Práticas de pensamento computacional e desenvolvimento do sentido de símbolo: Uma experiência no 2.º ciclo com a folha de cálculo

Practices of computational thinking and the development of a sense of symbol: An experience in the 2nd cycle with the spreadsheet

Maria João Barreiros
Agrupamento de Escolas José Maria dos Santos
Portugal
mariabarreiros58@gmail.com

Lina Brunheira
Escola Superior de Educação de Lisboa, CI&DEI, Instituto Politécnico de Lisboa
Portugal
lbrunheira@eselx.ipl.pt

Resumo. Este estudo teve como objetivo identificar os contributos da folha de cálculo para o desenvolvimento do pensamento computacional e do sentido de símbolo, em alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), a partir da resolução de uma tarefa de investigação. O estudo seguiu uma metodologia qualitativa, na modalidade de investigação-ação e os dados foram recolhidos através da observação direta, gravações áudio e recolha documental das produções dos alunos, resultado da exploração da tarefa. Os resultados mostram que a folha de cálculo promove (i) a mobilização de práticas de pensamento computacional, em especial, de algoritmia, de reconhecimento de padrões e de depuração; (ii) a compreensão de expressões algébricas, o estabelecimento de relações entre a linguagem simbólica própria deste ambiente computacional e a simbologia algébrica. Para estes resultados contribuíram de forma determinante a natureza exploratória da tarefa e a interação entre a professora e os alunos.

Palavras-chave: pensamento computacional; sentido de símbolo; folha de cálculo; tarefa de investigação.

Abstract. This study aimed to identify the contributions of the spreadsheet to the development of computational thinking and sense of symbol of 5th and 6th grade students, through the resolution of a mathematical investigation. The study followed a qualitative methodology, in the form of action-research (A-R), and data were collected through direct observation, audio recordings, and the collection of students' work, resulting from the exploration of the task. The results show that the

Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática 33(2) 223-243
https://doi.org/10.48489/quadrante.36208
Recebido: maio 2024 / Aceite: dezembro 2024

spreadsheet promotes (i) the mobilization of computational thinking practices, especially in algorithmics, pattern recognition, and debugging; (ii) the understanding of algebraic expressions, establishing connections between the symbolic language of this computational environment and algebraic symbolism. The exploratory nature of the task and the interaction between the teacher and the students significantly contributed to these results.
Keywords: computational thinking; sense of symbol; spreadsheet; mathematical investigation.

Introdução

Nas últimas décadas, as tecnologias têm transformado o mundo e a forma como o percecionamos, dado que passaram a ocupar mais espaço no nosso quotidiano. Assim, no contexto de uma realidade em constante mudança, a escola adquire um importante papel na promoção da literacia digital, no sentido de preparar cidadãos que consigam responder adequadamente aos desafios do dia a dia (Martins, et al., 2017).

O conceito de pensamento computacional (PC) surge como uma capacidade de "resolução de problemas, conceção de sistemas e compreensão do comportamento humano" (traduzido de Wing, 2021, p. 2) fundamental a todas as pessoas e transversal a diversas áreas do saber. Esta capacidade envolve um conjunto de ferramentas mentais, fundamentais nas ciências da computação, como a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, o pensamento algorítmico e a depuração (Espadeiro, 2021).

A reformulação das Aprendizagens Essenciais (AE) de Matemática do Ensino Básico fez emergir o PC como uma das seis capacidades matemáticas transversais, fundamentais para desenvolver ao longo da escolaridade. A par com estas capacidades, são apresentados quatro grandes temas, incluindo a Álgebra. Neste tema prevê-se que os alunos desenvolvam progressivamente o pensamento algébrico (PA), "denotando compreensão da variação em situações diversas e desenvolvendo a capacidade de conjeturar, reconhecer e exprimir relações e generalizações, numéricas e algébricas" (Canavarro et al., 2021a, 2021b, p. 10). Valoriza-se a progressiva utilização dos símbolos com compreensão, para exprimir propriedades ou relações, incluindo no contexto da resolução de problemas. Neste documento assume-se uma "Matemática para o século XXI", considerando necessário adequar o ensino/aprendizagem da matemática à atualidade. Em conformidade com este princípio, a utilização de ferramentas tecnológicas é considerada como um poderoso recurso na transição entre tipos de representação, na "realização de cálculos, [n]a construção de gráficos, [n]a realização de simulações, [n]a recolha, organização e análise de dados, [n]a experimentação matemática, [n]a investigação e a modelação, [n]a partilha de ideias" (Canavarro et al., 2021a, 2021b, p. 6). Entre as ferramentas tecnológicas, sugere-se a folha de cálculo (FC) referida pela primeira vez no 2.º ano.

Stanford (2018), nos vários exemplos que apresenta sobre as possibilidades de utilização da FC, afirma que esta ferramenta permite descrever facilmente uma sequência de passos, mostrar resultados dinâmicos, facilmente analisados e alterados, mostrar uma solução e o seu relatório, realizar operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, adequar um modelo a problemas similares e criar diagramas e gráficos. Estas potencialidades apontam para a eventual relevância da FC para o desenvolvimento do PC, a par do PA, o que conduz ao objetivo do estudo realizado – identificar os contributos da FC para o desenvolvimento do pensamento computacional e do sentido de símbolo, em alunos do 2.º CEB, a partir da resolução de uma tarefa de investigação. Neste artigo, analisamos as resoluções dos alunos de uma tarefa de investigação com recurso à FC, procurando responder às seguintes questões: a) quais as práticas de pensamento computacional que emergem a partir da resolução da tarefa? b) que evidências de desenvolvimento do sentido de símbolo, em expressões algébricas, são identificadas durante a resolução da tarefa?

Quadro teórico

Pensamento computacional

Apesar de os procedimentos e capacidades características do PC não serem novidade no âmbito da educação, desde 2006 que esta capacidade tem ganho particular interesse na comunidade científica e educativa, após a publicação de Jeannette Wing intitulada "Computacional Thinking" (Ramos & Espadeiro, 2014). Antes de Wing, Seymour Papert, em 1980, utilizou o computador como uma ferramenta para resolver problemas, afirmando que os seus alunos aprendiam a criar algoritmos que um computador conseguisse ler, introduzindo, assim, uma das ideias essenciais de PC – a algoritmia (Albuquerque, 2021; Beecher, 2017).

No trabalho de Wing, o PC foi definido como uma capacidade, transversal e fundamental a todo o ser humano, para resolução de problemas, através da mobilização de conceitos da ciência da computação. Esta autora reforça, ainda, o princípio de que o PC não corresponde a pensar como um computador, nem em usar obrigatoriamente um computador ou programar, mas antes formular problemas, pensar sobre os dados, decompô-los, encontrar padrões e representações adequadas à informação, transpor os conceitos computacionais para o quotidiano para resolver problemas e comunicar (Wing, 2021). Consistente com esta ideia, Espadeiro (2021) destaca a possibilidade de as ações envolvidas na resolução de problemas, através do PC, serem "realizadas por um agente de processamento de informações" (p. 5). Em 2011, o National Research Council (NRC) reuniu as perspetivas de diferentes autores sobre as suas conceções de PC. Tinker (NRC, 2011) argumentou que a essência do PC é decompor um problema complexo com o objetivo de encontrar soluções. Já Resnick apresentou a ideia de que o PC envolve a capacidade de "criar, construir e inventar soluções para problemas" (NRC, 2011, p. 8).

