

O pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania

Claudio F. André¹

Resumo: O pensamento computacional na escola favorece a revisão das próprias produções, considerando-as produtos sempre em processo. A proposta do artigo é de instigar o leitor a entrar em contato com uma visão de estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania que assume a função de estabelecer ligações junto ao professor e aluno, em um movimento que implica compreender o paradigma do pensamento computacional e o desenvolvimento de atividades que priorize o pensamento crítico e a reflexão. Objetiva ainda discutir a produção de artefatos alicerçada pelo processo de autoria digital, de modo que os alunos assumam a responsabilidade sobre o seu próprio processo de aprendizagem, adquirindo competências que lhes permitam continuar aprendendo ao longo da vida.

Palavras-chave: Pensamento computacional. Autoria digital. Cidadania. Estratégia de aprendizagem.

¹ Doutor em Educação (USP) com pós-doutorado em Informática (UFRGS). Professor do Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital (TIDD) da PUC-SP. Na mesma Instituição também é o coordenador do Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais. E-mail: claudiofandre@gmail.com

Computational thinking as a learning strategy, digital authoring, and the construction of citizenship

Abstract: Computational thinking in school is a didactic strategy to foster autonomous learning, which results in close didactic relationships between learners and teachers. The paper presents the details of this learning strategy in which digital authoring is implemented to construct citizenship. What the students learn is always a work in process. The paradigm of computational thinking aims at activities that focus on the development of critical thinking and self-reflective thought. Computational thinking supports continued discussions of the products of digital authoring in order to develop student autonomy and self-responsibility, which are essential competencies for lifelong learning.

Keywords: Computational thinking. Digital authoring. Citizenship. Learning strategy.

Introdução

O pensamento computacional, na visão de Wing (2006), é o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos rodeia e aplicar ferramentas e técnicas para entender e raciocinar sobre sistemas e processos naturais, sociais e artificiais. Na escola, o pensamento computacional permite que os alunos resolvam problemas, os dividam em partes e criem algoritmos para solucioná-los.

O termo pensamento computacional é definido por Wing como: “processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, sendo que as soluções devem ser representadas de forma que possa ser realizada por agentes de processamento de informações” (CUNY, SNYDER e WING, 2010, apud WING, 2011, p. 20). Wing (ibid.) considera ainda que “a solução pode ser executada por um humano ou máquina, ou ainda por combinações de seres humanos e máquinas”. A mensagem de Wing (2006) é clara: o pensamento computacional se concentra nos indivíduos executando processos de raciocínio lógico, não necessariamente na produção de artefatos ou evidências. Em outras palavras, o pensamento computacional é o desenvolvimento de competências que apoia tanto o raciocínio, quanto o aprendizado e a compreensão do mundo.

Conceitos de pensamento computacional

Segundo Selby e Woollard (2013), o pensamento computacional é um processo cognitivo ou de pensamento que envolve o raciocínio lógico pelo qual os problemas são resolvidos e os artefatos, procedimentos e sistemas são melhor compreendidos, tendo como abrangência a capacidade de pensar em:

- a) algoritmos;
- b) termos de decomposição;
- c) generalizações, identificando e fazer uso de padrões;

d) abstrações, escolhendo as representações mais adequadas, de acordo com cada contexto;

e) termos de avaliação.

O pensamento computacional pode ser aplicado a uma ampla gama de artefatos, incluindo: sistemas, processos, objetos, algoritmos, problemas, soluções, abstrações e coleções de dados ou informações. Ou seja, artefato refere-se a qualquer um deles.

Nos últimos anos, as concepções a respeito do pensamento computacional passaram por profundas modificações que permitiram aproximar essa proposta ao dia a dia do aluno, ou seja, ao seu mundo real, tornando-a cada vez mais presente e concreta. Em uma perspectiva mais ampla, podemos perceber que a preocupação com o pensamento computacional não se restringe à escola e ao currículo formal das disciplinas.

A importância do pensamento computacional, na sociedade atual, produz um importante movimento pedagógico denominado: ciência, tecnologia e sociedade (BURKE, 2015). Tendência essa que leva em conta o impacto atual do pensamento computacional, envolvendo uma visão interdisciplinar que desconsidera a compartimentalização do conhecimento entre áreas distintas.

