

ANÁLISE DE GRAVAÇÕES DE TELA SOB A ÓTICA DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANALYSIS OF SCREEN RECORDINGS FROM THE PERSPECTIVE OF THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING IN BASIC EDUCATION

Hyan da Silva Cardoso dos Santos
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
hcsantos@uesc.br

Flaviana dos Santos Silva
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
fssilva@uesc.br

Marlúbia Corrêa de Paula
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
mcpaula@uesc.br

Resumo

O debate sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional tem sido crescente, na Educação Básica. Mais, ainda, a Base Nacional Comum Curricular propõe a estruturação de Pensamento Computacional como competência a ser desenvolvida com os componentes curriculares. Tendo em vista que processos educacionais demandam instrumentos de avaliação condizentes com suas realidades didáticas, com o presente artigo, tem-se o objetivo de analisar a gravação de tela do uso do software Scratch e no jogo merge dragons, no desenvolvimento do Pensamento Computacional a partir do método de análise da imagem em movimento e da análise textual discursiva. Para tanto, desenvolve-se uma discussão sobre os aspectos de cada método e fundamenta-se uma ferramenta analítica que se articula com o ambiente de estudos que a concebe. Para além, testa-se a ferramenta numa atividade experimental desenvolvida para a resolução de problemas no software Scratch e no jogo merge dragons. Como resultado preliminar, apurou-se que, a partir do método empregado, foi possível construir categorias de análise via minucioso processo de observação de ações significativas, articulado com a resolução de problemas e a integração do software Scratch para consolidar o desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica.

Palavras-chave: Análise da gravação de telas, Pensamento computacional, Software Scratch, Educação Matemática.

Abstract

Activities aiming the development of computational thinking are widespread in k-12 Education. Moreover, the new Brazil's National Common Curriculum Framework set the specific manner of thinking as a competency to be developed in connexion with the already established curricular subject of Mathematics. Taking in consideration that educacional processes require proper assessment tools regarding didactic reality, this paper has the goal to devise a method of analysis for screen recordings by condensing Textual Analysis of Discourse and Analysis of the Moving Image. For such, there were discussed aspects of each method and there was fundamented an analytical tool integrated with its own context. Furthermore, the tool was tested in a test activity to solve problems via scratch. In turn, the method's capacity is situated by a minucius process of constructing categories of analysis through a thorough process of observation of the "significant actions". The process also sought to articulate problem solving and software scratch in order to consolidate development of Computational Thinking in K-12 Education.

Keywords: Analysis of screen recordings. Computational Thinking. K-12 Educação Problem Solving. Software Scratch. Math Education.

INTRODUÇÃO

Atualmente, as ideias sobre o Pensamento Computacional (PC) têm recebido atenção, no âmbito educacional. Tal colocação pode até parecer correta, se não forem consideradas as diversas contribuições de teóricos destinadas para essa área e, especialmente, para o ensino da Matemática, conectando a sala de aula aos espaços para que o estudante acesse as próprias estratégias de aprendizagens. Um exemplo clássico dessa ação pode ser obtido consultando a vida e obra de Seymour Papert (1928-2016).

Para esse educador e matemático, nascido na África do Sul, as crianças é que deveriam ensinar aos computadores. Para eleger essa forma de propor o uso de procedimentos em salas de aula, Papert (1994) recorreu às próprias formas de sua aprendizagem, quando recorda ter aprendido sobre relações matemáticas enquanto brincava de montar e desmontar peças na oficina de automóveis de seu pai. Mais tarde, ao estudar equações, essas brincadeiras tornam-se a lógica que encaminha a compreensão quando o autor volta às memórias de infância e, ao lembrar-se das conexões e encaixes que aquelas brincadeiras tinham proporcionado, compreende a organização de variáveis presentes em sistemas de equações (PAPERT, 1994).

É possivelmente devido também a essas vivências que Seymour Papert, no ano de 1967, cria o Construcionismo. Dessa forma, nota-se que o uso de pensamentos que organizam as ideias para melhor desenvolver os procedimentos no Ensino de Matemática, não é, assim, prática tão atual. E, ainda, o Construcionismo é: a construção do

conhecimento que acontece quando o aluno elabora um objeto de seu interesse de forma rotineira e preferencialmente através de um computador (VALENTE, 1993)

Nesse sentido, Valente (1985) considera Seymour Papert “um visionário”, visto que, com a criação da linguagem logo, a pretensão era colocar em contato as crianças e os primórdios dos computadores educacionais, por isso chamados de Máquina de Pensar.

Papert (1980) pretendia que, no manuseio da linguagem logo, a criança ensinasse o computador e, nesse sentido, aprendesse a identificar as formas pelas quais aprende. No sentido de captar a forma como se aprende, ou, pelo menos, identificar as atenções dadas a determinados procedimentos, enquanto se aprende, é que este artigo foi constituído, tendo por interesse descrever as ações individuais de estudantes da educação básica, enquanto realizam atividades norteadas pelas etapas instituídas no PC, conforme Wing (2006).

Nessa consonância, no presente artigo, constroem-se análises de aulas e atividades experimentais, síncronas e assíncronas, de Matemática, por meio do ambiente de programação visual *Scratch*, ocorridas com estudantes de uma escola pública no período da pandemia causada pelo vírus Sars-cov-2. E, por conseguinte, toma-se por objetivo analisar gravações de tela do uso do *software Scratch* no desenvolvimento do PC, a partir do método de análise da imagem em movimento e da Análise Textual Discursiva (ATD).

