

## **CUBO MÁGICO E ROBÓTICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM PRÁTICA E INTERDISCIPLINAR**

Paulo Ricardo Mello Ataíde de Oliveira<sup>1</sup>

Maria Eduarda Jardim Tavares<sup>2</sup>

José Wilson Lima Nerys<sup>3</sup>

### **RESUMO**

A transmissão de conhecimentos matemáticos é geralmente um desafio na educação atual, pelo fato de tais conceitos serem apresentados de forma extremamente teórica e não atraindo a atenção dos estudantes, especialmente no âmbito escolar. Portanto, com base nessa problemática, nosso objetivo foi desenvolver um projeto vinculado ao PET Engenharias que consiste na construção de um robô capaz de resolver cubo mágico, para apresentar conceitos matemáticos de forma lúdica e interessante. Este projeto se baseia na utilização do microcontrolador ESP32, que por sua vez controla motores de passo que movimentam as faces do cubo. A estrutura do robô foi projetada com impressão 3D, permitindo maior liberdade no design e na disposição dos componentes, enquanto a lógica de resolução baseou-se em um aplicativo previamente desenvolvido por um antigo aluno do orientador do projeto, capaz de identificar qualquer estado inicial do cubo e gerar a sequência ideal de movimentos, transmitida via Bluetooth ao microcontrolador. Do ponto de vista educacional, o projeto possibilita a exploração de conceitos matemáticos de forma prática e visual, estimulando raciocínio lógico, aprendizagem ativa e interdisciplinaridade, além de despertar interesse pela ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). Os resultados indicam que a abordagem permite compreender algoritmos de resolução, tornando-se uma ferramenta para ensino de matemática e robótica. Assim, o robô não apenas executa movimentos programados, mas também serve como recurso pedagógico para demonstrar a aplicação concreta de teoria matemática e conceitos de engenharia no desenvolvimento tecnológico.

**Palavras-chave:** robótica educacional, cubo mágico, ensino de matemática, motores de passo, STEM.

### **INTRODUÇÃO**

O ensino de Matemática enfrenta desafios persistentes que transcendem fronteiras geográficas e sistemas educacionais. Estudos internacionais demonstram que a disciplina continua sendo percebida pelos estudantes como abstrata, desconectada da realidade e de difícil compreensão, resultando em altos índices de ansiedade matemática e baixo desempenho acadêmico (Ashcraft & Kirk, 2001; Maloney & Beilock, 2012).

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás- UFG, paulo.ricardo2@discente.ufg.br;

<sup>2</sup> Graduado pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás - UFG, maria\_eduarda23456@discente.ufg.br ;

<sup>3</sup> Professor Doutor da Universidade Federal de Goiás - UFG, jose\_wilson\_nerys@ufg.br

A robótica educacional emerge como uma abordagem promissora para superar essas barreiras de aprendizagem, fundamentando-se nos princípios da educação STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) e na pedagogia construcionista de Papert (1980). Esta metodologia proporciona um ambiente de aprendizagem ativa onde conceitos abstratos são materializados através de projetos práticos e interativos, permitindo que os estudantes construam conhecimento através da experimentação e da resolução de problemas reais (Benitti, 2012; Rusk et al., 2007).

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema robótico automatizado para resolução do Cubo de Rubik como ferramenta didática para o ensino de conceitos matemáticos avançados. O Cubo de Rubik, inventado por Ernő Rubik em 1974, representa um objeto matemático complexo que incorpora elementos fundamentais da teoria dos grupos, álgebra abstrata, combinatória e ciência da computação (Joyner, 2008; Kunkle & Cooperman, 2007). Sua estrutura algébrica, baseada no grupo de permutações, oferece um contexto tangível para a exploração de conceitos que tradicionalmente são apresentados de forma puramente teórica.

