

# Proposta de metodologia para desenvolvimento de habilidades de engenharia com crianças através do uso de brinquedos programáveis

Rodrigo Ramos Martins<sup>13</sup>, André Luiz Maciel Santana<sup>1</sup>, André Luís Alice Raabe<sup>123</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação - CTTMar - UNIVALI

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação

<sup>3</sup>Mestrado em Computação Aplicada

rodrigorm@edu.univali.br, andrelms@univali.br, raabe@univali.br

**Abstract.** *The difficulty in training engineers in Brazil is linked to the deficiency of students in matters related to mathematics, logic and innovation. This research proposes a methodology for developing skills common to engineering with children through the use of programmable toys. A group composed of nine children between three and four years of age underwent a sequence of activities involving the use of a programming toy as a solution for problem solving. The results of the activities demonstrate themselves as engineering-related skills, identified by research, are popular by children when they are involved in the activities proposed by the proposed methodology.*

**Resumo.** *A dificuldade em formar engenheiros no Brasil tem ligação com a deficiência dos estudantes em matérias ligadas a matemática, lógica e inovação. Esta pesquisa propõe uma metodologia para desenvolvimento de habilidades comuns à engenharia com crianças através do uso de brinquedos programáveis. Um grupo composto por nove crianças entre 3 e 4 anos de idade foi submetido a uma sequência de atividades envolvendo o uso de um brinquedo de programar. Os resultados demonstram que habilidades como raciocínio lógico, inovar e empreender, resolução de problemas e trabalho em equipe estão presentes nas brincadeiras com o brinquedo programável.*

## 1. Introdução

O número de engenheiros formados anualmente no Brasil ainda fica abaixo da demanda. Isto se deve, principalmente, ao alto índice de desistência do curso. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2013), o principal motivo para evasão dos cursos de engenharia é a deficiência na formação básica dos estudantes em matérias como matemática e ciências.

Os brinquedos de programar são alternativas para estimular o desenvolvimento destas disciplinas, pois trabalham conceitos de programação, lógica e algoritmos em forma de brincadeira. (SANTANA, 2015). O desenvolvimento do conceito de aprendizado da matemática ligado ao uso de brinquedos de programar também é abordado por Papert (2008), quando afirma que a execução destas atividades no ambiente escolar, permite que as crianças tenham contato com estes conceitos,

utilizando dispositivos tecnológicos como forma de mediar a diversão de uma brincadeira e a prática do aprendizado.

Esta pesquisa propõe uma metodologia para explorar habilidades de engenharia através do uso de brinquedos programáveis. Foram desenvolvidas 3 etapas para sua aplicação, baseadas em análises de trabalhos similares e envolvimento de profissionais da educação. As atividades foram realizadas em uma creche pública, com crianças de 4 anos de idade. A avaliação dos dados das atividades foi submetida a metodologia de Santana (2015), onde as ações dos estudantes são traduzidas em máquinas de estado que por sua vez são analisadas em segmento de tempo pré-determinado. Os resultados demonstram evidências que o método proposto para uso do brinquedo de programar estimulam o uso das habilidades de engenharia observadas.

## 2. RoPE - Robô Programável Educacional

O brinquedo para Kishimoto (2009) é definido como um objeto que auxilia na brincadeira. Portanto, entende-se que um brinquedo busca ajudar e possibilitar a realização de atividades lúdicas, chamadas de brincadeiras. O brinquedo RoPE (Robô Programável Educacional) foi desenvolvido pelo Laboratório de Inovação Tecnológica na Educação (LITE) da UNIVALI, em um projeto que busca disponibilizar brinquedos de programar para escolas de Educação Infantil.

O RoPE conta com 5 botões que correspondem aos comandos de (i) avançar 15 centímetros para frente; (ii) avançar 15 centímetros para trás; (iii) girar 90 graus à esquerda; (iv) girar 90 graus à direita e (v) execução dos comandos por meio do botão central. A definição da forma e cor dos botões foram especificadas com base em pesquisas de brinquedos similares e entrevistas com crianças na educação infantil durante a execução de trabalhos de pesquisa complementares a este. A Figura 1 apresenta o layout atual do RoPE e a disposição atual desta interface.

