

## ATIVIDADE COM SIMULADORES NO GEOGEBRA

Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa<sup>2</sup>  
Universidade Luterana do Brasil

### Resumo

*Apresenta-se uso de simuladores para desenvolver situações problema em um contexto de realidade, virtual e simplificado, para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Foram desenvolvidos simuladores de braços robóticos, no software GeoGebra, como uma alternativa para propiciar o contato com a robótica através das Tecnologias Digitais, envolvendo situações que requerem os conteúdos matemáticos para a resolução dos problemas semelhantes aos reais em atividades com uma abordagem STEM, integrando a Matemática e a Engenharia. Utilizando dos simuladores de braços robóticos propõem-se atividades para explorar os conceitos de trigonometria, as razões trigonométricas, as funções trigonométricas inversas e a representação das coordenadas polares.*

**Palavras-chave:** Educação Matemática; Tecnologias Digitais; Simuladores.

### Introdução

A educação STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) é uma iniciativa para tentar solucionar a falta de interesse dos jovens nas carreiras ligadas às áreas de exatas, especificamente, Ciência, Matemática, Tecnologia e Engenharia. Deste modo, as atividades STEM devem explorar o ensino e a aprendizagem que envolvam dois ou mais temas, usando a transdisciplinaridade, engajando o aluno em atividades com este enfoque.

A iniciativa da educação STEM começou nos Estados Unidos da América (EUA) e foi aderida por países que se identificaram com mesmo o cenário da falta de interesse dos estudantes em seguir as carreiras STEM. O Brasil não tem um histórico no interesse dos estudantes pelas carreiras STEM para que se afirme que houve uma diminuição no interesse por elas, logo não há uma política nacional de educação relativo ao tema, mas a educação STEM pode ser uma maneira de despertar o interesse por tais carreiras.

O objetivo da educação STEM é levar para a sala de aula temas contemporâneos das áreas de exatas, incorporando computação, robótica, programação, engenharia, tecnologia, design, ambientes virtuais, aplicativos, smartphones, games, utilizando de abordagens criativas e tarefas desafiadoras.

Usando da transdisciplinaridade a educação STEM deve explorar dois ou mais dos temas STEM, engajando o aluno em atividades do tipo hands-on que não podem ser consideradas somente como sendo atividades com uma abordagem construtivista, mas uma educação que valoriza a ação dos estudantes, o educar pela pesquisa, a discussão, a reflexão e o trabalho com

---

<sup>2</sup> Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil – [iaqchan@ulbra.br](mailto:iaqchan@ulbra.br)

situações problemas da vida moderna estando mais alinhada com a aprendizagem baseada em projetos.

Ressalta-se que a educação STEM não é uma metodologia, mas um movimento de transformação da escola, do currículo e das metodologias de ensino e caracteriza-se pelo trabalho com as áreas STEM, exigindo mais do que reunir as quatro áreas dentro de uma sala de aula (Sanders, 2009).

### **Simuladores na Educação**

A educação STEM considera os ambientes virtuais e dos jogos, potenciais ferramentas integradoras para o desenvolvimento de atividades para a formação das competências da vida profissional. Pois uma importante característica muito relevante da simulação é que o ambiente ou modelo reproduzido se baseia em algum comportamento da realidade, ou fenômeno científico ou natural (D'Angelo et al., 2014; Psotka, 2013), propiciando uma situação análoga à realidade. Deste modo a simulação na educação pode ser considerada como ferramenta educacional, pois permite a interação e a experimentação em diversos cenários, possibilitando que os alunos observem, realizem e testem suas conjecturas, colocando em prática seus conhecimentos teóricos (D'Angelo et al., 2014).

A robótica está presente na cultura do entretenimento que apresenta robôs humanoides dotados de inteligência e misturando-se à nossa sociedade, saindo da ficção pode-se afirmar que existem alguns experimentos razoavelmente bem-sucedidos, como o cachorro robô da Sony, o Aibo, que foi produzido de 1999 a 2006. Mas a realidade dos robôs é menos glamorosa, sendo constantemente desenvolvida e aplicada na automação de linhas de produção, onde os braços robóticos existem e estão bem integrados em um cenário praticamente sem volta, no qual humanos substituiriam as máquinas.

