

Um estudo sobre as conexões entre o desenvolvimento do pensamento computacional e o ensino da Geometria

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita¹, Lucas Henrique Viana¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande, PB – Brasil

{filomenamoita, lucas_henriqk}@hotmail.com

***Abstract.** Many types of research have been discussing Computational Thinking and its connections with other areas, like mathematics. However, investigations showing how to relate Computational Thinking with the specific content of this area are essential. This article aims to identify some connections between the teaching and learning of geometry and the development of Computational Thinking. For this, a Systematic Literature Review was realized, resulting in the identification of some connections between the abilities of Computational Thinking and the geometrical knowledge and also on the formulation of new conceptions about this way of think.*

***Resumo.** Muitas pesquisas têm discutido sobre o Pensamento Computacional e suas conexões com outras áreas, como a Matemática. Entretanto, ainda são necessárias investigações que apontem como relacionar o Pensamento Computacional com os conteúdos específicos dessa área. Nesse sentido, este artigo objetiva identificar algumas conexões entre o ensino e a aprendizagem da Geometria e o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da Literatura, que resultou na identificação de algumas conexões entre as habilidades do Pensamento Computacional e o conhecimento geométrico e na formulação de novas concepções a respeito dessa forma de pensar.*

1. Introdução

Desde que surgiram, os recursos computacionais vêm contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento humano, com facilidades que vêm impactando diretamente nos hábitos e nas formas de pensar das pessoas. Esses impactos são evidentes quando observada a relação das crianças e dos jovens nascidos na era digital com as tecnologias digitais da informação e da comunicação (TDIC), os quais são capazes de aprender por meio da interação com esses artefatos e os preferem em relação a recursos tradicionais de ensino como o livro didático, por exemplo.

Lidar com essa nova forma de aprender é um grande desafio para algumas pessoas, como alguns professores que, além de não terem uma relação amigável com as TDIC, não receberam uma formação específica para utilizá-las em suas práticas pedagógicas. Frente a isso, esses profissionais acabam por optar pela utilização de metodologias tradicionais de ensino que nem sempre são capazes de despertar a

motivação e o interesse dos estudantes, resultando em limitações na aprendizagem de alguns conteúdos curriculares, como os da Matemática, por exemplo.

Segundo Boaler (2018), para transformar essa realidade, é necessário que sejam desenvolvidas abordagens pedagógicas por meio das quais os alunos possam vivenciar e perceber a criatividade e a beleza da Matemática. É preciso, ainda, que essas abordagens valorizem as diferentes formas de pensar dos alunos que estão inseridos em uma sociedade marcada pela facilidade de acesso à informação e a novas formas de comunicação.

Entre essas formas de pensar, vale destacar o chamado Pensamento Computacional (PC), cujo desenvolvimento possibilita, entre outras vantagens, o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e de habilidades de resolução de problemas, que são fundamentais para uma boa aprendizagem matemática. [CSTA/ISTE 2011; Wing 2017]. Nesse sentido, tendo em vista as conexões entre o PC e essa área do conhecimento, assim como as dificuldades de ensinar e de aprender conteúdos específicos da Matemática, como é o caso da Geometria, este trabalho objetiva identificar algumas conexões entre os processos de ensino e aprendizagem da Geometria e o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

O tópico a seguir apresenta algumas reflexões sobre os processos de ensino e aprendizagem da Geometria, seguido por algumas considerações teóricas sobre o PC. Logo depois, é apresentada a metodologia deste estudo, que se caracterizou como uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Dando continuidade, são apresentados os resultados obtidos por meio da RSL e as considerações finais dos autores.

2. O ensino e a aprendizagem da Geometria

A Geometria é um dos campos da Matemática que, tradicionalmente, é pouco explorado por alguns professores e nos recursos didáticos e formações a que eles têm acesso. Para Gonçalves (2010), essa carência de exploração dos temas da área da Geometria pode gerar sérios problemas na aprendizagem dos estudantes, pois torna o estudo improdutivo, e isso resulta em uma formação deficiente de conhecimentos geométricos fundamentais.