A escolha do Cubo Mágico como objeto de estudo não é arbitrária. Sua popularidade cultural, combinada com sua riqueza matemática, cria um ambiente de aprendizagem motivador onde estudantes podem visualizar e manipular conceitos abstratos através de uma interface familiar e desafiadora. Algoritmos de resolução incorporam estratégias de otimização, heurísticas de busca e decomposição de problemas que são fundamentais na ciência da computação e na matemática aplicada.

Esta pesquisa trata do desenvolvimento e implementação de um robô solucionador de Cubo do Mágico que funciona como mediador pedagógico no ensino de conceitos matemáticos, especificamente teoria dos grupos, algoritmos de busca e otimização combinatória. Através do processo de design, programação e otimização do sistema robótico, pretende-se demonstrar como a integração entre teoria matemática e aplicação prática pode promover uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos envolvidos.

Este trabalho tem como objetivo contribuir para o campo da educação matemática ao propor uma metodologia inovadora que combina robótica educacional, gamificação e aprendizagem baseada em projetos. A pesquisa visa não apenas desenvolver uma solução tecnológica funcional, mas principalmente investigar seu potencial como ferramenta pedagógica capaz de transformar a percepção dos estudantes sobre a Matemática, demonstrando sua aplicabilidade, relevância e beleza intrínseca.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho se baseia em um método descritivo, tipo relato de experiência, realizado na Universidade Federal de Goiás (UFG) como projeto de iniciação científica vinculado ao PET Engenharias nos períodos de 14 de maio de 2024, até o dia 13 de setembro de 2025.

Este projeto de iniciação científica dos membros do grupo de extensão da UFG PET Engenharias autores deste artigo, inicialmente se tratava apenas da construção de um robô capaz de resolver o cubo mágico, porém, posteriormente foi possível observar o potencial do projeto como forma de extensão e educação.

O projeto do Robô Que Resolve Cubo Mágico, foi realizado utilizando a plataforma ESP32, motores de passo NEMA 17 4,2 kgf, drivers de motor de passo A4988 e uma fonte de bancada de 12V e 20 A. Foram utilizados 1 ESP32, 6 drivers A4988, 6 motores de passo NEMA 17, e 1 fonte de bancada de 12V e 20A.

Primeiramente foram realizados alguns testes básicos com o ESP32 que consistiam em ligar e desligar o LED através do pino touch do ESP32, em seguida ligar e desligar o LED através do bluetooth da placa. Para enviar comandos via bluetooth para o ESP32, foi utilizado o aplicativo *Serial Bluetooth Terminal*.

Em seguida ocorreu a familiarização com os motores de passo, no qual consistiu na pesquisa sobre o seu funcionamento, e o seu acionamento por *bluetooth* utilizando o ESP32 através do mesmo aplicativo usado para acionar o LED.

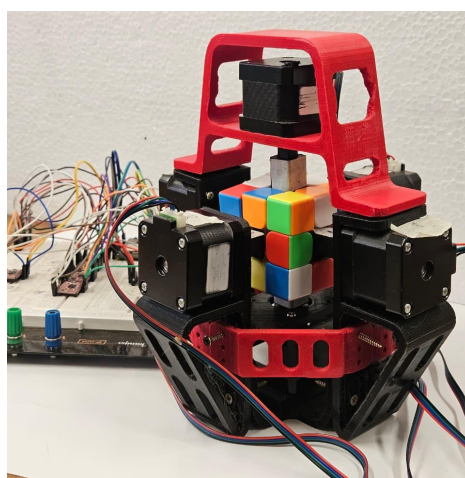
Terminados os testes com os componentes eletrônicos, foi realizada a construção da estrutura do robô. A estrutura foi construída com base no projeto “*Rubik’s Cube Solver*” de “*aaedmusa*” presente no site *AUTODESK Instructables*. A estrutura foi feita utilizando filamento de impressora 3D ABS e PLA, pela resistência do material, e maior liberdade caso fosse necessário alterar o design inicial.

