

**Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade do Estado do Mato Grosso
Cáceres - Mato Grosso - Brasil**

Revista da Faculdade de Educação - Vol. 39, nº 1 (Jan/Dez) 2023
ISSN: 2178-7476



**A PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES COMO ESTRATÉGIA METACOGNITIVA E SUAS
POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA**

**COMPUTER PROGRAMMING AS A METACOGNITIVE STRATEGY AND ITS POSSIBILITIES FOR
MATHEMATICS TEACHING**

**LA PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA COMO ESTRATEGIA METACOGNITIVA Y SUS
POSSIBILIDADES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

Nayara Poliana Massa

Doutoranda em Educação

Universidade Federal de Uberlândia

E-mail: nayara@iftm.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5462-9643>

Guilherme Saramago de Oliveira

Doutor em Educação

Professor da Universidade Federal de Uberlândia

E-mail: gsoliveira@ufu.br

<https://orcid.org/0000-0001-6638-7621>

Anderson Oramisio Santos

Doutor em Educação

Universidade Federal de Uberlândia

E-mail: anderson.oramisio@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8561-3214>

Juliana Rosa Alves Borges

Doutoranda em Educação

Universidade Federal de Uberlândia

E-mail: rosa.borges@ufu.br

<https://orcid.org/0000-0002-8173-0093>

Resumo

Este artigo visa realizar um estudo sobre a metacognição, identificando suas relações com o processo de ensino e aprendizagem, a programação de computadores e o ensino da matemática. Inicialmente, tratamos de fazer uma revisão sobre o tema da metacognição, abrangendo seus principais conceitos e princípios. Em seguida, destacamos as contribuições dos conhecimentos e estratégias metacognitivas no âmbito educacional. Em um terceiro momento, discutimos a utilização da programação de computadores como estratégia metacognitiva.

Por fim, propomos e analisamos o ensino de programação como estratégia metacognitiva possível de ser utilizada no ensino da matemática.

Palavras-chave: Estratégias Metacognitivas. Programação de Computadores. Ensino de Matemática.

Abstract

This paper aims to carry out a study on metacognition, identifying its relationships with the teaching and learning process, computer programming and the teaching of mathematics. Initially, we tried to review the topic of metacognition, covering its main concepts and principles. Then, we highlight the contributions of knowledge and metacognitive strategies in the educational field. In a third moment, we discuss the use of computer programming as a metacognitive strategy. Finally, we propose and analyze the teaching of programming as a metacognitive strategy that can be used in the teaching of mathematics.

Keywords: Metacognitive strategies. Computer Programming. Mathematics Teaching.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo realizar un estudio sobre la metacognición, identificando sus relaciones con el proceso de enseñanza y aprendizaje, la programación informática y la enseñanza de las matemáticas. Inicialmente, tratamos de revisar el tema de la metacognición, abarcando sus principales conceptos y principios. A continuación, destacamos las aportaciones del conocimiento y las estrategias metacognitivas en el ámbito educativo. En un tercer momento, discutimos el uso de la programación informática como estrategia metacognitiva. Finalmente, proponemos y analizamos la enseñanza de la programación como una estrategia metacognitiva que puede ser utilizada en la enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave: Estrategias Metacognitivas. Programación de computadoras. Enseñanza de las Matemáticas.

1. Introdução

Atualmente, muito tem se enfatizado sobre a necessidade de que o ensino escolar seja pautado não mais naquela perspectiva tradicional da transmissão de conhecimentos e de ênfase nos processos de memorização. Interessa hoje, em face as demandas do século XXI, que o aluno seja capaz de resolver problemas complexos e de construir ele próprio o seu conhecimento. Nesse sentido, a metacognição e as estratégias metacognitivas figuram como um valioso auxílio na busca por uma aprendizagem mais significativa, uma maior autonomia dos estudantes e no desenvolvimento da capacidade de aprender a aprender.

Os estudantes da atualidade lidam com características marcantes influenciadas pela era tecnológica digital. A internet está acessível a todo momento na palma de sua mão, através do celular por exemplo, sendo um meio de obter informações e conhecimento a todo instante e de forma totalmente autônoma, não dependendo exclusivamente da escola como único espaço de aprendizagem. Tal condição possibilita que o estudante desenvolva suas atividades fora do ambiente escolar, beneficiando-o de forma significativa, mas também trazendo algumas consequências problemáticas. Isso ocorre uma vez que a autonomia que o mundo moderno proporciona ao estudante entra em conflito com a proposta idealizada dentro da escola, causando desmotivação do aluno, por exemplo, e a insegurança de como ensinar para os educadores.

Em face dessa conjuntura, as escolas têm procurado novos olhares para se pensar a educação, colocando o estudante não apenas como aquele que absorve o conteúdo que é passado

pelo professor, mas como um agente ativo na construção do conhecimento dentro da sala de aula. Nesse contexto, as estratégias metacognitivas surgem como uma possibilidade de alcançar e promover a busca por conhecimento de forma autônoma, na qual o estudante toma consciência do seu processo de aprendizagem, gerenciando sua forma de aprender. Para Acco e Rosa (2021, p. 336) o uso da metacognição possibilita “[...] o sujeito se colocar de modo consciente a respeito dos processos mentais que vivencia [...]”.

Nessa perspectiva, além de realizar um estudo sobre a metacognição e suas relações com o processo de ensino e aprendizagem, propomos neste artigo uma reflexão sobre a utilização da programação de computadores como estratégia metacognitiva no ensino da matemática. Discutiremos sobre como a programação de computadores pode se tornar um meio de se obter sucesso no ensino e aprendizagem de conteúdos da matemática.