Para atender ao objetivo exposto, este artigo é composto dos seguintes tópicos: de início, faz-se uma abordagem teórica, tratando do PC e seus engendramentos ainda tão necessários; na continuidade, trata-se da metodologia de análise dos dados coletados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Pensamento educacional explorado na educação: uma área infante

Apesar do nome, o PC não é um produto da sociedade da informação, nem da Ciência da Computação, muito embora sejam esses os principais responsáveis por sua crescente importância. Em verdade, o PC surge, segundo Denning e Tedre (2019), antes dos próprios computadores.

Na linha do tempo traçada por esses pesquisadores, fica marcado que, quando os primeiros criadores de algoritmos, da humanidade, elaboraram e expressaram suas criações, usaram suas habilidades enquanto pensadores computacionais. Seja na geração das soluções de equações, ou de normas para a criação das pirâmides egípcias, os primeiros

computadores (grupos de matemáticos que, conjuntamente, resolviam algoritmos) consumiam o produto do PC.

Papert (1980), quando define o Construcionismo, faz menção ao corpo de habilidades a serem desenvolvidas com o emprego desse paradigma educacional: o PC. Ele o faz, no entanto, sem desdobramentos em termos definitivos, mas com profundas repercussões na educação. Com efeito, anos mais tarde, Jeannette Wing inicia a discussão sobre o que seria o PC, ou, como pontua, pensar como um cientista da computação, e quais habilidades esse pensamento encampa.

A discussão sobre a natureza do PC, a partir da criação de um conceito e uma sistematização que englobasse o seu corpo de habilidades, foi formalmente iniciada em 2006. Nesse ano, Jeannette Wing advoga que o pensar computacionalmente será cada vez mais de extrema necessidade, numa sociedade de incremental disseminação dos computadores.

Wing (2006) descreve o PC como uma ferramenta de pensamento de aplicação geral, baseada tanto em processos naturais, quanto artificiais. A estudiosa lista, ilustrativamente, a associação do PC com a resolução de problemas, o *design*, e a própria condição humana; também exemplifica esse pensamento como: compartimentalizar; abstrair; representar adequadamente; reanalisar; depurar; selecionar; armazenar, etc.

Ao descrever sem definir, Wing (2006) associa que algumas características de quem pensa como um cientista da computação (quem possui PC), podem ser encontradas fora de um ambiente de programação. Uma delas, *prefetching* (guardar de forma planejada), pode ser observada no ato de arrumar uma mochila.

Ao determinar o horizonte para o PC, Wing (2006) preocupou-se em delinear o que certamente são aspectos do PC e suas contraposições, como: conceituar e não programar; ser composto de habilidades fundamentais, mas que nem por isso são mecânicas; ser a forma como humanos pensam e não computadores pensam, por que computadores não pensam; complementar e combinar o pensamento dos engenheiros e dos matemáticos, ou seja, não constitui pensamento à parte; ser movido por ideias e não por instrumentos.

Mais tarde, com Jan Cuny e Larry Snyder, Wing (2014) define o PC como os processos mentais envolvidos em formular um problema e expressar suas soluções de tal

forma que um computador – homem ou máquina – possa efetivamente executá-las¹. Assim, dando destaque para a relação linguística, que deve ser desenvolvida pelo pensador com computadores, Denning e Tedre (2019), em outra vertente, destacam suas definições do PC como:

- (i) Projetar computações para que computadores executem e façam trabalhos por nós.
- (ii) Explicar e interpretar o mundo como um complexo processo de processamentos de informações.

Aqui vale destacar o uso de computações para aludir a um processo que, mesmo fazendo uso de língua e linguagem, é matemático; trabalho, para identificar um processo que possui valor e significância; explicar, para determinar que o indivíduo que pensa se põe como observador. Esse cuidado é para evitar aquilo que eles chamam de pensamento desejoso². Ademais, Denning e Tedre (2019) definem as quatro classes desse pensamento desejoso:

- (i) Computadores podem realizar qualquer trabalho, uma vez que se crie um algoritmo; não, computadores são limitados por hardware, memória, processador, etc.
- (ii) Aprender a programar implica a capacidade de resolver problemas em todas as áreas em que a computação é aplicável; não, áreas distintas demandam um conjunto de conhecimentos distintos.
- (iii) Computadores não são essenciais para o PC; embora seja possível desenvolver PC sem computadores, computadores não humanos foram criados com a função de eliminar erros humanos.
- (iv) Imaginar que computadores são inteligentes; eles não o são, apenas realizam tarefas pré-criadas muito mais rapidamente do que humanos.

¹ Habilidades serão melhor analisadas como referência no capítulo metodológico, uma vez que este estudo analisa as habilidades observadas no Pensamento Computacional no Ensino de Matemática.

² *Wishful thinking*.

Sistematização do Pensamento Computacional

Consonante com as primeiras alusões de Wing (2006), Denning (2017) aponta diversas entidades da institucionalidade educacional que levantaram debates para definir um quadro de habilidades para compor o PC, encaixando-se nas supracitadas definições. Segundo Grover e Pea³ (2013 *apud* QUEIROZ; SAMPAIO; SANTOS, 2017, p. 20),

A maior parte dos pesquisadores e educadores da área de Ciências da Computação tem aceitado, de forma bastante ampla, que esta forma de pensamento pode ser compreendida pelos seguintes elementos: Abstração e generalização de padrões (incluindo modelagem e simulações); Processamento sistemático de informações; Sistemas simbólicos e representações; Noções algorítmicas de fluxo de controle; Decomposição estruturada de problemas; Pensamento paralelo, recursivo e iterativo; Lógica condicional; Condicionantes de eficiência e *performance*; Depuração e detecção sistemática de erros.