O pensamento computacional como estratégia de autoria digital

Segundo Dorling, Selby e Woollard (2015), o pensamento computacional deve servir à formação de pessoas para que possam participar e usufruir das oportunidades, das responsabilidades e dos desafios inerentes a uma sociedade na qual a influência da computação se faz cada vez mais presente. É preciso, portanto, que os cidadãos sejam capazes de criar artefatos a partir de análises bem fundamentadas, participar das decisões que afetem suas vidas, organizando um conjunto de valores mediado na consciência da importância de seu próprio aperfeiçoamento e no aprimoramento das relações sociais. A formação de cidadãos com esse perfil pressupõe o desenvolvimento de algumas competências, entre as quais destaca-se

a) expressar-se e comunicar-se utilizando diferentes linguagens para expor seus julgamentos de valor;

b) construir representações sobre fenômenos do cotidiano;

- c) utilizar os conhecimentos escolares para se posicionar e participar das transformações socioculturais;
- d) estabelecer relações e conexões que sustentem decisões baseadas em princípios e conceitos;
- e) analisar e se posicionar em relação a fatos científicos e tecnológicos.

Para Wing (2006), o pensamento computacional desenvolve:

- a) A capacidade analítica e investigativa para chegar a uma decisão a respeito de situações que envolvam a natureza, a sociedade, a ciência e a tecnologia;
- b) A capacidade de comunicação para ouvir, interpretar e expressar diferentes pontos de vista;
- c) A imaginação para colocar-se no lugar do outro, compreendendo concepções, argumentos e pontos de vista diferentes dos seus com sensibilidade e sem preconceitos.

Na visão de Okada et al. (2012), as competências citadas nos parágrafos anteriores são especialmente significativas para os indivíduos e ratificam a importância do pensamento computacional na construção da cidadania por meio da autoria digital, como mostram as figuras a seguir:

NÍVEL DE AUTORIA	PALAVRA-CHAVE	AÇÃO
ALTO 	Re-autoria	Transformar o conteúdo adicionando sua própria interpretação, reflexão, prática ou conhecimento.
	Contextualização	Alterar o conteúdo ou acrescentar novas informações, a fim de atribuir significado, sentido através de exemplos e cenários.

Figura 1: Nível de autoria alto. **Fonte:** Okada et al. (2012).

NÍVEL DE AUTORIA	PALAVRA-CHAVE	AÇÃO
<p>MÉDIO</p> 	Síntese	Reduzir o conteúdo, selecionando as ideias essenciais.
	Reaproveitamento	Reutilizar para uma finalidade diferente ou alterar para tornar mais adequado para diferentes objetivos de aprendizagem ou de resultados.
	Versão	Implementar mudanças específicas para atualizar o recurso ou adaptá-lo para um contexto diferente.
	Redesenho	Converter um conteúdo num outro formato, ou seja, apresentar o conteúdo pré-existente num modo de apresentação diferente.

Figura 2: Nível de autoria médio. Fonte: Okada et al. (2012).

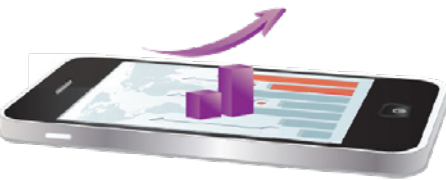
NÍVEL DE AUTORIA	PALAVRA-CHAVE	AÇÃO
<p>BAIXO</p> 	Tradução	Transpor o conteúdo de um idioma para outro.
	Personalização	Agregar tecnologias para contribuir com o progresso individual e personalizado.
	Reordenação	Alterar a ordem ou sequência.
	Decomposição	Separar o conteúdo em diferentes seções, quebrar o conteúdo em partes.
	Remixagem	Conectar o conteúdo com novas mídias, interfaces interativas ou componentes diferentes.
	Montagem	Integrar o conteúdo com outros materiais a fim de desenvolver um módulo ou uma nova unidade, como por exemplo, um curso.

Figura 3: Nível de autoria baixo. Fonte: Okada et al. (2012).