O código do robô foi escrito na linguagem C utilizando as IDEs Arduino IDE e Visual Studio Code, e consiste de uma adaptação do código presente no trabalho de Cardeal (2022), embora este trabalho utiliza servos motores, e possui movimentação limitada.

O funcionamento do Robô Que Resolve Cubo Mágico consiste inicialmente no mapeamento das cores do cubo através do aplicativo “*Rubik Solver*”, desenvolvido por Felipe Fonseca Gontijo Neiva, graduando em engenharia química, antigo aluno do orientador do projeto. Após o mapeamento do cubo, o aplicativo mostra para o usuário os passos

necessários para resolver o cubo com a menor quantidade de movimentos possível utilizando o algoritmo de Kociemba. Em seguida é enviada a sequência de movimentos necessária para resolver o cubo para o aplicativo *Serial Bluetooth Terminal*, e através deste, os comandos são enviados por *bluetooth* para o ESP32, e finalmente a plataforma manda os comandos para os drivers controlarem os motores para realizarem os movimentos necessários em cada face do cubo para que seja possível resolver o cubo mágico.

**Figura 1 -Robô que resolve cubo mágico montado**



Fonte: Autoria própria 2025.

Após a construção do robô, ele foi nomeado como “Jarvis” em homenagem ao personagem fictício da Marvel Comics, presente nas histórias do Homem de Ferro. Jarvis foi levado pelo PET Engenharias para a “Feira das Profissões do Colégio Estadual João Carneiro dos Santos”, em Senador Canedo, no dia 13 de setembro de 2025 como parte do projeto de extensão “A UFG vai até você!” promovida pela Pró-Reitoria de Graduação, evento que consistiu na apresentação dos cursos da UFG para os alunos do Colégio Estadual João Carneiro dos Santos. O grupo PET Engenharias além de apresentar os cursos da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação (EMC), encontrou uma oportunidade de apresentar Jarvis, o Robô que resolve cubo mágico como forma para atrair os alunos para os cursos de engenharia da EMC e ensinar uma aplicação matemática através do cubo mágico.

Durante o evento, o petiano (membro do PET Engenharias) Paulo Ricardo Mello Ataíde de Oliveira e Maria Eduarda Jardim Tavares explicaram o funcionamento de Jarvis, e

mostraram como a quantidade de sequências e movimentos realizados no cubo mágico está diretamente ligado com a operação matemática fatorial.

**Figura 2 -Ajustes no robô que resolve cubo mágico**



Fonte: Autoria própria 2025.

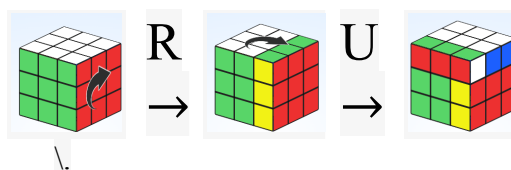
**Figura 3 -Ajustes no robô que resolve cubo mágico**



Fonte: Autoria própria 2025.

Foi explicado que ao movimentar o cubo duas vezes, existem duas sequências de movimentos possíveis ao utilizar dois movimentos, como mostrado na Figura 3 e Figura 4 a seguir.

**Figura 4- Sequência R, U**



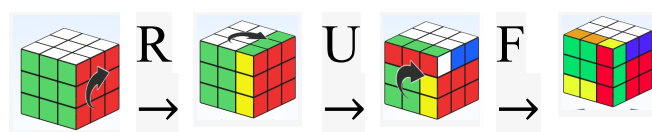
Fonte: RubiksCu.be (2025). Disponível em: <https://rubikscu.be/>. Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 5- Sequência U, R**

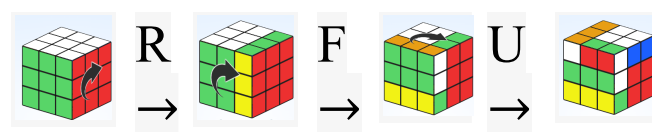


Fonte: RubiksCu.be (2025). Disponível em: <https://rubikscu.be/>. Acesso em: 29 out. 2025.