Em 2014, Wing reformula a definição de PC, caracterizando-o como

> a atividade mental na formulação de um problema de modo que possa ser admitida uma solução computacional. A solução pode ser levada a cabo por uma máquina ou um ser humano. Este último ponto é importante. Em primeiro lugar, os seres humanos computam. Em segundo lugar, as pessoas podem aprender pensamento computacional sem recurso a uma máquina. Além disso, o pensamento computacional não é apenas sobre a resolução de problemas, mas também sobre a formulação do problema (traduzido de Wing, 2014, secção "What is computational thinking?").

Ainda que existam diversas definições para PC, há um conjunto de conceitos essenciais que o sustentam e caracterizam. Beecher (2017) destaca o "pensamento lógico", "pensamento algorítmico", "decomposição", "generalização e reconhecimento de padrões", "modelação", "abstração" e "depuração":

- *Pensamento lógico:* A lógica é usada para formular conclusões pela distinção de argumentos corretos e incorretos, através da análise de premissas. O pensamento lógico aplicado ao PC é um meio de testar hipóteses para chegar a conclusões (Beecher, 2017).
- *Pensamento algorítmico:* Consiste na definição de um conjunto sequencial de passos individuais, profícuos na comunicação de instruções com precisão – essencial nos sistemas computacionais (Beecher, 2017).
- *Decomposição:* Procedimento pelo qual um problema complexo é dividido em partes menores e mais simples (Beecher, 2017). Esta estratégia é amplamente reconhecida na resolução de problemas. A repartição do problema possibilita que se certifique que cada parte do problema é resolvida corretamente para que, posteriormente, as soluções de cada um dos pequenos problemas possam ser integradas na solução do problema inicial (Albuquerque, 2021).
- *Reconhecimento de padrões e generalização:* O processo de generalização permite que a solução encontrada num problema se torne mais poderosa e possa ser utilizada em situações similares. É através do reconhecimento de padrões de um dado problema, ou seja, das partes equivalentes e conceitos similares, que a formulação de uma generalização é possível (Beecher, 2017). Os padrões podem ser semelhanças entre uma situação matemática e outra resolvida anteriormente. Neste caso, a identificação de padrões em problemas similares possibilita a reutilização do processo de resolução.
- *Abstração:* Acontece quando "se escolhem apenas os aspetos da realidade que são essenciais para o problema em estudo" (Albuquerque, 2021, p. 35). Como refere Beecher (2017), é necessário omitir alguns detalhes que não são importantes para a passagem de informação, o que permite, também, a expressão de ações que um computador consiga interpretar.
- *Modelação:* Um modelo é uma representação pouco detalhada de uma parte da realidade. Neste sentido, um modelo pode ser entendido como o resultado de um

processo de abstração, isto é, de omissão de informação. A utilização de modelos na resolução de problemas permite uma melhor compreensão da realidade, sem que se perca o foco no que é realmente importante para a alcançar as suas soluções (Beecher, 2017).

- *Depuração:* Falhas e erros podem ser encontrados em qualquer momento no processo de resolução de problemas (Albuquerque, 2021). A identificação, testagem, recuperação e correção de erros são práticas que fazem parte da resolução de problemas. A otimização das práticas de prevenção de erros e o modo de os corrigir são essenciais neste processo (Beecher, 2017).

Desenvolvimento do pensamento computacional na escola

No artigo de Wing, publicado em 2006, a autora defende a introdução do PC na educação como uma competência essencial, a par da leitura, da escrita e da aritmética (Wing, 2021). A introdução desta forma de pensamento desde cedo é, atualmente, uma ideia aceite na comunidade científica e educativa (Ramos & Espadeiro, 2014), por estimular e requerer uma variedade de atitudes e capacidades no contexto da resolução de problemas: "i) confiança ao lidar com a complexidade; ii) persistência ao resolver problemas difíceis; iii) tolerância para ambiguidades; iv) capacidade de lidar com problemas abertos; e v) colocar de lado diferenças para trabalhar com os outros a fim de alcançar um objetivo ou solução comum" (Barr & Stephenson, 2011, p. 51).

O PC tem-se vindo a disseminar e valorizar, chegando hoje ao currículo e à escola. Num estudo realizado em 29 países, sobre as razões para a integração do PC no currículo, Portugal indicou que a sua integração era importante para fomentar capacidades de codificação e programação, de resolução de problemas, de pensamento lógico e outras competências chave (Bocconi et al., 2022).

Efetivamente, no nosso país, o PC começou por ser incluído como capacidade matemática transversal nas AE de Matemática do Ensino Básico (Canavarro et al., 2021a, 2021b). Neste documento afirma-se que o PC "pressupõe o desenvolvimento, de forma integrada, de práticas como a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a análise e definição de algoritmos, e o desenvolvimento de hábitos de depuração e otimização dos processos" (p. 3) e envolve: i) a extração de informação para reduzir a complexidade de um problema e focando somente nos detalhes que são essenciais à sua resolução (abstração); ii) a repartição de um problema complexo em partes mais simples e mais fáceis de gerir (decomposição); iii) a identificação e reconhecimento de regularidades e relações de casos particulares ou em situações matemáticas similares (reconhecimento de padrões); iv) a estruturação, passo a passo, do processo de resolução de um problema (algoritmia); e v) a identificação de eventuais erros, de testagem e otimização da resolução (depuração) (Canavarro et al., 2021a, 2021b). Este documento está articulado com o Perfil dos Alunos à

Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins et al., 2017), contribuindo, assim, para o desenvolvimento de alguns dos conhecimentos, capacidades e atitudes, incluídas nas áreas de competência, consideradas fundamentais para os alunos do século XXI.

Pensamento algébrico e pensamento computacional: pontos de contacto

Para Blanton e Kaput (2005), o PA envolve a formulação de generalizações de ideias matemáticas e o modo como se expressam essas generalizações. As autoras estruturam o PA em quatro vertentes: i) aritmética generalizada; ii) pensamento funcional; iii) linguagens de modelação; e iv) álgebra abstrata. Outros autores agrupam e/ou simplificam esta estrutura, organizando-a em apenas duas vertentes: aritmética generalizada e pensamento funcional (Canavarro, 2007; Kieran, 2022). A aritmética generalizada é uma das principais vertentes do PA, focada na generalização de relações, propriedades numéricas e das operações (Schliemann, et al. 2007). O pensamento funcional está relacionado com a ideia de função, embora este conceito possa estar apenas implícito. Essencialmente, existe uma relação de variação sistemática que podemos encontrar em situações simples como padrões numéricos ou geométricos, em que a uma ordem corresponde um certo número ou figura.

