

DESENVOLVENDO O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A LITERACIA ESTATÍSTICA ATRAVÉS DA PLATAFORMA HYPATIAMAT

DEVELOPING COMPUTATIONAL THINKING AND STATISTICAL LITERACY THROUGH THE
HYPATIAMAT PLATFORM

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA ALFABETIZACIÓN ESTADÍSTICA A
TRAVÉS DE LA PLATAFORMA HYPATIAMAT

**Rita Neves Rodrigues^{1, 2, 3}, Madalena Almiro¹, Virgílio Rato^{1, 2}, Ricardo Pinto^{1, 2}, Cecília Costa^{2, 3} &
Fernando Martins^{1, 5, 6, 7}**

¹Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior de Educação de Coimbra, Portugal

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal

³Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal

⁴Associação Hypatiamat, Portugal

⁵inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

⁶Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Portugal

⁷SPRINT – Centro de Investigação & Inovação em Desporto, Atividade Física e Saúde, Portugal
ritanevesrodrigues@hotmail.com

RESUMO | O Pensamento Computacional (PC) tem ganho relevância nos currículos de Matemática em vários países, sendo reconhecido como uma capacidade essencial para a participação ativa na sociedade moderna. Este artigo apresenta uma prática realizada numa turma do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico português, onde foram observadas dificuldades em conteúdos do tema Dados e Probabilidades. Na implementação, que decorreu em 4 sessões e seguiu o modelo de Práticas de Ensino Exploratório, recorreu-se à Plataforma *HypatiaMat* para promover a compreensão de conteúdos como o diagrama de caule-e-folhas simples e duplo, a moda, o mínimo e o máximo. Os resultados indicam que a utilização dessas ferramentas digitais favoreceu a compreensão das representações gráficas e a análise de dados, além de contribuir para o desenvolvimento do PC. Assim, o estudo destaca a importância de práticas pedagógicas que incorporam recursos tecnológicos no ensino da Matemática, evidenciando o seu potencial para enriquecer a aprendizagem e melhorar a literacia estatística dos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Artefactos digitais, Pensamento Computacional, Dados e Probabilidades, Ensino Exploratório, Diagrama de caule-e-folhas.

ABSTRACT | Computational Thinking (CT) has gained relevance in the mathematics curricula of various countries, recognized as an essential skill for active participation in modern society. This article presents a practice conducted in a 4th-grade primary school classroom in Portugal, where difficulties were observed in content related to Data and Probability. In the implementation, which took place in 4 sessions and followed the Exploratory Teaching Practices model, the HypatiaMat Platform was used to promote understanding of topics such as simple and double stem-and-leaf plots, mode, minimum, and maximum. The results indicate that the use of these digital tools enhanced the understanding of graphical representations and data analysis while also contributing to the development of CT. Thus, the study highlights the importance of pedagogical practices that incorporate technological resources in mathematics education, emphasizing their potential to enrich learning and improve students' statistical literacy.

KEYWORDS: Digital artifacts, Computational Thinking, Data and Probability, Exploratory Teaching, Stem-and-Leaf Plots.

RESUMEN | El Pensamiento Computacional (PC) ha ganado relevancia en los currículos de Matemáticas de varios países, siendo reconocido como una capacidad esencial para la participación activa en la sociedad moderna. Este artículo presenta una práctica realizada en una clase de 4º año de la Escuela Primaria Portuguesa, donde se observaron dificultades en el contenido del tema Datos y Probabilidades. En la implementación, que se desarrolló en 4 sesiones y siguió el modelo de Prácticas Docentes Exploratorias, se utilizó la Plataforma *HypatiaMat* para promover la comprensión de contenidos como diagramas de tallo y hojas simples y dobles, moda, mínimo y máximo. Los resultados indican que el uso de estas herramientas digitales favoreció la comprensión de representaciones gráficas y análisis de datos y contribuyó al desarrollo del PC. El estudio destaca la importancia de las prácticas pedagógicas que incorporan recursos tecnológicos en la enseñanza de Matemáticas, destacando su potencial para enriquecer el aprendizaje y mejorar la alfabetización estadística de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Artefactos digitales, Pensamiento Computacional, Datos y Probabilidad, Enseñanza Exploratoria, Diagrama de Tallos y Hojas.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do pensamento computacional (PC) tem assumido uma crescente relevância nos currículos de Matemática em diversos países (Ministério da Educação (ME), 2021; Nordby et al., 2022; Pewkam & Chamrat, 2022). Conforme definido por Wing (2006), o PC é uma capacidade essencial que transcende a ciência da computação, capacitando os alunos para a sua participação efetiva na sociedade atual (Santana & Oliveira 2019). Articulado com os conteúdos curriculares, o PC tem o potencial de estimular e promover o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Schlogl et al., 2017). É necessário implementar práticas de ensino que favoreçam o desenvolvimento desta capacidade, dotando os alunos de ferramentas para resolver problemas (ME, 2021).

