

PROJETOS MAKER COMO FORMA DE ESTIMULAR O RACIOCÍNIO FORMAL ATRAVÉS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Karen Selbach Borges¹, Crediné Silva de Menezes², Léa da Cruz Fagundes²

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
Câmpus Porto Alegre - RS - Brasil

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE)
Porto Alegre - RS - Brasil

karen.borges@poa.ifrs.edu.br, {credine, leafagundes}@gmail.com

Abstract. *This paper describes an experiment realized in the context of the maker culture, inside POALab, that is the digital fabrication lab of Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre. The purpose of this experiment was to verify how people use the computational thinking in the process of a product desing and how the activities involved could promote de formal thinking.*

Resumo. *Este artigo apresenta um estudo de caso realizado no contexto da cultura maker, nas dependências do POALab, que é o laboratório de fabricação digital do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, câmpus Porto Alegre. O objetivo deste experimento era verificar como os sujeitos aplicavam o pensamento computacional na criação de um produto e como as atividades envolvidas poderiam promover o uso do raciocínio formal.*

1. Introdução

O movimento *maker* se originou a partir da cultura do “faça você mesmo” (DIY – *Do It Yourself*) e tem como princípios: fazer, compartilhar, dividir, doar, aprender, equipar, brincar, participar, apoiar e mudar (HATCH, 2013). A partir deste princípio, foram criados *makerspaces* (espaços para criação de qualquer tipo de objeto, tecnológico ou não) e *hackerspaces* (com foco mais voltado para tecnologia) (MAKEZINE, s.d). Nesses espaços é possível encontrar impressoras 3D, cortadoras laser, placas de processamento de hardware aberto, sensores, atuadores, dispositivos móveis, entre outros. O sujeito que se intitula *maker*, possui competências e habilidades que o capacita a desenvolver soluções criativas para problemas que são, por vezes, considerados de alta complexidade. Estes sujeitos encaram os desafios apresentados pelo processo de fazer como oportunidades de aprendizado e construção do conhecimento, e compartilha sua produção e o conhecimento adquirido, de modo que a sua criação sirva de exemplo ou base para o surgimento de novas e melhores soluções.

Em função destas características de compartilhamento e aprendizado, o movimento *maker* vem sendo introduzido no espaço escolar. Os projetos Fab Learn Labs¹, FabLab kids², Lite³ e POALab⁴ são exemplos desta união entre o movimento *maker* e a educação. Nestes espaços são desenvolvidas atividades que unem práticas de Design, Engenharia e Computação, em um ambiente projetado para facilitar a colaboração, a troca de conhecimentos, a interdisciplinariedade e a criatividade.

As atividades realizadas nos *makerspaces* educacionais tem as características do construcionismo de Papert. Em 1999 Papert já vislumbrava a criação de um espaço onde não houvesse diferença entre brinquedos e ferramentas, entre a diversão e o trabalho com tecnologias de fabricação pessoal, em um modelo muito próximo ao dos *makerspaces* educacionais de hoje (STAGER, 2013). Para Papert, o aprendizado “acontece especialmente num contexto em que o aluno está conscientemente envolvido na construção de uma entidade pública, quer se trate de um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo”. (tradução nossa) (PAPERT; HAREL, 1991, p.1).

A teoria de Papert se aplica tanto a crianças como a adultos, considerando-se que o aprendizado é um processo contínuo ao longo da vida e pode ser desenvolvido também através da construção de artefatos e “objetos para pensar com” (*objects-to-think-with*) (PAPERT, 1980). Estes objetos, que podem ser computadores, artefatos robóticos, equipamentos de fabricação digital, entre outros, são recursos capazes de oferecer as condições necessárias para a passagem do nível operatório concreto para o operatório formal. Conforme Papert(1980): “minha hipótese é que o computador pode concretizar (e personalizar) o pensamento formal [...] Os conhecimentos que antes só eram acessíveis através de processos formais podem agora ser abordados concretamente. É a verdadeira magia vem do fato de que esses conhecimentos incluem os elementos necessários para tornar um sujeito pensador formal”. (tradução nossa) (PAPERT, 1980, p.21).