Qualquer que seja a vertente, a generalização é um processo central e, contrariamente à visão tradicional de álgebra, ela pode ser expressa não só por meio de símbolos e letras, mas também pela linguagem natural, por esquemas, por tabelas e por outros elementos visuais (Canavarro, 2007; Kieran, 2022). Tal não diminui a importância que os símbolos assumem, no PA – a sua compreensão e interpretação adquirem um novo destaque pois no "cerne do pensamento algébrico estão os significados" (Canavarro, 2007, p. 88). Por reconhecer a importância dos significados, Arcavi (1994) introduz o conceito de "sentido de símbolo" que inclui vários aspetos, destacando-se: a sensibilidade para decidir quando é oportuno utilizar símbolos e, inversamente, quando abandoná-los; a capacidade de interpretar os símbolos e o significado da manipulação algébrica, compreendendo, por exemplo, que expressões algébricas equivalentes podem ter diferentes significados e implicações. Para este autor, as atividades em que os alunos se envolvem são a chave para o desenvolvimento do sentido de símbolo, com a tecnologia a desempenhar um papel relevante, libertando os alunos de cálculos fastidiosos e abrindo espaço para o estabelecimento de significados e conexões.

Por forma a analisar o sentido de símbolo, Grossmann e Ponte (2011) adaptam o quadro de referência concebido por Grossmann et al. (2009), cujas categorias de análise são: *expressões algébricas, equações, problemas e funções*. Na categoria de *expressões algébricas* são compreendidas quatro subcategorias: i) estar familiarizado com os símbolos e o seu significado; ii) traduzir para a linguagem simbólica a linguagem corrente; iii) passar de uma estrutura concreta para uma mais abstrata (sentido de número para sentido de símbolo); e iv) criar uma expressão algébrica para um determinado objetivo. *Estar familiarizado com os símbolos e o seu significado,* é primordial para saber como e quando podem e devem ser utilizados. Só depois de entender o seu significado, se tomará "consciência de que é possível criar com sucesso relações simbólicas que expressem informação verbal ou gráfica para avançar num problema, bem como a habilidade para construir essas expressões" (Arcavi, 1994, p. 31) (*traduzir para a linguagem simbólica a linguagem corrente).* O recurso a símbolos – uma estrutura abstrata – para expressão de uma situação matemática pressupõe a capacidade de os manipular, respeitando as propriedades desta linguagem (*passar de uma estrutura concreta para uma mais abstrata).* Por fim, o sentido de símbolo inclui a capacidade de escolher adequadamente os símbolos com vista a um fim, isto é, criar *uma expressão algébrica para um determinado objetivo*.

A concetualização de PA é, em alguns aspetos, coincidente com a definição de PC. Por um lado, no que diz respeito à natureza do PA e do PC, ambos correspondem a formas de pensamento. No caso do PA, a generalização e sua expressão são produto de um raciocínio alicerçado numa variedade de ferramentas cognitivas. Do mesmo modo, o PC é um processo de pensamento que envolve o uso de ferramentas mentais e que reflete a abrangência da ciência da computação pois, como referem Ramos e Espadeiro (2014), "a essência do pensamento computacional é pensar acerca de dados e de ideias e combinar estes recursos para resolver problemas" (p. 5).

No que diz respeito aos conceitos que sustentam e caracterizam o PC destacados por Beecher (2017), o ponto de contacto mais evidente com o PA diz respeito ao reconhecimento de padrões e generalização, já que a "a generalização está no coração do pensamento algébrico" (Schliemann et al., 2007, p. 33), sendo o resultado da análise de um conjunto particular de dados e identificação de padrões. O outro ponto de contacto entre o PC e o PA que é manifesto na conceptualização destas formas de pensamento corresponde à modelação. Esta vertente do PA, associada ao pensamento funcional (Canavarro, 2007; Kieran, 2022), é também sublinhada por Beecher (2017) como relevante para o PC, envolvendo até a abstração, na medida em que o modelo resulta da desconsideração de aspetos irrelevantes da situação em detrimento daqueles que são significativos para a procura de soluções. A abstração está na base do terceiro ponto de contacto que assinalamos entre o PC e o PA, já que é também através dela que se desenvolve o sentido de símbolo, fundamental na expressão de uma generalização e, em particular, na explicitação do modelo matemático.

A folha de cálculo no desenvolvimento do pensamento algébrico e do pensamento computacional

Nas AE de Matemática, a FC é mencionada pela primeira vez no 2.º ano, no tema Dados e Probabilidades. Já nos 5.º e 6.º anos, este recurso é apresentado como ação estratégica de ensino da Álgebra, em tarefas como: "problemas em que haja vantagem em recorrer à folha de cálculo para realizar pequenos programas que determinem valores de expressões algébricas, promovendo o desenvolvimento do pensamento computacional" (Canavarro et al., 2021a, p.29).

O recurso à FC é muitas vezes é comparado ao trabalho elaborado com um lápis e uma folha, em simultâneo com uma calculadora (Sanford, 2018). De facto, a FC pode ser usada numa resolução aritmética, permitindo que "os alunos não se preocupem com os cálculos e se centrem sobretudo nos aspetos relevantes das questões" (Silvestre & Ponte, 2012, p. 74). Contudo, esta ferramenta apresenta mais potencialidades do que uma simples calculadora. Pode ser usada para organizar e analisar dados, criar representações gráficas, construir tabelas de valores sequenciais através de uma lei de formação e explorar as tendências nos valores (Duarte et al., 2011; Ponte et al., 2009). Ademais, pode ser entendida como um meio para explorar o conceito de variável, identificar relações e padrões entre os dados e formular generalizações, uma forma de organização algébrica através de métodos aritméticos ligando a linguagem natural e a simbólica. Neste sentido, Kieran (2007) afirma que a FC pode ser uma ponte entre a aritmética e a álgebra, pois "ajuda os alunos a criar significado conceitual de objetos algébricos e de operações, alterando o foco de um exemplo específico para a descrição de uma relação de generalização" (p. 718) que, como vimos, está intrinsecamente ligado ao PC.

Metodologia

Na escola em que se desenvolveu o estudo[1] é possível identificar várias práticas inovadoras, entre elas a utilização frequente da tecnologia, incluindo a FC. Contudo, nas semanas que antecederam a intervenção na prática, foi possível perceber que os alunos utilizavam a FC de uma forma limitada, sem tirar proveito das suas potencialidades para a atividade matemática. Assim, procurou-se intervir de modo a introduzir alterações na planificação e na prática, numa lógica de trabalho colaborativo entre o par de estágio, a professora cooperante e a orientadora do estudo. Este trabalho foi desenvolvido alternando momentos de prática e reflexão sobre a prática com vista às reformulações necessárias, consistente com o modelo de investigação-ação (Coutinho et al., 2009). Para tal, procedeu-se à seleção de tarefas de natureza investigativa ou problemática que proporcionassem as aprendizagens específicas sobre o tópico matemático em estudo – a proporcionalidade direta –, desenvolvendo o pensamento algébrico e computacional, bem como a literacia digital associada à utilização da FC.

A tarefa "A corrida do Pedro e da Maria" (Figura 1) – segunda da sequência de três tarefas – foi explorada pelos alunos e, posteriormente, discutida em grande grupo em duas aulas de cinquenta minutos. Os dados que apresentamos foram recolhidos aquando da exploração da tarefa. A primeira autora deste artigo atuava no papel de professora estagiária, dinamizando a aula e apoiando o grupo, e será referida adiante como "investigadora". A professora titular da turma atuou quando os alunos solicitaram a sua ajuda e é referida adiante como "professora". A segunda autora do artigo foi orientadora do estudo.

