

O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL: ANÁLISE DOS PROCESSOS COGNITIVOS À LUZ DA MICROGÊNESE

Muriel Lago¹
Rosane Aragón²

¹ PPGEDU/UFRGS – muriellago02@gmail.com
<https://orcid.org/000-0002-5776-0532>

² PPGEDU/PPGIE/UFRGS – rosane.aragon@ufrgs.br
<https://orcid.org/0000-0002-0307-4457>

Resumo:

Este artigo tem como objetivo evidenciar o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional envolvidas na resolução de problemas em robótica educacional, à luz da microgênese cognitiva de Barbel Inhelder. Para tanto, utilizamos como metodologia o estudo de caso, através do qual apresentamos a resolução de um experimento em robótica educacional. Na análise do estudo, identificamos as habilidades do pensamento computacional envolvidas no processo de resolução de problemas, bem como delineamos o percurso cognitivo microgenético realizado pelo sujeito. Os resultados evidenciam que o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional se dá por meio de processos cognitivos particulares (microgêneses), que possibilitam reconstruções sucessivas por meio de mudanças no curso das ações, a partir de insucessos iniciais. Entendemos que os dados aqui apresentados podem contribuir para o debate sobre o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Microgênese Cognitiva; Resolução de Problemas.

THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS: ANALYSIS OF COGNITIVE PROCESSES IN THE LIGHT OF MICROGENESIS

Abstract:

This article aims to evidence the development of computational thinking skills involved in problem solving in educational robotics, in the light of the cognitive microgenesis of Barbel Inhelder. To this end, we used as methodology the case study, through which we present the resolution of an experiment in educational robotics. In the analysis of the study, we identified the computational thinking skills involved in the problem-solving process, as well as outlined the microgenetic cognitive path performed by the subject. The results show that the development of computational thinking skills occurs through particular cognitive processes (microgenesis), which enable successive reconstructions through changes in the course of actions, from initial failures. We understand that the data presented here can contribute to the debate on the development of computational thinking in Basic Education.

Keywords: Computational Thinking; Cognitive Microgenesis; Troubleshooting.

1 Introdução

Atualmente, muito se fala na inserção do pensamento computacional na educação básica. Porém, os estudos que permeiam essas discussões tratam muito mais dos benefícios dessa implementação que dos processos cognitivos envolvidos.

Dessa forma, compreendemos que se torna relevante, no meio educacional, uma discussão acerca do conceito de pensamento computacional, bem como da maneira como as habilidades inerentes a ele são desenvolvidas pelos estudantes.

Além disso, entendemos que a robótica educacional se mostra uma potente ferramenta que, por meio da resolução de problemas, oportuniza espaços de criação, investigação, levantamento de hipóteses e discussões de soluções. Nesse contexto, a robótica educacional apresenta-se como um recurso capaz de colaborar e promover o desenvolvimento do pensamento computacional.

Nesse cenário, pensamos que, para que seja promissora, uma investigação a respeito dos processos cognitivos envolvidos no desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional deve estar pautada em uma análise minuciosa, que possa compreender, nos pormenores, as ações que os sujeitos executam no processo que compõe a resolução de problemas. Esse detalhamento pode ser alcançado à luz da microgênese cognitiva, uma vez que tal abordagem pressupõe o olhar atento às particularidades dos sujeitos, a investigação das ações empreendidas e de suas motivações, e a análise das situações de insucesso e do posicionamento dos sujeitos diante delas. Analisando tais aspectos, identificamos quais as habilidades do pensamento computacional são acionadas pelos sujeitos e, ao mesmo tempo, quais as ações que os sujeitos executam e que contribuem para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tais habilidades.

Cabe destacar que este estudo se vincula a um projeto de tese, apresentando um recorte de um experimento realizado com um sujeito, estudante de 9º ano do Ensino Fundamental, em situação de resolução de problemas em robótica educacional.

Assim, este artigo inicia apresentando uma fundamentação teórica acerca do pensamento computacional. Na sequência, explicita os aspectos que compõem a abordagem microgenética. Adiante, delimita a metodologia que alicerça esse estudo e, posteriormente, apresenta as discussões e os resultados do experimento realizado. Finalizando, são anunciadas as conclusões e perspectivas de novas pesquisas.