2. Metacognição e suas relações com o processo de ensino e aprendizagem

À priori, cumpre conceituar o que estamos denominando por metacognição. Segundo Ribeiro (2003, p. 109), “Etimologicamente, a palavra metacognição significa para além da cognição, isto é, a faculdade de conhecer o próprio ato de conhecer, ou, por outras palavras, consciencializar, analisar e avaliar como se conhece”. Tal conceito tem origem relativamente recente, surgindo na década de 1970, sendo que os textos mais recentes sobre o tema convergem no sentido de atribuir ao psicólogo Jonh Hurley Flavell a cunhagem do termo (RIBEIRO, 2003; JOU; SPERB, 2006; ROSA, 2014).

De um modo geral, a metacognição pode ser compreendida como o conhecimento sobre o conhecimento, ou mais precisamente sobre o próprio ato de conhecer. Ou, conforme palavras de Ribeiro (2003, p. 110): “A metacognição diz respeito, entre outras coisas, ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos”. Nesse mesmo sentido, Jou e Sperb (2006) destacam que:

A metacognição é a capacidade do ser humano de monitorar e auto-regular os processos cognitivos. [...] A essência do processo metacognitivo parece estar no próprio conceito de self, ou seja, na capacidade do ser humano de ter consciência de seus atos e pensamentos (JOU; SPERB, 2006, p. 177).

Conforme as autoras, a mente humana é um sistema cognitivo que nos habilita a interagir com nosso meio. Este sistema, por sua vez, tem a capacidade de se monitorar e de se autorregular, potencializando-se. A essa capacidade tem se dado o nome de metacognição (JOU; SPERB, 2006). Seria então, a metacognição, justamente essa capacidade que possuímos de pensar sobre o nosso próprio pensar, um pensamento de segunda ordem, que nos permite – ao mesmo tempo em que pensamos – observar, analisar e até mesmo corrigir a nossa forma de pensar anterior, buscando as estratégias mais adequadas para interagir com o meio.

A metacognição inclui principalmente: (a) o conhecimento que o indivíduo detém sobre as próprias habilidades cognitivas (por exemplo, quando sei que tenho dificuldades para memorização

de fórmulas matemáticas); (b) o conhecimento sobre as tarefas a serem executadas (por exemplo, quando sou capaz de identificar que as ideias de um artigo são complexas e por isso demandam uma leitura mais atenta); e (c) os conhecimentos sobre as diferentes estratégias cognitivas que posso utilizar em determinada tarefa (por exemplo, quando tenho consciência de que, se eu dividir um problema em partes menores, poderei resolvê-lo de forma mais fácil).

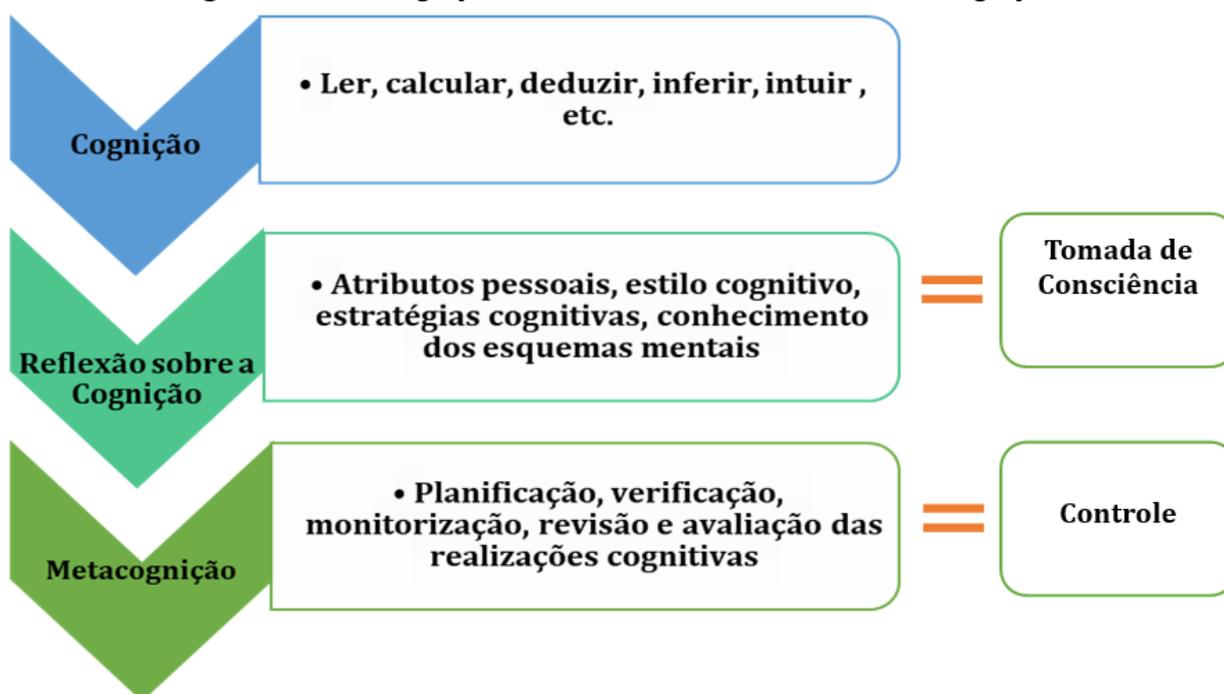
Todavia, a metacognição abrange não só a reflexão sobre os processos cognitivos, mas também o controle consciente dos mesmos. Conforme conceituam Portilho e Dreher (2012):

Em outros termos, a metacognição é todo o movimento que a pessoa realiza para tomar consciência e controle de seus processos cognitivos. Ela diz respeito, entre outras coisas, ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos (PORTILHO; DREHER, 2012, p.183).