A robótica e os simuladores são considerados, para a cultura Maker<sup>3</sup> e a educação STEM, instrumentos adequados para os estudos envolvendo Matemática e Engenharia (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012; Wu & Anderson, 2015). O *LEGO Education Program*, trabalhando com professores e profissionais da educação há 37 anos, tem se mobilizado para que os alunos sejam preparados para os desafios da vida futura, desenvolvendo habilidades como criação, trabalho colaborativo e aprendizagem contínua (Lego, 2019).

O ponto desfavorável para o trabalho com a robótica em sala de aula é o seu custo e, quando associado às dificuldades de ordem técnica e danos por mau uso, acabam inviabilizando a sua adoção pelas escolas públicas. Considerando esse cenário os simuladores são uma possibilidade para o desenvolvimento do processo de ensinar, permitindo aos professores organizarem atividades para que os estudantes tenham contato com a robótica explorando situações com conceitos matemáticos aplicados nas Engenharias.

---

<sup>3</sup> A cultura Maker faz parte de um movimento no qual os indivíduos utilizam as tecnologias para produzir e compartilhar artefatos com uma comunidade mais ampla. Na educação o aprender ocorre pelas experiências práticas, pesquisando, levantando hipóteses trabalhando colaborativamente (Cohen, Jones, Smith, & Calandra, 2017).



Outra questão favorável ao uso dos simuladores é a possibilidade de se trabalhar com robôs com diferentes graus de realidade, ou seja, que simulam parte da realidade e consequentemente diminuindo a complexidade dos modelos matemáticos e comandos necessários.

Os alunos geralmente ficam desinteressados pelas áreas STEM quando aprendem de maneira isolada e desarticulada, pois perdem as conexões com conceitos transversais e aplicações no mundo real. Moore e Smith (2014) afirmam que há dois modos de integrar conteúdo e Engenharia: um modo é fazer a integração de contexto no qual o projeto de Engenharia serve como um motivador para a aprendizagem de algum conteúdo de Matemática/Ciências, ou seja, a Engenharia não é o objetivo de aprendizagem, cujo foco é centrado nos conteúdos necessários para a resolução do problema de Engenharia; a outra maneira é a integração do conteúdo de Matemática/Ciências com o pensamento de Engenharia, de maneira que o objetivo de aprendizagem também inclua a aprendizagem de Engenharia.

Considerando o uso de simuladores para desenvolver situações problema em um contexto de realidade, virtual e simplificado, para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, Homa (2019) desenvolveu simuladores de braços robóticos, utilizando o software GeoGebra, como uma alternativa para propiciar o contato com a robótica através das Tecnologias Digitais, envolvendo situações que requerem os conteúdos matemáticos para a resolução dos problemas semelhantes aos reais.

Os simuladores de braços robóticos apresentam algumas vantagens em relação aos modelos reais como: impossibilidade de apresentar defeitos mecânicos decorrentes de mau uso, não é necessário conhecimento técnico especializado para montagem, ajustes e manutenção e permitem a simplificação da realidade, possibilitando manter o foco no objeto de estudo (Homa, 2019).

Os simuladores de braços robóticos desenvolvidos por Homa (2019) são indicados para a realização de atividades educativas para estudantes do 1º ou 2º anos do Ensino Médio, para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos: representação polar, trigonometria no triângulo retângulo e relações trigonométricas.

### **Simulador 1**

O simulador 1 é um modelo simplificado com 2 graus de liberdade: rotação transversal que permite a rotação do braço sobre o eixo principal; radial transversal com a movimentação de aproximação e afastamento da garra ou punho em relação a base. A tela do simulador é apresentada na Figura 8, nos campos *tamanho do braço* e *ângulo de rotação* são informados respectivamente quanto o braço deve movimentar sua junta prismática e qual o ângulo que deve rotacionar em relação à base para que ele consiga pegar a bola.

O botão *Nova Bola* coloca a bola em uma posição aleatória distante até 6 unidades da base do braço que está na origem. A caixa de opção *Só primeiro quadrante* restringe a bola ao primeiro quadrante do plano cartesiano, sendo recomendado para as primeiras

PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

atividades a serem realizadas.

Após serem inseridos os valores de distância e ângulo de rotação, o aluno dá o comando efetivo de pegar a bola por meio do botão com o nome da ação. Neste momento inicia-se o movimento do braço robótico sendo possível a sua visualização e avaliação dos comandos dados.

