubo de forma que a parte de cima, forme a linha na posição horizontal e aplicamos o algoritmo comutador apenas uma vez.

No caso "L", iremos posicionar o "L" na parte de cima do cubo e antes de começar o algoritmo comutador aplicamos "Ca", de forma que se comparado a ponteiros de um relógio, teríamos a posição de "9 horas", antes de iniciar o algoritmo como mostra a figura (10b). Após aplicado o algoritmo, isso levará a posição do caso da linha, basta repetir o caso da linha.

No caso do ponto (10a), teremos que executar 3 vezes o algoritmo comutador no total, aplicando a primeira vez, irá para o caso "L".

Quando finalizada essa etapa, teremos o mesmo que a Figura (10d).

5^a Etapa: alinhar a cruz superior

Assim como no início onde foi necessário alinhar a "Cruz", desta vez precisamos também fazer esse alinhamento, mas sem interferir, nas outras peças que já estão na posição correta. Para isso, aplicaremos o seguinte algoritmo comutador.

D,C,Da,C,D,C,C,Da,C (algoritmo 4)

Note que girando a parte de cima sempre é possível encontrar pelo menos duas cores do bloco da lateral que combinam com o centro das laterais. Para aplicarmos esse algoritmo existem duas situações possíveis, uma delas quando as peças certas e erradas, estão uma ao lado da outra, e na outra situação quando as peças certas e erradas estão em lados opostos do cubo. No primeiro caso, devemos utilizar a seguinte orientação: ao lado esquerdo e na frente as peças erradas e só então se iniciar o algoritmo 4. No segundo caso deve utilizar a seguinte orientação: na frente e atrás com as peças certas para iniciar, se tudo ocorreu bem, isso levará ao primeiro caso, o qual basta repeti-lo para solucionar o alinhamento da Cruz. Como mostra a Figura (11).



Figura 13: 5ª Etapa concluída, cruz superior alinhada.

6ª Etapa: posicionar todos os cantos finais em seus lugares corretos

Neste passo é importante lembrar que o objetivo é posicionar as peças em seus lugares, porém estas peças não precisam estar com a orientação correta ainda, isso será feito na última etapa.

Primeiramente deve ser analisado se existe alguma pela que já esteja em sua posição correta, caso não haja nenhuma, basta seguir a orientação do amarelo na parte de cima e aplicar o algoritmo comutativo 5.

C,D,Ca,Ea,C,Da,Ca,E (algoritmo 5)

Este algoritmo fará com que apenas 3 peças de canto sejam trocadas entre si, e somente a peça do canto da frente do lado direito seja mantido, então após encontrar uma peça que se encaixe na posição correta, a mesma deve ser posicionada no canto da frente ao lado direito, e executado o algoritmo até 2 vezes, caso execute três vezes o algoritmo, as peças devem voltar na posição de onde começou o algoritmo.

O processo finalizado pode ser demonstrado na Figura (12).



Figura 14: 6ª Etapa finalizada, cantos nas suas devidas posições de origem.

7ª Etapa: rotação dos cantos finais

Esta é a etapa final e a mais importante, preste bem atenção pois com apenas um erro é suficiente para ter que recomeçar vários passos anteriores. O número de cantos à serem girados, devem ser de dois, três ou quatro. Se houver apenas um canto para girar, o cubo jamais se solucionará, corrija tentando girar manualmente uma das peças ou retirando algumas das peças, e recolocando para encontrar a posição correta, pois nesse cubo as peças foram colocadas de forma incorreta na montagem em si.

Para executar esta última etapa a orientação da peça a ser girada deverá ser também na frente ao lado direito, os mesmos passos não devem ser executados nas peças onde já estão corretas.

O algoritmo comutativo que usaremos será o (algoritmo 1), porém será um movimento combinado.

Com a orientação correta inicia-se o movimento até que se encontre na parte de cima a posição esperada para a peça a ser girada, porém o (algoritmo 1) deve ser feito sempre completamente, repetindo-o até 5 vezes para obtenção do giro da peça esperada, quando esta se encaixou na posição correta, o movimento irá continuar girando a parte de cima do cubo e posicionando outra peça que deverá ser girada no

mesmo canto da direita, e mais uma vez executamos o (algoritmo 1), e assim iremos repetindo o processo até a finalização do cubo. Como Demonstra a Figura (13).