Essa ligação entre as atividades de criação em *makerspaces* educacionais, utilizando objetos para “pensar com”, visando o desenvolvimento do raciocínio formal, é o objeto de estudo da pesquisa sobre a qual trata este artigo. Na seção 2 são apresentadas as características do estágio operatório formal de desenvolvimento cognitivo, de acordo com o trabalho de Jean Piaget. A seção 3 discorre sobre o pensamento computacional. A seção 4 apresenta uma proposta de aproximação entre o pensamento formal e o pensamento computacional. A seção 5 apresenta um estudo de caso, realizado com o objetivo de verificar como os indivíduos aplicam o pensamento computacional no desenvolvimento de um projeto dentro de um *makerspace*. A seção 6 traz as considerações finais deste trabalho, indicando os próximos passos da pesquisa.

2. O Estágio Formal Segundo Jean Piaget

O estágio operatório-formal é característico do período da adolescência, iniciando por volta dos 11 anos, estendendo-se até os 14 ou 15 anos de idade. Piaget (1972) afirma que, em princípio, todo indivíduo normal é capaz de atingir o estágio operatório-formal, desde que o meio em que ela se encontre e as experiências proporcionadas por este

¹ <https://tltl.stanford.edu/project/fablearn-labs>

² <http://fablabkids.org>

³ <http://lite.acad.univali.br/category/espaco-maker/>

⁴ <https://www.poalab.net.br>

ofereçam a estimulação necessária. Segundo o pesquisador, se as atividades propostas e a estimulação forem pobres, o desenvolvimento será lento: “Quando chegar ao estágio formal, podemos afirmar que o seu desenvolvimento será extremamente lento (por exemplo, entre os 15 e os 20 anos e não entre os 11 e os 15 anos); ou ainda, por causa das condições extremamente desfavoráveis, este tipo de pensamento nunca irá se formar ou apenas se desenvolverá naqueles indivíduos que mudem de ambiente enquanto o desenvolvimento ainda é possível.” (tradução nossa) (PIAGET, 1972, p.161).

Para Piaget a principal característica do estágio formal é a capacidade dos sujeitos separarem o conteúdo da forma. A partir do conhecimento obtido com o experimento (conteúdo) o sujeito desenvolve a capacidade de descrevê-lo de forma abstrata, através de uma mapa conceitual, de uma equação matemática, de um algoritmo ou de um tipo abstrato de dados, por exemplo. Segundo Piaget (1976) “quando os objetos são substituídos por enunciados verbais, superpomos uma nova lógica – a das proposições – à das classes e relações que se referem a esses objetos. Aí está uma segunda propriedade fundamental do pensamento formal.” (PIAGET, 1976, p.190). A primeira propriedade refere-se ao pensamento formal como sendo essencialmente hipotético-dedutivo, ou seja, capaz de deduzir resultados a partir de premissas (hipóteses).

A elaboração de hipóteses permite que os sujeitos raciocinem em função de possibilidades, o que cria condições para o surgimento das novidades, das invenções e das inovações. Conforme Becker (2007) “a inteligência consegue, agora, dispensando a interferência do real, dobrar-se sobre si mesma e criar um mundo de significações para além do real, subsumindo o próprio real. Cria um mundo ideal. Esse mundo ideal não se restringe ao passado e ao presente, projeta-se para o futuro”. (BECKER, 2007, p.45)

3. O Pensamento Computacional

Wing (2011) define o pensamento computacional como a forma de pensar envolvida na formulação de problemas e suas soluções, de modos que as soluções podem ser representadas por formalismos passíveis de entendimento por agentes (máquinas ou humanos, ou a combinação de ambos) de processamento de informações. A partir do trabalho de Wing, vários outros tem sido desenvolvidos, apresentando algumas variações na definição do termo. Czimadia et. al. (2015) considera o pensamento computacional como um processo cognitivo que envolve raciocínio lógico, através do qual os problemas são resolvidos e artefatos, procedimentos e sistemas são melhor compreendidos. Para estes autores, e vários outros (BARR; STEPHENSON, 2011; LU; FLETCHER, 2009; RODE *et.al.* 2015; GOOGLE) o pensamento computacional é baseado em uma série de características e conceitos fundamentais, dos quais destacamos os seguintes:

- O raciocínio lógico: fundamenta o pensamento computacional. Viabiliza a construção de algoritmos, a decomposição de problemas, a generalização, a abstração e a avaliação. Permite a elaboração e teste de hipóteses.
- O algoritmo: é a definição clara e concisa da solução de um problema, obtida através da descrição dos passos necessários para sua obtenção.
- A decomposição: corresponde ao desmembramento de um problema. Suas partes podem ser entendidas, resolvidas e avaliadas separadamente, reduzindo, assim, a complexidade do problema.