O pensamento computacional como estratégia de construção da cidadania

Na educação, todos devem ter a oportunidade de construir uma base sólida de conceitos que envolvam o pensamento computacional, garantindo que o aluno se familiarize com o mundo natural e reconheça sua diversidade e sua unidade.

Dorling e Walker (2014) consideram que o pensamento computacional pode ser caracterizado como uma forma de pensamento e construção de conhecimento com profundas implicações no desenvolvimento sociocognitivo das pessoas, em que a ideia de reflexão crítica está sempre presente.

Para Wing (2011), favorecer o pensamento computacional tem por principal função a formação de pessoas capazes de, não apenas identificar as informações, mas principalmente produzir artefatos a partir da compreensão de conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano.

Tome-se como exemplo uma das principais características do pensamento computacional – a diversidade comunicacional –, ou seja, a capacidade de transmitir informações e conceitos relevantes de forma didática, com o recurso mais adequado àquele contexto. Para Ricardo (2013) essa é uma capacidade que se desenvolve ao longo de anos de formação e, cuja importância não se restringe aos profissionais da área de tecnologia da informação. Portanto, o pensamento computacional deve ser desenvolvido desde muito cedo e ao longo de toda a formação cidadã do indivíduo.

Na visão de Dorling, Selby e Woollard (2015), outro pressuposto importante relacionado ao pensamento computacional é fazer com que os alunos e professores desenvolvam a competência de fazer pesquisa, isto é, aprender de forma independente e autônoma sobre um tema ou um procedimento que não se conhece, usando sites, bibliotecas e ambientes virtuais, ao mesmo tempo que discute com outros, os resultados encontrados.

Espera-se com isso que os autores de artefatos digitais consigam organizar o seu cotidiano de forma que a observação seja criticamente constante e que possam recuperar informações obtidas anteriormente. Em outras palavras, é preciso incentivar os alunos e professores a revisar, constantemente, seus conhecimentos e concepções, sendo capazes

de tirar conclusões do seu trabalho, saber argumentar em favor delas, acolher os argumentos contrários, e produzir novos conhecimentos.

Perspectivas, práticas, conceitos e competências no pensamento computacional

Kafai (2009) destaca que durante o desenvolvimento de projetos que favorecem o pensamento computacional estão sempre presentes:

- a) as perspectivas computacionais;
- b) as práticas computacionais;
- c) os conceitos computacionais;
- d) as competências computacionais.

Brennan e Resnick (2012) apresentam mais detalhes do que entendemos por perspectivas, práticas, conceitos e competências computacionais no pensamento computacional, conforme mostram os quadros a seguir:

Perspectivas computacionais		
Item	Perspectiva	Descrição
01	<i>Expressar</i>	Perceber que a computação é um meio de criação. “Eu posso criar.”
02	<i>Conectar</i>	Reconhecer a vantagem de criar com e para outros. “Eu posso ter novas ideias quando tenho acesso a outras.”
03	<i>Questionar</i>	Sentir que se pode fazer perguntas sobre o mundo. “Eu posso (utilizar a computação para) suscitar questões que façam sentido (com entes computacionais) para mim e para o mundo.”

Quadro 1: Perspectivas computacionais.
Fonte: Brennan e Resnick (2012).

Práticas computacionais		
Item	Prática	Objetivos
01	<i>Ação iterativa e incremental</i>	Desenvolver um pouco, depois verificar se funciona e, em seguida, desenvolver um pouco mais.
02	<i>Teste e depuração</i>	Certificar-se de que tudo funciona, encontrar e corrigir erros.
03	<i>Reutilização e reformulação</i>	Fazer algo utilizando o que outros – ou você – já fizeram.
04	<i>Abstração e modulação</i>	Construir algo grande unindo conjuntos de partes menores.
05	<i>Geração de hipóteses</i>	Formular um resultado provisório, com intenções de ser posteriormente demonstrada ou verificada, constituindo uma suposição admissível.
06	<i>Prototipagem</i>	Elaborar o modelo de um produto de trabalho da fase de testes e/ou planejamento de um projeto.

Quadro 2: Práticas Computacionais. **Fonte:** Brennan e Resnick (2012).