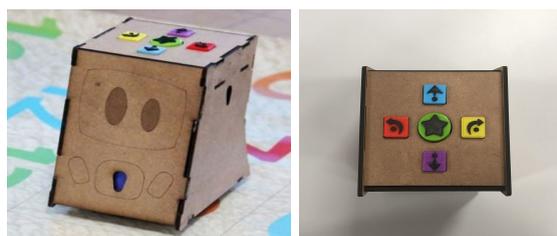


Figura 1. RoPE

Com o objetivo de auxiliar no uso do brinquedo, foram definidos quatro formas de representação do movimento. A primeira diferenciada pelas formas em cada um dos botões. A segunda por meio das cores dos botões, que foram sugestões apresentadas pelos educadores durante as etapas de criação do brinquedo. A terceira por meio de representações sonoras, que através de um som diferente permitem a associação entre cor-movimento-som. E a quarta, por meio de luzes laterais que seguem as mesmas cores dos botões de movimentação. No funcionamento do brinquedo as crianças executam uma série de comandos, que podem ser aplicados todos de uma única vez ou quebrado em partes menores. Após a interação é pressionado o botão central verde para dar início a execução do programa criado.

### 3. Trabalhos Similares

A definição das etapas que compõem as atividades, foi baseada em três trabalhos que discutem a utilização de brinquedos de programar como ferramenta de auxílio no desenvolvimento cognitivo de crianças dos anos iniciais escolares (Tabela 1). O objetivo foi de identificar características que pudessem auxiliar na montagem do experimento.

**Tabela 1. Análise de trabalhos similares**

<i>Artigos</i>	<i>Faixa Etária</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Habilidades Investigadas</i>	<i>Brinquedo Utilizado</i>	<i>Duração da Atividade</i>	<i>Responsável por Aplicar a Atividade</i>
<i>Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How?</i>	4 a 6 anos de idade	24 participantes	busca investigar o método de construção do conhecimento e de design	BeeBot	4 etapas com duração individual entre 30min e 1h	Professor com auxílio dos pesquisadores
<i>Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study.</i>	4 a 6 anos de idade	17 participantes	busca trabalhar conceitos de geometria	KindSAR	3 etapas sem definição de tempo	Professor
<i>Brinquedos de Programar na Educação Infantil: Um estudo de Caso.</i>	4 e 5 anos de idade	15 participantes	busca desenvolver conceitos matemáticos e de resolução de problemas	BeeBot	3 etapas, sendo uma por dia com duração de 90min	Professor com auxílio dos pesquisadores

Os trabalhos similares contribuíram para definir em 3 o número de etapas do método bem como para escolher os professores como responsáveis por aplicar as atividades. Em 2 dos trabalhos analisados, o brinquedo utilizado foi a BeeBot que possui funcionamento semelhante ao RoPE. Em um dos trabalhos, as habilidades investigadas são semelhantes às trabalhadas nesta pesquisa, voltadas a conceitos matemáticos.

### 4. Habilidades de Engenharia

Através do levantamento feito na literatura identificou-se as principais habilidades inerentes à profissão de Engenharia, listadas no Quadro 1. A escolha das habilidades foi definida com base nos textos analisados (BLIKSTEIN, 2011; SCHNAID, 2001; GOMES, 2013; LITZINGER, 2011; JOHRI e OLDS, 2011).

HABILIDADE	CONCEITO
<i>1. Raciocínio Lógico</i>	Processo de estruturação do pensamento que permite chegar a uma determinada conclusão ou resolver um problema. Raciocínio lógico requer consciência e capacidade de organização do pensamento.
<i>2. Resolução de Problemas</i>	Identificar a situação não desejada; criar um procedimento que avalie a situação; definir opções para resolver a situação; executar.