Por exemplo, a CSTA⁴ e a ISTE⁵ (2011) providenciaram uma lista de vocabulários para o PC: algoritmos e procedimentos; automação; simulação; paralelização. Paralelamente, Brennan e Resnick (2012), no MIT⁶, desenvolveram uma esquematização teórica para o PC que envolve 3 dimensões-chave: conceitos computacionais que incluem termos de programação, como sequências, *loops*, paralelização, eventos, condicionais, eventos operadores e dados; práticas computacionais, iteração, depuração e abstração; perspectivas computacionais, expressar, conectar e questionar.

Pensando na inserção do PC no Ensino de Matemática e Ciências e em munir os professores de referências para intervenções e avaliações pedagógicas, Weintrop *et al.* (2016) classificaram o PC em quatro categorias: (a) práticas relacionadas a dados; (b) modelagem e simulação; (c) práticas computacionais de resolução de problemas; (d) práticas de pensamento sistêmico, que se desdobram em 22 outras habilidades, oferecendo uma das mais vastas taxonomias⁷ do PC. Em 2017, no Brasil, a partir da Base Nacional

³ The following elements are now widely accepted as comprising CT and form the basis of curricula that aim to support its learning as well as assess its development: abstractions and pattern generalizations (including models and simulations), systematic processing of information, symbol systems and representations, algorithmic notions of flow of control, structured problem decomposition (modularizing), iterative, recursive, and parallel thinking, conditional logic, efficiency and performance constraints, debugging and systematic error detection.

⁴ Associação de Professores de Ciência de Computação nos Estados Unidos da América (EUA).

⁵ Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação.

⁶ Do inglês, Massachusetts Institute of Technology.

⁷Essas habilidades serão melhor analisadas como referência no capítulo metodológico, uma vez que neste estudo o foco está nas habilidades observadas no PC no Ensino de Matemática

Comum Curricular (BNCC) é estabelecida a seguinte competência geral a ser desenvolvida em relação às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e [na] coletiva (BRASIL, 2018b, p. 490).

Por conseguinte, a BNCC traz que o PC deve ser trabalhado em quatro vertentes (habilidades): abstração; algoritmo; decomposição; e reconhecimento de padrões. Um conceito mais enxuto, em relação à maioria dos outros países, como a Austrália, o Reino Unido, e os adotantes da conceituação CSTA e ISTE, com mais de 15 verbetes como referência (VALENTE, 2016). Ainda assim, a BNCC define que o: “Pensamento Computacional envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474).

Dado o vasto referencial, observa-se que, nas pesquisas educacionais (MARTINELLI, 2019; BRACKMANN, 2017; PASQUAL Jr, 2018), se têm discutido como os conceitos de PC podem ser incorporados em ambientes educacionais. Segundo Haddad *et al.* (2020), 70% da pesquisa em língua inglesa relativa ao PC tem se originado da Formação de Professores, com mais 15% originando-se da Educação Básica. Há ainda um foco majoritário nas disciplinas de Ciência; Tecnologia; Engenharia; e Matemática (STEM⁸).

Como exemplo, no Brasil, Alves *et al.* (2020, p. 48) realizaram um estudo em que buscavam “apresentar uma alternativa para reduzir as dificuldades dos professores de Física, que desejam inserir, nas suas aulas, atividades experimentais por meio de aquisição automática de dados”.

Lockwood e Mooney (2018), em revisão bibliográfica, apontam que, relativamente à Matemática, os tópicos mais recorrentes dessas tentativas de incorporação são: representação numérica, polinômios; redução e composição, desigualdade triangular; aproximação, arredondando erros e resultados de equações quadráticas.

⁸ Science, Technology, Engineering and Mathematics

Em relação ao enfoque dos estudos do PC, Haddad *et al.* (2020) discriminam uma tendência significativa, em estudos cognitivos (habilidades e competências) primários (análise pura do PC), que avaliam o PC sem o uso de programação, como exemplos:

Sampaio *et al.* (2018) [...] tem a finalidade de explorar um mapeamento teórico entre as habilidades do PC e do Contexto Matemático descrito por Niss (2003), a partir das 20 questões do Pisa 2012 [...] Costa, Campos e Guerrero (2016) [...] identificaram a relação do PC com questões de Matemática do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental [...] Mestre *et al.* (2015) [...] discutem sobre as habilidades do PC e as Capacidades Fundamentais de Matemática que são necessárias para desenvolver o letramento matemático no contexto da resolução de problemas [...] Barbosa (2019) [...] buscou identificar como esses aspectos foram manifestados no grupo de estudantes durante a construção de fractais (SILVA, 2020, p. 28-32).

Haddad *et al.* (2020) também ventilam significativa linha de estudos não cognitivos secundários (analisando o PC em composição com outras disciplinas, principalmente de STEM) com o foco em analisar o desenvolvimento da programação. E ao fazê-lo, por contraste, trazem à tona quão esparsos são os estudos de natureza cognitiva secundária que conjugam construtos baseados em programação, como os da Robótica Educacional, com instrumentos metodológicos para o Ensino de Matemática.

Em se tratando de instrumentos, programar é, ainda, e provavelmente continuará a ser, o meio mais popular de difundir as habilidades do PC e integrá-las ao Ensino de Matemática e Ciências (LOCKWOOD; MOONEY, 2018), além de continuar a ser importante ferramenta para mostrar como o PC pode ser aplicado na resolução de problemas da realidade. Isso se dá por meio de conceitos como: condicionais; iteração; e lidar com informações e dados. Para tanto, essa programação, no ambiente escolar, faz uso de *Scratch*, planilhas, *Python*, *Basic* e *Visual Basic*.