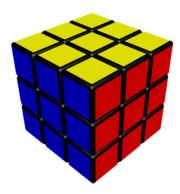


Figura 15: 7ª Etapa concluída, cubo totalmente solucionado.

ANEXOS

Anexo 1 - Teste de Raciocínio Lógico

1) Capitu é mais baixa que Marilu e é mais alta que Lulu. Lulu é mais alta que Babalu mas é mais baixa que Analu. Marilu é mais baixa que Analu. Assim, qual delas é a mais alta?

R:

2) Qual das formas, mais se parece com a figura X?











3) Numa fileira de quatro casas, os Brown vivem ao lado dos Smith, mas não ao lado dos Bruce. Se os Bruce não vivem ao lado dos Jones, quem são os vizinhos imediatos do Jones?

R:

4) José Souza, Paulo Almeida e Claudio Prinot são três funcionários que têm que realizar, no total para os três, 72 tarefas diariamente. Cada dia eles escolhem um critério diferente para repartir as tarefas. Por exemplo, no dia de ontem eles decidiram que as 72 tarefas seriam divididas entre eles diretamente proporcional às consoantes do sobrenome de cada um. Sendo assim, ontem Paulo Almeida teve que realizar o total de tarefas igual

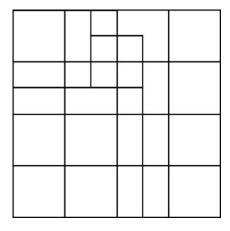
R:

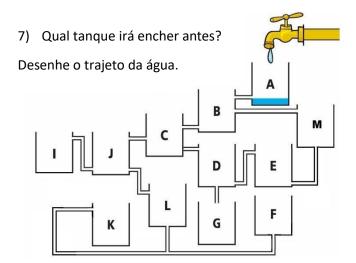
5) João tinha 22 anos quando seu filho Carlos nasceu. Em um determinado dia, quando Carlos fazia aniversário, João disse para o filho: "Daqui a 10 anos, nossas idades somarão 100 anos".

No dia dessa declaração, João tinha qual idade?

R:

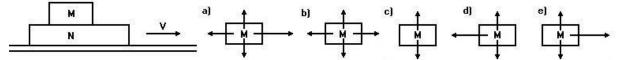
6) Conte quantos quadrados você vê na figura ao lado ao lado:



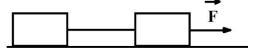


Anexo 2 - Teste de Conhecimentos em Física sobre Dinâmica

- 1. Um dinamômetro possui suas duas extremidades presas a duas cordas. Quatro pessoas puxam as cordas na mesma direção, sendo uma pessoa mais forte em um sentido e as outras três mais fracas em sentido oposto, a força que cada pessoa faz respectivamente é: 200N, 60N, 50N e 90N. Quanto marcará o dinamômetro?
- 2. (UFMG) Dois blocos M e N, colocados um sobre o outro, estão se movendo para a direita com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal sem atrito. Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam sobre o corpo M é



- 3. (UFPE) Um corpo de 3,0 kg está se movendo sobre uma superfície horizontal sem atrito com velocidade v₀. Em um determinado instante (t = 0) uma força de 9,0 N é aplicada no sentido contrário ao movimento. Sabendo-se que o corpo atinge o repouso no instante t = 9,0s , qual a velocidade inicial v₀, em m/s, do corpo?
- 4. (UERJ) Uma balança na portaria de um prédio indica que o peso de Chiquinho é de 600 newtons. A seguir, outra pesagem é feita na mesma balança, no interior de um elevador, que sobe com aceleração de sentido contrário ao da aceleração da gravidade e módulo a = g/10, em que g = 10 m/s². Nessa situação a balança apontará para qual valor?
- 5. (UNESP) Dois blocos idênticos, unidos por um fio de massa desprezível, jazem sobre uma mesa lisa e horizontal conforme mostra a figura a seguir. A força máxima a que esse fio pode resistir é 20N. Qual o valor máximo da força F que se poderá aplicar a um dos blocos, na mesma direção do fio, sem romper o fio?



6. Dois blocos A e B, com massas respectivamente iguais a m =4,0kg e m =2,0kg, estão unidos conforme mostra a figura a seguir. O fio que prende o corpo A tem a outra extremidade presa a um pino fixo no chão. Despreze as massas dos fios e da roldana, considere que não há atritos e que a intensidade da força aplicada em B é 36 N. Qual será a tração no fio em Newtons?