3. <i>Inovação e Empreender</i>	Criar novos caminhos ou estratégias diferentes, aos habituais meios, para atingir determinado objetivo. Inventar novas ideias, processos, ferramentas ou serviços. / Disposição ou capacidade de idealizar, coordenar e realizar projetos, serviços, negócios.
4. <i>Trabalho em Equipe</i>	Habilidade de comunicação, instrução, liderança, convivência com diferentes hábitos e culturas.

#### Quadro 1 - Habilidades de Engenharia

Estas foram as habilidades monitoradas durante as atividades. Seu uso está ligado às ações dos estudantes durante as atividades. Para avaliar o uso destas habilidades (SANTANA, 2015), tratou-se as ações dos estudantes como uma máquina de estados, onde ações específicas foram consideradas transições e ações abstratas, que agrupam várias ações específicas, foram tratadas como um estado.

As ações de transição estão dispostas na Tabela 2, juntamente com a sua respectiva representação durante a atividade proposta e a qual habilidade de engenharia ela está ligada.

**Tabela 2. Ações de transição**

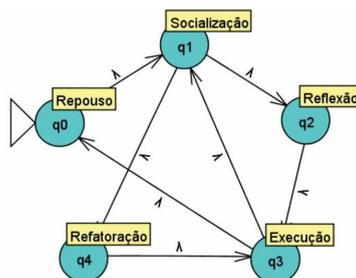
<i>Ação</i>	<i>Representação durante Atividade</i>	<i>Habilidades Empregadas</i>
Examinar Brinquedo	<i>Momento em que a criança está manuseando o brinquedo, posicionando no tapete</i>	Raciocínio Lógico
Examinar Ambiente	<i>Momento em que a criança observa o tabuleiro, analisando a maneira de alcançar o objeto</i>	Raciocínio Lógico, Resolução de Problemas
Programar	<i>Momento em que a criança está programando o brinquedo ou sequenciando as cartas</i>	Raciocínio Lógico, Resolução de Problemas, Empreender
Conversar	<i>Momento em que as crianças espontaneamente trocam ideias a respeito do objetivo e dos comandos a serem executados</i>	Trabalho em Equipe, Inovação, Resolução de Problemas
Planejar	<i>Momento em que a criança planeja sozinha ou em conjunto os movimentos e disposição das cartas</i>	Raciocínio Lógico, Resolução de Problemas, Empreender, Trabalho em Equipe

As ações que ocorrem com maior frequência durante as atividades são chamadas de Estados da Máquina. A mudança destes estados é motivada pela execução de alguma das ações de transição. A Máquina de Estados concebida possui cinco estados: (i) repouso; (ii) socialização; (iii) execução; (iv) reflexão; (v) refatoração. Na Tabela 3 contém os estados com suas respectivas definições.

**Tabela 3. Estados**

<i>Estado</i>	<i>Definição</i>	<i>Transições</i>
Repouso	<i>Estado inicial; Estado em que a criança esteja ociosa ou praticando qualquer atividade fora da proposta</i>	Ações que não estejam mapeadas, como por exemplo, a ociosidade
Socialização	<i>Estado em que a criança esteja discutindo assunto pertinente a atividade com outra criança</i>	Conversar, Planejar
Execução	<i>Estado em que a criança programa o brinquedo</i>	Programar
Reflexão	<i>Estado em que a criança planeja ou pensa sobre qual caminho seguir, quais comandos programar</i>	Examinar Brinquedo, Examinar Ambiente, Conversar, Planejar
Refatoração	<i>Estado em que a criança decide mudar a estratégia, reiniciar os comandos, reposicionar o brinquedo</i>	Examinar Brinquedo, Examinar Ambiente, Conversar, Planejar

A Figura 2 é a representação da máquina de estados utilizada nesta pesquisa. A transição entre os 5 estados demonstra qual habilidade o estudante emprega durante a atividade, quantificando suas ações.