Essa lacuna na aquisição de conhecimentos geométricos gera problemas no ensino e na aprendizagem, porque a Geometria está associada à realização de ações de descoberta e experimentação, que proporcionam o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, a dedução, a coordenação motora e o chamado raciocínio espacial, que permite a construção de representações mentais de formas geométricas e de suas propriedades, e que está diretamente relacionado a ações cotidianas como, por exemplo, caminhar em linha reta, comparar distâncias, estacionar um carro e utilizar recursos digitais como os aplicativos de mapas e os games. [Smole, Pessoa, Diniz e Ishihara 2008; Moita, Viana e Ramos 2019].

É importante reconhecer que ensinar e aprender Geometria pode não ser uma tarefa fácil, porque o conhecimento geométrico exige dos alunos habilidades de visualização, interpretação e funções cognitivas de alta complexidade para, por exemplo, manipular formas tridimensionais ou, até mesmo, abstraí-las para compreender suas propriedades. Assim, tendo em vista a complexidade do ensino e da

aprendizagem da Geometria e as habilidades que os alunos desenvolvem por meio do contato com as TDIC, como é o caso do PC, é possível estabelecer diversas conexões entre o PC e a Geometria, de modo a impulsionar e a motivar os estudantes a aprenderem. [Boaler 2018; Moita, Viana e Ramos 2019].

3. O Pensamento Computacional

Há décadas, o autor Seymour Papert (1980, p.182), em sua obra *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*, ao abordar o uso do computador nos processos de ensino e aprendizagem infantil, defendeu a ideia de que a aprendizagem mecanizada de conceitos, de fórmulas, de propriedades, entre outros conhecimentos de diferentes áreas, não era suficiente para fazer com que os alunos aprendessem de forma significativa, razão pela qual seria necessária uma abordagem que os ajudassem a construir conhecimentos por meio da interação com computadores.

Ainda que de forma indireta, Papert (1980) mencionava ideias que se aproximavam do desenvolvimento do PC. Entretanto foi ao longo dos últimos dez anos que essas ideias foram retomadas, especialmente depois que a pesquisadora Jeannette Wing (2006) utilizou o termo Pensamento Computacional em uma publicação na *Revista Communications of ACM*. Apesar disso, ainda não existe uma definição precisa para o PC, e diversos autores vêm buscando caracterizá-lo em diferentes óticas. Para Wing (2006, 2017), o PC é um tipo de pensamento analítico, que compartilha com o pensamento matemático alguns métodos comumente utilizados para elaborar e resolver problemas.

De maneira semelhante, o estudo realizado pela Computer Science Teachers Association (CSTA) e pela International Society for Technology in Education (ISTE) caracteriza o PC como um processo de resolução de problemas que contempla ações como: formular resolver e problemas usando artefatos analógicos ou digitais; organizar e analisar dados de forma lógica; automatizar a solução de problemas através de algoritmos; identificar, analisar e implementar as possíveis soluções para um problema; e generalizar e reutilizar a resolução de um problema. [CSTA/ISTE 2011].

Na perspectiva de BBC Learning (2015), desenvolver o PC significa aprimorar quatro habilidades a ele associadas: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. A decomposição consiste em fragmentar uma atividade em outras que sejam menores, cujo processo de resolução é mais simples ou, pelo menos, viável. Na Geometria, por exemplo, essa estratégia é usada ao compor e decompor figuras para visualizá-las melhor e interpretar suas propriedades. Já o reconhecimento de padrões trata do estabelecimento de características comuns a determinados objetos ou processos e é aplicável em diversas áreas do conhecimento, como na música, por exemplo.

A abstração contempla ações como modelar aspectos relevantes de um problema para facilitar sua resolução. [Wing 2006]. Por fim, a habilidade dos algoritmos diz respeito à capacidade de abstrair um processo e representa-lo de diferentes formas para solucionar problemas iguais ou de natureza semelhante. [Brackmann 2017].

De acordo com Barr e Stephenson (2011), uma das grandes potencialidades do PC é que ele se aplica a qualquer outro tipo de pensamento. A partir dessa ideia, é

possível refletir sobre as possíveis conexões desse tipo de pensamento com o raciocínio algébrico, lógico-matemático, linguístico e, especialmente, geométrico, todos de extrema importância para o ensino e a aprendizagem de conteúdos curriculares.