- A generalização: está relacionada com a identificação de padrões, similaridades e conexões. Permite resolver problemas rapidamente a partir do uso, ou adaptação, de soluções já existentes para problemas parecidos.
- A abstração: utilização de diferentes níveis de abstração para entender os problemas e, passo a passo, solucioná-los. Através da eliminação de detalhes desnecessários e da escolha correta de formas de representação o nível de complexidade dos problemas é reduzido.
- A avaliação: garante que a solução criada seja adequada, atendendo a critérios de eficiência, usabilidade, escalabilidade, entre outros.

Além da identificação e resolução de problemas, o pensamento computacional é capaz de desenvolver nos sujeitos comportamentos, habilidades e competências importantes, tais como: criatividade; confiança ao lidar com a complexidade; persistência ao trabalhar com problemas difíceis; habilidade em lidar com a ambiguidade; habilidade em lidar com problemas abertos e emprego de diversas estratégias de aprendizado (BARR; STEPHENSON, 2011).

No contexto educacional, o Pensamento Computacional vem sendo explorado através de atividades que envolvem programação de computadores, como pode ser observado a partir dos trabalhos de Bombasar *et.al.* (2015) e Rode *et.al.* (2015). Entretanto, Andrade *et. al.* (2013) apresenta propostas de atividades capazes de explorar o pensamento computacional sem recorrer a programação de computadores.

4. Aproximação Entre o Pensamento Formal e o Pensamento Computacional

Analisando os conceitos e os princípios do pensamento computacional, é possível encontrar ligações com a teoria de Jean Piaget. A que primeiro nos chama a atenção diz respeito ao aprendizado através do fazer. Piaget afirma que é necessário que o sujeito interaja com os objetos, pois a partir disso surgirão as dúvidas e incertezas responsáveis pelo desequilíbrio, que irá desencadear uma série de processos mentais que levarão a construção do conhecimento. Isso está de acordo com a abordagem “usar-modificar-criar” (LEE *et. al.*; 2011) utilizada para desenvolver o pensamento computacional. Segundo esta abordagem, os sujeitos começam realizando experimentos usando modelos computacionais já existentes, executando um programa que controla um robô ou jogando. A medida que os sujeitos compreendem o funcionamento destes modelos, jogos ou programas, eles passam a modificá-los, aumento seu nível de complexidade e chegando, ao final, em produtos com aparência e comportamento bem diferentes dos produtos originais. Isso demonstra uma evolução dos processos cognitivos e das habilidades dos sujeitos ao longo do processo de criação.

A criatividade é o segundo ponto em comum entre a teoria de Piaget e o pensamento computacional. Para Piaget a criação é obra da inteligência e fruto de uma construção de conhecimento (PIAGET, 2001). No pensamento computacional a criatividade é explorada quando os sujeitos utilizam a tecnologia para criar novos sistemas, processos ou produtos, mas também quando utilizam sistemas já existentes para “criar trabalhos originais como meios de expressão pessoal ou do grupo” (MIT, 2011, p.11)

De forma não tão explícita, encontramos ligação da teoria de Piaget com os algoritmos do pensamento computacional. A criação de um algoritmo é baseada em uma ação mental que visa elaborar a solução de um problema a partir da identificação dos passos necessários para tal. Isso demanda também uma organização do pensamento, o que envolve operações de agrupamento (por exemplo, quando identifica-se que certas variáveis do problema são de um mesmo tipo), operações lógicas (por exemplo, ao validar uma condição) e a generalização (por exemplo, quando, a partir da observação de vários problemas semelhantes, consegue-se desenvolver uma solução genérica). Essas operações são necessárias para que ocorra o pensamento formal.