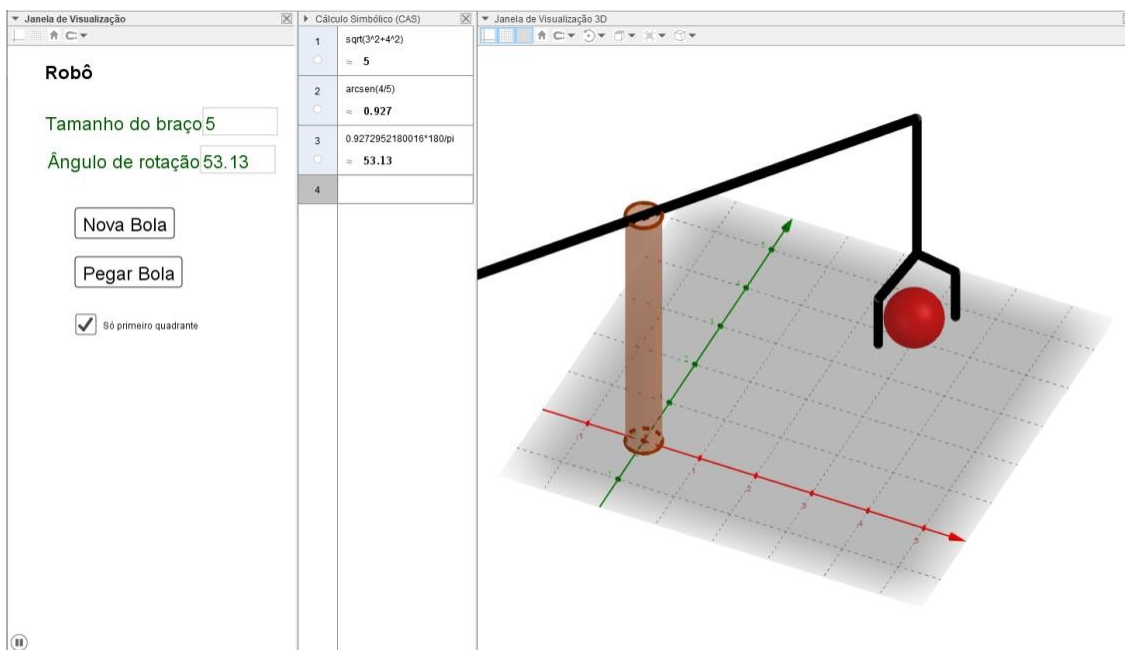


Figura 8 – Simulador de braço robótico 1. Fonte: retirado de Homa (2019).

Para este simulador propõem-se atividades para explorar os conceitos de trigonometria, em específico o triângulo retângulo, as relações trigonométricas e as funções trigonométricas inversas.

### Proposta de atividade COM O SIMULADOR 1

Recomenda-se apresentar a atividade como uma situação problema na qual o braço robótico deve pegar a bola. Como uma atividade livre o aluno realizará comandos arbitrários e por fim verificará que o braço chega próximo, mas não pega a bola, deste modo ele será levado a se indagar sobre quais os valores ele deve colocar para obter êxito na atividade.

O professor como mediador deve orientar modos de análise da situação problema que se apresenta sugerindo a mudança do ponto de observação do braço robótico, guiando e levando os estudantes a discutirem e identificarem a distância da base do braço até a bola como sendo a hipotenusa do triângulo retângulo.

Para o ângulo de rotação do braço os alunos devem identificar e utilizar das razões

PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

trigonométricas e as respectivas funções trigonométricas inversas:



$$\text{sen}(\theta) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{cos}(\theta) = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{tan}(\theta) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

Dependendo do grupo e dos conhecimentos dos alunos é possível explorar o CAS (*Computer Algebra System*) do GeoGebra como calculadora, restringindo somente aos cálculos, ou para solucionar as equações e determinar o ângulo de rotação.