2 Pensamento computacional

O conceito de pensamento computacional ganhou força nas últimas décadas, por meio do crescente estudo e de publicações acerca da temática. Porém, destacamos que os estudos iniciais que envolvem esse conceito são oriundos da década de 80, com Papert. Desde então, diferentes pesquisadores se dedicaram ao termo, propondo definições diferentes, ora relacionadas a uma determinada área do conhecimento, ora em caráter mais genérico.

Assim, relembramos que, na década de 80, mesmo sem a utilização do termo, o computador já era entendido como um suporte para o pensamento (PAPERT, 1980). Posteriormente, surge o termo “pensamento computacional” e sua compreensão como uma habilidade essencial, um tipo de pensamento analítico, ou um processo de resolução de problemas (WING, 2006, 2008, 2010). Mais tarde, acompanhamos a delimitação de algumas características para o pensamento computacional, bem como o incentivo de um currículo para ensino de computação ainda na educação básica (CSTA/, 2011). Adiante, o termo “pensamento computacional” esteve atrelado aos elementos da computação, e à utilização de habilidades lógicas para a resolução de problemas (QUALLS; GRANTS; HERRELL, 2011; GROVER; PEA, 2013). Posteriormente, são destacadas algumas habilidades importantes do pensamento

computacional que, conforme veremos, se transformarão no que entendemos hoje por seus pilares (SELBY; WOLLARD, 2013). Em um período mais recente, o pensamento computacional é compreendido como um processo cognitivo de resolução de problemas (CHANG; TSAY; CHING, 2017; CSIZMADIA *et al.*, 2015). Por fim, em uma nova definição, citam-se os processos cognitivos envolvidos nessa abordagem de resolução de problemas (GUARDA; PINTO, 2020).

Nos dias de hoje, para além de seu conceito, o pensamento computacional é reconhecido por meio de seus pilares ou de suas bases; são eles: a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e o pensamento algorítmico. Estes pilares podem ser considerados habilidades-chave, as quais o sujeito utiliza como uma maneira de organizar seu pensamento quando resolve situações-problema (BBC LEARNING, 2015). Assim, por meio da decomposição, o sujeito é capaz de subdividir o problema em partes menores, o que facilita o processo resolutivo. Utilizando o reconhecimento de padrões, relaciona o problema em questão com outros que já foram resolvidos, identificando suas semelhanças e, portanto, verificando que pode aproveitar elementos de resoluções anteriores. Pela abstração, centra-se nos detalhes mais importantes do processo, eliminando aspectos que não são relevantes para o momento. Por último, por meio do algoritmo, define os passos sequenciais que lhe permitem chegar ao êxito (CSIZMADIA, 2015).

Embora compreendamos que os pilares do pensamento computacional representam suas habilidades-chave, é importante destacar que neste processo resolutivo encontram-se presentes outras habilidades, que possuem relevância e são necessárias ao fazer dos sujeitos. Nesse caso, apresentamos abaixo uma tabela que explicita as habilidades do pensamento computacional descritas pela CSTE (2011), acompanhadas de sua descrição.

Quadro 1 – Habilidades do pensamento computacional

Habilidade do pensamento computacional	Descrição
Coleta de dados	O processo de reunião das informações acerca do problema. Apropriação do que precisa ser realizado.
Análise dos dados	Análise dos dados para buscar alguns caminhos de resolução.
Representação dos dados	Organização dos dados em gráficos, tabelas ou imagens.
Decomposição do problema	Divisão do problema em partes menores gerenciáveis.
Abstração	Redução da complexidade para definir a ideia principal.
Algoritmos e procedimentos	Série de passos para resolver um problema ou atingir um objetivo.
Automação	Utilização da máquina ou equipamento para executar a tarefa.
Simulação	Execução do experimento para testar a sua funcionalidade.
Paralelização	Organização dos recursos para executar a tarefa e alcançar o objetivo.

Fonte: CSTE (2011, n.p.).

Contudo, destacamos que, para além da utilização das habilidades, torna-se relevante a compreensão de como elas se desenvolvem nos sujeitos, e, nesse sentido, buscamos a colaboração da abordagem microgenética, uma vez que ela trata dos processos cognitivos minuciosos organizados pelos sujeitos durante a resolução de problemas. Dessa forma, apresentaremos abaixo um recorte dessa importante teoria, que visa contribuir com este estudo.