A tarefa "A corrida do Pedro e da Maria" é aqui referida como uma investigação dada a abertura das últimas questões (faltam dados e há muitas soluções possíveis), mas constitui-se como uma sequência de problemas, os primeiros fechados e os últimos abertos (Ponte, 2005). A tarefa foi realizada segundo uma abordagem exploratória, que permite criar "oportunidades para que os alunos construam ou aprofundem a sua compreensão de conceitos, procedimentos, representações e ideias matemáticas" (Ponte et al., 2015, p. 114).

Tarefa **"A corrida do Pedro e da Maria"**

Dois amigos, a Maria e o Pedro, fazem uma aposta sobre quem ganhará uma corrida de 180 metros.

A Maria está muito confiante e decide dar um avanço de 40 metros ao Pedro. Mas, como a Maria é mais rápida, no tempo em que o Pedro percorre 4 metros, ela percorre 6 metros.

Utiliza a folha de cálculo "Google Sheets" para te auxiliar na resposta às seguintes questões

1. Quem foi o vencedor da corrida?
2. No instante em que o vencedor chegar à meta, quantos metros o outro amigo ainda precisará de correr? ***Explica como pensaste.***
3. Escreve uma expressão algébrica que traduza a corrida da Maria e outra que traduza a corrida do Pedro.
4. Considerando as condições dadas anteriormente, o que acontecerá:
   4.1. Se a Maria for um pouco mais lenta, percorrendo, por exemplo, 5 metros por cada 4 metros percorridos pelo Pedro?
   4.2. E se o Pedro for mais rápido? E se o avanço for diferente?

Constrói uma tabela na folha de cálculo e faz experiências para poderes concluir sobre a situação.

Figura 1. Tarefa "A corrida do Pedro e da Maria"

Participantes

Este estudo foi realizado numa turma de 2.º ciclo, de 42 alunos[2], organizada em dois turnos. Dos cinco grupos de trabalho preexistentes no turno, foi escolhido um grupo de quatro elementos composto por três alunos de 5.º ano e um aluno de 6.º ano: Carlos, Rafael, Mariana e Luís. Os critérios que estiveram presentes nesta seleção foram: i) ser um grupo constituído por alunos com boas capacidades comunicativas; ii) ser um grupo com níveis de desempenho escolar diferentes entre si. Na exploração das três tarefas diversificou-se o modo de organização dos alunos, tendo sido realizado trabalho em pares ou em pequeno grupo. Na tarefa "A corrida do Pedro e da Maria" os quatro alunos organizaram-se em pares, juntando um aluno mais autoconfiante na atividade matemática com outro com menos confiança. Neste sentido, os alunos Luís e Rafael formaram um par e Carlos e Mariana outro.

Em cada turno os alunos estavam organizados em pequenos grupos de trabalho, que se mantinham em todos os momentos do dia. Cada aluno possuía o seu computador para comunicar, pesquisar e produzir conteúdo para apresentações. A experiência dos participantes com a FC antes do estudo restringia-se ao preenchimento dos Planos de Aprendizagem, no qual indicavam se cumpriram os objetivos de aprendizagem em determinado momento, e à exploração de uma outra tarefa em que, pela primeira vez, tiraram efetivamente partido da ferramenta de cálculo, introduzindo valores e concretizando operações de multiplicação e de adição através de fórmulas. Antes desta tarefa, os participantes somente escreviam e formatavam as células, alterando o tipo, cor e tamanho da letra e das células.

O Luís e o Carlos apresentavam níveis de desempenho escolar muito bons. O Luís evidenciava ter as capacidades de resolução de problemas e de raciocínio matemático desenvolvidas, bem como confiança na sua capacidade de lidar autonomamente com situações matemáticas. O Carlos apresentava uma grande predisposição e capacidade para trabalhar em grupo, mostrando, no entanto, alguma insegurança em comunicar de forma mais abstrata. Ainda assim, revelava boa capacidade de resolução de problemas. A Mariana e o Rafael apresentavam níveis de desempenho abaixo da média e demonstravam insegurança na resolução individual de problemas. O Rafael era o único participante que se encontrava no 6.º ano. A Mariana nem sempre estava presente nas aulas, o que dificultava a progressão das aprendizagens.

Antes da presente investigação os alunos nunca tinham criado expressões algébricas e, um mês antes do início, os alunos iniciaram o estudo da proporcionalidade direta. Na fase em que decorreu o estudo, recorriam ao pensamento recursivo, em vez do pensamento funcional.

A todos os participantes e intervenientes envolvidos na investigação foi respeitada a sua dignidade e zelado o seu bem-estar (CIED, s.d.) Na divulgação dos dados e resultados do estudo garantiu-se o direito à privacidade, confidencialidade e anonimato, pelo que foram utilizados nomes fictícios e não foram divulgados os contextos educativos.

Recolha e análise de dados

Neste estudo recorreu-se à observação direta, às gravações áudio de momentos de trabalho do grupo (posteriormente transcritas) e à recolha documental das produções dos alunos. Esta incidiu nas produções escritas e nos ficheiros de FC dos dois pares de alunos que constituíam o grupo, resultantes dos momentos de exploração da tarefa. Através do cruzamento da informação recolhida nos vários registos e da sua análise, pretendeu-se dar sentido às informações registadas e objetivar o seu conteúdo, possibilitando uma melhor compreensão dos dados (Sanches, 2005).

Tendo em consideração a natureza dos dados recolhidos e os objetivos delineados para a investigação, a técnica privilegiada para a sua interpretação e compreensão foi a análise de conteúdo das produções escritas, na FC e transcrições resultantes dos momentos de comunicação em pequeno grupo. No sentido de compreender que diferentes práticas do PC emergem com a utilização da FC, consideraram-se as práticas definidas nas AE de Matemática de 5.º e 6.º ano (Canavarro et al., 2021a, 2021b) que são apresentadas na Tabela 1 e que orientaram a análise de conteúdo.

Tabela 1. Categorias de análise das práticas de pensamento computacional, das produções orais e escritas dos alunos (Canavarro et al., 2021a, 2021b)

Práticas de Pensamento Computacional	Ações
Abstração	Extrair a informação essencial de um problema.
Decomposição	Estruturar a resolução de problemas por etapas de menor complexidade de modo a reduzir a dificuldade do problema.
Reconhecimento de Padrões	Reconhecer ou identificar padrões e regularidades no processo de resolução de problemas e aplicá-los em outros problemas semelhantes.
Algoritmia	Desenvolver um procedimento (algoritmo) passo a passo para solucionar o problema nomeadamente recorrendo à tecnologia.
Depuração	Procurar e corrigir erros, testar, refinar e otimizar uma dada resolução.

O sentido de símbolo dos alunos foi analisado à luz das categorias do quadro de referência apresentado por Grossmann e Ponte (2011), sistematizado na Tabela 2.