Desse modo, a metacognição envolve tanto o conhecimento que se tem sobre a própria cognição, quanto o controle e a regulação dos processos cognitivos. Ou seja, “[...] a capacidade que os indivíduos apresentam de planejar estratégias de ação a fim de atingir um determinado objetivo, bem como dos ajustamentos necessários para que isso se concretize” (ROSA, 2014, p. 22). Por exemplo, estamos empreendendo uma regulação metacognitiva quando identificamos que determinada estratégia utilizada para solução de um determinado problema matemático não está funcionando, ou que outra poderia ser mais eficiente e adequada, e, a partir disso, promovemos as necessárias correções e revisões em nossa forma de raciocinar.

A figura a seguir nos ajuda na visualização destes dois domínios do conhecimento metacognitivo:

Figura 1 – Metacognição como reflexão e controle sobre a cognição.



Fonte: Autoria própria com fundamento em Ribeiro (2003).

Nos auxiliando na compreensão do termo, e já trazendo a discussão um pouco mais para o campo educacional, Dantas e Rodrigues (2013), reafirmam esta dupla dimensão do conceito:

O conceito de metacognição está relacionado à consciência e ao automonitoramento do ato de aprender. É a aprendizagem sobre o processo da aprendizagem ou a apropriação e comando dos recursos internos se relacionando com os objetos externos. A metacognição é a capacidade do ser humano de monitorar e autorregular os processos cognitivos (DANTAS; RODRIGUES, 2013, p. 226).

Nessa perspectiva, a metacognição vai além da própria consciência sobre os processos de aprendizagem, incluindo também um nível mais complexo de pensamento, relativo aos métodos de monitoramento, autorregulação, supervisão e avaliação dos recursos cognitivos e o controle consciente sobre os mecanismos de aprendizagem. De modo que, ainda segundo as autoras, podemos identificar a metacognição como “[...] um comportamento do aprendiz na sua inter-relação com o conhecimento, o que envolve a percepção do objeto e de si e o controle dos seus recursos, o automonitoramento” (DANTAS; RODRIGUES, 2013, p. 230).

Não obstante às diferentes conceituações do termo e às variadas abordagens possíveis em relação ao tema, destacaremos aqui as contribuições da metacognição para o processo de ensino e aprendizagem. Entendemos que as estratégias metacognitivas podem figurar como importantes recursos para se potencializar a aprendizagem, uma vez que possibilitam o desenvolvimento por parte dos alunos de modos mais eficazes para lidar com os próprios processos de construção do conhecimento.

Aplicando o conceito ao campo educacional, podemos dizer que a metacognição trata da reflexão sobre os processos mentais envolvidos quando alunos planejam, monitoram, avaliam e fazem mudanças em suas próprias estratégias de aprendizagem. Rosa (2014, p. 15) considera que a metacognição potencializa o aprender, atuando como estratégia de aprendizagem, possibilitando que os estudantes realizem suas ações com base em seus conhecimentos constatados, oportunizando o pensar sobre a sabedoria adquirida, obtendo controle sobre seus processos mentais e com isso, alcançando ganhos cognitivos. Para a autora, o aspecto central da metacognição “[...] está na potencialidade de cada sujeito e em sua capacidade de conhecer a si próprio, controlar e regular suas ações [...]”. A metacognição tem papel positivo no processo de regulação das ações do sujeito, envolvendo a tomada de consciência de seus conhecimentos e seu modo de pensar.

Beach *et al.* (2020 p. 2, tradução nossa) consideram a metacognição como parte essencial no ensino e aprendizagem afirmando que no processo metacognitivo os alunos utilizam “[...] suas experiências anteriores para fazer um plano, atingir uma meta, selecionar estratégias, acompanhar seu progresso e refletir sobre o que aprenderam e fizeram”. Rosa (2014, p. 29) além de considerar importante o reconhecimento das experiências anteriores, inclui a identificação do conhecimento existente no auxílio do ensino e aprendizagem do estudante, considerando tais elementos como “[...]”

mecanismos internos de origem metacognitiva que influenciam na construção dos novos saberes, fornecendo condições para que o estudante identifique como está procedendo para construí-los”.

Segundo pesquisas realizadas por Rosa (2014), as estratégias metacognitivas de aprendizagem são favorecedoras de uma aprendizagem significativa, uma vez que provocam desafios e oportunidades aos estudantes, que ao serem mediados pelo professor, são guiados na construção e reconstrução do próprio conhecimento. A autora corrobora ainda que tais estratégias ressaltam a presença da cognição e da metacognição, seja em maior ou menor grau:

Ao envolver cognição e metacognição, as estratégias de aprendizagem apontam que os estudantes devem executar passos esquemáticos que lhes possibilitem ir além do objetivo pretendido, incluindo a identificação dos meios que os levaram a isso. Não basta, portanto, saber fazer esquemas, sublinhar, destacar, etc.; é preciso ir adiante, saber acompanhar esse processo, identificando seus conhecimentos, planejando, regulando e avaliando suas ações (ROSA, 2014, p. 82).

A metacognição enquanto estratégia de aprendizagem, enriquece o processo de ensinar e aprender. Rosa (2014) considera importantes as estratégias de aprendizagem metacognitivas, pois representam processos mentais que possibilitam capacitar os estudantes a identificar seus conhecimentos e monitorar suas ações, proporcionando-lhes lograr êxito no empreendimento de suas tarefas.

A partir destes pressupostos destacados sobre a metacognição, podemos nos indagar: qual seria o papel do professor na utilização de estratégias metacognitivas no processo de ensino e aprendizagem? Beach *et al.* (2020) concluíram em suas pesquisas que os professores tem um importante papel nessa questão, atuando como modelos e facilitadores do processo metacognitivo. Os autores relatam que os professores podem utilizar técnicas como fazer perguntas, pensar em voz alta e trocar comentários, objetivando explicar o seu modo de pensar e também o modo de pensar dos próprios estudantes. Rosa (2014) afirma que o professor pode atuar como mediador no ensino e aprendizagem de estratégias metacognitivas, estabelecendo os meios que favorecerão a evocação desse modelo educativo:

[...] as estratégias de aprendizagem passam a ser de ensino, pois serão incorporadas ao processo didático do professor, que recorre a um ensino estratégico metacognitivo com o objetivo de que seus estudantes ativem, em suas estruturas mentais, o pensamento metacognitivo, promovendo meios para o uso de estratégias dessa natureza (ROSA, 2014, p. 87-88).