4. Metodologia

Esta RSL foi realizada no período de fevereiro a abril de 2019, com base nos pressupostos teóricos de Kitchenham e Charters. (2007), que apontam que um trabalho desse tipo deve contemplar três fases: planejamento, condução e análise dos dados obtidos. Assim, seguindo a estrutura proposta por Kitchenham e Charters (2007), a RSL contemplou três fases, cuja execução foi facilitada pela ferramenta Parsifal¹. Nos subtópicos seguintes, são apresentadas as fases de planejamento e de condução da RSL.

4.1. Planejamento

Inicialmente, foi determinado o objetivo da RSL, que consistiu em identificar conexões entre os processos de ensino e aprendizagem da Geometria e o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

A partir desse objetivo, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa:

- QP 01 - O que vem sendo discutido a respeito da relação da Geometria com o PC?
- QP 02 - Quais os recursos utilizados para ensinar Geometria e desenvolver o PC?
- QP 03 - Quais as vantagens e as limitações encontradas ao se ensinar Geometria e promover o desenvolvimento do PC?

Logo depois de elaborar esses questionamentos, elaborou-se os critérios de inclusão e exclusão para selecionar os artigos, seguindo ainda as orientações de Kitchenham e Charters (2007), conforme é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos que discutam sobre o desenvolvimento do pensamento computacional por meio da aprendizagem da Geometria.	Estudos publicados há mais de cinco anos
	Estudos sem texto completo disponível
Artigos que discutam sobre o ensino e a aprendizagem da Geometria por meio do desenvolvimento do pensamento computacional.	Textos que não são artigos completos
	Outras revisões ou mapeamentos sistemáticos de literatura
	Textos duplicados

Feito isso, definiu-se a *string* de busca, que foi pensada para ser a mais genérica possível, para que a maior quantidade de estudos fosse retornada:

((*"Computational Thinking"* AND *"Geometry"*) OR (*"Pensamento Computacional"* AND *"Geometria"*))

Para realizar a busca, foram escolhidas cinco bases de dados internacionais, que apresentam relevância na área de Informática na Educação: ACM Digital Library; IEEE Digital Library; Science Direct; Scopus; Springer Link.

¹ Disponível em: <<https://parsif.al>>. Acesso em: 5 jul 2019.

4.2. Condução

Para selecionar os textos, uma busca manual foi executada em cada uma das bases de dados anteriormente citadas, e os 106 resultados obtidos foram exportados para o Parsifal. Utilizando a ferramenta de identificação de textos duplicados, quatro deles foram excluídos da seleção. Assim, restaram 102 artigos, que foram ordenados por ano, o que facilitou a exclusão de 31 deles, que foram publicados antes de 2013. Restaram, então, 67 artigos, que seguiram para a leitura de seus títulos, *abstracts* e palavras-chave. Depois de verificar esses itens, ou ainda, realizar leituras na íntegra, quando os autores julgaram necessário, apenas treze artigos seguiram para a análise de qualidade.

Para proceder à análise de qualidade, usou-se os critérios apresentados por Dybå e Dingsøyr (2008) para elaborar algumas perguntas que deveriam ser respondidas com ‘sim’ ou ‘não’, que resultavam em zero ou um ponto para cada artigo, respectivamente. Os artigos que atingiram pontuações maiores ou iguais a seis e que atenderam ao último critério: “A pesquisa apresenta relevância em relação ao ensino e à aprendizagem de Geometria?”, foram selecionados para a extração de dados. Foram excluídos dois artigos que não atenderam aos critérios de qualidade e restaram os onze que apresentamos no quadro 2².