Tabela 2. Categorias de análise do quadro de referência do sentido de símbolo (Grossmann & Ponte, 2011)

Ações associadas ao sentido de símbolo, em expressões algébricas
Estar familiarizado com os símbolos e o seu significado
Traduzir para linguagem simbólica a linguagem corrente
Passar de uma estrutura concreta para uma estrutura mais abstrata (sentido do número para sentido de símbolo)
Criar uma expressão simbólica para um determinado objetivo

Resultados

Nesta secção apresentamos e analisamos os dados recolhidos durante a exploração a pares da tarefa "A corrida do Pedro e da Maria".

Práticas de pensamento computacional

Na exploração da tarefa, o par Luís e Rafael mostrou à vontade na prática de *abstração* ao identificar os dados fundamentais à resolução do problema, tendo-os organizado, quase de imediato, numa tabela na FC. O Luís mostrou-se muito confortável no manuseamento da FC e na organização dos dados neste formato. Esta organização, relação dos dados e explicitação do objetivo a alcançar foi descrita pelo Luís no momento da sua construção da tabela:

Luís:	Primeiro tempo.
Rafael:	[escreve tempo]
Luís:	40 metros [Pedro] e 0 metros [Maria]. Segundo tempo. 44 metros. 6 metros. Eu aposto no Pedro. O Pedro é muito bom. Esta [40] mais 4.
Rafael:	Igual a 4 mais… é 4 qualquer coisa.

Como se pode constatar pelo diálogo dos alunos, inicialmente o par Luís e Rafael calculou as distâncias percorridas pelos corredores, por recurso à célula anterior. Esta ação pressupõe o *reconhecimento de um padrão* que lhes permite criar fórmulas, ainda que com recurso a valores numéricos, na FC, que refletem o seu *pensamento algorítmico:*

Investigadora:	Como é que vocês chegaram a esta tabela?
Luís:	A cada tempo ela anda 6 m. Como aqui estava 0, aqui é 6.
Investigadora:	Que fórmula é que utilizaram aqui [valor 12]?
Luís:	C4+6
Investigadora:	E na outra?
Luís:	Nesta C5+6. A anterior mais 6.

Ao longo da resolução, os alunos foram confrontados com alguns erros nas fórmulas que criavam, como a impossibilidade de fazer uma operação com uma célula cujo conteúdo tinha um valor numérico e uma letra. Estes erros foram facilmente identificados e corrigidos pelos alunos, sem que fosse necessária qualquer sugestão da professora ou investigadora, como se mostra no diálogo abaixo *(depuração):*

Rafael:	Deixa-me testar uma coisinha. B3+4 [B3= 40m]
Luís:	Ah, já percebi. Tens de apagar o m [estava escrito "40m"] porque aí vai somando metros.

Mesmo nas situações em que a investigadora atuou, os alunos conseguiram, facilmente, identificar o erro e corrigi-lo. No diálogo seguinte, após terem terminado a construção da tabela da corrida do Pedro e da Maria, os alunos são convidados a focar-se na relação entre o tempo e a distância percorrida pelos corredores, nomeadamente, na partida. Ao perceber o erro, o Luís alterou os valores do tempo:

Investigadora: Como é que sabem que é 32?
Luís: Porque daqui aqui vão 32.
Investigadora: Será que vão? Ali é 1 [1 tempo estava associado a 40 metros do Pedro e 0 m da Maria]?
Luís: Ah não. 0 [tempo]. Então aqui é 30 [tempos] e aqui é 35.

As práticas de *depuração* destacaram-se, principalmente, na otimização das fórmulas utilizadas. Os alunos foram encontrando formas mais eficazes de construir a sua tabela: "Vens aqui [seleciona a célula do 44, onde consta a fórmula correspondente à célula anterior + 4] e desces" (Luís) e utilizando cada vez mais a linguagem simbólica própria da FC (Figura 2).

Tempos	Pedro	Maria
0	40	0
1	44	6
2	=$E$7*A5+$B$3	=$C$4*A5
3	=$E$7*A6+$B$3	=$C$4*A6
4	=$E$7*A7+$B$3	=$C$4*A7
5	=$E$7*A8+$B$3	=$C$4*A8
6	=$E$7*A9+$B$3	=$C$4*A9
7	=$E$7*A10+$B$3	=$C$4*A10
8	=$E$7*A11+$B$3	=$C$4*A11
9	=$E$7*A12+$B$3	=$C$4*A12
10	=$E$7*A13+$B$3	=$C$4*A13
11	=$E$7*A14+$B$3	=$C$4*A14
12	=$E$7*A15+$B$3	=$C$4*A15
13	=$E$7*A16+$B$3	=$C$4*A16
14	=$E$7*A17+$B$3	=$C$4*A17

Figura 2. Parte da tabela construída pelo Rafael e Luís na tarefa

Quando os alunos observaram uma relação entre as duas grandezas (*reconhecimento de padrões*), tempo e distância e a sua dependência, começaram a utilizar o símbolo $ para fixar a célula C4 (distância percorrida pela Maria a cada tempo) e, posteriormente, a célula B3 (avanço do Pedro) e E7 (distância percorrida pelo Pedro a cada tempo). Nesta situação em que os alunos, em vez de utilizarem um valor específico na fórmula, fixaram uma célula, reconheceram que aquele era um valor constante e que as células não fixadas eram variáveis (*algoritmia*). Todavia, note-se que os alunos em momento algum utilizaram o termo "variável". Como mostra o diálogo seguinte, a procura de estratégias de otimização das fórmulas foi, em boa parte, potenciada pelo caráter exploratório da tarefa, nomeadamente pela necessidade de simular o efeito da alteração das condições iniciais.

Investigadora: Estás a fazer o quê?
Luís: A prender.
Investigadora: Porque é que fizeste isso?
Luís: Porque se eu fizesse sem ela, ia aumentar.

Investigadora: Porquê?
Luís: Porque em vez de ser o 6, era o número atrás.
Investigadora: Ok. Parece-me bem. Tentem lá responder à 4.
Luís: É por isso que estamos a fazer isto. Para podermos fazer a 4 continuo, porque se fosse mais 6 ia sempre adicionando um extra. Dá menos trabalho.

Na questão 3 ("Escreve uma expressão algébrica que traduza a corrida da Maria e outra que traduza a corrida do Pedro"), perante a dificuldade em descobrir uma expressão algébrica para a corrida do Pedro, o par Luís e Rafael descobriu que existiam semelhanças entre a expressão algébrica criada para traduzir a generalização (Figura 3) e as fórmulas que introduziram na FC, o que decorreu também da discussão com a investigadora:

Investigadora: Carrega lá naqueles 20 metros da Maria, se faz favor. Que fórmula é que vocês utilizaram?
Luís: Igual a C4 [6] vezes A8 [5].
Investigadora: E aqui?
Luís: Igual a C4 [6] vezes A9 [6].
Investigadora: Vê lá se há alguma semelhança na expressão algébrica que encontraram?
Luís: É igual.
Investigadora: Então o que é que vocês utilizaram?
Luís: A expressão algébrica.

O discurso dos alunos demonstra, por um lado, o *reconhecimento de padrões* e, por outro, a compreensão das fórmulas utilizadas na FC. Neste sentido, a *algoritmia* reflete-se na expressão dos padrões reconhecidos pelos alunos, existindo uma relação simbiótica entre as duas, na qual os padrões permitem as práticas de algoritmia e, por sua vez, a algoritmia permite o reconhecimento de outros padrões. Neste sentido, a utilização de fórmulas suporta a afirmação de que "os algoritmos são ferramentas para desenvolver e expressar soluções para problemas computacionais" (Ramos & Espadeiro, 2014, p. 7).