Dentre possíveis estratégias metacognitivas destacaremos a programação de computadores, a fim de demonstrar sua pertinência e suas contribuições para o ensino e na aprendizagem da Matemática.

3. O ensino de programação como Estratégia Metacognitiva de aprendizagem

De certo modo, como o conhecimento metacognitivo não deixa de ser também um processo cognitivo, muitas vezes é difícil delimitar as fronteiras entre o que é cognição e o que é metacognição. Conforme diferenciação feita por Ribeiro (2003), as estratégias podem ser de dois tipos: cognitivas e metacognitivas. De acordo com a autora (2003, p. 112): “[...] enquanto as estratégias cognitivas são destinadas simplesmente a levar o sujeito a um objetivo cognitivo, as estratégias metacognitivas propõem-se avaliar a eficácia das primeiras”. Sobre este mesmo aspecto, Jou e Sperb (2006) nos explicam que:

As primeiras dizem respeito ao resultado de uma tarefa e as segundas, à eficiência deste resultado. Por exemplo, para resolver uma adição soma-se um número a outro. Essa é uma estratégia cognitiva. Repetir a operação várias vezes para ter confiança de que a estratégia cognitiva utilizada levou ao sucesso é uma estratégia metacognitiva (JOU; SPERB, 2006, p. 179).

Pensando na perspectiva acima delineada, acreditamos que o ensino da programação de computadores, enquanto estratégia metacognitiva de aprendizagem, quando inserido no contexto da educação escolar, em muito pode contribuir para desenvolver junto aos alunos estratégias mais eficientes de aprendizagem. Pois, ao programar, o estudante tem a possibilidade de colocar em prática diferentes habilidades metacognitivas, tais como: representação mental do problema e suas possíveis soluções; planejamento das etapas e tarefas para a solução; execução de cada etapa planejada; testagem e avaliação do processo e do resultado. Bem como, de refletir sobre o conjunto dessas operações mentais. Ou seja, ao mesmo tempo em que cumpre a tarefa, pensa sobre ela, e se for o caso, recorre ao redirecionamento das rotas de ação para chegar à solução do problema.

De um modo geral, a programação de computadores consiste no processo de desenvolvimento de códigos em forma de algoritmos escritos de uma maneira que o computador entenda, ou seja, utilizando uma linguagem de programação. O algoritmo nada mais é que “[...] qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída” (CORMEN *et al.*, 2012, p.3). De forma mais detalhada, podemos dizer que um algoritmo é composto pela escrita de uma sequência de passos para se chegar a um objetivo definido. Podemos compará-lo a uma situação do dia a dia, como seguir uma receita de bolo, na qual, tendo os ingredientes e todos os passos, ao segui-los é possível obter o bolo pronto (objetivo). Vejamos um exemplo no Quadro 1:

Quadro 1 – Representações de um algoritmo.

Cálculo da soma de 2 números		
Narrativa	Fluxograma	Pseudocódigo
<p>Passo 1 – Receber o primeiro número</p> <p>Passo 2 – Receber o segundo número</p> <p>Passo 3 – Realizar a operação de soma do primeiro número com o segundo número</p> <p>Passo 4 – Apresentar o resultado da soma</p>	<pre> graph TD Inicio([Início]) --> Input[/num1, num2/] Input --> Process[result = num1 + num2] Process --> Output[result] Output --> Fim([Fim]) </pre>	<p>INÍCIO_ALGORITMO</p> <p>DECLARE num1, num2, result NUMÉRICO</p> <p>ESCREVA “Digite o primeiro número:”</p> <p>LEIA (num1)</p> <p>ESCREVA “Digite o segundo número:”</p> <p>LEIA (num2)</p> <p>Result \leftarrow num1 + num2</p> <p>ESCREVA “O resultado da soma =” , result</p> <p>FIM_ALGORITMO.</p>

Fonte: Autoria própria com fundamento em Ascencio e Campos (2012).

No Quadro 1 temos o exemplo de um algoritmo com o objetivo de calcular a soma dois números, sendo representado por três formas diferentes, mas todas com a intenção de abstrair as informações relevantes para a construção de um programa de computador. Na primeira coluna representamos o algoritmo de forma narrativa, descrevendo o problema. Já na segunda coluna temos o fluxograma, que esquematiza, através de símbolos e fluxos, os passos a serem executados. E, na terceira coluna o pseudocódigo, que é uma representação das linhas de código em linguagem comum ao ser humano.

Estas diferentes formas de se pensar e representar um dado problema, mediante a utilização de conceitos da programação de computadores, nos permitem vislumbrar maneiras de se utilizar o ensino de programação como estratégia metacognitiva em sala de aula. Rosa (2014) nos auxilia nesse entendimento:

[...] caracteriza o uso de estratégias metacognitivas o momento em que o estudante lê o problema e esboça um desenho para representar a situação física, considerando que isso lhe possibilitará visualizar o problema anunciado, ou, mesmo, quando busca em seu pensamento retomar o modo pelo qual o professor resolvia os exercícios durante a aula (ROSA, 2014, p. 85).

Completando a concepção anterior, destacamos outro exemplo de Rosa (2014) que tem o propósito de retratar quando uma estratégia se encontra presente dentro do âmbito metacognitivo:

[...] por exemplo, os estudantes retomam atividades experimentais anteriores, observando as diferenças em relação à proposta; identificam características pessoais diante da atividade proposta, buscando agir de acordo com elas, ou, mesmo, buscando alternativas para superar possíveis limitações; quando planejam, monitoram e avaliam suas ações de modo a discutir o caminho percorrido, etc. (ROSA, 2014, p. 84-85).