Quadro 2 - Artigos selecionados para a RSL

ID	Referências
A1	Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N. e Grise, K. (2018). Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. <i>TechTrends</i> , 62(6), p. 574-584.
A2	Gadanidis, G., Hughes, J. M., Minniti, L. e White, B. J. (2017). Computational thinking, grade 1 students and the binomial theorem. <i>Digital Experiences in Mathematics Education</i> , 3(2), p. 77-96.
A3	Benton, L., Hoyles, C., Kalas, I. e Noss, R. (2017). Bridging primary programming and mathematics: Some findings of design research in England. <i>Digital Experiences in Mathematics Education</i> , 3(2), p. 115-138.
A4	Pei, C., Weintrop, D. e Wilensky, U. (2018). Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 20(1), p. 75-89.
A5	Vinayakumar, R., Soman, K. P. e Menon, P. (2018). Fractal Geometry: Enhancing Computational Thinking with MIT Scratch. 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Bangalore, 2018, p. 1-6.
A6	Kyriakides, A. O., Meletiou-Mavrotheris, M. e Prodromou, T. (2016). Mobile technologies in the service of students' learning of mathematics: the example of game application ALEX in the context of a primary school in Cyprus. <i>Mathematics Education Research Journal</i> , 28(1), p. 53-78.
A7	Kenderov P.S. (2018) Powering Knowledge Versus Pouring Facts. In: Kaiser G., Forgasz H., Graven M., Kuzniak A., Simmt E. e Xu B. (eds) Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education. p 289-306.
A8	Kynigos, C. e Grizioti, M. (2018). Programming Approaches to Computational Thinking: Integrating Turtle Geometry, Dynamic Manipulation and 3D Space. <i>Informatics in Education</i> , 17(2), p. 321-340.
A9	Yeh, A. (2017). Programming driven 3D modeling on the web. In: Proceedings of the 22nd International Conference on 3D Web Technology. ACM.
A10	Winter, V., Love, B. e Corritore, C. (2018). The art of the Wunderlich cube and the development of spatial abilities. <i>International Journal of Child-Computer Interaction</i> . 18, p. 1-7.
A11	Sinclair, N. e Patterson, M. (2018). The Dynamic Geometrisation of Computer Programming. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> . 20. 54-74.

² No próximo tópico, utilizaremos os identificadores A1, A2, A3... A11 que se referem, respectivamente, aos artigos 1, 2, 3... 11 presentes no quadro 2.

5. Resultados e discussão

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos com a realização desta RSL, destacando, por meio das respostas de cada item do formulário de extração de dados, as conexões que foram identificadas entre o PC e a Geometria.

No que diz respeito ao primeiro item: “O que vem sendo discutido a respeito da relação da Geometria com o PC?”, vale destacar os apontamentos dos autores do A1, que mencionaram que há uma conexão natural e histórica entre o PC e a Matemática. Isso possibilita, a princípio, imaginar como essa conexão está presente nos diversos campos do conhecimento matemático, como é o caso do geométrico, para o qual o PC proporciona novas formas de explorar, representar e enxergar seus objetos de estudo, seja com o uso de artefatos analógicos ou digitais. Assim, conforme exemplifica A10, ao alterar parâmetros em um código que gera determinada figura, é possível obter outra completamente distinta ou perceber que o desenho segue determinado padrão conforme o código se repete.

Se, de um lado, a lógica de programação pode ser utilizada como meio para a aprendizagem da geometria, de outro, é possível, por meio da Geometria, aprender sobre a lógica de programação. No A11, é apresentada a ideia de uma lógica de programação visual, aprendida a partir da manipulação de polígonos em um *software* capaz de criar animações. Para representar comandos como “espere n segundos”, por exemplo, os estudantes participantes das atividades aplicadas pelos autores desse artigo usaram um círculo que percorre uma rampa por “n” segundos.

Para além da lógica de programação, o autor do A7 defende que as interações com *softwares* de geometria dinâmica possibilitam o desenvolvimento de habilidades relacionadas à visualização, à orientação e ao estabelecimento de relações entre objetos, que se associam às habilidades do PC apontadas em BBC Learning (2015). Nota-se, então, que existem várias conexões entre o PC e a Geometria que não se limitam ao uso de linguagens de programação específicas para manipular objetos. Barr e Stephenson (2011) asseveram que o PC pode ser associado a muitos outros tipos de pensamento, por esse motivo, para desenvolvê-lo, são necessários trabalhos que ultrapassem problemas que requeiram o uso da linguagem de programação e que envolvam os diversos tipos de pensamento que os alunos desenvolvem ou deveriam desenvolver na escola.