O uso de recursos tecnológicos na sala de aula desempenha um papel fundamental para a construção de conhecimento e para o desenvolvimento de competências essenciais, como o PC (Lee et al., 2022; Romero-Tena, et al, 2023). O *HypatiaMat* é “um dos projetos mais populares na área da matemática” (Verdasca et al., 2020, p. 5), com uma plataforma (PH) que promove a aprendizagem de conteúdos como organização e tratamento de dados (Pinto et. al, 2022). Com recurso a esta plataforma é possível analisar e discutir representações gráficas, desenvolvendo, deste modo, a literacia estatística (ME, 2021). A literacia estatística encontra-se associada a todas as áreas do saber, fazendo parte do nosso dia a dia, uma vez que os métodos e modos do pensamento estatístico são a base de diversas atividades (Martins et al., 2017).

Neste sentido, a prática educativa aqui apresentada mostra um conjunto de quatro sessões que visou desenvolver o PC e aprofundar o conhecimento dos alunos de uma turma do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) português em relação ao diagrama de caule-e-folhas e aos conceitos estatísticos moda, máximo e mínimo, utilizando a PH. A turma era constituída por 24 alunos que evidenciavam dificuldades nas cinco dimensões do PC, na construção e análise do diagrama de caule-e-folhas duplo e nos conceitos estatísticos moda, máximo e mínimo.

Com base na problemática identificada, formula-se a seguinte questão de investigação que orienta o estudo: De que forma a utilização das *applets* da PH contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional e para a compreensão de conceitos estatísticos, como o diagrama de caule-e-folhas, a moda, o mínimo e o máximo? Para responder a esta questão, define-se como objetivo para o estudo: compreender de que forma a utilização das *applets* “Diagrama de Caule-e-Folhas” e “Organização e tratamento de dados - moda, média e mediana”, da Plataforma *HypatiaMat*, pode promover a compreensão de representações gráficas e o desenvolvimento das dimensões do Pensamento Computacional em alunos do 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Para que ocorra uma prática matemática enriquecedora, capaz de cativar os alunos, impulsionar as suas aprendizagens e desenvolvendo-os ao nível das habilidades de resolução de problemas, do raciocínio crítico e da comunicação de forma matemática é necessário expô-los a tarefas ricas e desafiantes (Canavarro et al., 2012; ME, 2021).

2.1 Pensamento Computacional

O PC tem vindo a ganhar destaque na investigação em educação ao longo dos últimos anos. Seymour Papert foi pioneiro ao abordar esta capacidade no seu livro “Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas” (1980), mas foi Jeannette Wing que aprofundou o seu estudo e realçou a importância da sua integração no ensino (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013). Embora não haja um consenso claro sobre a sua definição, o PC é amplamente reconhecido como um conjunto de capacidades essenciais para a resolução de problemas (Ausiku & Matthee, 2021). O PC constitui uma habilidade crucial para a resolução de problemas complexos de forma estruturada e eficaz, frequentemente considerado uma competência associada à matemática, ainda que o seu desenvolvimento possa ocorrer em várias outras disciplinas (Moshella & Basso, 2020).

De forma semelhante a outros países, o PC foi integrado no currículo oficial de matemática, através das Aprendizagens Essenciais, em Portugal, no ano letivo 2022/2023, constituindo-se como uma capacidade matemática a ser desenvolvida (ME, 2021). Existem diversas dimensões associadas ao PC (Mohaghegh & MacCauley, 2016). Nas Aprendizagens Essenciais de Matemática (ME, 2021) são consideradas cinco dimensões do PC: a abstração, a decomposição, a algoritmia, a depuração e o reconhecimento de padrões. Recorrendo à abstração, é selecionada a informação mais importante, reduzindo, deste modo, a informação apresentada, dando especial destaque aos detalhes fulcrais para resolver uma determinada tarefa (Albuquerque, 2021). Através da decomposição, decompõe-se uma tarefa em tarefas mais simples, o que facilita o processo de conferir apuradamente se cada parte é resolvida de forma acertada. A decomposição envolve então a divisão de uma tarefa em tarefas mais pequenas, a opção dos aspetos essenciais a resolver, a compreensão da estrutura de uma determinada tarefa e a compreensão de como essas pequenas tarefas se interligam (Espadeiro, 2022). Por sua vez, a algoritmia permite desenvolver uma sequência finita de passos que possibilitem encontrar a solução de uma tarefa, este conjunto de passos poderá ser utilizado noutras tarefas (Brackmann, 2017). Relativamente à depuração, quando desenvolvida esta permite identificar e corrigir erros presentes nas propostas de resolução (Albuquerque, 2021). Por último, o reconhecimento de padrões é o processo de reconhecer padrões na resolução de uma tarefa e aplicar na resolução de outras tarefas semelhantes (Lee et al., 2022). Promover o desenvolvimento das várias dimensões do PC possibilita que a aprendizagem seja baseada na compreensão dos processos e no desenvolvimento de outras capacidades necessárias à resolução de problemas no quotidiano, tais como o pensamento crítico e o pensamento algorítmico (Voon et al., 2022).