Maria	Pedro	
D=6*T	D=4*T+40	
D igual a distância e T igual a tempo.		

Figura 3. Resposta, na folha de cálculo, dos alunos Rafael e Luís, à questão 3

No que diz respeito ao par Carlos e Mariana, o Carlos, no início da exploração da tarefa, menciona todos os aspetos essenciais para a resolução do problema (*abstração*).

Carlos: A corrida é de 180 metros.
Investigadora: Sim. O que é que vocês precisam de saber para além disso?
Carlos: O Pedro teve um avanço de 40 metros e percorre 4 metros e ela percorre 6 metros.

Investigadora:	E qual é a questão que vos colocam?
Carlos:	Quem foi o vencedor da corrida?

O diálogo abaixo traduz a estratégia inicialmente pensada pelo Carlos para resolver a tarefa e que reflete o *reconhecimento de um padrão*, que teve por base o reconhecimento das variáveis e dos valores constantes. O aluno evidencia um raciocínio passo a passo (*decomposição*), ainda que incompleto:

Investigadora:	Para sabermos quem foi o vencedor da corrida o que é que temos de fazer?
Carlos:	Uma conta de dividir? 180 a dividir por 4 do Pedro e 6 da Maria. Quem tiver um número mais alto é quem perdeu.

Na sua estratégia, o aluno não considera o avanço de 40 metros do Pedro, não se focando em todos os detalhes essenciais à resolução da tarefa. O par acabou por construir uma tabela na FC para determinar a distância percorrida pelos corredores em cada unidade de tempo. Ainda assim, durante a criação da tabela, os alunos demonstraram alguma dificuldade em traduzir o seu raciocínio para a FC. No diálogo abaixo, a investigadora verificou que o Carlos e a Mariana tinham na coluna que expressava a corrida da Maria, os valores 6 (C4), 12, 24 e 48, pois aplicaram a fórmula C4*2 às células abaixo, produzindo 6*2 (C4*2), 12*2 (C5*2) e 24*2 (C6*2).

Investigadora:	Seleciona uma destas células. C4*2 e aqui o C5*2. O que é que aconteceu?
Carlos:	Não devia ser assim. [Carlos altera a C6 de C5*2 (12*2=24) para C4*3 (6*3=18) e automaticamente a C7 (C6*2) muda de 48 (24*2) para 36 (18*2)].
Investigadora:	Agora está certo? Não apagues. Carrega na célula e vê o que acontece.
Carlos:	Vezes 3.
Investigadora:	Aqui ele foi ao 6 vezes 3. E aqui foi ao 12 vezes 3, tu queres fazer o quê?
Carlos:	Era arrastar o 6. Mas está vezes 1.
Investigadora:	Coloca lá no 18. Portanto, tu fizeste 6 vezes 3 e tu querias que ficasse aí o quê?
Carlos:	24. Vezes 4 (6*4).
Investigadora:	E aqui?
Carlos:	Vezes 5.
Investigadora:	Vezes 5 o quê?
Carlos:	O 6.
Investigadora:	E aqui?
Carlos:	6 vezes 6.

Perante esta dificuldade e ao identificar o valor que se mantinha constante, o Carlos recorre ao símbolo $, que designa como "âncora". Este passo é importante para a resolução da tarefa, pois os alunos, para além de *reconhecerem um padrão*, encontram uma solução mais eficaz para o seu problema, mobilizando práticas de *depuração* e de *algoritmia*. A tabela construída pelos alunos demonstra a mudança de estratégia do Carlos (Figura 4).

Investigadora: Então qual é o valor que se mantém sempre igual?
Carlos: 6. Os metros que a Maria percorre.
Investigadora: Então que forma podemos arranjar para aqui ser sempre C4 [6]?
Carlos: Uma corrente [consulta o guião da FC]. Tínhamos de pôr uma ancora, entre aspas [aponta para o $].
Investigadora: O $. Então coloca lá uma ancora, como dizes, nessa célula. Vamos ver se fica bem.

	A	B	C	D
1				
2		Pedro	Maria	Tempo
3		40 m	0 m	0
4		=4*D4+40	6	1
5		=4*D5+40	=C4*2	2
6		=4*D6+40	=$C$4*3	3
7		=4*D7+40	=D7*C4	4
8		=4*D8+40	=C4*D8	5
9		=4*D9+40	=C4*D9	6
10		=4*D10+40	=$C$4*D10	7
11		=4*D11+40	=$C$4*D11	8
12		=4*D12+40	=$C$4*D12	9
13		=4*D13+40	=$C$4*D13	10
14		=4*D14+40	=$C$4*D14	11
15		=4*D15+40	=$C$4*D15	12
16		=4*D16+40	=$C$4*D16	13
17		=4*D17+40	=$C$4*D17	14

Figura 4. Parte da tabela construída pelo Carlos e a Mariana, em resposta à tarefa

Apesar das dificuldades na manipulação da folha cálculo, o Carlos conseguiu determinar rapidamente a expressão algébrica que traduzia a corrida do Pedro e da Maria, através da análise da tabela de construiu.

Professora: Vai lá a tabela para ver o que fizeste. Fixaste a célula 6 que é o quê?
Carlos: A constante.
Professora: Estás a multiplicar a constante pelo quê?
Carlos: Pelo Tempo.
Professora: E isso vai dar o quê?
Carlos: A distância da Maria [Carlos escreve 6 x T = M].
Professora: E para o Pedro. Qual é a constante do Pedro? Carlos: 4. É o tempo vezes a constante. Mais 40 [escreve 4xT+40=P].

Sentido de símbolo

Na tabela criada pelo par Luís e Rafael para expressão da corrida do Pedro e da Maria, o número 6 era representado pela célula C4 e os valores referentes ao tempo foram expressos pela letra A, correspondente à coluna onde estavam expressos (Figura 2). O Luís consegue, rapidamente, traduzir as fórmulas da FC para a expressão D=6*T. Tal ação demonstra que o Luís consegue *passar de uma estrutura concreta para uma estrutura mais abstrata.* Ademais, o discurso que o Luís tem antes da criação da expressão demonstra que consegue *traduzir para linguagem simbólica a linguagem corrente*. O estabelecimento de uma relação entre as fórmulas da FC e a linguagem simbólica revela que a simbologia não foi utilizada de modo completamente abstrato, sem referentes significativos (Ponte et al., 2009). O Luís conseguiu explicar os valores da grandeza que variam, mesmo sem que estes valores estivessem expressos em números:

Investigadora: Então quanto é que ela andou?
Luís: 6 em 6.
Investigadora: Olha aqui já relacionaste [O Luís e o Rafael tinham nas fórmulas da FC operações com recurso a células, referentes a 6*1; 6*2; 6*3; 6*4…]. O que é que varia aqui?
Luís: O tempo.
Investigadora: A distância da Maria é…
Luís: 6 a cada tempo.
Investigadora: Conseguimos colocar isso numa expressão algébrica?
Luís: [escreve D=6*T]

Aquando da formulação de uma expressão que traduzisse a corrida do Pedro, o Luís e o Rafael não consideraram, inicialmente, o avanço de 40 metros (D=4*T). No entanto, quando a investigadora sugeriu que analisassem a expressão algébrica formulada, o Luís substituiu o símbolo T por 1 e constatou que a expressão não correspondia aos valores da tabela e acrescentou: "Mais 40 metros. Porque ele começou com 40" Luís dá evidências de que compreende o *significado dos símbolos* e que consegue *criar uma expressão simbólica para o objetivo.*

Mais tarde, na questão 3 ("Escrever uma expressão algébrica que traduza a corrida da Maria e outra que traduza a corrida do Pedro") os alunos criaram, na sua tabela da FC, várias fórmulas que refletiam a compreensão do sentido de símbolo e a *passagem de uma estrutura concreta para uma estrutura mais abstrata*. O Luís reconhece a relação existente entre as suas fórmulas e a expressão algébrica, referindo, como evidencia o seu diálogo exposto anteriormente, que as fórmulas utilizadas são iguais à expressão algébrica criada.