Batistela *et al.* (2018) percorrem alguns pontos que envolvem a programação de computadores como estratégia de ensino metacognitiva. Os autores fazem as seguintes considerações:

[...] experimentar situações que demandem a realização de estratégias, como o que ocorre no processo de programação de computadores, por exemplo, é um recurso no mundo contemporâneo em que os sujeitos serão demandados a aprender e reaprender constantemente. Diante desse contexto, pode-se, de certa forma, identificar nas ações dos sujeitos diante da programação de computadores, um exercício metacognitivo (BATISTELA *et al.*, 2018, p. 628).

Os autores ainda complementam “[...] quem programa está aprendendo e sendo beneficiado sempre, pois está desenvolvendo o pensamento criativo e o raciocínio lógico” (BATISTELA *et al.*, 2018, p. 631). A programação de computadores auxilia as pessoas no desenvolvimento de habilidades como: resolução de problemas, pensamento criativo, raciocínio lógico, desenvolvimento do pensamento computacional e experimentação sistemática. Além disso, também está sendo considerada, na sociedade moderna, como uma forma de alfabetização, em que escolas estão adotando conteúdos como robótica e pensamento computacional como disciplinas integrantes da sua grade curricular.

De acordo com Papert (1985), a programação de computadores é uma grande aliada no ensino e aprendizagem. Em seu livro “Logo: computadores e educação” (PAPERT, 1985, p. 24), o autor menciona questões sobre “[...] como as pessoas pensam e como aprendem a pensar [...]” e também sobre:

[...] como o computador poderia contribuir para os processos mentais não somente como instrumento, mas, essencialmente, de maneira conceitual, influenciando o pensamento das pessoas, mesmo quando estas estiverem fisicamente distantes dele” (PAPERT, 1985, p. 16).

O autor afirma ainda que “[...] a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando[...]” (PAPERT, 1994, p. 37), e defende que a programação dá autonomia ao educando, permitindo que ele “ensine” o computador através dos algoritmos. Com isso, o estudante seria capaz de controlar e comandar o objeto em questão (computador), enviando códigos para o computador, testando seu funcionamento, corrigindo possíveis erros, refazendo os passos de forma iterativa até obter o resultado esperado. E, ainda, avaliando como foi todo o processo de desenvolvimento do programa, aprendendo com sua experiência. Todo esse trajeto favorece o aprender a aprender, permitindo assim a utilização de processos cognitivos durante o processo de aprendizagem de forma sistemática, levando assim à construção de conhecimentos metacognitivos.

Pozo (2002), em sua obra “Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem”, aborda várias questões relativas ao ensino e aprendizagem. O autor enumera quatro “processos auxiliares de aprendizagem”, que guardam algumas relações com o exercício metacognitivo e com a programação de computadores:

1. **Motivação:** segundo o autor, aprender costuma ser algo difícil, em que gastamos energia, tempo, e uma boa parte de nossa autoestima: “[...] por isso os motivos para aprender devem ser suficientes para superar a inércia de não aprender.” (POZO, 2002, p. 138). Muitos professores costumam atribuir o fracasso de seus alunos a uma ausência de motivação, mas “A motivação pela aprendizagem não é só um problema dos alunos, é também dos professores” (POZO, 2002, p. 139).
2. **Atenção:** se a atenção for escassa não há aprendizagem, e quanto mais atenção depreendida, mais aprendizagem será evidenciada. De acordo com o autor:

Costumamos dar mais atenção à informação interessante, a que tem a ver com nossa motivação. Uma forma de atrair ou chamar a atenção dos alunos é lhes apresentar materiais interessantes na forma e no conteúdo (POZO, 2002, p. 148).

3. **Recuperação e transferência:** o primeiro aspecto é quando o sujeito recupera uma aprendizagem já aprendida. Com relação ao segundo, Pozo (2002) afirma que

A transferência é uma das características centrais da boa aprendizagem e, portanto, um de seus problemas mais habituais. Sem capacidade de ser transferido para novos contextos, o aprendido é muito pouco eficaz. A função adaptativa da aprendizagem está na possibilidade de poder se defrontar com situações novas, assimilando-as ao já conhecido (POZO, 2002, p. 63).

4. **Consciência:** trata de como ajudar os estudantes a dirigir a própria aprendizagem. Segundo o autor a consciência é acessada por meio de

[...] tarefas que exigem dos alunos um exercício sistemático desses processos conscientes: planejar, regular a própria prática e corrigir seus erros, avaliar os resultados obtidos, refletir sobre suas formas de aprender e sobre o que estão aprendendo, etc. (POZO, 2002, p. 164).

Entendemos que a programação de computadores figura como uma estratégia metacognitiva que nos possibilita trabalhar nesta perspectiva delineada por Pozo (2002), pois mobiliza os diferentes processos auxiliares de aprendizagem. Com relação ao primeiro processo (motivação), o autor afirma também que os motivos da aprendizagem podem ser intrínsecos ou extrínsecos. Na motivação extrínseca “[...] o motivo para aprender está fora do que se aprende, são suas consequências e não a própria atividade de aprender em si” (POZO, 2002, p. 139). Por outro lado, temos a motivação intrínseca, quando a razão para se esforçar está justamente no que se aprende, quando os alunos percebem que um aprendizado é significativo ou tem interesse em si mesmo, e constitui ele próprio o motivo para aprender. Como bem destacado pelo autor: “Quando o que move a aprendizagem é o desejo de aprender, seus efeitos sobre os resultados obtidos parecem ser mais sólidos e consistentes do que quando a aprendizagem é movida por motivos externos” (POZO, 2002, p. 141).