Na sociedade do século XXI, as habilidades cognitivas suficientes para o exercício da cidadania já não se limitam ao ler, escrever e contar, é necessário que estas habilidades sejam expandidas, envolvendo processos de descrever, explicar e operar situações complexas (Conforto et. al, 2018). O Fórum Económico Mundial define dez capacidades essenciais que os futuros profissionais devem possuir e o PC desenvolve muitas delas, como: a resolução de problemas complexos; o pensamento crítico; a criatividade; a flexibilidade cognitiva; a coordenação; a inteligência emocional e a capacidade de julgamento e de tomada de decisões (World Economic Forum, 2016). Esta capacidade torna a aprendizagem mais significativa, uma vez que dá mais autonomia aos alunos, o que provoca um maior esforço da sua parte na procura de novos conhecimentos e na construção da sua própria aprendizagem (Conforto et. al, 2018). Cidadãos que possuam o desenvolvimento cognitivo necessário para resolver problemas de forma ágil e que tenham conhecimento nas diferentes áreas do saber, analisam dados de forma lógica e

representam-nos de maneira abstrata, distinguem os passos para resolver problemas, e resolvem-nos (Brackmann, 2017; Conforto et. al, 2018; Schlogl et al. 2017). Para além destas vantagens, os indivíduos que apresentem estas capacidades bem desenvolvidas terão maior empregabilidade, farão uma melhor compreensão do mundo, serão mais produtivos, estando bem mais preparados para as profissões atuais e futuras, que requerem uma formação cada vez mais multidisciplinar, carecendo de aprendizagem e aperfeiçoamento contínuo (Brackmann, 2017).

De acordo com os estudos de Santana et al. (2019) e Rodriguez et al. (2015), os contextos educativos, nomeadamente no âmbito da Educação Básica, têm dado bastante relevância ao PC, desenvolvendo nos alunos novas formas de estimular e intensificar a apropriação do conhecimento científico e capacidades cognitivas. É necessário aplicar processos de ensino e de aprendizagem que promovam o desenvolvimento do PC, uma vez que “são práticas imprescindíveis na atividade matemática e dotam os alunos de ferramentas que lhes permitem resolver problemas, em especial relacionados com a programação.” (ME, 2021, p. 3).

2.2 Literacia estatística

Na sociedade contemporânea, a literacia estatística capacita os indivíduos a interpretar notícias e participar em debates sobre questões sociais, já que muitas decisões dependem de investigações conduzidas a partir de uma perspetiva estatística (Steen, 2003). Inserida no campo da Matemática, a Estatística caracteriza-se por um raciocínio particular, voltado para a análise da variabilidade e da incerteza, implicando abordagens distintas no contexto dos processos de trabalho (Martins et al., 2017).

No 4.º ano de escolaridade em Portugal, a literacia estatística é desenvolvida dentro do tema Dados e Probabilidades (ME, 2021) abrangendo tópicos como: as questões estatísticas, a recolha e organização de dados, as representações gráficas e a análise de dados. Pereira (2013), numa investigação realizada no contexto do 1.º e 2.º CEB, identificou que os alunos apresentavam dificuldades significativas no diagrama de caule-e-folhas, particularmente na atribuição e justificação do título e na interpretação dos dados.

A estrutura fundamental na criação de um diagrama de caule-e-folhas consiste na divisão de cada elemento do conjunto de dados em duas partes distintas: o caule e a folha, distribuídos em cada lado de uma linha vertical (Martins & Ponte, 2010). Para construir um diagrama de caule-e-folhas, começa-se por identificar o menor e o maior valor do conjunto de dados. Cada número é dividido em duas partes: o caule, que corresponde ao primeiro algarismo, e a folha, que corresponde ao último (Martins & Ponte, 2010). As folhas são organizadas por ordem crescente à direita de uma linha vertical, enquanto os caules são registados à esquerda (Oliveira & Oliveira, 2011). Porém é necessário que os alunos entendam que, este diagrama permite também organizar dados com números com mais de dois algarismos, escolhendo-se o algarismo das unidades para a folha e os restantes algarismos dos números para o caule (Carvalho et al., 2020).