3 Microgêneses Cognitivas

A abordagem microgenética desenvolvida por Inhelder *et al.* (1996) consiste no estudo do microdesenvolvimento dos sujeitos, ou seja, na maneira particular com que eles resolvem as situações-problema que se apresentam. Os autores investigam, por meio de suas pesquisas, as ações desenvolvidas pelo sujeito psicológico, considerando a maneira como interpretam situações específicas, selecionando esquemas, modificando e controlando as suas ações durante

o processo de resolução de problemas. Assim, observamos que a referida abordagem se detém aos aspectos relativos ao fazer, ou seja, aqueles relacionados aos procedimentos selecionados pelos sujeitos no decurso de suas ações.

No contexto microgenético, destacam-se os conceitos de esquema, estrutura e procedimentos. Assim, ao analisarmos o percurso desenvolvido pelos sujeitos, a identificação dos esquemas torna-se relevante, uma vez que eles são responsáveis por conduzir a ação dos sujeitos, organizando-a. Nesse sentido, os esquemas permitem ao sujeito apropriar-se dos aspectos observáveis de sua experiência física, e podem ser considerados gerais e particulares, pois, apesar de organizarem a conduta cognitiva (gerais), são possíveis de trocar de significação (particulares). Cabe destacar que o conceito de esquema não pode ser compreendido de maneira afastada do conceito de estrutura. As estruturas comportam os conjuntos de esquemas e representam as possibilidades iniciais de conhecimento e interpretação que o sujeito tem defronte uma situação-problema. Assim, as estruturas tornam-se indissociáveis dos procedimentos: por meio das estruturas (com seus conjuntos de esquemas), os sujeitos acessam a situação e definem os procedimentos a serem executados. Ao mesmo tempo, os procedimentos só podem ser executados pois fundamentam-se nas estruturas prévias dos sujeitos. Dessa forma, nessa interrelação, observamos o enriquecimento de ambos, estruturas e procedimentos, visto que os procedimentos bem-sucedidos podem compor o arcabouço cognitivo dos sujeitos na posição de estruturas melhoradas (INHELDER *et al.*, 1996).

Portanto, analisando os processos cognitivos microgenéticos de resolução de problemas, evidenciamos que os sujeitos fazem uso de dois sistemas independentes, porém complementares: o sistema presentativo e o sistema de procedimentos. O sistema presentativo, com seus esquemas e estruturas, permite ao sujeito apropriar-se do real, significá-lo e compreendê-lo, extraíndo dele suas características. O sistema de procedimentos, também apoiado nos esquemas e estruturas, permite ao sujeito organizar-se por meio de sequências de ações, com vistas a atingir seu objetivo. Essa sequência de ações constitui os aspectos teleonômicos organizados pelo sujeito, tendo em vista a relação entre meios e fins estabelecida por ele (PIAGET, 1976 *apud* INHELDER *et al.*, 1996).

Convém retomar que, para a microgênese cognitiva, o sistema de procedimento recebe destaque, visto que permite acompanharmos as ações particulares desenroladas pelos sujeitos. Nesse sentido, compreender a noção de valor atribuída às ações torna-se fundamental, uma vez que ela se relaciona com o controle que o sujeito exercerá sobre as suas ações. Esse controle, relativo aos aspectos axiológicos da conduta cognitiva, pode ser antecipado por hipóteses (alinhado à perspectiva lógico-matemática) e é denominado controle descendente ou *top-down*. Por outro lado, o controle das ações pode ser direcionado pela própria ação causal e pelas observações do sujeito sobre o objeto. Nesse caso, o controle é denominado ascendente ou *bottom-up* (INHELDER *et al.*, 1996).

Destacamos que o controle das ações do sujeito está intimamente relacionado com a capacidade de ele contornar as situações de insucesso, modificando o curso de suas ações, ou ainda, recorrendo à utilização de esquemas anteriormente utilizados. Nesse contexto, identificamos o conceito de esquema familiar como relevante para a microgênese. Ele representa aqueles esquemas que são muitas vezes utilizados pelo sujeito, que estão disponíveis e são de fácil acesso, tendo em vista o sucesso proporcionado em situações anteriores. Porém, assim como podem conduzir ao êxito, os esquemas familiares podem causar entraves quando limitam o sujeito de identificar outros caminhos possíveis a serem seguidos (INHELDER *et al.*, 1996).