Com base na segunda pergunta “Quais são os recursos que vêm sendo utilizados para o ensino e aprendizagem da geometria associado ao desenvolvimento do PC?”, foi possível identificar recursos comumente utilizados nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, como o GeoGebra e o Geoplano, que, no trabalho de A4, tinha uma interface digital. Também são mencionados outros tipos de recursos, como robôs, *games* e *softwares* específicos de programação visual ou que utilizam linguagens baseadas na LOGO®.

No A7, são apresentadas duas competições online, que desafiam estudantes da escola básica da Bulgária a resolverem problemas de Matemática utilizando recursos como o GeoGebra para representar suas respostas. Para os autores, ao buscar resoluções para esses problemas, os alunos também desenvolvem o PC quando utilizam habilidades computacionais e a abstração para resolvê-los. Assim, a utilização de recursos como os que foram mencionados, aliados a metodologias de ensino que estimulem a criatividade

estudantil, permite estabelecer diferentes conexões entre a Geometria e o PC e, conseqüentemente, mais engajamento e desempenho nas atividades escolares.

Quanto à pergunta “Que metodologias vêm sendo utilizadas para ensinar geometria e promover o desenvolvimento do PC?”, apesar de nem todos os artigos mencionarem o uso de metodologias específicas, suas abordagens trazem diferentes formas de se explorar a Geometria, conforme abordado a seguir.

Os autores do A1 propuseram desafios utilizando o *Scratch*, para que seus alunos utilizassem métodos de resolução problemas ao solucioná-los, como, por exemplo: *Structured Methods* (estratégia focada na construção e na manipulação de materiais concretos, para compreender conceitos ou processos complexos) e *Guided-Discovery* (uma estratégia baseada na combinação de instruções específicas que levam os alunos a pensarem e a resolverem determinados problemas sem que deixem de expressar sua criatividade, seu raciocínio, sua intuição, entre outras habilidades).

Seguindo a proposta da resolução de problemas, os autores do A6 realizaram atividades utilizando o *game* A.L.E.X, em que os alunos tinham de conduzir um robô por determinado percurso usando comandos básicos associados à lógica de programação que envolvem ideias de ângulos e distâncias.

Com método semelhante, os autores do A11 aplicaram atividades em que os estudantes trabalharam em grupos para criar máquinas funcionais, usando formas geométricas e registrando cada passo do processo. Os autores consideram que, utilizando *softwares* de geometria dinâmica, como o *Geometer's Sketchpad*, os estudantes também podem aprender a lógica de programação, mesmo sem usar linguagens específicas, como a ‘Logo’, por exemplo.

Já no A4, foi utilizado um conjunto de atividades chamadas de ‘*Lattice Land curriculum*’, que exigem diversas habilidades matemáticas para serem resolvidas, entre elas, conhecimentos associados à Geometria. Na abordagem realizada pelos autores, inicialmente os alunos usaram atividades já criadas no *Lattice land*, por meio das quais podiam manipular alguns triângulos. Com o decorrer das atividades, eles aprenderam diferentes métodos para calcular a área de triângulos. Depois, ao lidar com formas irregulares que podiam ser decompostas em triângulos e retângulos, conseguiram generalizar o teorema de Pick e obtiveram uma fórmula equivalente ao mesmo, que foi utilizada posteriormente para calcular as áreas de formas irregulares criadas por eles.

A metodologia utilizada no A7 não contemplou aplicações em sala de aula. Em seu trabalho, o autor analisa as respostas de alguns alunos feitas no GeoGebra para duas competições *online* de Matemática realizadas na Bulgária. As atividades contemplaram desafios que podiam ser solucionados pelos estudantes, individualmente ou com o auxílio de colegas e tutores, na perspectiva de promover a aprendizagem da Geometria e o desenvolvimento do PC.

Para responder ao item “Quais as vantagens de ensinar geometria e promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional?”, serão destacadas algumas reflexões, baseadas nos textos que compuseram esta RSL e no referencial teórico que a embasou.