A Figura 9 apresenta os comandos na janela CAS para os cálculos da extensão e rotação do braço robótico para uma bola na posição (3,4). Ressalta-se a importância da notação matemática e os comandos matemáticos para computadores.

| Cálculo Simbólico (CAS) |                                                    | Comandos do CAS                                                        |
|-------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1                       | $\text{sqrt}(3^2+4^2)$<br>$\approx 5$              | O comando calcula $\sqrt{3^2 + 4^2}$                                   |
| 2                       | $\text{arcsen}(4/5)$<br>$\approx 0.927$            | O ângulo de rotação é dado por $\text{arcsen}\left(\frac{4}{5}\right)$ |
| 3                       | $0.9272952180016 \cdot 180/\pi$<br>$\approx 53.13$ | Cálculo para a conversão de radianos em graus                          |

Figura 9 – Comandos do CAS para cálculo da extensão e rotação do braço robótico. Elaboração própria

Para a atividade o estudante pode utilizar do recurso do GeoGebra somente inserindo as equações e o CAS se encarrega das manipulações algébricas necessárias para determinar a distância da bola, assim como o ângulo de rotação. Isto é particularmente útil quando os estudantes ainda não

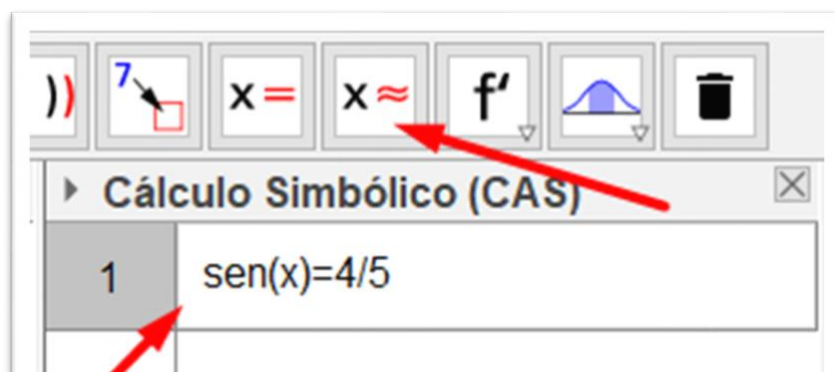


Figura 10 – Usando o CAS do GeoGebra para cálculo do ângulo de rotação do braço robótico.

aprenderam as funções inversas sendo necessário somente colocar a razão trigonométrica que se deseja utilizar, no exemplo da Figura 3 a razão utilizada é a do seno, e usar o botão *resolver numericamente* identificado por:  $x \approx$ , para que o Geogebra calcule o valor de  $x$  que representa o ângulo em radianos da rotação do braço. Ressalta-se que é necessário realizar a conversão para graus para informar a ação de rotação.

Entende-se que a aprendizagem da trigonometria e das razões trigonométricas nesta realidade simulada facilita a compreensão da representação das coordenadas na forma polar. Tal conhecimento é necessário para a aprendizagem dos números complexos e suas representações e a atividade traz de maneira aplicada os conhecimentos necessários e prévios buscando deste modo diminuir as dificuldades de aprendizagem dos números complexos.

## **Simulador 2**

O segundo simulador apresenta um braço robótico no qual o estudante atua sobre três graus de liberdade, informando o ângulo de rotação e o ângulo da articulação central do braço robótico. Os movimentos transversal do primeiro segmento e da garra são gerenciados pelo próprio simulador, diminuindo a complexidade sobre os comandos necessários para atuar sobre o braço robótico.

Após a compreensão da representação das coordenadas na forma polar é possível trabalhar com o segundo simulador que requer os mesmos cálculos utilizados no braço robótico anterior, mas com o diferencial de que a distância entre a garra e a base é obtida através do movimento angular entre os dois segmentos do braço robótico. Ao representar um braço articulado surge a necessidade do uso e aplicação de outras ferramentas matemáticas para a conversão da distância entre a base e a bola no ângulo de abertura entre os dois segmentos do braço robótico, podendo ser utilizado o teorema de Pitágoras.