O gráfico ou diagrama de caule-e-folhas é uma forma de representação utilizado para organizar dados quantitativos de diversos tipos (Martins & Ponte, 2010). Encontra-se numa posição intermédia entre tabelas e gráficos, uma vez que apresenta os valores reais da amostra, no entanto de forma sugestiva, assemelhando-se a um histograma (Martins & Ponte, 2010). Este tipo de representação de dados facilita a ordenação e visualização do conjunto de dados.

2.3 HypatiaMat

O uso de diversos artefactos digitais da PH, criada pelo projeto *HypatiaMat*, tem contribuído de forma positiva para a aprendizagem da matemática dos alunos, como se verifica nos estudos de Escaroupa (2023), Freitas (2024) e Gomes (2023).

A PH tem diversos artefactos digitais que englobam jogos sérios e aplicações interativas, designadas por *applets*, que são fundamentadas no currículo e têm como intuito ensinar, aprender e treinar diversas capacidades (Pinto et al, 2022).

Quando um artefacto digital é utilizado pelos alunos de forma significativa para resolver uma tarefa, este passa a ser considerado uma ferramenta. De acordo com Lopes e Costa (2019), a transformação em ferramenta epistémica ocorre quando o artefacto é utilizado para promover aprendizagens e construir conhecimento. À medida que os artefactos se transformam em ferramentas epistémicas, a qualidade da aprendizagem tende a melhorar (Silva et al., 2021).

Lopes e Costa (2019) recomendam a integração de outros artefactos epistémicos para que um artefacto digital possa proporcionar vantagens educacionais, como é o caso dos guiões de exploração. Estes guiões devem complementar e enriquecer a utilização do artefacto digital. O conceito de ferramenta epistémica está relacionado com as práticas epistémicas (Lopes & Costa, 2021). As ações dos professores são fatores determinantes para a promoção, ou não, das práticas epistémicas entre os alunos (Lopes et al., 2018).

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Os dados recolhidos e apresentados neste artigo foram utilizados exclusivamente para a descrição da prática educativa, havendo o consentimento autorizado de todos os Encarregados de Educação e do Agrupamento de Escolas, mantendo-se o anonimato dos alunos envolvidos. Esta prática enquadra-se no âmbito do projeto aprovado pelo Comité de Ética do Instituto Politécnico de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra (101_CEIPC/2022, aprovado a 24 junho 2022).

Este estudo resulta de um conjunto de quatro sessões, que decorreram no âmbito do contexto de estágio e que foram planificadas e implementadas por uma Professora Estagiária (PE). A prática foi desenvolvida numa turma do 4.º ano de escolaridade do 1.º CEB, constituída por vinte e quatro alunos, oito rapazes e dezasseis raparigas, com idades compreendidas entre os nove e os dez anos. Os alunos apresentavam dificuldades nas cinco dimensões do PC e no tema Dados e Probabilidades, especificamente na construção e análise do diagrama de caule-e-folhas, como por exemplo na atribuição dos elementos fundamentais, como título, fonte e legenda e na interpretação dos dados apresentados como a moda, o mínimo e o máximo.

Durante as quatro sessões, os alunos foram agrupados em nove pares e dois trios, de acordo com as condições da Zona de Desenvolvimento Proximal, conforme proposto por Vygotsky (1980). Para a elaboração dos grupos teve-se em consideração os níveis de desenvolvimento dos alunos, juntando elementos com níveis próximos, mas não iguais. Deste modo, construiu-se um conjunto de tarefas (Figura 1) que tinham como objetivo mapear as dificuldades dos alunos e elaborar uma proposta de intervenção que permitisse colmatar as dificuldades detetadas.

A Leonor fez a sua festa de aniversário com amigos e familiares. Ela registou num papel a altura em centímetros dos seus convidados.

160	137	164	135	157	149
157	154	138	149	138	175
178	194	157	148	136	153

A Bárbara no mês seguinte fez a sua festa de aniversário e registou também a altura dos seus convidados.

172	144	156	138	158	151
153	148	145	154	139	157
130	159	153	163	161	171

Fonte: própria.

1. Organiza os dados num diagrama de caule-e-folhas duplo. **Descreve** os passos que fizeste para construir o diagrama de caule-e-folhas duplo, explicando como pensaste usando palavras, esquemas ou desenhos.