O pensamento formal, como visto na seção 2, é essencialmente hipotético-dedutivo, o que requer raciocínio lógico para operar sobre as proposições. Ao utilizar o pensamento computacional para criar um jogo, por exemplo, é necessário que se pense em todas as possibilidades de ação dos jogadores (hipóteses), os resultados destas ações e como estes resultados irão alterar o andamento do jogo. As novas situações a serem enfrentadas pelos jogadores serão definidas por um resultado específico ou pela combinação de resultados obtidos em diferentes momentos do jogo. Neste ponto, fica claro a importância do raciocínio lógico, tanto para quem projeta o jogo, quanto para aquele que dele faz uso.

Em uma atividade de desenvolvimento do pensamento computacional como esta, é possível identificar também a importância da abstração. Piaget aponta a existência de dois tipos de abstração: a empírica, que consiste em apreender propriedades daquilo que é observado pelo sujeito; e a reflexionante, que envolve a reflexão sobre as ações do sujeito sobre os objetos e sobre o resultado destas ações. Para Piaget a abstração reflexionante é o elemento principal no processo de construção do conhecimento. No pensamento computacional é possível encontrar os dois tipos. Sabendo que o pensamento computacional compartilha elementos com o pensamento matemático (LEE *et. al.*, 2011), exemplificaremos esta questão através do problema do cálculo da área de figuras geométricas: o sujeito, através da abstração empírica, identifica que um triângulo tem três lados (L1, L2, L3) e que este triângulo é do tipo retângulo, pois um de seus ângulos internos é reto (90°). A partir disso, através da abstração reflexionante, o sujeito chega a conclusão de que esse triângulo possui a metade da área de um retângulo, com base = L1 e altura = L2. Refletindo sobre isso, o sujeito cria a fórmula para calcular a área de um triângulo retângulo: $\text{Área} = L1 * L2 / 2$.

Por último, encontramos ligação entre o pensamento formal e pensamento computacional através do conceito de generalização. A generalização está relacionada com a identificação de padrões, similaridades e relações. Isso envolve, além da abstração empírica, a operação de classificação, que desenvolve-se durante o nível operatório-concreto, servindo de base para as operações lógico proposicionais típicas do nível operatório-formal.

5. Estudo de Caso

Este estudo de caso foi realizado nas dependências do POALab, que é o laboratório de fabricação digital do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), câmpus Porto Alegre. O POALab está conectado à rede mundial de FabLabs (FABFOUNDATION, s.d) e tem por objetivo servir como espaço interdisciplinar de aprendizagem, design e inovação. Os projetos desenvolvidos dentro

do POALab, em geral, envolvem a combinação de atividades de automação: desenvolvimento de soluções que exigem conhecimentos de eletrônica, mecânica e programação; design: utilização de ferramentas para desenho em 2D ou 3D, estudo de diferentes tipos de materiais; mashup⁵: combinação de soluções pré-existentes, adaptando-as para serem utilizadas no projeto em desenvolvimento; investigação: pesquisa, análise e compilação de informações obtidas por meio eletrônico (buscadores, fóruns, redes sociais, blogs, etc), ou não (revistas, livros, comunidades de prática, etc); planejamento: organização das atividades (físicas ou mentais) para a execução do projeto; teste: experimentação e validação dos produtos criados.

O projeto, desenvolvido no contexto da disciplina de Tópicos Avançados do curso Superior de Tecnologias em Sistemas Para Internet, do IFRS-POA, envolveu 12 alunos de último semestre. A escolha deste perfil de sujeitos se deu em função de serem formandos da área de computação e, conseqüentemente, com o pensamento computacional plenamente desenvolvido, o que foi comprovado através da realização dos Testes Operatórios Coletivos de Françoise Longeot (CHADWICK; ORELLANA, s.d). O objetivo deste experimento era verificar como os alunos aplicavam o pensamento computacional no desenvolvimento de um produto voltado para a área da saúde e como as atividades envolvidas poderiam promover o uso pensamento formal. A área da saúde foi escolhida por não ter relação alguma com a formação dos sujeitos e, assim, constituir uma oportunidade de aprendizagem baseada em desafio (JOHNSON *et. al.*, 2009).