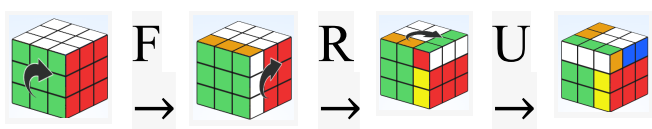
Como mostrado na Figura 4 e Figura 5, a partir de dois movimentos existem duas possibilidades para realizar os movimentos, primeiro foram realizados os movimentos R, U (face direita no sentido horário, e face superior no sentido horário) e em seguida os movimentos U, R (face superior no sentido horário, e face direita no sentido horário), desta forma com duas possibilidades de sequências com dois movimentos. Em seguida foi explicado que ao realizar 3 movimentos no cubo em faces diferentes, obtemos:

**Figura 6-Sequência R, U, F**

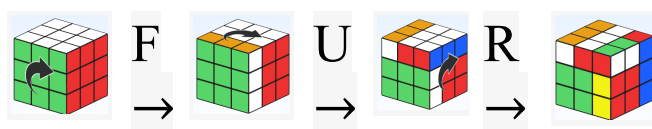
Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 7-Sequência R, F, U**

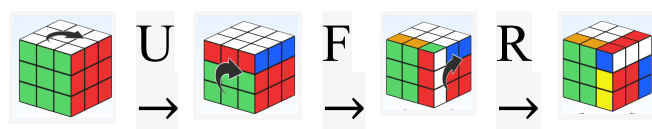
Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 8-Sequência F, R, U**

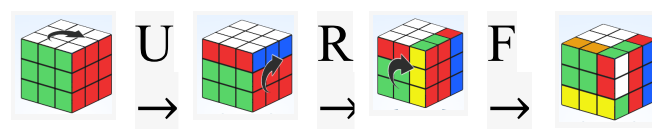
Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 9-Sequência F, U, R**

Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 10-Sequência U, F, R**

Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

**Figura 11-Sequência U, R, F**

Fonte: RubiksCu.be (2025).  
Disponível em: <https://rubikscu.be/>.  
Acesso em: 29 out. 2025.

De acordo com a Figura 6 até a Figura 11, com três movimentos são possíveis seis sequências de movimentos para o Cubo Mágico. Na Figura 6 são realizados os movimentos R (face direita do cubo), U (face superior do cubo) e F (face frontal do cubo); em seguida, na Figura 7 são mostrados os movimentos R, F, U; na Figura 8, F, R, U; na Figura 9, F, U, R; na Figura 10, U, F, R; e, por fim, na Figura 11, U, R, F. Quando haviam apenas 2 movimentos haviam duas sequências de movimentos possíveis, enquanto que para 3 movimentos são obtidas 6 sequências de movimentos possíveis, se fossem 4 movimentos seriam 24 sequências

possíveis. É possível observar que a relação entre a quantidade de movimentos e a quantidade de sequências possíveis de movimentos segue a operação fatorial. Quando há dois movimentos, a quantidade sequências de movimentos são  $2! = 2*1 = 2$ , quando são 3 movimentos, a quantidade de sequências de movimentos são  $3! = 3*2*1 = 6$ , para 4 movimentos  $4! = 4*3*2*1 = 24$ , e assim por diante.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico do seguinte trabalho fundamenta-se em 2 pilares principais: o cubo mágico para a exemplificação de conceitos matemáticos abstratos e a utilização da Robótica Educacional para a aprendizagem das ciências exatas, especificamente a matemática. Estes pilares justificam a existência do projeto do Robô Que Resolve Cubo Mágico, pois este projeto é uma resposta para as problemáticas presentes nestes pilares.