Em qualquer uma das expressões, os dois pares de alunos escreveram a informação relativa ao significado dos símbolos: "D igual a distância e T igual a tempo" (Figura 3) e "t → tempo e M → Distância percorrida pela Maria" (Figura 5), manifestando, desta forma, *estar familiarizados com os símbolos e o seu significado* e a capacidade de *traduzir para linguagem simbólica a linguagem corrente.*

3.t-->tempo e M --> Distância percorrida pela Maria			
6 x T=M			
4 x T+40=P			

Figura 5. Resposta dada, na questão 3, pelo Carlos e pela Mariana

Como se pode verificar através da análise da Figura 2, o par Luís e Rafael criou um simulador que lhes permitia verificar o que acontecia em cada uma das situações, tendo em conta a condição inicial do avanço do Pedro ou da distância percorrida pelos dois corredores. Assim, na questão 4 que sugeria a alteração das condições iniciais, os alunos apenas alteraram os valores iniciais da sua tabela, obtendo automaticamente valores correspondentes ao cenário apresentado. A manipulação da FC, nestes moldes, é uma evidência de que os alunos compreenderam o significado dos símbolos – *estar familiarizado com os símbolos e o seu significado* – e que, neste caso, identificaram que células deveriam alterar para variar a distância percorrida, em função dos seus objetivos (aumentar ou diminuir o avanço ou a distância percorrida) – conseguindo *passar de uma estrutura concreta para uma estrutura mais abstrata.*

O Carlos e a Mariana, inicialmente, não conseguiram criar expressões simbólicas que traduzissem a corrida da Maria e do Pedro. Contudo, quando questionados sobre as fórmulas que utilizaram na FC, Carlos consegue esclarecer o significado das células que intervieram nas diversas fórmulas, conseguindo, posteriormente, criar a expressão algébrica:

Professora:	Ok. Qual é a expressão da corrida da Maria, que tu utilizaste na FC?
Carlos:	O tempo vezes a constante da Maria.
Professora:	Na Maria a distância é igual…? Que letra queres para a distância da Maria?
Carlos:	Estou a pôr T de tempo.
Professora:	O que é que vais pôr para a distância da Maria?
Carlos:	M [escreve "Distância percorrida pela Maria"].
Professora:	Como fica a expressão? Multiplicaste a constante pelo quê?
Carlos:	Pelo tempo.
Professora:	E o que é a constante?
Carlos:	6… A distância percorrida num tempo.
Professora:	Estás a multiplicar a constante pelo quê?
Carlos:	Pelo Tempo.
Professora:	E isso vai dar o quê?
Carlos:	A distância da Maria. [escreve 6 x T = M]

Apesar de posteriormente conseguirem criar uma expressão algébrica e do Carlos evidenciar *estar familiarizado com os símbolos e o seu significado*, bem como *traduzir para linguagem simbólica a linguagem corrente*, não existem evidências de que a Mariana consiga trabalhar a um nível mais abstrato e que tenha conhecimento do significado e utilização dos símbolos.

Durante a exploração da tarefa, a Mariana teve uma postura passiva, necessitando de estímulos constantes para concretizar a atividade. A aluna não se expressou verbalmente, pelo que os dados recolhidos, através da comunicação oral, apenas podem ser atribuídos a uma exteriorização do pensamento do Carlos.

Conclusões

A análise dos dados recolhidos relativos às práticas de pensamento computacional que emergem com a utilização da FC na tarefa em estudo, demonstra que todas as práticas de PC foram mobilizadas pelos alunos, à exceção da Mariana, que não exteriorizou formas de pensamento e, consequentemente, práticas de pensamento computacional. O discurso dos alunos comprovou que distinguiram a informação essencial da informação acessória do problema – abstração – conseguindo, por vezes, decompor o problema em etapas, por reconhecerem uma situação em que existe um padrão.

As fórmulas introduzidas pelos alunos foram produto do reconhecimento dos padrões presentes nas diferentes situações matemáticas, isto é, são a expressão de uma generalização, que teve por base o reconhecimento das variáveis e dos valores constantes. A preparação destas fórmulas, recorrendo, na maioria das vezes, às células, evidencia a mobilização das práticas de algoritmia. Destaca-se, também, o reconhecimento de que existia uma relação entre as fórmulas que utilizaram na FC e a expressão algébrica criada para traduzir a generalização, identicamente ao que Wing (2021) declara ser pensamento computacional: "interpretar o código como dados e os dados como código" (p. 2).

Neste estudo, a depuração, apesar de ser mobilizada na procura e correção de erros, destacou-se no processo de otimização das fórmulas usadas, tendo começado a haver o uso de fórmulas onde intervinham células e a fixar as células com o símbolo $, para obter resultados mais rapidamente e prevenir erros. Os participantes começaram a fazer referência às células, nas suas fórmulas, e fixá-las, de forma a poder "arrastá-las", aplicando-as às células da mesma coluna. A característica de interatividade da FC "permite dar um retorno às acções do utilizador, fazê-lo pensar e reflectir sobre as consequências dessas acções" (Duarte et al., 2011, p. 73).

Relativamente ao sentido de símbolo, os resultados demonstram que os alunos compreenderam o significado dos símbolos. Ao serem questionados sobre o significado das células nas fórmulas introduzidas, ou das razões que os levaram a criar determinada fórmula, os alunos conseguiram criar uma expressão simbólica que traduzisse a generalização da situação matemática, revelando destreza na manipulação simbólica. Ademais, por criarem uma expressão algébrica através da análise das fórmulas da FC e por, mais tarde, explicitarem a relação entre as fórmulas utilizadas e a expressão algébrica, demonstraram capacidade de passar de uma estrutura concreta – os valores e as fórmulas da FC – para uma estrutura mais abstrata – a expressão algébrica. A manipulação da FC como simulador confirma a ideia de Mariano (2013) de que a utilização das fórmulas onde intervêm células, promove a compreensão do conceito de variável. Estes resultados são evidência da ideia defendida por Nobre et al. (2015) de que a FC é um meio para "o estabelecimento de relações entre a linguagem simbólica neste ambiente digital e a linguagem simbólica algébrica, com lápis e papel" (p. 88).