Por fim, reiteramos que esse processo resolutivo organizado pelo sujeito, desde a escolha dos esquemas e das ações, o controle exercido sobre o curso delas, e sua capacidade de lidar com as situações conflitantes, é guiado pela representação que o sujeito esboça acerca daquilo que precisa executar. A representação, no contexto da microgênese cognitiva, pode ser

expressa por meio da interação do sujeito com a situação, em um caráter de semioticidade, seja por meio de gestos, desenhos ou imagem mental; ou ainda, pode ser elaborada por meio de sua capacidade de planejamento e antecipação das ações, evidenciando as possibilidades existentes. Em ambos os aspectos, a representação direciona o “como fazer” dos sujeitos.

4 Materiais e Métodos

Este estudo está vinculado a um projeto de tese que tem como objetivo compreender como se desenvolvem as habilidades do pensamento computacional envolvidas na resolução de problemas em robótica educacional, à luz da microgênese cognitiva. O seu percurso metodológico apresenta uma abordagem qualitativa, de natureza experimental, por meio de objetivos exploratórios, utilizando como procedimento técnico o estudo de múltiplos casos.

Bogdan e Biklen (1982 *apud* LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.11-13) lembram que na abordagem qualitativa “os dados coletados são predominantemente descritivos, [...] a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto”, e “há sempre uma tentativa de capturar a ‘perspectiva dos participantes’”.

No intuito de investigar e compreender como se desenvolvem as habilidades do pensamento computacional, foi realizado um experimento de resolução de problemas em robótica educacional. Assim, destaca-se o caráter exploratório da pesquisa que permite a aproximação do pesquisador com a temática, para que, alinhando e relacionando os aspectos teóricos com os dados coletados, possa esclarecer e modificar ideias e conceitos.

O experimento compõe a produção de dados que constitui o projeto de tese. Em uma fase inicial, os sujeitos, sem experiência em atividades de robótica e programação, participaram de uma oficina de robótica educacional. Esta oficina contou com carga horária aproximada de 50 horas e teve como público-alvo estudantes de 9º ano do Ensino Fundamental. Sua organização se fez em três módulos, nos quais os sujeitos desenvolveram conhecimentos relacionados à introdução à robótica educacional, à computação desplugada, ao conhecimento do *kit* de robótica livre utilizado, à exploração do Simulador Tinkercad, e ao uso de diferentes componentes, como por exemplo, o botão, *buzzer*, servomotor, motor, sensor de presença e sensor de distância ultrassônico.

Após esse processo de aprendizagens iniciais, os sujeitos foram convidados a resolver situações-problema específicas, para que fosse possível a análise da aplicação dos conhecimentos construídos anteriormente, bem como a investigação dos processos cognitivos envolvidos em meio ao desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional.

No presente artigo, é apresentado um recorte da pesquisa, no qual consideraremos o processo de estudo de caso de um sujeito, focando o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional envolvidas na resolução de um problema em robótica educacional, à luz da microgênese cognitiva.

4.1 O experimento

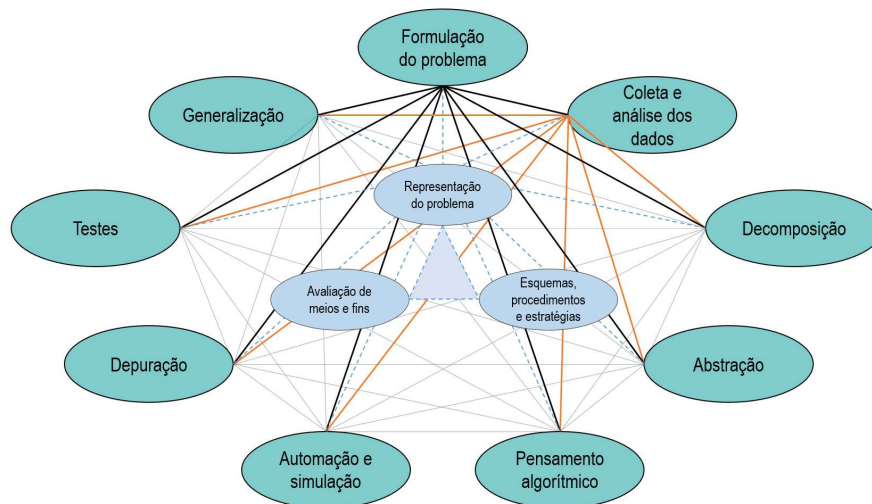
No item a seguir, apresentaremos a análise do seguinte experimento, aplicado a um dos sujeitos participantes da referida oficina. O experimento foi gravado em vídeo e transcrito, permitindo a análise posterior do pesquisador.