Conceitos computacionais		
Item	Conceito	Objetivos
01	<i>Sequência</i>	Identificar uma série de etapas de uma tarefa.
02	<i>Ciclos</i>	Executar a mesma sequência várias vezes.
03	<i>Execução em paralelo</i>	Fazer as ações decorrerem ao mesmo tempo.
04	<i>Eventos</i>	Fazer um acontecimento causar outro acontecimento.
05	<i>Condições</i>	Tomar decisões com base em condições.
06	<i>Operadores</i>	Expressar operações matemáticas e lógicas.
07	<i>Dados</i>	Armazenar, recuperar e atualizar valores.
08	<i>Instruções</i>	Dar comandos ao computador.
09	<i>Orientação a Objetos</i>	Elaborar a análise, projeto e programação de sistemas baseado na composição e interação entre diversas unidades.

Quadro 3: Conceitos computacionais. **Fonte:** Brennan e Resnick (2012).

Competências computacionais		
Item	Competência	Objetivos
01	<i>Raciocínio lógico</i>	Deduzir (Determinar a conclusão. Utiliza-se da regra e sua premissa para chegar a uma conclusão) e induzir (determinar a regra. É aprender a regra a partir de diversos exemplos de como a conclusão segue da premissa).
02	<i>Algoritmos</i>	Definir uma sequência finita de instruções bem definidas e não ambíguas, cada uma das quais pode ser executada mecanicamente num período de tempo finito e com uma quantidade de esforço finita.
03	<i>Plataformas e/ou Linguagem de programação</i>	Utilizar um método padronizado para comunicar instruções para um computador.

Quadro 4: Competências computacionais.
Fonte: Brennan e Resnick (2012).

Tomando como referência as perspectivas, práticas, conceitos e competências computacionais citadas, pode-se compreender que pelas ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova organização das competências que envolvem o pensamento computacional.

Podemos então deduzir que o desenvolvimento de perspectivas, práticas, conceitos e competências computacionais não ocorre em uma única situação de aprendizagem, mas requer um conjunto articulado que envolve situações planejadas, a atuação consciente do professor, a seleção criteriosa dos conteúdos, a diversificação de metodologias disciplinares e a participação ativa dos alunos. Dessa forma, um currículo que promove o pensamento computacional tem o compromisso de articular as disciplinas e as atividades escolares com aquilo que se espera que os alunos aprendam ao longo de toda a sua formação.

Como resultado, Dorling, Selby e Woollard (2015) consideram que esse processo conduza a uma mudança que envolva a vida e a responsabilidade pessoal do sujeito frente à construção de seu conhecimento, aprendendo a:

- a) fazer registros de suas observações através de textos, infográficos, protótipos, fluxogramas, tabelas, gráficos e desenhos;

- b) guardar os registros de suas observações ordenadamente;
- c) avaliar os seus dados periodicamente;
- d) observar e identificar com critérios um determinado fenômeno ou situação;
- e) debater com os seus colegas sobre as suas dúvidas e a viabilidade de suas conclusões;
- f) alterar um procedimento, caso conclua que deva mudá-lo com base na análise de suas observações;
- g) escrever sobre suas observações e conclusões;
- h) não ter medo de errar e aprender a corrigir seus erros para continuar suas produções.

A escola como espaço para o pensamento computacional e a autoria digital

A escola tem um papel significativo na formação dos indivíduos, na sua cultura, nas suas relações sociais e, decididamente, em seu processo de interpretação da informação. É uma instituição que reúne condições propícias para desempenhar esse papel. Na escola, os alunos podem ser apresentados a um conjunto organizado e planejado de temas e situações de aprendizagem que pode ser sistematizado gerando oportunidades para que sejam autores do próprio conhecimento.

Santaella (2013) considera que é possível desenvolver o pensamento computacional de forma dinâmica, orientando o trabalho escolar para o conhecimento sobre fenômenos da natureza, incluindo o ser humano e as tecnologias mais próximas e mais distantes, no espaço e no tempo. Ou seja, o pensamento computacional pode ser contemplado em diversos eixos temáticos, como por exemplo: vida e ambiente, ser humano e saúde, tecnologia e sociedade, ética e trabalho, entre outros.