5.1 Metodologia

O experimento foi conduzido a partir da técnica de observação participante. As informações obtidas foram registradas na forma de anotações sistematizadas, acrescidas de imagens adquiridas a partir de vídeos e fotografias. Durante os encontros, os alunos receberam capacitação no uso dos equipamentos de fabricação digital (*plotter* de recorte, cortadora laser, impressora 3D e Arduino). Formaram-se três grupos, com quatro componentes cada. Os grupos tiveram 6 encontros de 4 horas cada para desenvolver uma primeira versão dos produtos.

5.2 Análise de Dados

A coleta e análise dos dados foi realizada sobre dois grupos que se destacaram em função do comprometimento e do envolvimento de seus integrantes.

- Grupo 2: composto pelos sujeitos F, R, G e D, que desenvolveram um projeto na área de saúde bucal, o qual denominaram de *Flossmate Handle*, e que consiste em um suporte para facilitar o uso do fio dental. Os sujeitos F e R iniciaram a criação do produto *Flossmate* a partir de uma pesquisa por objetos semelhantes no repositório de objetos 3D Thingiverse. R elaborou um documento com fotos e especificações técnicas de cada uma das soluções encontradas. Neste caso o pensamento computacional foi utilizado no processo de escolha da referência de pesquisa, nas estratégias de pesquisa utilizadas (busca utilizando termos em português e inglês) e na elaboração do documento contendo o comparativo, o que está relacionado com o princípio de **avaliação** do pensamento computacional. R e F escolheram o objeto que mais se assemelhava ao que

⁵ O termo é originário da música e significa misturar. Muito utilizado em referência às mixagens da música eletrônica.

desejavam produzir e, utilizando uma ferramenta de modelagem 3D, alteraram o projeto, resultando no objeto da figura 1. Aqui observa-se o emprego dos princípios de **abstração** e **generalização** do pensamento computacional.

- Grupo 3: composto pelos sujeitos T, J, FL e A, que desenvolveram um projeto voltado para a saúde do idoso, o qual denominaram Caixa Automática para Administração de Medicamentos. O sujeito T demonstrou utilizar o princípio da **abstração** ao elaborar um desenho mostrando a vista frontal da caixa de medicamentos, inclusive com as medidas necessárias (figura 2). Algumas destas medidas foram obtidas por T a partir da aplicação de conhecimentos de geometria (cálculo da medida de um dos lados de um triângulo retângulo). Quando o sujeito J decidiu aproveitar um projeto de eletrônica de um motor controlado por Arduino, adaptando-o para o projeto em que seu grupo está trabalhando, ele demonstrou que consegue aproveitar soluções existentes, que é uma evidência do uso da característica de **decomposição**. O sujeito A, ao ser questionado sobre como o grupo iria proceder para o desenvolvimento da caixa do produto, respondeu: “primeiro vamos fazer um modelo em papelão a partir das medidas que calculamos, daí verificamos se as medidas estão corretas e os encaixes funcionam. Se tudo estiver certo, partimos para o corte da peça em MDF, senão teremos que modificar o desenho no Inkscape, cortar de novo em papelão até termos tudo certo”. Essa sequência de passos elaborada pelo sujeito A, demonstra claramente o uso do **pensamento algorítmico**.



Figura 1 – Peça principal do produto *Flossmate*

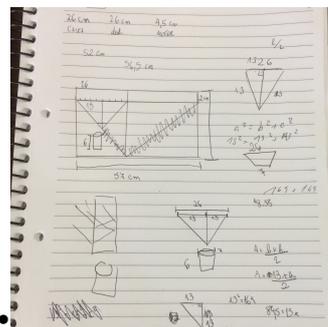


Figura 2 – Desenhos e cálculos para a elaboração da caixa de medicamentos

5.3 Resultados

A partir das observações realizadas sobre as atividades destes grupos, além de outras feitas informalmente sobre projetos de outros sujeitos que utilizam o espaço do POALab, elaborou-se uma relação entre ações do processo de fabricação digital e as habilidades do pensamento computacional.