Experimento: O acesso ao estacionamento da escola está um tanto tumultuado. Para que ele se organize de melhor maneira, está sendo implementado um sistema com cancela. O motorista deve parar o carro, identificar e pressionar o botão para retirada do *ticket*. Em seguida, a cancela abre e emite um sinal sonoro para avisar aos pedestres que há veículos transitando. Vamos representar essa melhoria com os materiais do *kit*?

5 Resultados e Discussões

A análise dos dados relativos ao experimento realizado alicerçou-se em três eixos microgenéticos presentes na resolução de problemas: a representação do problema; os esquemas, procedimentos e estratégias; e a avaliação dos meios e fins. No contexto destas etapas, analisamos como os sujeitos desenvolveram suas ações tendo em vista as seguintes habilidades do pensamento computacional: formulação do problema, coleta e análise dos dados, decomposição, abstração, pensamento algorítmico, automação e simulação, depuração, testes e generalização. A figura abaixo expressa nossa concepção de análise, na qual os eixos microgenéticos se interligam e representam os processos cognitivos, por isso, centrais. No contorno, temos as habilidades do pensamento computacional que são desenvolvidas no curso das ações desenroladas pelos sujeitos.

Figura 1 – Concepção de análise dos dados



Fonte: Elaborada pelas autoras (2023).

Cabe mencionar que o experimento foi dividido pelo sujeito em três momentos distintos: em um primeiro momento, ele organizou a construção do projeto com os materiais do kit; em um segundo momento, construiu seu projeto no Simulador Tinkercad; e, por fim, elaborou o código de programação utilizando a linguagem de blocos disponível no simulador e suas ferramentas de testagem do projeto. Dessa forma, teceremos algumas considerações sobre cada um dos momentos, apresentando, na sequência, suas regularidades.

Nesse momento inicial de construção do projeto com os materiais do *kit*, a pesquisadora questiona o sujeito quanto àquilo que ele considera necessário para resolver o problema. O sujeito responde que precisará “do botão, da coisinha que abre e daquele que faz barulho”. Em seguida, reitera, “botão, som e resistores. Preciso do botão, resistor, coisinho que faz barulho e servomotor”. Portanto, identificamos que o sujeito inicia as suas ações tendo como ponto de partida a representação do problema construído (embora não nomeie corretamente cada um dos componentes). Vale ressaltar que, ao organizar tal representação, o sujeito desenvolve e aprimora as habilidades de formulação do problema, coleta e análise dos dados, e decomposição. Nesse processo, também podemos observar o desenvolvimento da habilidade de abstração, que se faz presente no sentido de permitir ao sujeito a distinção das informações mais relevantes e sua utilização na resolução do problema.

Embora, nessa primeira etapa, o sujeito ainda não esteja envolvido com a organização do código de programação, entendemos que a organização dessa sequência de passos realizados na construção com o material físico colabora para que, posteriormente, o sujeito chegue à

construção do algoritmo. Nesse sentido, dizemos que a habilidade relacionada ao pensamento algorítmico vem sendo construída pelo sujeito ao longo deste processo de escolha dos esquemas e procedimentos. Destacamos, ainda, que o desenvolvimento da habilidade de pensamento algorítmico é fomentado pelas perturbações que surgem nesse percurso, diante das quais o sujeito avalia, repensa e reorganiza as suas ações. O constante repensar e reavaliar, por sua vez, permite que o sujeito desenvolva e aprimore a sua habilidade de depuração, extremamente necessária para definição de novos rumos aos projetos.

Adiante, na segunda etapa de resolução de problema, o sujeito procede à organização do seu projeto no Simulador Tinkercad. As ações desenroladas pelo sujeito são direcionadas pela sua organização na etapa anterior, porém observamos que o Simulador Tinkercad se torna um “objeto que ajuda a pensar”, visto que oferece suporte ao processo de abstração, possibilitando a elaboração de um novo conhecimento sobre o fato e a mudança em conexões anteriormente realizadas no material físico.