McGonigal (2012) destaca que estabelecer relações entre esses (e outros) eixos – considerando o que já é de conhecimento do aluno e novas concepções, entre o comum e o diferente, entre as proposições particulares e as formulações abrangentes que possibilitam generalizações, definindo contrapontos entre os muitos elementos no universo de

conhecimentos – são processos essenciais à estruturação do pensamento e, por consequência, do pensamento computacional.

A instituição escolar é particularmente importante em relação a aspectos do desenvolvimento afetivo, dos valores e das atitudes que também merecem atenção ao se estruturar atividades de autoria digital. Em outras palavras, as atividades devem ser concebidas como um repertório de oportunidades para o encontro entre o aluno, o professor e o mundo, reunindo a história e as vivências dos alunos e oferecendo-lhes cenas, imagens, palavras e proposições que sejam significativas o suficiente para que se desenvolvam na perspectiva de ultrapassar o conhecimento intuitivo e o senso comum.

Waiselfisz (2007) considera que é importante que o educando se desenvolva e se aproprie de propostas de autoria digital, com autonomia no pensar e no agir, sendo necessário ainda reconhecer o binômio ensino e aprendizagem como uma relação entre sujeitos, em que cada um, a seu modo e com determinado papel, está envolvido na construção de uma compreensão dos fenômenos naturais e suas transformações, na formação de novas atitudes e valores. Podemos, dessa forma, entender que o aluno se torna sujeito de sua aprendizagem quando é dele o movimento de dar novos significados ao mundo, o que pode ser entendido como construir explicações norteadas pelo pensamento computacional.

Nas atividades propostas na escola consideramos sempre que a melhoria da aprendizagem dos alunos passa pelo pensamento computacional. Devemos então considerar atividades práticas como situações que possibilitem aprendizagem significativa dando condições para que os alunos possam:

- a) formular questões acerca de sua realidade e dos fenômenos que vivenciam;
- b) elaborar hipóteses sobre essa realidade e esses fenômenos e testá-las, orientando-se por procedimentos planejados;
- c) interagir com seus colegas em um ambiente coletivo e propício ao debate de ideias e ao desenvolvimento da capacidade de argumentação através do confronto de suas opiniões.

Promover situações de aprendizagem com estas características não requer uma infraestrutura sofisticada na escola, com aparelhos caros, grandes laboratórios e equipamentos de precisão. Essas situações po-

dem ocorrer no próprio ambiente da sala de aula, desde que algumas condições sejam estabelecidas.

Para Lopes (2007), a primeira condição é o planejamento da atividade que deve propiciar situações cognitivamente desafiadoras para os alunos, valorizando suas ideias iniciais e representações sobre os temas propostos. Esse planejamento deve pressupor momentos para o registro pessoal dos alunos de forma sistemática e outros momentos de trabalho em grupo para confrontação de ideias e reelaboração de questões. Também é importante o envolvimento dos alunos que devem ter participação ativa e comprometida, não apenas com a manipulação de objetos ou equipamentos, mas pensando no que fazem e porque fazem.

A riqueza desse tipo de situação de aprendizagem está em propiciar ao aluno a oportunidade para que ele entre, de forma consciente, no jogo de trabalhar com coisas e objetos como se fossem outras coisas e outros objetos. Este tipo de situação permite conectar símbolos com coisas e situações imaginadas, o que raramente é buscado na sala de aula tradicional, expandindo os horizontes da compreensão do fenômeno ou objeto em estudo.

Para os alunos aprenderem a trabalhar com autoria digital colaborativa, mais importante do que as tecnologias utilizadas é o planejamento do professor e a clareza dos objetivos propostos, aliados à sua mediação, com boas perguntas e uma condução atenta da situação de aprendizagem. Isso permitirá aos alunos refletirem sobre o que estão fazendo, porque e para que. Dessa forma, a discussão das observações, dos fenômenos e a interpretação dos resultados têm a finalidade de produzir conhecimento, o que se busca no pensamento computacional e do fazer pedagógico.

Considerações finais

A aprendizagem existe se houver a dúvida. Questionar os conteúdos, as ideias, as soluções e as estratégias explicitadas por si mesmo, pelos colegas ou pelos professores; identificar e analisar erros, considerando-os como caminho para o acerto; utilizar os resultados obtidos para tomar decisões são, entre outros, aspectos constitutivos da capacidade de ser crítico, capacidade indispensável para que os alunos continuem a aprender fora da escola.