Podemos exemplificar a motivação, relacionada a programação de computadores, através do software *Scratch* que possibilita a aprendizagem da lógica computacional de maneira lúdica e interativa. Os aprendentes tem a possibilidade de programar a partir de criação de histórias e jogos por exemplo, personalizando toda tela a ser trabalhada, seus personagens e outros objetos que pertencem ao seu contexto. O estudante assim, ao ver a possibilidade de movimentar seu personagem favorito, criar um jogo com os objetos que são familiares, ver a oportunidade de ensinar o computador, se sente no controle, empodera-se e se sente motivado com tal perspectiva. O sujeito aprende a programar o computador sem perceber, ludicamente.

Outrossim, o próprio exercício metacognitivo possibilitado pelas atividades envolvendo a programação de computadores pode desempenhar influência positiva sobre a motivação. Pois, conforme ressaltado por Ribeiro (2003),

[...] o fato dos alunos poderem controlar e gerir os próprios processos cognitivos lhes dá a noção da responsabilidade pelo seu desempenho escolar e gera confiança nas suas próprias capacidades. [...] Assim, é suposto que a prática da metacognição conduz a uma melhoria da atividade cognitiva e motivacional e, portanto, a uma potencialização do processo de aprender (RIBEIRO, 2003, p. 110).

A atenção liga-se diretamente ao processo anterior, sendo diretamente proporcional ao interesse (motivação). Papert (1985, p. 27), considera que programar é uma tarefa “entusiasmante o suficiente para conduzir as crianças através desse processo de aprendizagem”.

Em termos de recuperação e transferência, o ensino de programação, pensado enquanto estratégia metacognitiva, pode ser uma boa forma de auxiliar alunos a recuperarem e transferirem o que aprenderam de um contexto para outro, ou de uma tarefa anterior para uma nova tarefa. Nesse trabalho o professor pode mediar o processo, por exemplo, explicando que um conceito de programação que foi aprendido com uma tarefa pode ser aplicado à próxima. Uma vez que, segundo pontuam Davis, Nunes e Nunes (2005, p. 217), “A aprendizagem, quando parte do que os alunos sabem, promove um envolvimento maior. Com isso, muitos daqueles anteriormente desinteressados passam a participar ativamente das atividades da sala de aula”.

Por fim, com relação à consciência, defendemos aqui a concepção de que a programação de computadores, por ser essencialmente uma prática que mobiliza conhecimentos e habilidades metacognitivas, funciona justamente como uma atividade que exige dos alunos o exercício sistemático desses processos conscientes: planejar, monitorar e avaliar o próprio progresso, de modo a assumirem o controle da sua aprendizagem. Como resultado desse tipo de atividade, os alunos vão gradativamente aprendendo a aprender: “Pouco a pouco, tornam-se cada vez mais conscientes de seu próprio processo de trabalho e de sua maneira de aprender. Em outras palavras, desenvolvem a metacognição” (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005, p. 217).

4. A programação como estratégia metacognitiva no ensino da matemática

Em nossa compreensão a programação de computadores corresponde a uma estratégia metacognitiva com aplicação e relevância em diferentes faixas etárias e domínios de aprendizagem, o que inclui a matemática. Papert (1985), demonstra como a programação de computadores, utilizando a linguagem LOGO, pode ser útil para se aprender matemática desde a infância. O autor (1985, p. 73). demonstra através da “geometria da tartaruga” o que ele denomina de uma nova área da matemática, considerando-a “[...] uma primeira parte da matemática formal para crianças, melhor e mais significativa” De acordo com Papert (1985, p. 75), a geometria da tartaruga foi elaborada com o objetivo de servir às crianças, sendo considerada um estilo computacional de geometria. “Aqui, o computador é usado como um meio de se expressar matematicamente, o que nos permite elaborar tópicos que as crianças aprendam facilmente e que sejam significativos e coerentes com seu interesse pessoal”.

A linguagem computacional LOGO, que foi criada em 1967 pelo grupo LOGO (composto por professores e alunos do MIT), objetiva fazer a criança se comunicar com o computador. O ambiente LOGO permite que a criança, através de comandos de computador, controle uma tartaruga conforme o código informado. Essa tartaruga pode estar representada em uma tela de computador, traçando linhas no monitor, ou em forma de um robô, que se movimenta pelo chão a partir dos comandos executados.