Por fim, o sujeito inicia a elaboração do código de programação. Essa etapa é permeada por muitos movimentos de idas e vindas, visto que não há uma antecipação daquilo que precisa ser utilizado pelo sujeito para que seu código seja eficiente. Convém destacar que, mesmo assim, o sujeito organiza a seleção dos blocos de programação tendo em vista a representação inicial do problema, buscando “vencer” cada um dos objetivos propostos pela decomposição (*buzzer*, botão e servomotor). Na organização do código correspondente ao botão e ao servomotor, o sujeito se depara com inúmeros entraves, os quais chamamos de perturbação. Diante desses entraves, redireciona suas ações, trocando portas e conexões digitais, além de substituir os blocos de programação.

Destacamos um momento da organização do código, no qual o sujeito avança pouco a pouco, realizando regulações que visam compensar as perturbações que encontra no caminho. A figura abaixo ilustra como estava organizado o código de programação.

Figura 2 – Processo de construção do código de programação elaborado pelo sujeito



Fonte: *Printscreen* do Simulador Tinkercad (2023).

Simula, e não dá certo...

P: Tu estás dando que comandos aqui?

Retira o “aguardar” e retorna o código ao que estava antes (regulação 3).

P: O que você está dizendo com seu código de programação?

S: Que se eu apertar o botão, vai reproduzir o alto falante por 5 segundos, vai girar o servo em zero graus e girar o servo em 180 graus.

Modifica o código (regulação 4).

Simula e não obtém sucesso.

S: Será que tem alguma coisa a ver com o pino? Não deu certo... Se eu não seguro apertado ele se mexe, eu quero o contrário, que ele se mexa quando eu apertar.

P: Quando você vai a um estacionamento, como funciona? Você fica com o botão apertado para a cancela abrir?

Insera um “para sempre” e depois retira.

S: Ele não está indo quando apertado o botão... está indo antes. Depois dos 5 segundos, ele fecha e, quando apertado de novo, ele não vai.

Sujeito reavalia seus meios e fins, e mantém a sua perturbação alimentada pela lacuna proveniente da compensação.

P: E tu acha que é algo nos componentes ou no código?

S: No código.

Modifica novamente o código, trocando o “aguardar por 5s” para outro local, mas não funciona (regulação 5).

P: O que tu queres dizer para o teu código de programação?

S: Que, antes de apertar o botão, não quero que ele se mexa. Deixa ver. Acho que vou colocar esse para cá.

Busca mais um bloco “se, então”.

P: Tu já tens esse né?

S: É, já tenho.

P: Tudo que você colocou aí vai acontecer só se apertar o botão, isso? E se dissesse para ele como tu gostaria que ele ficasse antes de apertar o botão. É possível fazer isso? Me mostra com o mouse onde teria que encaixar uma informação antes de apertar o botão.

Sujeito indica, com o *mouse*, que deveria inserir a informação no topo do seu código de programação.

Tenta inserir o “repetir até que”.

P: O que esse “repetir até que” está te dizendo?...

S: Vai se repetir o gesto.

P: É isso que você gostaria que fizesse?

S: Espera...

Complementa o código. Faz o teste, porém não funciona (regulação 6).

S: Não para de girar antes.

Exclui o “repetir até que” (regulação 7).

P: Sugiro que você confira o que estás dizendo para teu programa. Como poderia dizer para o programa que o servo não deveria se mexer antes de você apertar? Onde poderia acrescentar algo?

Acrescenta um “aguardar ler pino digital” antes do código...

Testou, e não funcionou. Colocou o “aguardar” para baixo de seu código (regulação 8).

Testa novamente, e não funciona.

P: E ao invés de “aguardar” você poderia colocar o quê?

Retira o “aguardar” (regulação 9).

P: Tem algum outro jeito de dizer/fazer?

Procura nos códigos como fazer.

Pesquisadora pede para o sujeito ler o seu código novamente.

S: Se eu apertar o botão, é para eu ligar o alto falante e o servo... Ah, calma...

Acrescenta um outro bloco, “se então”, e vai repetindo os comandos, mas agora, dizendo que se o botão não estiver pressionado, deverá acontecer outra coisa (regulação 10).

Simula, e agora funcionou.