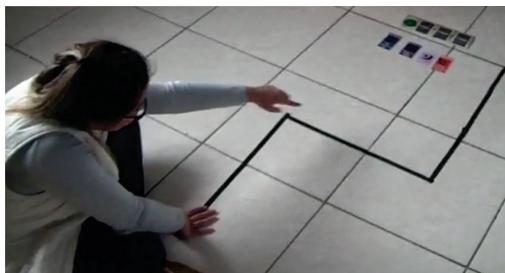


**Figura 2. Máquina de Estados**

## 5. Procedimentos Metodológicos

O público-alvo foram crianças, meninos e meninas com idade entre 3 e 4 anos, estudantes de uma creche pública de Itajaí-SC. Participaram 9 alunos, divididos em três grupos. A creche possui 6 professoras, todas cursando pedagogia e uma coordenadora já formada no curso. Estes profissionais também foram envolvidos na construção das atividades, contribuindo na definição do número de alunos e tempo de duração. A atividade foi dividida em 3 etapas com duração de 40 minutos cada, conduzidas pela coordenadora da creche.

A Etapa 1 buscou apresentar os conceitos que envolvem o funcionamento de um robô. Foram realizadas três atividades: (i) interação entre professor e aluno; (ii) aplicação do Jogo de Cartas; (iii) contato com o RoPE. Na primeira atividade a condutora demarcou um caminho com fita isolante no chão da sala (Figura 3) e solicitou em forma de comandos, para que cada criança percorresse o caminho demarcado com a fita. Os comandos foram semelhantes aos seguintes: ande para frente, vire para a esquerda, vire para direita. Para este momento reservou-se 10 minutos.



**Figura 3. Primeira atividade**

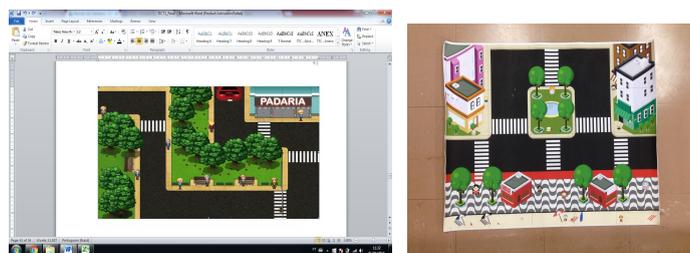
A segunda atividade consistiu em aplicar o Jogo de Cartas Programando o Paulo. Uma das crianças foi escolhida para assumir o papel de robô no jogo, enquanto a educadora assumia o papel de programador. As crianças foram convidadas a sequenciar as cartas de modo a representar os mesmos movimentos que elas haviam feito no momento anterior. A atividade se repetiu por 10 minutos.

A terceira atividade apresentou o brinquedo de programar RoPE. As crianças brincaram livremente, explorando seus comandos. Em seguida, os estudantes utilizaram

o brinquedo para percorrer o caminho demarcado com a fita isolante. A condutora auxiliou na programação do brinquedo, fazendo perguntas para as crianças refletirem de que maneira deveriam apertar os botões. Perguntas como: “qual botão devo apertar para o brinquedo ir para frente”, “para qual lado o brinquedo precisa ir agora, direita ou esquerda”. Esta atividade teve duração de 20 minutos.

Na etapa 2 os estudantes utilizaram um tapete pedagógico para programar o RoPE. O tapete serve como apoio para o desenvolvimento de histórias e desafios para as crianças. A Figura 4 representa o tapete utilizado nesta etapa. O tapete contém um tema aleatório que faz parte do dia a dia, como achar um cão que está perdido, ou chegar até a escola ou algum outro estabelecimento. Através da aplicação desta atividade, buscou-se verificar o uso de algumas das habilidades, como raciocínio lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe. A duração desta etapa foi de 40 minutos.

A Etapa 3 foi uma continuação da etapa anterior, porém, com outro tapete (Figura 4). As crianças exploraram outra configuração de tapete que permitia mais de um caminho para resolução do problema proposto. Assim, as habilidades de raciocínio lógico, trabalho em equipe, inovação, empreendedorismo e resolução de problemas poderiam ser exploradas. A duração desta etapa foi de 40 minutos.