Os autores do A2 entendem que, ao ensinar Geometria usando ferramentas como o *Scratch*, é possível explorar conteúdos que, aparentemente, não seriam compreendidos pelos alunos das séries iniciais da escola básica. Isso porque esse recurso possibilita a

realização de movimentos e alterações complexas em formas geométricas através de comandos simples, que exigem apenas conceitos básicos aprendidos na escola, como ângulos e coordenadas de pontos no plano cartesiano. Assim, o ambiente dinâmico e visualmente atrativo do *Scratch* possibilita que os alunos se sintam à vontade para expor e testar suas ideias, o que gera interatividade e motivação, que, para Moita (2007), são condições indispensáveis para o estabelecimento de diversas aprendizagens.

De acordo com os autores do A4, por meio de recursos digitais, é possível representar a geometria de diferentes formas, distanciando-se das representações comumente expostas em alguns livros didáticos, que só ilustram exemplos “perfeitos” das formas geométricas ou as apresentam em versões simples, como, por exemplo, sem nenhuma rotação, reflexão ou irregularidade. Dessa forma, utilizando-se diferentes tipos de representações, é possível levar os alunos a alcançarem outros níveis de compreensão sobre ideias matemáticas, além de permitir que desenvolvam capacidades que se associam diretamente ao PC, como, por exemplo, a estratégia de decompor um polígono irregular em outros menores, para poder calcular a sua área.

Ideia semelhante é defendida no A7, quando menciona a vantagem de se utilizar o GeoGebra para representar ideias e resolver problemas matemáticos. Para os autores, esse recurso possibilita pensar computacionalmente, para que esses problemas possam ser resolvidos sem a necessidade de recorrer a conceitos matemáticos complexos que não fazem parte do currículo da escola básica. Esse tipo de abordagem vai ao encontro do que propõe Boaler (2018), quando menciona que os estudantes devem ter a oportunidade de apreciar a criatividade e a beleza da Matemática, manipulando formas, fazendo cálculos mentais, estabelecendo relações ente objetos e descobrindo padrões ou representando-os por meio de generalizações, entre outras atividades.

Ao utilizarem um recurso baseado na linguagem ‘Logo’, em que há uma janela com interface gráfica tridimensional, os autores do A8 apontam que antes de executar os códigos ou pensar neles, os alunos imaginavam as figuras e procuravam saber como suas formas seriam alteradas ao se modificar o código que as gerava. Essa habilidade está diretamente relacionada ao pensamento geométrico, que nos possibilita fazer representações mentais de formas geométricas, seja alterando seu formato e seu tamanho ou as reposicionando, para conseguir resolver problemas, sendo esta uma forma de abstração. [Gonçalves 2019].

Por fim, com uma proposta que reúne atividades plugadas e desplugadas, os autores do A10 apontam que o *wunderlich cube* e os padrões bidimensionais, gerados por meio de suas rotações em uma superfície, proporcionam um rico contexto educacional para desenvolver habilidades espaciais, assim como o pensamento matemático e algorítmico. Em paralelo a isso, é desenvolvido também o PC, na medida em que as rotações realizadas pelo objeto podem ser descritas utilizando-se comandos direcionais.

Em relação ao último item - “Quais as limitações do ensino de geometria com atividades que promovem o desenvolvimento do Pensamento Computacional?” – foram evidenciados fatores pedagógicos e técnicos que podem limitar o trabalho docente.

No A2, seus autores referiram que, ao trabalhar o conteúdo de ângulos usando o *Scratch*, perceberam que, em algumas atividades, os alunos podem se limitar a estimar

os resultados por tentativa e erro, sem refletir sobre qual a relação entre esses resultados e o que a atividade propõe. Isso demanda certa atenção e postura ativa por parte do professor para que identifique esses casos e leve os alunos a refletirem com profundidade sobre os resultados que encontraram e saibam expressar seu raciocínio e suas respostas de diferentes formas, utilizando uma linguagem matemática formal ou esquemas, desenhos, textos, entre outros recursos. [Moita, Viana e Ramos 2019].