Além disso, é preciso adquirir determinadas atitudes que coloquem em jogo as normas sociais e lhes auxiliem a entender o sentido que

constroem de si mesmos quando aprendem. Assim, ao realizar as atividades que envolvem o pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania, os indivíduos também aprendem a ter:

- a) confiança em desenvolver atividades intelectuais que envolvam raciocínio computacional e em solucionar problemas, inclusive os inusitados;
- b) respeito à palavra do colega, valorização do trabalho em equipe, da troca de pontos de vista/ideias e do erro como fonte de aprendizagem;
- c) segurança ao argumentar e flexibilidade para modificar os argumentos, ao compreender que a validade de uma afirmação está diretamente relacionada à coerência da argumentação;
- d) interesse em desenvolver estratégias variadas e alternativas de resolver problemas;
- e) disposição em seguir as orientações dadas, desde as mais simples até as mais complexas;
- f) cuidado com os equipamentos em geral, e em especial com os de uso coletivo, principalmente os tecnológicos, menos resistentes e de maior custo;
- g) disponibilidade para trabalho colaborativo, percebendo a necessidade de parceria no uso dos recursos e dos materiais coletivos;
- h) reconhecimento e valorização dos recursos tecnológicos como fontes de informação importantes para a aprendizagem.

É importante ressaltar que a aprendizagem dessas atitudes destaca o caráter dinâmico da identidade social, a ser construído ao longo da vida, e que, no ambiente escolar, se concretiza quando os espaços de vivência são transformados, e novas e diferentes relações são estabelecidas entre os alunos, professor e o que se pretende ensinar, favorecendo assim a autoria digital e a construção da cidadania.

Referências

BRENNAN, K., RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Artigo apresentado no *American Educational Research Association Annual Meeting*, Vancouver, Canadá, 2012.

BURKE, Brian. *Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias*. São Paulo: DVS, 2015.

DORLING, M.; WALKER, M. *Computing progression pathways*, 2014. Disponível em: <hoddereducation.co.uk/Subjects/ICT/Series-pages/Compute-IT/Series-Box/Progression-Pathways/Progression-Pathways-Grid.aspx>. Acesso em: 28 out. 2018.

DORLING, M.; SELBY, C.; WOOLLARD, J. Evidence of assessing computational thinking. IFIP 2015, *A new culture of learning: computing and next generations*. Vilnius, Lituânia. Disponível em: <eprints.soton.ac.uk/377856>. Acesso em: 01 nov. 2018.

KAFAI, Yasmin B.; PEPPLER, Kylie A.; CHAPMAN, Robbin (orgs.). *The computer clubhouse*. Nova Iorque: Teachers' College Press, 2009.

LOPES, Rose (org.). *Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MCGONIGAL, Jane. *A realidade em jogo: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2012.

OKADA, A.; MIKROYANNIDIS, A.; MEISTER, I.; LITTLE, S. Coaprendizagem através de REA e Redes Sociais. In: OKADA, A. *Open educational resources and social networks: co-learning and professional development*. Londres: Scholio Educational Research & Publishing, 2012. Disponível em: <oer.kmi.open.ac.uk/?page_id=1479>. Acesso em: 04 dez. 2018.

RICARDO, Eleonora Jorge. *Educação a distância: professores-autores em tempos de cibercultura*. São Paulo: Atlas, 2013.

SANTAELLA, Lucia. *Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação*. São Paulo: Paulus, 2013.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. *Computational thinking: the developing definition*, 2013. Disponível em: <eprints.soton.ac.uk/356481>. Acesso em: 04 nov. 2018.

WAISELFISZ, Julio Jacobo. *Lápis, borracha e teclado: tecnologia da informação na educação*. Brasília: Rede de Informação Tecnológica Latino-americana (RITLA), 2007.

WING, J. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, 2006, p. 33-35. Disponível em: <dl.acm.org/citation.cfm?id=1118215>. Acesso em: 04 nov. 2018.

_____. Research notebook: computational thinking – what and why? *The link*. Pittsburgh: Carnegie Mellon, 2011. Disponível em: <cs.cmu.edu/sites/default/files/11-399_The_Link_Newsletter-3.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2018.