Há ainda o argumento (LOCKWOOD; MOONEY, 2018) de que o uso de linguagens visuais (*Scratch*, *BlockDuinoForKids*, etc.) e simples simulações, permitem que as habilidades algorítmicas essenciais⁹ do PC possam ser ensinadas de forma bem menos intimidadora. Assim, o ensino por meio de programação pode focar nas competências compartilhadas entre o PC e a disciplina objetivada; aqui, a Matemática.

Destarte, o debate sobre o tema PC é essencial, no esforço de sua difusão, seu desenvolvimento e integração à Educação Básica (VALENTE, 2016). A natureza desse

⁹ Outras estratégias com esse viés foram o uso de: *Minecraft*, *Print Craft*, atividades de *CD Unplugged*, e criação de jogos como *Scalable Game Design (SGD)*, da Universidade do Colorado.

processo educacional acontece numa relação intrínseca de indivíduos e computadores, rotineiramente em ambientes de programação (WING, 2011; DENNING; TEDRE, 2019). O que enseja tratar da construção de ferramentas metodológicas de análise e, portanto, de avaliação do desenvolvimento do PC em atividades de programação e, no concurso, criar instrumentos formais de avaliação.

Em 2017, o PC foi concebido como sendo as habilidades lógico-linguísticas associadas com os processos mentais envolvidos com a formulação compreensiva de problemas para que computadores humanos e mecânicos pudessem executá-los incorrendo em soluções adequadas (WING, 2006; DENNING; TEDRE, 2019).

No mesmo ano, foi incluído na BNCC como uma das três competências relacionadas às TDIC, conforme conceito estabelecido em Baranauskas e Valente (2013), a serem desenvolvidas na Educação Básica.

Dentro dessa perspectiva, a computação é uma ciência exata e, ao longo deste século, e do anterior, têm se inserido acessoriamente em diversos ramos científicos, mudando a forma como são pensadas e organizadas certas disciplinas científicas. E, por conseguinte, o PC, ao ser difundido a partir, e para o uso, dos computadores, tem privilegiado a associação às disciplinas de STEM.

Combinada a essa afinidade histórica e ao fato de que, na Educação Básica, a área de Ciências Exatas é composta nominal e unicamente pela Matemática, é implícita a responsabilidade da Educação Matemática em desenvolver o PC assim como as habilidades matemáticas (que podem, em diversas instâncias, ser comparáveis às habilidades do PC).

Nesse íterim, torna-se necessária a formalização de processos avaliativos do desenvolvimento do PC e, como alerta Valente (2016), essa é uma área ainda infante, na pesquisa educacional, por questões de temporalidade e divergência conceitual quanto às habilidades que compõem o PC (BRACKMANN, 2017). Para identificar as ações que ocorrem durante os procedimentos educacionais, mediante o uso dos norteadores do PC, foi necessário eleger uma metodologia de análise desses dados. Assim, no próximo tópico, trata-se de explicitar essa escolha.

METODOLOGIA: O USO DE ANÁLISE DISCURSIVA

A questão de avaliar o PC pode ser observada por dois vieses: a necessidade de usar metodologias de análises que permitam identificar categorias que emergem dos contextos educacionais, em vez de provirem de um corpo pacificado de habilidades curriculares, e o uso de instrumentos de pesquisa que captem, em maior espectro, a interação aprendiz/computador. Convém mencionar, entretanto, que o presente artigo não tratará de atividades.

Assim, é interessante observar como uma metodologia como a ATD, e a sua construção de categorias de análise por meio de um processo recursivo-iterativo de emergência (MORAES, GALIAZZI, 2006), e um instrumento tão recente quanto a Gravação de Tela, podem ser utilizados para construir um processo de avaliação do PC. Ademais, combiná-los, pois essa metodologia de análise pode ser utilizada como um instrumento com fins de construir um método de análise visual das gravações em processos educativos mediados por computador.

Neste estudo, há duas frentes de pesquisa interconectadas. Em ordem reversa, temos, em uma frente, a análise da produção estudantil, durante uma das atividades experimentais de programação *software Scratch*. A produção analisada foi uma das atividades – síncronas, por *Google Meet*, e assíncronas, por *WhatsApp* – de programação em turmas virtuais – *Google Sala de Aula* – apresentadas a alunos da Educação Básica no baixo sul baiano. A essas atividades, coube o caráter experimental, dado o exótico do processo educacional remoto, solidário, voluntário, e extracurricular, conduzido durante o período da pandemia de Covid-19.

Em outra frente, a concepção é de um método de análise visual para a mencionada atividade baseada em ATD, o qual ficará/focou na emergência de categorias associadas ao PC, a partir do texto escrito e visual oriundo dos instrumentos de pesquisa. Nesse sentido, a análise da produção dos alunos é essencial para compreender seus processos de aprendizagem. O produto das atividades desenvolvidas pelos alunos no decorrer do processo de aprendizado é importante fonte para entender o conhecimento, as habilidades e competências adquiridos ao longo de processos educacionais. No caso deste estudo, de início, foram analisados os relatos da experiência de um aluno a partir de um questionário,

denominado aqui como questionário processual, e das gravações de tela nos momentos de programação.

Questionário Processual

Segundo Marconi e Lakatos (2003), o questionário é uma ferramenta de observação direta e intensiva, pelo modo como coleta dados diretamente do participante da pesquisa. Por outro lado, Fiorentini e Lorenzato (2012) defendem a importância desses para a pesquisa qualitativa, quando utilizadas questões abertas, por permitir análises mais profundas e categorizadas. Possibilidade muito importante, pois, como apontado mais à frente, instrumentos desta pesquisa serão analisados textual e discursivamente.