**Figura 4. Tapetes das etapas 2 e 3**

O experimento foi dividido em segmentos de tempo para que a análise da evolução das crianças fosse apurada. O tempo de ações por segmento permite verificar quais foram os esforços e motivações dos estudantes, abordagens utilizadas para solucionar os problemas em diferentes momentos do experimento.

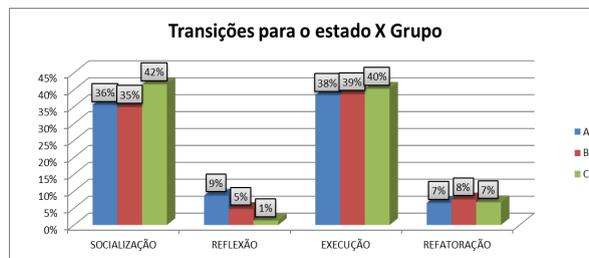
Os códigos foram mapeados e segmentados de acordo com o tempo total das etapas propostas. O segmento 1 corresponde às ações executadas durante os primeiros 40 minutos de atividade, que ocorreram no primeiro dia. O segmento 2 conteve todas as ações que ocorreram entre 40 e 80 minutos de atividade, referente ao segundo dia. O segmento 3 conteve todas as atividades que ocorreram entre 80 e 120 minutos de atividade, registradas no terceiro dia.

## 6. Resultados e Análises

Os resultados desta pesquisa foram obtidos com análise das filmagens realizadas nos três dias de atividades, baseada na metodologia utilizada por Santana (2015).

A Figura 5 demonstra o percentual de vezes que cada grupo visitou os estados mapeados. Predominou a transição entre os estados de socialização e execução, com algumas passagens pelos estados de refatoração e reflexão. O estado de repouso não

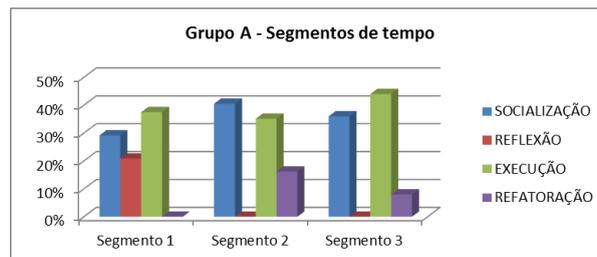
consta na figura pois não contém transições relacionadas às habilidades de engenharia mapeadas nesta pesquisa.



**Figura 5. Transições para os estados**

A frequência com que as crianças de todos os grupos socializaram as informações na forma de tirar dúvidas, sugerir ações ou discutir os comandos, demonstra que foi preciso trabalhar em equipe, tanto quanto raciocinar para encontrar a solução dos problemas propostos. A socialização ganhou destaque, demonstrando a importância que as crianças atribuíam ao contato com os colegas e professores.

Para o grupo A, a Figura 6 demonstra a evolução de estados durante os três segmentos de tempo. Este grupo executou mais do que socializou no primeiro segmento, talvez por ainda estarem pouco à vontade com as novidades que estavam sendo apresentadas. O segundo segmento traz a socialização como estado mais visitado, seguido pela execução dos comandos. O terceiro segmento volta a ter o estado de execução como mais visitado, seguido do estado de socialização. O estímulo em ajudar o outro a resolver o problema, demonstra o melhoramento das relações de convivência e respeito entre as crianças. O fato de socializar as ideias e dúvidas foi muitas vezes decisivo para a escolha do comando correto.

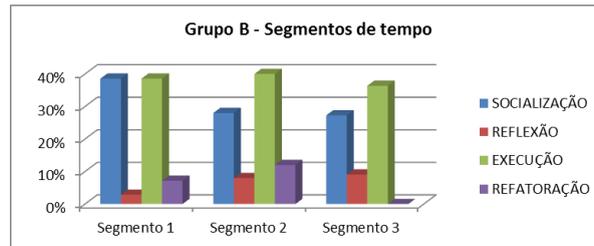


**Figura 6. Segmentos grupo A**

Os resultados de segmento de tempo do grupo B podem ser visualizados na Figura 7. O primeiro segmento tem transições para todos os estados, com destaque para socialização e execução. O segundo segmento registra um aumento na transição para os estados de execução, reflexão e refatoração, e diminuição de transições para o estado de socialização. Refatorar os comandos aponta também para a capacidade de raciocínio lógico e resolução de problemas, pois houve a necessidade da criança perceber o equívoco no comando, tomando a ação para corrigi-lo. O terceiro segmento mantém o nível do estado de execução maior do que o de socialização, juntamente com o estado de reflexão.