Para facilitar os cálculos envolvidos os dois segmentos do braço têm o mesmo comprimento, logo forma-se um triângulo isósceles entre os segmentos do braço robótico e o segmento que representa a distância da base à bola (Figura 11). Decompondo o triângulo isósceles em dois triângulos retângulos temos que segmento do braço (de tamanho 4) é a hipotenusa e a metade da distância da base até a bola é o cateto oposto, logo para uma bola na coordenada retangular (5,5) com distância de 7,072 até a base temos que:

$$\text{sen}(\theta) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{\frac{7.072}{2}}{\frac{4}{2}} \Rightarrow \theta = 62,137^\circ$$

Considerando que o ângulo calculado é de um dos triângulos retângulo, o ângulo de abertura deve ser o dobro do calculado, logo  $2 \times \theta = 124.27^\circ$

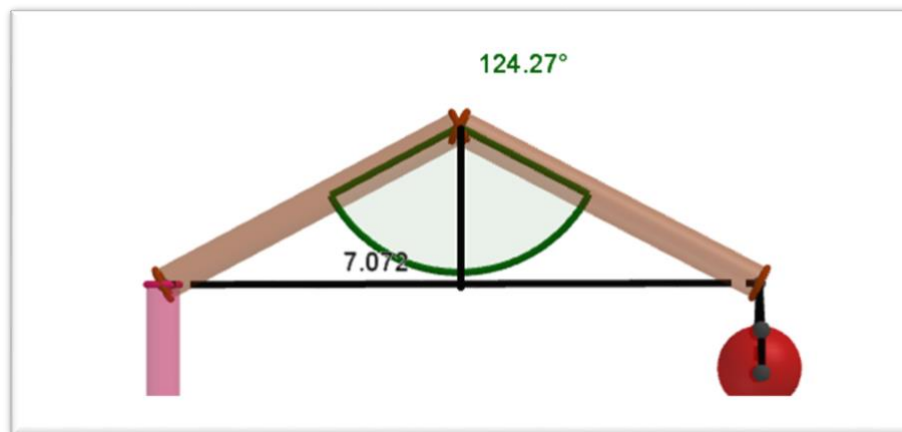


Figura 11 – Posição do braço robótico ao pegar a bola.

*Fonte: O Autor.*

Caso o aluno esteja familiarizado com a Lei dos cossenos, é possível aplicá-la diretamente para o cálculo do ângulo de abertura com a distância entre a base e a bola sendo o lado oposto ao ângulo. Com o CAS do *software* Geogebra é possível resolver numericamente as equações sem a necessidade de realizar as manipulações algébricas necessárias. Apresentam-se os cálculos referidos na Figura 5 para a bola na coordenada retangular (5,5).

|  |                                                                                              |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Comandos do CAS                                                                              |
|  | O comando calcula $\sqrt{5^2 + 5^2}$                                                         |
|  | Calculo do ângulo oposto ao segmento do triângulo que representa a distância da base à bola. |

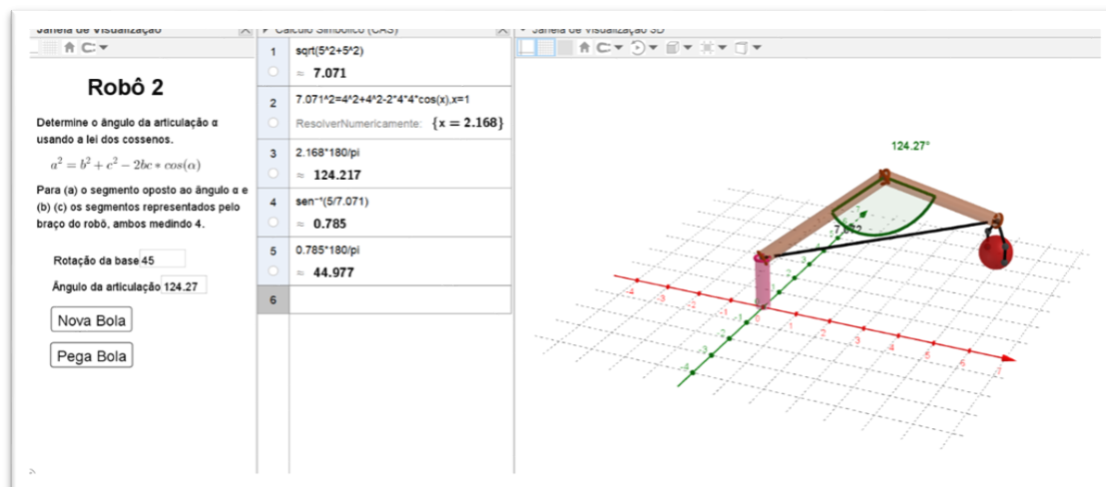
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Cálculo Simbólico (CAS)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\text{sqrt}(5^2+5^2)</math><br/><math>\approx 7.071</math></li> <li><math>7.071^2=4^2+4^2-2*4*4*\cos(x), x=1</math><br/>ResolverNumericamente: <math>\{x = 2.168\}</math></li> <li><math>2.168*180/\pi</math><br/><math>\approx 124.217</math></li> <li><math>\text{sen}^{-1}(5/7.071)</math><br/><math>\approx 0.785</math></li> <li><math>0.7854077535814*180/\pi</math><br/><math>\approx 45.001</math></li> </ol> | <p>Cálculo para a conversão de radianos em graus</p> <p>O ângulo de rotação é dado por <math>\arcsen\left(\frac{3}{5,830951894845}\right)</math></p> <p>Cálculo para a conversão de radianos em graus</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 12 - Comandos do CAS para cálculo do ângulo de abertura e rotação do braço robótico.  
Fonte: O Autor.