Com o sentido de estudar o processo de aprendizado na atividade experimental – e nas atividades subsequentes, que virão no bojo da pesquisa de mestrado que este artigo prelude – fez-se uso de um questionário de questões abertas, não respondido pontualmente, ao cabo do processo de intervenção pedagógica. Mas, sim, terá uma seção respondida, ao fim de cada etapa definida desse processo educacional, através de um formulário virtual, no mesmo console de programação. Captando-se, assim, do aluno, dados em diversos momentos do processo e configurando-se um Questionário Processual.

Além disso, esse Questionário Processual teve questões construídas de forma que o aluno respondeu expressando tanto o seu Conhecimento Matemático, quanto o seu PC. Assim, nessa atividade, os enunciados (ou questões) são: "Quais os princípios ou elementos de matemática presente no jogo?", e "Como se estruturaria ou se esquematizaria um programa para uma calculadora de itens básicos necessários para atingir um certo nível de item?".

A próxima captação dos dados advém da gravação de tela.

Gravação de tela

O segundo instrumento de pesquisa, utilizado em questão, é a gravação de tela. Uma gravação feita a partir do próprio computador, *smartphone*, *tablet*, ou qualquer outro console de programação, captando a tela do computador e o áudio do seu entorno. Serão registradas pela gravação de tela as interações aluno-máquina nos ambientes de

programação, bem como o uso de quaisquer outras ferramentas empregadas na interface do computador.

Ainda, de acordo com Tang *et al.* (2006), o uso da gravação de tela é não obstrutivo e inevitável uma vez que todas as interações (visualmente) e entornos (sonoramente) podem ser registradas. Esse tipo de videogravação é utilizada com a intenção de melhor descrever os processos mentais envolvidos na programação através de *Scratch* e, por conseguinte, compreender as habilidades do PC e da Matemática envolvidas nos processos pertinentes. Mais, ainda, gravar a tela do console de programação permite analisar, com o olhar privilegiado da perspectiva visual do aprendiz, a organização dos algoritmos, as tentativas e os erros; o desenvolvimento de eficiência; e o uso de ferramentas da máquina externas à plataforma de programação.

Em suma, essa gravação é um instrumento que possibilita a análise de todas as etapas da relação aprendiz-computador. Adicionalmente, esse tipo de gravação leva à captação de áudio como em uma videogravação usual. O papel preponderante da captação de áudio, por esse método, durante a programação, é o registro da comunicação.

Uma análise *visual* discursiva

De início, pretendeu-se realizar uma análise visual como fonte de dados para o uso de ATD. De acordo com Moraes e Galiazzi (2006), a ATD situa-se entre dois polos conceituais: o dos significados expressos pelo autor e o dos contextos de produção dos textos. A ATD é composta por três processos claramente distinguíveis - a unitarização, a categorização e a produção do metatexto. Sobre a primeira etapa, Moraes e Galiazzi (2006, p. 118) ainda a descrevem:

A análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador.

Essa descrição denota claramente que esta análise não se inicia com um processo de copiar, colar e adequar gramaticalmente. O que há, é uma interpretação e apropriação semântico-teórica de ordens subjetiva e qualitativa. A unitarização não se baseia em frases, ou períodos, mas na partição dos textos, em suas ideias e argumentos. Moraes e Galiazzi (2006, p. 118) posicionam-se como: “A articulação de significados semelhantes em um

processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise”.

Na categorização processual, de acordo com Galiazzi e Sousa (2019), é que se delinea o método de análise textual discursiva. A natureza desse método pode ser indutiva. Agrupamentos por separação e/ou contraste constituem categorias fundamentadas por um referencial teórico subjacente; dedutiva, categoria assinalada, a priori, a partir de um referencial teórico que orienta a coleta dos dados; ou, mista, quando categorias emergem a partir de um referencial teórico já definido, mas que permite a emergência de unidades de significado à parte.

A ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. (MORAIS; GALIAZZI, 2006, p. 118).

O processo não só descrito, mas interpretativo e, por isso, comunicativo, das contribuições coletivas, é a parte conclusiva de uma ATD, o metatexto. Esse texto, teoricamente fundamentado, tem por função expressar, em argumentos, ideias recursivamente analisadas e agrupadas em categorias e subcategorias.

Exemplarmente, tome-se o seguinte excerto da resposta do questionário – “O jogo funciona combinando três peças na linha. Se combinar cinco peças em cruz, a gente consegue duas peças. É mais vantagem juntar em cruz do que em linha”. Tratando-se de ATD, o seguinte fragmento de texto, retirado do questionário pessoal, poderia ser alocado na categoria “decomposição” – “O jogo funciona combinando três peças na linha. Se combinar cinco peças em cruz, a gente consegue duas peças”. Outro fragmento pode ser associado à categoria “otimização” – “É mais vantagem juntar em cruz do que em linha”. As unidades de significado são combinadas com argumentos da literatura.

Análise da imagem em movimento nas gravações de tela

Nas gravações de tela, instrumento de pesquisa utilizado, não se registra o sujeito, mas apenas suas ações e os comentários sobre seu próprio agir (e, claro, as conversas dissociadas do ambiente), portanto, distingue-se da videogravação; o que exclui a análise de expressões e emoções, como orienta Honorato (2006). A gravação de tela, ainda, não é

um registro de cenas, ao menos não neste estudo, portanto, exclui-se aquilo que Rose (2008), na *Análise da Imagem em Movimento*, chama de trasladar – no sentido de trazer de uma linguagem audiovisual para a escrita – silêncios, pausas, hesitações, ênfases, inflexões e cadência.