Assim, observamos que o sujeito realiza diferentes esforços para compensar as perturbações que surgem em seu caminho, por meio de regulações. Nesse processo, observamos o desenvolvimento da habilidade de abstração, que pode ser compreendida como a reflexão que o sujeito faz acerca dos dados e da elaboração de seu conhecimento sobre ele. Evidentemente, esse esforço de compensação requer do sujeito uma constante depuração, ou seja, a avaliação dos meios e fins, que provocará e propiciará a reestruturação e realinhamento de seu projeto, nesse caso mais específico, de seu código de programação. A cada depuração e regulação, o sujeito amplia os testes e simulação, realizando esforços de acomodação, que o inserem em um patamar de conhecimento diferente daquele em que se encontrava anteriormente.

6 Conclusão

Considerando os eixos do processo de resolução de problemas em robótica educacional sob a abordagem microgenética, é possível analisarmos o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional, evidenciando os aspectos cognitivos envolvidos.

Nesse sentido, a organização de uma representação do problema pelo sujeito possibilita o desenvolvimento de habilidades como a formulação do problema, a coleta e análise dos dados, a decomposição e a abstração. Ao aperfeiçoar tais habilidades, o sujeito amplia as suas possibilidades seguintes, tendo maior clareza acerca das ações subsequentes, o que permite escolher esquemas adequados e organizar estratégias de resolução mais definidas.

O desencadeamento das ações corresponde aos momentos da resolução do problema nos quais o sujeito seleciona os esquemas necessários e adequados, seja para a montagem dos componentes físicos, ou para a elaboração da resolução de maneira virtual, com o apoio da ferramenta Tinkercad. Nesse processo, que pode ser entendido como o caminho que o sujeito percorre para o desenvolvimento do pensamento algorítmico, o sujeito se depara com perturbações. Entendemos que as perturbações possuem um papel central em toda a construção realizada, uma vez que a necessidade de superar tais dificuldades desencadeia as regulações. Como em uma reação em cadeia, as regulações serão responsáveis por mudanças no curso das ações do sujeito, ou seja, pelo realinhamento e reestruturação do projeto.

Dessa forma, é notável que nesse percurso o sujeito, além de construir o pensamento algorítmico, desenvolve as suas habilidades de abstração, movimentando a reflexão sobre os dados a fim de considerar o que é mais relevante para o momento. Além disso, por meio da automação e simulação, o sujeito desenvolve e aperfeiçoa a habilidade de depuração, modificando suas ações, em um movimento que é retomado até a obtenção do êxito.

Assim, destacam-se, enquanto potencialidades deste estudo, a sua contribuição para a educação, tendo em vista o alinhamento com as legislações vigentes, e com a demanda que se apresenta de incorporação do pensamento computacional na educação básica. Além disso, ressaltamos a relevância da investigação dos processos cognitivos dos alunos, pois, para além de conhecimentos acerca do fazer, este estudo aponta a compreensão dessa construção, permitindo a realização de intervenções adequadas, que possam suscitar novas elaborações por parte dos sujeitos.

Referências

- BBC LEARNING, B. **What is computational thinking?** 2015. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- CHANG, C. K.; TSAI, Y. T.; CHIN, Y. L. A Visualization Tool to Support Analyzing and Evaluating Scratch Projects. *In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCED APPLIED INFORMATICS (IIAI-AAI)*, 6., 2017. **Proceedings [...]**. [S.l.]: IEEE, 2017. p. 498-502.
- CSIZMADIA, A. *et al.* **Computational thinking: A guide for teachers.** Computing at School (CAS), 2015. Disponível em: <http://community.computingschool.org.uk/files/6695/original.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- COMPUTER SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (CSTA). **K-12 Computer Science Standards: Revised 2011** - The CSTA Standards Task Force. New York : Association for Computing Machinery, 2011. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2593249>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- GUARDA, G. F.; PINTO, S. C. C. S. Dimensões do Pensamento Computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2020), 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2020), 23., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBC, 2020. p. 1463-1472.

GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. **Educational Researcher**, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013.

INHELDER, B. *et al.* **O desenrolar das descobertas na criança**: pesquisa acerca das microgêneses cognitivas. Tradução: Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, Computers, And Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.

QUALLS, J. A., GRANT, M. M.; SHERRELL, L. B. CS1 students' understanding of computational thinking concepts. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 26, n. 5, p. 62-71, 2011.

SELBY, C., WOOLLARD, J. **Computational thinking**: the developing definition. Southampton: University of Southampton, 2013.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.

WING, J. M. **Computational Thinking**: What and Why? 2010. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2023.