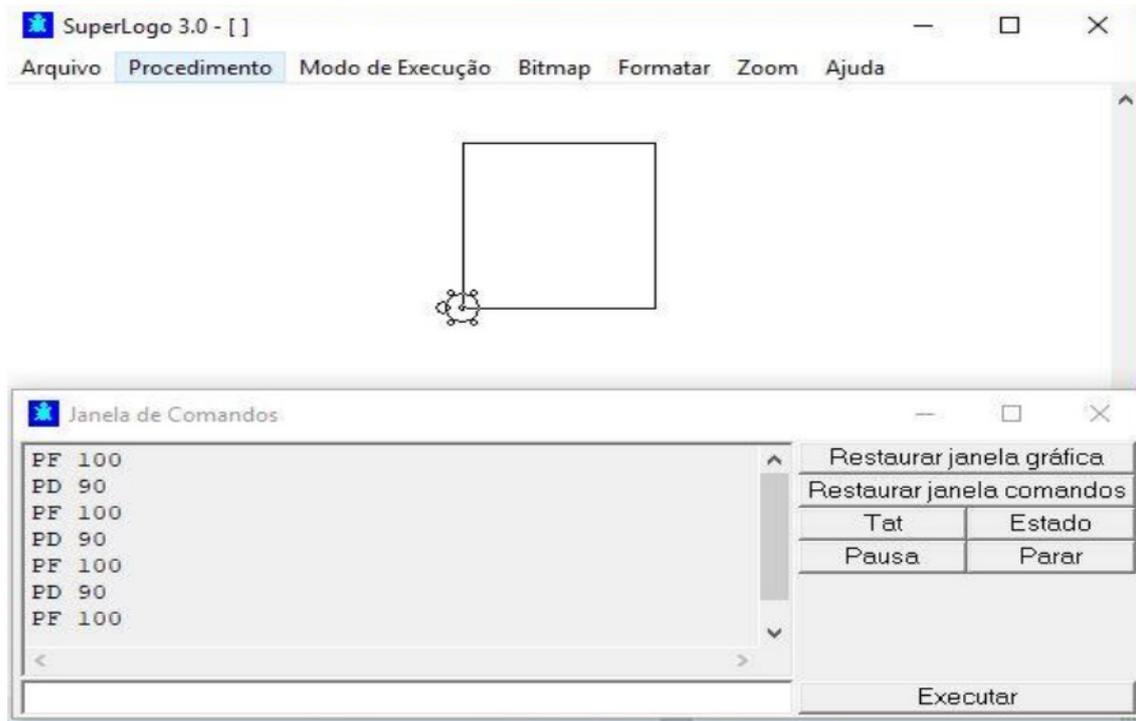
Segundo Papert (1985), o aprendizado da matemática pode se tornar uma tarefa desagradável quando o aluno encontra dificuldades e acredita não ter aptidão para ela. O autor defende que a utilização da programação de computadores pode mudar a maneira como se ensina matemática às crianças, tornando seu aprendizado profundo e significativo. O autor traz alguns exemplos de como o computador pode ajudar na aprendizagem, dando sentido à matemática:

1. A programação da tartaruga permite ter noções de orientação e posição:

Os comandos PARAFRENTE e PARATRAS fazem com que a Tartaruga se movimente em linha reta, na direção da sua orientação: sua posição pode mudar, mas sua orientação permanece a mesma. Dois outros comandos mudam a orientação sem afetar a posição: PARADIREITA e PARA ESQUERDA fazem com que a Tartaruga gire em torno de si mesma para mudar sua orientação sem sair do lugar. Tal como PARAFRENTE, um comando para girar deve ser seguido de um número um dado de entrada dizendo quanto a Tartaruga deve girar. Um adulto reconhecerá facilmente esses números como medida de ângulo, em graus. Para a maioria das crianças, esses números têm que ser explorados, e fazer isso é um processo cheio de prazer e divertimento (PAPERT, 1985, p. 79).

2. As noções apresentadas no item anterior, possibilitam com que as crianças possam se identificar com a tartaruga, comparando-a com o conhecimento que tem do próprio corpo e de como ele se move. A Figura 2 a seguir demonstra como desenhar a forma geométrica quadrado utilizando os conhecimentos discutidos:

Figura 2 – Desenhando um quadrado com a linguagem LOGO.



Fonte: Massa (2019, p. 20).

3. Outra questão matemática que pode ser trabalhada na programação, sendo considerada como conceito chave por Papert (1985, p. 93), é a ideia de variável, ou seja, “[...] a ideia de usar um símbolo para dar nome a uma entidade desconhecida”. Na escola o estudante encontra a noção de variável representada em vários tipos de problemas, um deles seria uma equação do 1º grau, tal como: $X + 10 = 12$, então qual seria o valor de X ? Na linguagem logo atribui-se variáveis quando utilizamos um dado de entrada para modificar algum comando.

Estes são alguns breves exemplos, dentre vários possíveis, de como a programação de computadores pode ser trabalhada no ensino da matemática.

No âmbito da metacognição, mas pensando agora em termos diretamente relacionados à área da matemática, a programação de computadores enquanto estratégia metacognitiva também apresenta importantes contribuições, em especial no que se refere à resolução de problemas matemáticos. Tal aspecto ocupa posição de destaque no ensino da matemática, seja como meio ou finalidade da aprendizagem. Chahon (2006), ao analisar as implicações pedagógicas da metacognição na resolução de problemas matemáticos, considera que habilidades metacognitivas podem ser ensinadas como parte do currículo escolar. Além disso, ressalta que, diante de atividades de resolução de problemas matemáticos: “[...] o conhecimento pelo aprendiz dos próprios recursos e a compreensão das exigências da tarefa levam ao emprego de procedimentos de resolução mais (ou menos) apropriados [...]” (CHAHON, 2006, p. 164).

Entre outros os fatores que contribuem para a aquisição da metacognição, Ribeiro (2003) destaca como essencial o desenvolvimento da capacidade de planejamento. Acreditamos que a programação de computadores pode contribuir positivamente para o aumento na capacidade de planejamento e de auto regulação das atividades cognitivas por parte dos estudantes. Pois, em atividades mediadas pelo ensino de programação, assim como mencionam Jou e Sperb (2006):

Ao começar a resolver um problema, o aluno lê as informações e faz uma primeira representação destas, elaborando uma representação mental com os dados do problema e os conhecimentos pertinentes ativados na memória. [...] De posse desses dados, elaborase um modelo de resolução de problema no nível meta. A partir do modelo, a cognição atua na resolução do problema intercambiando dados com o modelo, refazendo continuamente o modelo até a resolução final do problema. Desta forma, desde o primeiro momento, trabalha-se na resolução do problema mediante a elaboração de modelos, os quais podem ser monitorados e modificados ao longo do processo, por meio do sistema metacognitivo. (JOU; SPERB, 2006, p.180)

Em função desse processamento supra ordenado e de alto nível, o sujeito é capaz de monitorar e regular suas próprias estratégias, potencializando sua cognição. Ribeiro (2003) considera que o papel das estratégias metacognitivas na potencialização da aprendizagem – e aqui podemos inserir a programação de computadores – está justamente no desenvolvimento junto aos alunos de modos eficazes de lidar com os próprios processos de pensamento. Conforme assevera a autora (2003, p. 109): “[...] em termos de realização escolar, para além da utilização de estratégias, é importante o conhecimento sobre quando e como utilizá-las, sobre a sua utilidade, eficácia e oportunidade”.