Exemplarmente, na figura 1, anterior à *Análise da Imagem em Movimento*, a preocupação é descrever o cenário de fantasia e místico; os itens flutuando; a trilha sonora do *game*; o leiaute; além de tudo aquilo que o jogo destaca e que se deseja que o espectador observe. Tudo isso num texto que descreve cenários e contextos, e narra ações.

Figura 1: O cenário do jogo



Fonte: Criada pelos autores (2021).

Rose (2008) ainda alerta que, na *Análise da Imagem em Movimento*, é necessário descrever os cenários, movimentos de câmera e aspectos gráficos, como fontes, cores e leiautes. No entanto, como o registro da programação em *Scratch* foca em um cenário não criado pelos estudantes (a interface de programação), no qual os elementos visuais existem em função do seu papel na construção dos programas, doravante cria-se outro grupo de elementos a ser excluído.

Cabe, ainda, salientar que o registro em questão não é de ações de livre iniciativa, mas de ações roteirizadas (mesmo que com tentativas e erros) pela intenção de resolver problemas e executar tarefas. Restam, portanto, de forma autoral, cada ação¹⁰ e os possíveis comentários captados do áudio associados como itens analisáveis e, segundo Rose (2008), desempenhando o papel de dimensões visual e verbal, respectivamente.

ANÁLISE VISUAL DISCURSIVA EM MOVIMENTO

¹⁰Como as ações são demarcadas e delimitadas e integradas no método de análise, é percorrido em *Métodos de ATD na Análise: Especificidades da Gravação de Tela*.

Após as supramencionadas considerações, conforme Rose (2008), combinam-se essas dimensões visual e verbal na unidade de análise da gravação de tela, e, por questão do método de análise (baseado em Análise Textual Discursiva) escolhido, serão tratadas como “ações significativas”. Assim, analisar os registros de gravações de tela exige, antes de qualquer método de ATD, uma compreensão alterada das unidades de significado (produto do processo de unitarização do texto), uma vez que o texto decorrente das gravações em questão é majoritariamente visual. Nesta pesquisa, não é feita meramente uma análise de transcrições.

O ato de identificar unidades de significados, aqui tratadas, cambialmente, como ações significativas (as unidades de análise do presente texto visual), por si, substitui a unitarização. Define-se o ator (o aluno), a ação (verbo com advérbio), o objeto (o código, a variável, a peça, etc.) e o contexto (que pode acrescentado pela dimensão verbal, definida a priori).

Diferentemente do registro escrito, em que as unidades significativas tendem a ser hierarquizadas – de acordo com o posicionamento de ideias na frase – e sequenciais, neste registro, as ações significativas podem ser paralelas, subpartes e intercruzadas. Depuradas as ações, termina-se a análise com a categorização e produção de metatexto, de forma usual. Na imagem da figura 2 apenas uma ação é significativa.

Figura 2: Combinação de três elementos



Fonte: Criada pelos autores (2021).

No exemplo da figura 3, constam as unidades significativas – “O ator alinhou três itens de ordem inferior para criar um item de ordem superior”; – “O ator alinhou cinco itens em formato de ordem inferior para criar dois itens de ordem superior”, descartando os cenários que nessa análise visual seriam supérfluos.

Figura 3: Combinação de cinco elementos



Fonte: Criada pelos autores (2021).

Com os registros da gravação de tela e dos questionários, observa-se mais uma unidade significativa – “O ator comparou as combinações e observou como obter uma maior quantidade de itens”.

Essas unidades significadas, com os devidos argumentos baseados na literatura, podem incorporar a categoria “decomposição”, conforme unidade de significado extraída via ATD. Uma vez que, nesse cenário hipotético, emprestando daquilo que fala Wing (2011), o ator em questão, para pensar computacionalmente, envolve-se no jogo e decompõe as ações necessárias para expressar as soluções e obter resultados ótimos. Assim, o agrupamento de unidades significativas proporciona um adensamento teórico.

Para a descrição dessas etapas da coleta de dados, apresenta-se a atividade inicial: Atividade assíncrona, que compreende a análise de um jogo (*Merge Dragons*, um aplicativo para celular); a descrição dos princípios matemáticos associados; a construção

de um programa no ambiente *Scratch*, que calcule o número de itens a ser combinado para a obtenção de itens de nível mais avançado necessários para alcançar os objetivos.

1. São jogadas algumas fases do jogo;
2. Compreende-se o princípio matemático de combinação dos itens;
3. Descreve-se, com percepção matemática, aquilo que é necessário para obter itens;
4. Analisa-se a tarefa apresentada de acordo com o conhecimento sobre o jogo;
5. Cria-se a resposta para a tarefa utilizando o ambiente de programação *Scratch*.

Vale aqui ressaltar que o jogo consiste na combinação de itens três a três e conectados (alinhados) num tabuleiro, para a obtenção de um item no nível seguinte. Ou, alternativamente, a combinação de cinco itens para a obtenção do nível seguinte. O que alude conceitos matemáticos envolvendo potenciação e mais avançada progressão geométrica.

Após, tem início a análise, sob a ótica das categorias, quando, então, as categorias de análise postas, a priori, são as habilidades da competência PC “decomposição”, “padrões”, “abstração”, “algoritmos”, partindo da BNCC. A primeira referindo-se à capacidade de dividir um problema em outros menores; a segunda, a capacidade de reconhecer os padrões envolvidos, tanto no problema quanto na solução; a terceira, em reduzir padrões em formulações genéricas adequadas a soluções amplas; e a última categoria trata do ordenamento e encadeamento de soluções em programação.