Tabela 1 - Evidências no Pensamento Computacional nas Atividades Maker

Características do Pensamento Computacional	Ações Realizadas no Desenvolvimento de Projetos Maker
Pensamento Algorítmico	Elabora um algoritmo Elabora um fluxo de execução para a montagem de um equipamento Elabora uma solução escalável Elabora um roteiro com instruções de uso da solução criada

Abstração	Elabora modelo tridimensional para impressão 3D Elabora modelos bidimensionais para corte de materiais Elabora fluxogramas, diagramas, desenhos técnicos, esquemas, mapas mentais ou outros modelos Consegue reduzir a complexidade do problema, eliminando detalhes desnecessários
Decomposição	Consegue identificar as partes de um problema e possíveis soluções. Consegue aproveitar soluções existentes para resolver problemas do projeto.
Generalização	Consegue criar soluções que podem ser utilizadas em diferentes situações ou por diferentes tipos de usuário Consegue identificar padrões Consegue transferir ideias entre projetos
Avaliação	Identifica as variáveis de entrada e os possíveis resultados a serem obtidos. Consegue elaborar roteiros de testes Utiliza critérios para avaliar a qualidade das soluções. Consegue comparar a performance de soluções semelhantes. Consegue identificar melhorias, refinar a solução e gerar soluções futuras.

Conforme demonstrado na seção 4 deste artigo, é possível estabelecer uma relação entre o pensamento computacional e o pensamento formal. A formulação de hipóteses é constante em projetos *maker* e foi observada, por exemplo, quando o sujeito G, do grupo 2, ao tentar elaborar uma solução para o problema da fixação do fio dental no aparelho, fez o seguinte questionamento: “e se criássemos uma ranhura de cada lado do aparelho?” A partir deste questionamento, o grupo voltou-se para o uso da ferramenta de modelagem 3D (Tinkercad), a fim de alterar o modelo já existente (e impresso em 3D). A produção de modelos, mapas mentais, gráficos ou equações matemáticas para descrever uma solução, é fruto da abstração reflexionante, cujo resultado final “é a formalização, caso limite em que a forma se liberta dos conteúdos” (MANTOAN, 1994, p.6).

Ao utilizar a ferramenta Tinkercad pela primeira vez, o sujeito R apresentou dificuldades para fazer um buraco em uma peça sólida. Depois de algumas tentativas, R se deu conta de que deveria alterar a perspectiva de visualização da peça e, ao fazê-la, compreendeu que a peça esta parcialmente localizada a baixo do plano de trabalho. Movendo a peça para o plano de trabalho, R conseguiu superar suas dificuldades. A partir de então, observou-se que R, sempre a utilizar o Thinkercad, conferia o posicionamento das peças modeladas em relação ao plano de trabalho. Neste exemplo é possível identificar o processo de equilíbrio do qual trata Piaget. A experiência de manipulação de uma imagem 3D foi, para R, motivo de desequilíbrio. As sucessivas tentativas de encaixar o buraco na peça fizeram com que R aprendesse sobre planos de visualização da imagem e, através de tomada de consciência (PIAGET, 1977), conseguisse identificar onde estava errando e o que deveria fazer para superar o problema, atingindo, enfim, um novo estado de equilíbrio.

6. Considerações Finais

Esta pesquisa mostrou existir uma relação entre as atividades de desenvolvimento de projeto realizadas em um *makerspace* e o uso do pensamento computacional. Mostrou-se, também, que existe uma relação entre o pensamento computacional e o pensamento formal, principalmente no que diz respeito ao uso do raciocínio lógico, à abstração e à

generalização. Logo, pode-se dizer que existe uma relação entre as atividades *maker* e o pensamento formal.

Dando continuidade a este estudo, será realizada uma análise microgenética do processo de criação dentro dos *makerspaces*, a fim de identificar os mecanismos cognitivos utilizados e mudanças nos esquemas que levam a evoluções no pensamento formal dos indivíduos. Espera-se, com isso, provar que o desenvolvimento de projetos inseridos no contexto da cultura *maker*, é capaz de auxiliar no desenvolvimento dos estágios cognitivos e, com isso, contribuir para a educação de jovens criativos e inovadores.