Há, também, alguns fatores técnicos que podem limitar o trabalho docente em relação ao ensino de geometria em conjunto com o desenvolvimento do PC. Por exemplo, os autores do A11 utilizaram um *software* pago, e os do A10 usaram impressões tridimensionais, algo pouco viável em muitas escolas que, nem sempre, dispõem de recursos financeiros para adquirir e manter recursos deste tipo.

Apesar dessas limitações, especialmente as que esbarram em custos financeiros, ainda existem muitos recursos gratuitos com os quais se podem explorar conceitos geométricos e desenvolver o PC, conforme os que foram utilizados pelos demais autores. Além disso, vale a pena mencionar a possibilidade de trabalhos com atividades desplugadas, que, entre outras vantagens, possibilitam o uso materiais recicláveis, que reduzem consideravelmente todos os possíveis custos.

6. Considerações finais

Com a realização desta RSL, foram identificados alguns aspectos teóricos a respeito do PC assim como concepções de diversos pesquisadores sobre o significado desse tipo de pensamento e formas de impulsioná-lo por meio de atividades matemáticas.

No corpo do texto, foram destacadas algumas conexões entre o PC e a Geometria, entre elas: que o PC proporciona novas formas de explorar, representar e enxergar a geometria; que o PC pode ser estimulado por meio de atividades que não fazem o uso de linguagens de programação específicas para compor, manipular ou movimentar formas geométricas; que o ensino de Geometria usando ferramentas computacionais ou de sua lógica de funcionamento, permite explorar diversos conteúdos complexos de maneira simples e lúdica; e que as quatro habilidades do PC – decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos – se relacionam diretamente com o pensamento geométrico, que, por sua vez, também envolve habilidades que se conectam com o PC.

Ressalta-se que existem inúmeras outras conexões entre essas duas formas de pensar que se estendem para outras áreas do conhecimento. Assim, ainda são necessárias mais investigações que evidenciem tais conexões e as utilizem como estratégias pedagógicas para a realização de trabalhos em sala de aula que valorizem os conhecimentos dos alunos, advindos de suas convivências com as TDIC, e lhes oportunizem utilizar sua criatividade para conhecer a beleza da aprendizagem da Matemática e de outras áreas do conhecimento.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM/UEPB) por todo apoio às nossas atividades de pesquisa e à Capes, pela bolsa de mestrado concedida a um dos autores deste estudo.

Referências

- Barr, V. e Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54.
- BBC Learning (2015). What is computational thinking?. Recuperado de: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>
- Boaler, J. (2018). *Mentalidades matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador*. Porto Alegre, RS: Penso.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica* (Tese de Doutorado). Recuperado de: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>
- CSTA/ISTB (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education. Recuperado de: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>.
- Dybå, T. e Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*. v. 50. p. 833-859.
- Gonçalves, M. M. (2010). A importância do conhecimento geométrico aliado ao uso da Realidade Aumentada. *Actas de Diseño*, v. 10, p. 98-102.
- Gonçalves, M. T. S. S. (2019). *Pensamento Geométrico Geometria não euclidiana no ensino secundário* (Tese de doutorado). Recuperado de: <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/7089>
- Kitchenham, B. e Charters, S. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3. Engineering, Durham, UK.
- Lorenzato, S. (1995). Porque não ensinar Geometria? *A Educação Matemática em Revista*. Blumenau: SBEM, v. 3, n. 4, p. 3-13.
- Moita, F. M. G. S. C. (2007). *Game on: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @*. Campinas, SP: Alínea.
- Moita, F. M. G. S. C., Viana, L. H. e Ramos, I. R. (2019). Os games como cenários para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. In: Moita, F. M. G. S. C., Viana, L. H. (Orgs), *Teorias e práticas docentes no Ensino de Ciências e Educação Matemática* (pp. 155-169). Curitiba: Editora CRV.
- Papert, S. (1980). *Logo: Computadores e Educação*. 3ª ed. São Paulo: Editora brasiliense S.A.
- Smole, K., Pessoa, N., Diniz, M. I. e Ishihara, C. (2008). *Jogos de Matemática: de 1º a 3º ano*. Porto Alegre: Artmed.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), p.33–35.
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, v. 25, n. 2, p. 7-14.