Na sequência, tem-se a apresentação dos escritos. Para isso, no quadro 1, de categorias com a unitarização provenientes do processo no qual o aluno descreve seus achados em relação ao jogo (questionário processual).

Quadro 1: Categorias e unidades de significados

Padrões	Recolhimento e investimento de produtos que triplicam seu valor de acordo com o que for conduzido no processo Podemos reconhecer conjuntos no jogo quando agrupamos determinados objetos: Agrupamento de plantas pequenas, na quantidade de 5, aprimorando-o para duas outras versões maiores; Agrupamento de plantas pequenas, na quantidade de 3, aprimorando-o para um da versão maior
Abstração	Percebem-se progressões matemáticas no programa, quando determinados valores dizem o quanto avançou, e esses valores crescem, estabelecendo uma dificuldade maior, ao longo do jogo

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A priori, percebe-se a possibilidade de, no texto, extrair unidades de significado quanto aos acontecimentos anteriores a programação. Mas, inexistem unidades de significado textuais para as categorias dedutivas “decomposição” e “algoritmos”. A próxima ação é a gravação de tela.

No quadro 2, constam as categorias com ações significativas desenvolvidas pelos alunos (atores) provenientes da gravação de tela do processo de criação da solução.

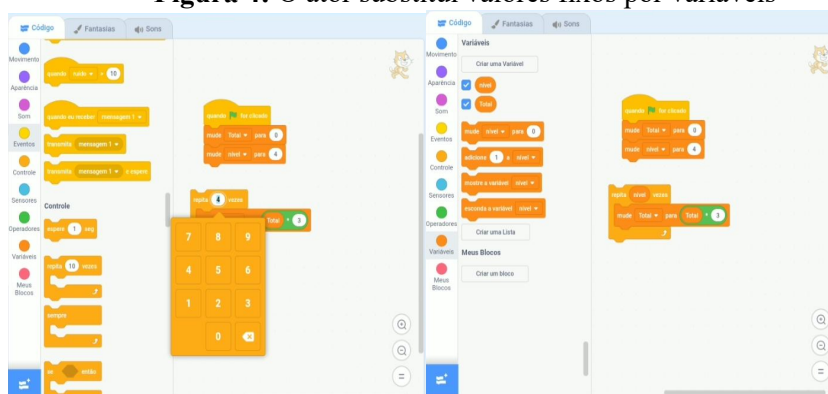
Quadro 2: Categorias e unidades de significados

Decomposição	<ul style="list-style-type: none"> O ator apenas usa operações básicas O ator não faz uso de fórmulas prontas O ator faz uso de uma subtração, para diminuir o valor numérico do "nível"
Padrões	<ul style="list-style-type: none"> O ator compreende a relação entre as duas variáveis O ator testou outros valores de variável “nível” O ator compreende progressão como uma sucessão de multiplicações por três
Abstração	<ul style="list-style-type: none"> O ator define que a variável "nível" determina as operações O ator generaliza as repetições utilizando uma variável O ator substitui valores fixos por variáveis
Algoritmos	<ul style="list-style-type: none"> O ator cria variáveis "nível" e “total” O ator usa condicional O ator faz uso de multiplicação sobre o total O ator confunde as variáveis O ator insere blocos aninhados O ator alinha blocos O ator utiliza operadores não matemáticos O ator apaga blocos de programação por engano O ator percebe que a plataforma não permite desfazer ação O ator memoriza a ordem dos blocos

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

E, ainda, tais ações são apresentadas pelas imagens da figura 4.

Figura 4: O ator substitui valores fixos por variáveis



Fonte: Criada pelos autores (2021).

O fechamento da ATD: metatexto

Como definido a priori, o metatexto compõe-se das categorias: “Decomposição”; “padrões”; “abstração”; e “algoritmos”. A primeira categoria, “decomposição”, é expressa primordialmente pelos achados visuais analisados em questão. Essa decomposição é expressa quando o aluno quebra o conceito de progressão geométrica em uma sequência de operações básicas, num modo mais conveniente e prático, talvez, segundo seus conhecimentos. Assemelhando-se, portanto, ao que Wing (2014) aponta, quando afirma que o pensamento computacional se interessa por adequar as tarefas às capacidades computacionais do sistema. O aluno, aqui, é parte desse sistema computacional.

O reconhecimento de “padrões” acontece quando o aluno pontua quais os princípios matemáticos básicos e, portanto, as recorrências nas jogadas (as figuras 2 e 3 testemunham o fato). Ainda, passa pela compreensão da sucessão de multiplicações necessárias para construir o programa, além de serem exemplificadas pela ação de repetir as operações com vários resultados.

Na “abstração”, trata-se do movimento sublime de filtragem dos padrões para soluções mais genéricas. Weintrop *et al.* (2012) definem que, modelos e esquemas são partes fundamentais dos pensamentos computacionais, e ações como a substituição de valores numéricos por variáveis permitem a universalização das soluções do pensamento, o que corrobora com o processo de abstração ser observável nos escritos. E associa o pensamento computacional com a matemática (BRACKMANN, 2017).

A criação de algoritmos proporciona duas vertentes de observações alocáveis. Nesse *corpus*, é analisada em duas subcategorias: a programação e o erro. A programação refere-se aos atos de alinhar, aninhar, alocar código, ou blocos de *Scratch*, que se coadunam com a proposta de Brennan e Resnick (2012). O erro associa-se, por outro lado, ao confundir variáveis e, portanto, ter que recorrer à depuração (GROVER; PEA, 2012), ou apagar partes do código e ter, ao memorizar, que reescrevê-lo. Ademais, descobrir os limites da máquina e saber contorná-los fazem parte do pensamento computacional (WING, 2006).