Referências

- ANDRADE, D. et. al. Proposta de Atividades para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental. In: **Anais do XIX Workshop de Informática na Escola (WIE 2013)**. p 169 – 178, 2013.
- BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community ? In: **ACM Inroads**, v. 2, n. 1, p. 48–54, 2011.
- BECKER, F. Epistemologia Genética e Conhecimento Matemático. In: BECKER, F. FRANCO, S. R. K. **Revisitando Piaget**. 3ª Ed. Coleção Cadernos de Autoria. Ed. Mediação, 2007.
- BOMBASAR, J. R. et al. Ferramentas para o Ensino-Aprendizagem do Pensamento Computacional: onde está Alan Turing? In: **Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)** p. 81–90, 2015.
- CSIZMADIA, et. al. **Computational thinking: a guide for teachers**. Computing At School, 2015. Disponível em <<http://community.computingschool.org.uk/resources/2324>>. Acesso em abril de 2016.
- CHADWICK, M.; ORELLANA. E. **Adaptação dos Testes de Longeot**. Disponível em: <<https://carolinacatalanpsicopedagogia.files.wordpress.com/2013/11/pruebas-longeot.doc>>. Acesso em maio de 2016.
- FABFOUNDATION. **The Fab Charter**. Disponível em <<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/the-fab-charter/>> Acesso em maio de 2016.
- GOOGLE For Education. **Computational Thinking Overview**. Disponível em <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/#!ct-overview>. Acesso em abril de 2016.
- HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. McGrawHill Education. 2013. Disponível em <<http://www.techshop.ws/images/0071821139%20Maker%20Movement%20Manifesto%20Sample%20Chapter.pdf>>. Acesso em maio de 2016.
- JOHNSON, L. F. et al. **Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2009.

- LEE, I. et al. Computational thinking for youth in practice. In: **ACM Inroads**, v. 2, n. 1, p. 32, 2011.
- LU, J. J.; FLETCHER, G. H. L. Thinking About Computational Thinking. In: **SIGCSE**, p. 260–264, 2009.
- MAKEZINE. **Is it a hackerspace, makerspace, techshop, or fablab?** Disponível em <<http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>>. Acesso em novembro de 2015.
- MANTOAN, M. T. E. **Processo de Conhecimento**: Tipos de Abstração e Tomada de Consciência. Memos do NIED, 1994. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/ojs/index.php/memos/article/download/83/82>> Acesso em maio de 2016.
- MIT. **Computação Criativa**: uma introdução ao pensamento computacional baseada no conceito de design. 2011. Disponível em: <<http://projectos.ese.ips.pt/cctic/wp-content/uploads/2011/10/Guia-Curricular-ScratchMIT-EduScratchLPpdf.pdf>>. Acesso em abril de 2016.
- PAPERT, S. **Mindstorms**: children, computers and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.
- PAPERT, S.; HAREL, I. Situating Constructionism. In: **Constructionism**. Ablex Publishing Corporation. p. 1–12. 1991.
- PIAGET, J. Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood. In: **Human Development**, v. 15, n. 1, p. 1–12, 1972.
- PIAGET, J. **Da Lógica da criança à lógica do adolescente**: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais. São Paulo: Livraria Pioneira Editora. 1976.
- PIAGET, J. **A Tomada de Consciência**. São Paulo: Melhoramentos, Ed. da Universidade de São Paulo. 1977.
- PIAGET, J. Criatividade. In: VASCONCELOS, Mario Sergio (Org). **Criatividade: Psicologia, Educação e Conhecimento do Novo**. São Paulo: Moderna. 2001. p. 11 – 20.
- RODE, J. A. et al. **From Computational Thinking to Computational Making**. In: UbiComp. Osaka, Japão: 2015
- STAGER, G. S. **Papert's Prison FabLab**: Implications for the maker movement and education design. In: Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '13). ACM, New York, NY, USA, 487-490.
- WING, J. M. Computational Thinking: What and Why? In: **theLink** - The Magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science, p. 1–6, 2011. Disponível em <<http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>> . Acesso em março de 2016.