Na sala de aula, os alunos devem explorar e experienciar diferentes situações matemáticas, tarefas e recursos, de modo a diversificar as oportunidades de aprendizagem, motivar e desenvolver atitudes positivas face à Matemática. Assim, importa destacar que a tarefa selecionada foi um elemento fundamental, por se constituir como um desafio à descoberta e por promover a realização de explorações e simulações. A par da natureza da tarefa e das potencialidades da FC, foi fundamental a atitude de questionamento da professora e da investigadora, de modo a aprofundar o conhecimento dos alunos e desenvolver a capacidade de raciocinar matematicamente. Destaca-se a sua intenção de focar o olhar dos alunos no estabelecimento de relações entre os números, analisando o que se mantém constante e o que é variável e estabelecendo relações entre as fórmulas da FC e as expressões algébricas.

Finalmente, os dados revelam que, em cada par de alunos, se observa um domínio de um dos alunos, particularmente num dos casos. Este aspeto levanta novas questões de investigação, nomeadamente sobre a organização dos alunos e sobre o tipo de apoio a dar àqueles que revelam mais dificuldades.

Nota

[1] Este artigo tem por base uma investigação realizada no âmbito do relatório da Prática de Ensino Supervisionada para obtenção de grau de mestre em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico.
[2] A instituição tem um modelo alternativo de organização dos alunos.

Referências

Albuquerque, C. (2021). Pensamento Computacional e Matemática. *Educação e Matemática*, *162*, 31-38.

Arcavi, A. (1994). Symbol sense: Informal sense-making in formal mathematics. *For the Learning of Mathematics, 14*(3), 24–35. https://flm-journal.org/Articles/BFBFB3A8A2A03CF606513A05A22B

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the role of the computer science education community?. *ACM Inroads, 2*(1), 48–54. https://doi.org/10.1145/1929887.1929905

Beecher, K. (2017). *Computational Thinking: A beginner's guide to problem-solving and programming.* BCS.

Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, *36*(5), 412–446. https://psycnet.apa.org/record/2005-13920-003

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. & Stupurienė, G., (2022) *Reviewing Computational Thinking in compulsory education*. http://dx.doi.org/10.2760/126955

Canavarro, A. P. (2007). O pensamento algébrico na aprendizagem da Matemática nos primeiros anos. *Quadrante*, *16(2),* 81–118. https://doi.org/10.48489/quadrante.22816

Canavarro, A. P. (Coord.), Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P. M. & Espadeiro, R. G. (2021a). *Aprendizagens Essenciais de Matemática - 5.º Ano*. Ministério de Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_5.o_ano.pdf

Canavarro, A. P. (Coord.), Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correira, P., Marques, P. M. & Espadeiro, R. G. (2021b). *Aprendizagens Essenciais de Matemática - 6.º Ano.* Ministério de Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/ae_mat_6.o_ano.pdf

CIED- Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais. (s.d.) *Código de conduta ética na investigação.* https://www.eselx.ipl.pt/sites/default/files/media/2018/aprovado_codigo_etica_0.pdf

Coutinho. C. P., Sousa A., Dias A., Bessa F., Ferreira M. J., & Vieira S. (2009) Investigação-Acção: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. *Psicologia, Educação e Cultura, Vol III*(2), 355–379. https://hdl.handle.net/1822/10148

Duarte, J., Brocardo, J., & Ponte, J., P. (2011). Tecnologias e Pensamento Algébrico: Conhecimento e prática de duas professoras de Matemática. In M. H. Martinho, R. A. Ferreira, I. Vale, & J. P. Ponte (Eds.) *Actas do EIEM 2011 - Ensino e Aprendizagem da Álgebra* (pp. 71–86). https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5677/1/Tecnologias%20e%20pensamento%20alg%C3%A9brico.pdf

Espadeiro, R. G. (2021). Pensamento Computacional no currículo de Matemática. *Educação e Matemática, 162*, 5–10.

Grossmann, M. T., Gonçalves, A. S. & Ponte, J. P. (2009). Um enquadramento do sentido de símbolo no 3.º ciclo. In M. H. Martinho & F. Viseu (Orgs), *Atas do XX Seminário de Investigação em Educação Matemática*, 547. APM.

Grossmann, M. T. & Ponte, J. P. (2011). O sentido do símbolo de um aluno e a álgebra do 12.º ano. In M. H. Martinho, R. A. T. Ferreira, I. Vale, J. P. Ponte (Eds.) *Actas do EIEM 2011 - Ensino e Aprendizagem da Álgebra* (pp. *281–302*). https://cmup.fc.up.pt/cmup/eiem/grupos/documents/16.Grossmann%20e%20Ponte.pdf

Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra at the middle school through college levels: Building meaning for symbols and their manipulation. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 707-762). NCTM & Information Age Publishing.

Kieran, C. (2022). The multi-dimensionality of early algebraic thinking: background, overarching dimensions, and new directions. *ZDM Mathematics Education*, *54,* 1131–1150.

Mariano, E. M. D. (2013). *O desenvolvimento do pensamento algébrico com recurso à folha de cálculo: um estudo com alunos de 9.º ano* [Dissertação de mestrado, Universidade Nova de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. https://run.unl.pt/handle/10362/10184

Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M. J., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.* Ministério da Educação e Ciência. https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf

National Research Council. (2010). *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking.* https://doi.org/10.17226/12840

National Research Council (2011) *Report of a Workshop on the Pedagogical Aspects of Computational Thinking*. Washington. https://doi.org/10.17226/13170

Nobre, S., Amado, N., & Ponte, J. P. (2015). A resolução de problemas com a folha de cálculo na aprendizagem de métodos formais algébricos*. Quadrante, Vol. XXIV* (2), 85–109.

Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. Em GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11–34)*.* APM.

Ponte, J. P., Branco, N., & Matos, A. (2009). *Álgebra no Ensino Básico*. https://repositorio.ul.pt/handle/10451/7105

Ponte, J. P., Quaresma, M., & Mata-Pereira, J. (2015) Exercícios, problemas e explorações: Perspetivas de professoras num estudo de aula. *Quadrante, Vol XXIV* (2), 111–134.

Ramos, J. L., & Espadeiro, R. G. (2014). Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem. *Educação, Formação & Tecnologias, 7*(2)*,* 4–25. http://hdl.handle.net/10174/14227

Sanches, I. (2005). Compreender, Agir, Mudar, Incluir. Da investigação-acção à educação inclusiva. *Revista Lusófona de Educação*, *5,* 127–142.

Sanford, J. (2018). Introducing computational thinking through spreadsheets. In M. Khine (Ed.) *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 99–124). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_6

Schliemann, A. D., Carraher, D. W., & Brizuela, B. M. (2007). *Bringing out the algebraic character of arithmetic: From children's ideas to classroom practice.* https://doi.org/10.4324/9780203827192

Silvestre, A. I., & Ponte, J. P. (2012). Proporcionalidade directa no 6.º ano de escolaridade: Uma abordagem exploratória. *Interacções, 20*, 70–97. https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/486

Wing, J. (2014). Computational Thinking Benefits Society*. Social Issues in Computing.* http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html

Wing, J. (2021). Pensamento Computacional. *Educação e Matemática, 162*, 2–4.