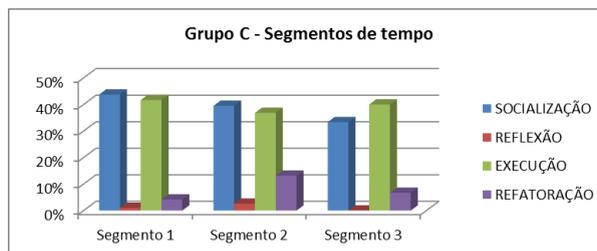
Neste segmento de tempo não há registro de transição para o estado refatoração, o que pode ser indício de que o aumento de transições para o estado de reflexão, que

vem ocorrendo desde o primeiro segmento, tenha ocasionado maior compreensão dos objetivos das tarefas dadas, fazendo com que os estudantes planejassem melhor os comandos que desejavam executar com o brinquedo.



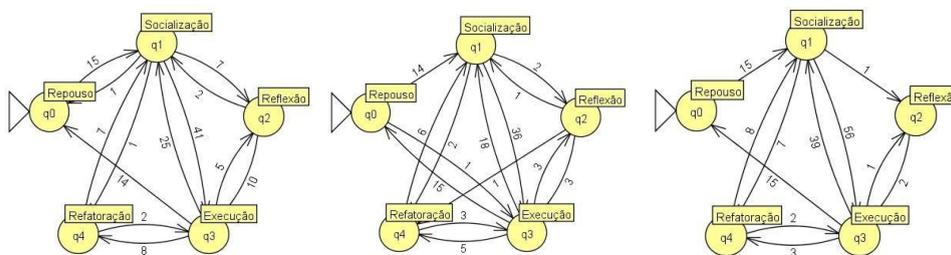
**Figura 7. Segmentos grupo B**

Os resultados de segmento de tempo do grupo C podem ser visualizados na Figura 8. No primeiro segmento predominam as transições entre socialização e execução. O segmento 2 manteve a relação de transição entre socialização e execução, porém com um aumento de transições para o estado de refatoração. No terceiro segmento, as transições para o estado de execução superaram as do estado de socialização. Ainda houve registro de transições para o estado de refatoração, porém menor do que no segmento anterior. Não houve registro de transições para o estado de reflexão.



**Figura 8. Segmentos grupo C**

Os resultados da máquina de estados dos grupos A, B e C considerando todas as atividades realizadas podem ser vistos na Figura 9.



**Figura 9. Máquinas de estado A, B e C**

## 7. Conclusões

Após a realização das atividades e acompanhando as interferências feitas pela condutora, constatou-se que a intervenção por parte do professor é válida, estimulando as crianças durante o uso do brinquedo, justamente porque este contato faz parte da realidade do dia a dia dos estudantes e acaba enriquecendo e estimulando o raciocínio delas na busca pela resolução dos problemas propostos.

O estado de reflexão foi o menos visitado durante as atividades, gerando indícios de que as crianças planejaram pouco as atividades. Normalmente o objetivo era passado pela condutora e as crianças iniciavam a programação do brinquedo. Talvez possa haver um incremento de etapas nesta metodologia, onde a condutora solicite que a criança fale quais comandos deve sequenciar antes de executar a programação, estimulando a organização dos comandos antes de sua execução.

Esta pesquisa também permitiu observar a ligação que os conceitos de Aprendizagem Criativa e Pensamento Computacional tem na construção de um perfil voltado para a engenharia, fazendo com que crianças tenham contato com desafios que exigem concentração e emprego de habilidades específicas desta profissão, aliado a um ambiente descontraído que privilegia a brincadeira e diversão.