### **O cubo mágico para exemplificação de conceitos matemáticos abstratos**

É extremamente difícil ensinar um conceito para alguém que possui pouco ou nenhum interesse, segundo Davis (1982) é impossível realizar este feito, principalmente para a matemática. Isto porque o ensino da matemática possui grande foco em fórmulas, teoremas e axiomas nos quais parecem externos aos cotidiano e a realidade do aluno (Gorete, 2016). Desta forma é necessária alguma ferramenta para ao mesmo tempo criar interesse dos alunos no ensino da matemática, e que sirva de ponte para conectar os conceitos teóricos com o cotidiano concreto, e o Cubo Mágico mostra-se uma eficiente ferramenta para este propósito. Segundo Gorete (2016), é possível exemplificar de maneira prática certos conceitos matemáticos, como permutação, função, volume, análise combinatória dentre outros, através do Cubo Mágico, e o mesmo é uma possível ponte entre o teórico e o cotidiano. De acordo com Davis (1982) muitas pessoas declaram não possuir interesse em matemática, mas gastariam horas tentando resolver o Cubo Mágico, que na realidade possui uma enorme quantidade de matemática envolvida na sua solução.

## **Utilização da robótica robótica educacional para o ensino de ciências exatas**

Outra forma efetiva para que ocorra o interesse dos alunos na aprendizagem de conceitos matemáticos se dá pela utilização da Robótica Educacional. Segundo o Dicionário Interativo de Educação Brasileira (2015), Robótica Educacional se trata da utilização de ambientes de aprendizagem no qual são reunidos materiais de sucata ou kits de montagem compostos por vários tipos de peças como motores e sensores que permitem controlar o funcionamento dos modelos montados. De acordo com Martins (2012), a utilização da Robótica Educacional é extremamente válida, pois permite a exploração de conceitos de matemática e física, entretanto, não é uma garantia de aprendizagem pois em seus resultados, houve dificuldades por parte de certos alunos na interpretação de certos mecanismos e resolver certos desafios. Em concordância, D'Abreu (1995 *apud* Albertoni et al., 2020) afirma que um ambiente no qual ocorre a utilização da robótica educacional, oportuniza uma visualização mais concreta em conceitos na Matemática, Física, Programação e Engenharia.

Desta forma, de acordo com a bibliografia apresentada, a combinação da utilização do Cubo Mágico com a Robótica Educacional, mostra-se uma ferramenta válida para que ocorra uma ponte entre os conceitos teóricos abstratos da Matemática e o cotidiano concreto.

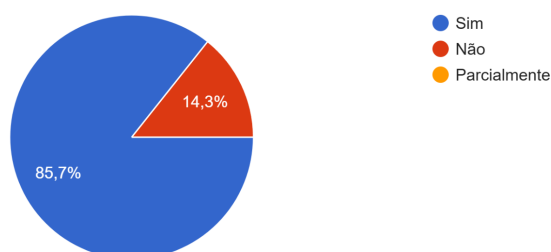
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Robô Que Resolve Cubo Mágico demonstrou-se uma forte ferramenta como forma de ensinar conceitos matemáticos e atrair os alunos para as engenharias, apesar do mesmo não ter sido capaz de funcionar totalmente no dia da Feira das Profissões por conta de problemas que ocorreram frequentemente no cubo utilizado, como o travamento do cubo ao girar as faces. Entretanto, segundo a Figura 12 85,7% dos presentes conseguiram perceber a relação entre a matemática e o cubo mágico, mostrando a eficácia do método

**Figura 12- Porcentagem dos ouvintes que perceberam a relação entre o cubo mágico e matemática**

Você conseguiu perceber a relação entre a matemática e o cubo mágico?

7 respostas



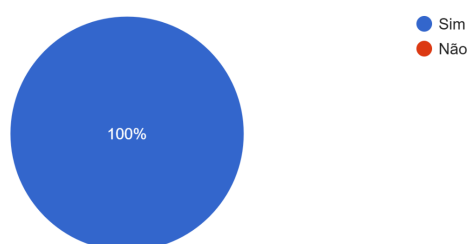
Fonte: Próprios autores (2025).

Como mostrado na Figura 13, 100% dos ouvintes estariam dispostos á aprender mais conceitos matemáticos utilizando robótica, demonstrando o grande potencial deste projeto para o ensino da matemática.