Ainda segundo Ribeiro (2003, p. 114), temos que, “Os treinos que contemplam, além de atividades cognitivas, atividades metacognitivas, têm originado melhores resultados em termos de realização escolar”. Ao que completamos afirmando que programar pode ser um excelente treino metacognitivo. Pois, nas atividades que envolvem a programação de computadores, o aluno é instigado a escolher entre várias alternativas possíveis para resolução de um problema matemático, planejar e monitorar sua execução, bem como antecipar a consequência destas escolhas, conduzindo de maneira refletida suas próprias operações cognitivas. Como bem destacado pela autora (2003, p. 110), “[...] a metacognição exerce influência em áreas fundamentais da aprendizagem escolar, tais como a resolução de problemas, constituindo assim, um elemento chave no processo de ‘aprender a aprender”.

5. Considerações finais

De acordo com os objetivos propostos para o presente trabalho, primeiramente de revisar as pesquisas sobre o temática e clarificar o conceito de metacognição, estabelecendo suas relações com o processo de ensino e aprendizagem, bem como suas aproximações com a programação de computadores e sua aplicação no âmbito do ensino da matemática, apesar de termos ciência de que não esgotamos o tema, esperamos ter trazido contribuições significativas com os apontamento teóricos e as reflexões aqui empreendidas.

O ponto que finaliza este estudo, no qual propomos o ensino da programação de computadores como uma estratégia metacognitiva para o ensino da matemática, é uma proposta ainda preliminar e em fase de construção, mas que vislumbramos poder despertar em outros pesquisadores o interesse pelo tema e contribuir para que outros professores agreguem estratégias metacognitivas a suas ações em sala de aula.

Acreditamos que o ensino da programação de computadores no contexto da educação escolar pode ser uma forma de se desenvolver situações de aprendizagem que propiciem o surgimento e desenvolvimento de habilidades metacognitivas, e quem sabe assim dar conta da grande quantidade de informações disponíveis no mundo contemporâneo. Nessa perspectiva, a metacognição (mediada pela programação de computadores), pode ser vista como uma via para se atingir algo tão em voga atualmente – “aprender a aprender” – mas que por vezes não tem sido contemplado pela escola.

Referências

- ACCO, F.; ROSA, C. T. Metacognição e funções executivas: em busca de diálogos. **Revista Insignare Scientia – RIS** [online]. Cerro Largo, RS. v. 4, n. 6, p. 336-352, 2021.
- ASCENCIO, A. F. G. CAMPOS, A. V. de C. **Fundamentos da programação de computadores: algoritmos, PASCAL, C/C++ (padrão ANSI) e JAVA**. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2012.
- BATISTELA, F.; TEIXEIRA, A. C. A programação de computadores como processo metacognitivo: uma experiência na escola de hackers. **REVISTA INTERSABERES**, v. 13, n. 30, p. 624-640, 26 fev. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22169/revint.v13i30.1497> Acesso em: 15 fev. 2022.
- BEACH, P. T. *et al.* **Explicitar lo abstracto: la función de la metacognición en la enseñanza y el aprendizaje**. Bethesda, Maryland, EUA: Organización del Bachillerato Internacional, 2020. Disponível em: <https://www.ibo.org/globalassets/publications/ib-research/policy/metacognition-research-brief-sp.pdf> Acesso em: 15 fev. 2022.
- CHAHON, M. Metacognição e resolução de problemas aritméticos verbais: teoria e implicações pedagógicas. **Revista do Departamento de Psicologia**. Niterói, RJ, v. 18, n. 2, p. 163-176, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-80232006000200012> Acesso em: 15 fev. 2022.
- CORMEN, T. H. *et al.* **Algoritmos: teoria e prática**. São Paulo, SP: Elsevier, 2012.
- DANTAS, C.; RODRIGUES, C. C. Estratégias metacognitivas como intervenção psicopedagógica para desenvolvimento do automonitoramento. **Rev. Psicopedagogia**, v. 30, n. 93, p. 226-235, 2013. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/revistapsicopedagogia.com.br/pdf/v30n93a09.pdf> Acesso em: 13 fev. 2022.
- DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Cadernos Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005. Disponível em: <http://educar.fcc.org.br/pdf/cp/v35n125/v35n125a11.pdf> Acesso em: 15 fev. 2022.
- GRANGEAT, M. **A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos**. Coleção Ciências da Educação Século XXI, Porto: Porto Editora, 1999.
- JOU, G. I.; SPERB, T. M. A Metacognição como Estratégia Reguladora da Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica** [online]. Porto Alegre, RS. v. 19, n. 2, p. 177-185, 2006. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18819203> Acesso em: 13 fev. 2022.

MASSA, N. P. **Mapeamento do pensamento computacional por meio da ferramenta scratch no contexto educacional brasileiro**: análise de publicações do Congresso Brasileiro de Informática na Educação entre 2012 e 2017. 2019. 155f. Dissertação (Mestrado em Inovação Tecnológica) - Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **LOGO**: computadores e educação. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.

PORTILHO, E. M. L.; DREHER, S. A. S. Categorias metacognitivas como subsídio à prática pedagógica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, SP, v. 38, n. 01, p. 181-196, 2012. Disponível em: <http://educacao.fcc.org.br/pdf/ep/v38n01/v38n01a12.pdf> Acesso em: 15 fev. 2022.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres**: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed, 2002.

RIBEIRO, C. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica** [online]. Porto Alegre, RS. v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-79722003000100011>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ROSA, T. W. da R. **Metacognição no Ensino de Física**: da concepção à aplicação. Passo Fundo, RS: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

Recebido em 01/07/2023

Aceito em 27/07/2023