A aceitação do brinquedo e das atividades foi positiva, gerando entusiasmo e alegria visíveis, desde o momento em que a equipe chegava na instituição até o momento de ir embora. A motivação das crianças para participar das atividades foi relevante para o funcionamento do método, pois desse modo, houve um clima de cooperação e interação sadio entre os participantes.

A metodologia utilizada para avaliar as atividades se mostrou útil, pois permitiu acompanhar a evolução e reações dos alunos ao longo dos dias. Este método permite uma avaliação qualitativa dos dados, o que é positivo, visto que os alunos possuem diferenças de perfil. Neste sentido, o brinquedo, aliado a metodologia de aplicação, se mostra capaz de atender aos dois perfis de alunos, canalizando a energia dos pró ativos no desafio de programar e resolver uma tarefa e estimulando os passivos a interagir com colegas e ter iniciativa para manipular o brinquedo.

## Referências

- Blikstein, P.. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. In Nakahodo, 2011. (Ed.), Brasileiros Globalizados.
- Blikstein, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. FabLabs: Of machines, makers and inventors, p. 1-21, 2013.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil / Secretaria de Educação Básica. Brasília : MEC, SEB, 2012.

- Freire, Paulo. *Pedagogia da Autonomia - saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e terra, 1996.
- G1 Educação (São Paulo). Só 44% dos alunos de engenharia da última década terminaram o curso. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2013/07/so-44-dos-alunos-de-engenharia-da-ultima-decada-terminaram-o-curso.html>. Acesso em: 03 mar. 2016.
- Gomes, J., Yassine, M., Worsley, M., & Blikstein, P.. *Analysing Engineering Expertise of High School Students Using Eye Tracking and Multimodal Learning Analytics*. In EDM (pp. 375-377). 2013, July.
- Johri, Aditya; OLDS, Barbara M. *Situated engineering learning: Bridging engineering education research and the learning sciences*. *Journal of Engineering Education*, v. 100, n. 1, p. 151-185, 2011.
- Kubler, Bianca. FORBES, Peter. “Student Employability Profiles Engineering”, *Enhancing Student Employability Coordination Team (ESECT)*, 2004.
- Litzinger, Thomas et al. *Engineering education and the development of expertise*. *Journal of Engineering Education-Washington*, v. 100, n. 1, p. 123, 2011.
- Martins, R. R. *Desenvolvimento de uma metodologia para explorar habilidades de engenharia através do uso de brinquedos programáveis*. 2016. 88 f. Trabalho de Graduação - Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Vale de Itajaí, Itajaí, 2016.
- Resnick, Mitchel. *Rethinking Learning in the Digital Age*. In: KIRKMAN, Geoffrey S.; CORNELIUS, Peter K.; SACHS, Jeffrey D.. *The Global Information Technology Report*. New York: Oxford Press, 2002. Cap. 3. p. 31-37.
- Richter, D. R. *Robô Programável Educacional para crianças de 3 a 6 anos: Uma concepção utilizando a metodologia de Design Thinking*. 2016. 154 f. Trabalho de Graduação Interdisciplinar (Bacharelado) - Curso de Design Industrial, Universidade do Vale de Itajaí, Itajaí, 2016.
- Santana, A. L. M. *Análise do processo metodológico de montagem de um brinquedo de programar*. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação Aplicada, Universidade do Vale de Itajaí, Itajaí, 2015.
- Schnaid, Fernando; BARBOSA, Fernando F.; TIMM, Maria I.. *O PERFIL DO ENGENHEIRO AO LONGO DA HISTÓRIA*. Cobenge, Porto Alegre, p.87-96, 2001.
- SEESP – Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo (São Paulo). *Brasil deveria formar o dobro de engenheiros*. 2016. Disponível em: <http://www.seesp.org.br/site/cotidiano/1213-brasil-deveria-formar-o-dobro-de-engenheiros.html>; Acesso em: 03 mar. 2016.
- Wing, J. M. *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.