Logo, é perceptível o amplo espectro observável num único texto visual e escrito, obtido numa atividade de desenvolvimento do PC. Os processos aglutinados por essas categorias permitem acessar o deslinde dos processos de aprendizado do PC e permitem

avaliá-los e modelá-los; contribuição que emerge do uso desse processo de interpretação realizado sobre as ações contidas nessas captações de tela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo, apresenta-se um método de análise desenvolvido para gravações de tela que combina a recursividade, formalidade e as categorias da ATD, aos métodos que se debruçam sobre os significados da imagem em movimento. E, subsequentemente, utilizar esse método para a análise de uma atividade concebida utilizando um jogo (*Merge Dragons*) e *Scratch* para o desenvolvimento do PC (BRENNAN; RESNICK, 2012)

Assim, a análise foi feita no curso de atividades baseadas em aplicativos e ambientes de programação visual. As unidades significativas, segundo Moraes e Galiazzi (2006), foram moduladas para adequar-se à Análise Visual Discursiva – que o teste escrito introduz –, nas denominadas “ações significativas”. E essas “ações significativas” permitiram a construção de categorias, e a argumentação – entremeada pela literatura sobre o PC – delas vindoura.

Num plano objetivo, esse esforço vai ao encontro da demanda por instrumentos de análise do desenvolvimento do PC, como enuncia Valente (2016), e, por conseguinte, permite criar instrumentos de avaliação das habilidades do PC (CSTA; ISTE, 2011; BRASIL, 2017). Há, no entanto, que se robustecer de bases teórico-metodológicas para a avaliação de cenários de aprendizagem nos quais os aprendizes possuem maior gama de possibilidades interativas e elementos na imagem em movimento, como as descritas por Rose (2008).

Há, ainda, possibilidades concernentes a outros referenciais teóricos relacionados ao pensamento computacional em outros arranjos de categorias, a priori, ou até mesmo categorias emergentes. Abre-se, ademais, um leque de possibilidades na observação compreensiva das práticas educacionais que se compõem total ou parcialmente de processos de interação aprendiz-computador, ou dos projetos que se desenvolvam em ambientes de colaboração virtual, ou aqueles baseados em programação. Este trabalho, em específico, insere-se numa pesquisa de mestrado que utilizou o método de análise aqui concebido para analisar o desenvolvimento do PC em atividades de robótica educacional.

REFERÊNCIAS

- BARANAUSKAS, M. C. C.; VALENTE, J. A. Editorial. **Revista Tecnologia, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v.1, n.1, dez. 2013.
- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: Ensino médio**. Brasília: MEC, 2017.
- BRENNAN, K; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In: Proceedings of the 2012 ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION*, Vancouver, Canadá, 2012, p. 25.
- COSTA, E. J. F. **Pensamento computacional na educação básica: Uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática**. 2017, 144p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2017.
- CSTA; ISTE. **Operational definition of computational thinking for K–12 education**. 2011. Disponível em: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2021.
- DENNING, P. J.; TEDRE, M. **Computational thinking**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2019.
- DENNING, P. J. Remaining trouble spots with computational thinking. **Communications of the ACM**. 60(6), 33–39. 2017.
- EVARISTO, I. S. **O pensamento computacional no processo de aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade 9 de julho (Uninove), São Paulo 2019.
- FIorentini, D; LOrenzato, S. **Investigação em educação matemática: Percursos teóricos e metodológicos**, 3. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2012.
- GALIAZZI, M. C; SOUSA, R. S. S. *A Dialética na Categorização da Análise Textual Discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito*. **Revista Pesquisa Qualitativa**. v.7, n.13, p. 01-22, abr. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARTINELLI, S. R. **MultiTACT: Uma abordagem para a construção de atividades de ensino multidisciplinares para estimular o Pensamento Computacional no Ensino Fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

- MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.
- PAPERT, S. *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980. Traduzido como: **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças**: Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PASQUAL JUNIOR, P. A. **Pensamento computacional e formação de professores**: Uma análise a partir da plataforma Code.org. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.
- PONTE, J. P. **O ensino da matemática em Portugal**: Lições do passado, desafios do futuro. 2004. Disponível em: www.ufpel.tche.br/clmd/bmv/detalhe_biografia.phd?id_autor=1. Acesso em: 12 de março de 2016.
- QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F.; SANTOS, M. P. **Pensamento computacional, robótica e educação. Tecnologias, sociedade e conhecimento**. Campinas, v. 4, n. 1, 2017.
- ROSE, D. **Análise de imagens em movimento**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (org.). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.
- SILVA, F. **Pensamento computacional: Uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares 2020**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.
- SILVA, L. C. L. da. **A relação do pensamento computacional com o ensino de matemática na educação básica**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Presidente Prudente, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/191251>. Acesso em: 15 de maio de 2021
- TANG, J. C. et al. Unobtrusive but invasive: using screen recording to collect field data on computer-mediated interaction. In: **Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work**. 2006. p. 479-482.
- VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: Diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista E-curriculum**, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016.
- VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP, p. 24-44, 1993
- VALENTE, J. A. Prefácio. In: **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- WEINTROP, D. et al. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, v. 25, n. 1, p. 127-147, 2016.

WING, J. M. **Computational thinking benefits society**. Social issues in computing. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>. Acesso em: 16 de maio de 2020

WING, J. M. **Computacional thinking**. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

ZEICHNER, K. M. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educ. Soc.**, ago. 2008, v. 29, n. 103, p. 535-554.

Submetido em 25 de julho de 2021.
Aprovado em 15 de fevereiro de 2023.