Na Figura 13 tem-se uma situação com a bola na coordenada (5,5) que por sua vez está a uma distância de 7,071 da base na origem, que pela Lei dos cossenos temos:

$$7,071^2 = 4^2 + 4^2 - 2 * 4 * 4 * \cos(x)$$

Utilizando o CAS para o cálculo do ângulo tem-se o valor de  $x$  em 2.168 radianos, sendo necessária a conversão para ser informado ao simulador o valor do ângulo em graus.



$$\frac{\text{ângulo em graus}}{180^\circ} = \frac{2.168}{\pi}$$

$$\text{ângulo em graus} = \frac{2.168 * 180}{\pi} = 124.27^\circ$$

Figura 13 – Simulador robótico 2 para aprendizagem da representação polar Fonte: O autor.

O movimento transversal do segmento ligado a base para o braço abaixar até a bola e o movimento da garra para que permaneça perpendicular ao plano é gerenciado pelo próprio simulador. Ao diminuir o grau de realismo em um simulador, busca-se deixá-lo adequado aos conhecimentos do aluno que trabalha com o mesmo.

### Considerações finais

A organização de atividades utilizando objetos de aprendizagem com os braços robóticos, primeiro como o problema desafio de pegar a bola vermelha, leva os alunos a identificarem a necessidade do uso conhecimentos matemáticos na situação de realidade que se apresenta. Neste momento é importante a mediação do professor sobre como resolver o problema e quais instrumentos matemáticos podem ser utilizados para resolvê-lo. O professor deve levar os estudantes a uma discussão de grupo, levando-os a trabalhar de modo colaborativo desenvolvendo as outras competências contemporâneas como a criatividade, a colaboração e a argumentação.

Considera-se que a atividade dentro do contexto de integração de conteúdo matemático em uma situação problema de Engenharia e Tecnologia é adequado ao objetivo proposto de compreensão da representação polar como outra maneira de representação posicional no plano, fazendo uso da trigonometria, razões trigonométricas e funções trigonométricas inversas. Sendo os conteúdos matemáticos, necessários para a atividade, trabalhados no Ensino Médio, considera-se que os simuladores propostos são indicados para desenvolvimento para este nível escolar.

### Referências

- Cohen, J., Jones, W. M., Smith, S., & Calandra, B. (2017). Makification: Towards a framework for leveraging the maker movement in formal education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 26(3), 217–229.
- D’Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Bernard, R., Borokhovski, E., & Haertel, G. (2014). *Simulations for STEM Learning : Systematic Review and Meta-Analysis*. Melo Park, CA: SRI Education.
- Homa, A. I. R. (2019). Robotics Simulators in STEM Education. *Acta Scientiae*, 21(5), 178–191. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5417>
- Lego. (2019). Lego Education. Retrieved July 23, 2019, from

PRIMERAS JORNADAS BOLIVIANAS DE GEOGEBRA

<https://education.lego.com/en-us/about-us>

- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–11.
- Psotka, J. (2013). Educational Games and Virtual Reality as Disruptive Technologies. *Educational Technology & Society*, 16(2), 69–80.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania, 20–27.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1). <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Wu, Y., & Anderson, O. R. (2015). Technology-enhanced STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 245–249. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0041-2>