**Figura 13- Porcentagem dos participantes dispostos a explorar conceitos matemáticos por meio da robótica**

Você está disposto a explorar os conceitos matemáticos por meio da robótica?

7 respostas



Fonte: Próprios autores (2025).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Robô Que Resolve Cubo Mágico "Jarvis" representa uma contribuição significativa para o campo da educação matemática, demonstrando que a integração entre tecnologia, robótica e pedagogia pode transformar a percepção dos estudantes sobre a matemática. Ao materializar conceitos abstratos através de uma aplicação prática e interativa, o projeto oferece um modelo replicável para superar os desafios persistentes no ensino de matemática.

A experiência desenvolvida no PET Engenharias da UFG evidencia que projetos de iniciação científica podem transcender seus objetivos iniciais para se tornarem ferramentas educacionais com impacto social relevante. O sucesso da aplicação na Feira das Profissões sugere que iniciativas similares podem contribuir significativamente para despertar o interesse de jovens pelas áreas STEM, além de promover uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos matemáticos fundamentais.

Este trabalho reafirma a importância da inovação pedagógica no ensino de matemática e demonstra que soluções criativas, baseadas em tecnologia acessível e metodologias ativas, podem efetivamente contribuir para a superação das barreiras tradicionais de aprendizagem, promovendo um ensino mais engajador, significativo e eficaz.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), pelo apoio financeiro fundamental que viabilizou o desenvolvimento deste projeto de pesquisa e extensão. O suporte proporcionado foi essencial para a aquisição dos componentes eletrônicos, materiais de impressão 3D e demais recursos necessários para a construção do Robô Que Resolve Cubo Mágico "Jarvis".

Ao Centro de Excelência em Redes Inteligentes Sem Fio e Serviços Avançados (CERISE), por permitir acesso a impressora 3D do seu laboratório para a fabricação da estrutura do robô.

Por fim, à Pró-Reitoria de Graduação da UFG, pelo programa "A UFG vai até você!", que possibilitou a extensão universitária e a disseminação do conhecimento para a comunidade externa.

## REFERÊNCIAS

ALBERTONI, R. et al. *Metodologias de Ensino de Matemática na Robótica Educacional: um mapeamento sistemático*. *Renote*, v. 18, n. 2, p. 460–469, 4 jan. 2021.

ASHCRAFT, M. H.; KIRK, E. P. *The relationships among working memory, math anxiety, and performance*. *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 130, n. 2, p. 224–237, 2001.

BENITTI, F. B. V. *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review*. *Computers & Education*, v. 58, n. 3, p. 978–988, abr. 2012.

CARDEAL, T. L. D. *Solução Automática do Cubo de Rubik (Cubo Mágico) usando Arduino*. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás. 2022.

DAVIS, T. *Teaching Mathematics with Rubik's Cube*. *The Two-Year College Mathematics Journal*, v. 13, n. 3, p. 178, jun. 1982.

GORETE, M. *O uso do cubo mágico como estratégia de ensino de permutações e funções*. 12 maio 2016.

INSTRUCTABLES. *Rubik's Cube Solver*. Disponível em: <https://www.instructables.com/Rubiks-Cube-Solver-2/>.

JOYNER, D. *Adventures in group theory: Rubik's cube, Merlin's machine, and other mathematical toys*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2008.

KUNKLE, D.; COOPERMAN, G. *Twenty-six moves suffice for Rubik's cube*. *International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation*, 29 jul. 2007.

MALONEY, E. A.; BEILOCK, S. L. *Math anxiety: Who Has it, Why It develops, and How to Guard against It*. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 16, n. 8, p. 404–406, ago. 2012.



MARTINS, E. F. *Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?* 1 jan. 2012.

PAPERT, S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

RUSK, N. et al. *New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation*. *Journal of Science Education and Technology*, v. 17, n. 1, p. 59–69, 16 out. 2007.