2. Identifica as informações que foram essenciais para construíres o diagrama de caule-e-folhas duplo.

Figura 1 Excertos das tarefas implementadas antes da intervenção.

Estas tarefas foram utilizadas como avaliação formativa, pois permitiram apoiar a planificação das sessões tendo em conta os conhecimentos e as dificuldades dos alunos. Esta ação alinha-se com o que referem Lopes e Silva (2020), que a avaliação formativa possibilita averiguar o “conhecimento dos alunos, as suas perceções, conceções alternativas e falhas na aprendizagem” (p.3) de maneira a usar “esses dados para informar a planificação das aulas e a prática pedagógica” (p.3). Estas tarefas envolviam os conceitos de diagrama de caule-e-folhas duplo, a moda, o mínimo e o máximo, bem como as diferentes dimensões do PC.

Conhecendo as potencialidades do uso de artefactos digitais da PH na aprendizagem dos alunos (Escaroupa, 2023; Freitas, 2024; Gomes, 2023), selecionaram-se as *applets* “Organização e tratamento de dados - moda, média e mediana” e “Diagrama de caule-e-folhas”. Estas *applets* permitem explorar os conceitos de diagrama de caule-e-folhas, moda, mínimo e máximo.

Ao longo de quatro sessões, os alunos realizaram em grupo, simultaneamente, tarefas na PH e nas folhas de exploração criadas (Figura 2). As folhas de exploração contêm os *frames* explorados em cada sessão e questões orientadas para o desenvolvimento das cinco dimensões do PC.

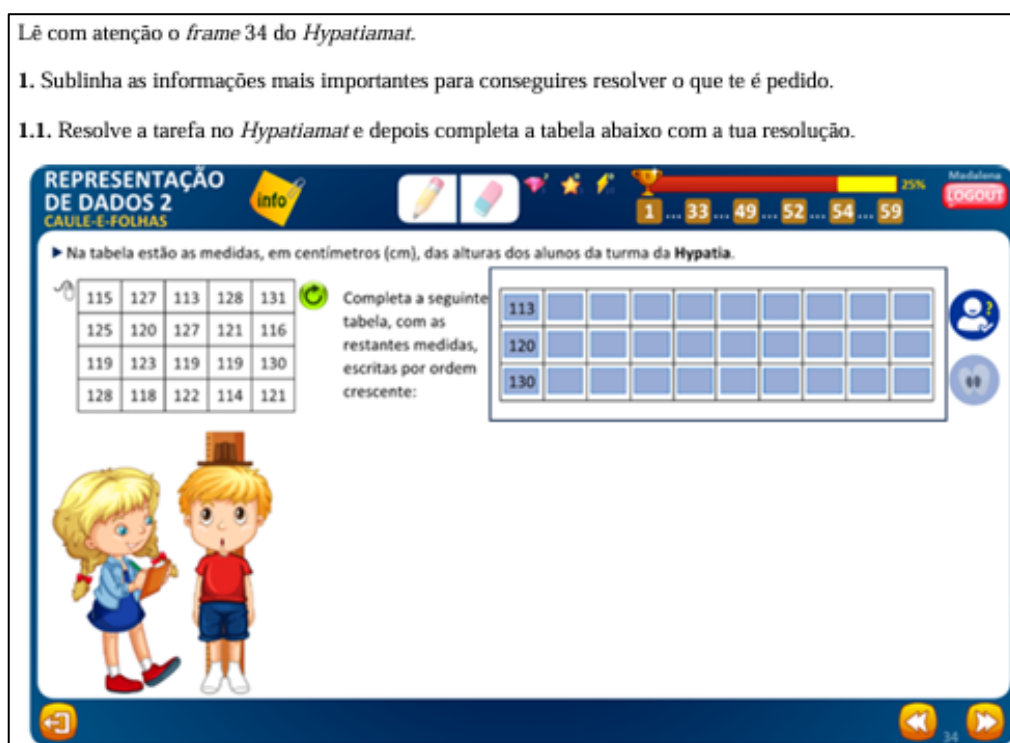


Figura 2 Excerto das folhas de exploração das sessões.

As *applets* e os *frames* explorados em cada sessão apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1- *Frames explorados nas quatro sessões.*

Sessões	Applets	Frames
1	Diagrama de Caule-e-Folhas	34, 43, 44, 45, 46
2	Organização e tratamento de dados- moda, média e mediana.	5, 8
	Diagrama de Caule-e-Folhas	49
3	Diagrama de Caule-e-Folhas	55, 56, 57, 58
4	Diagrama de Caule-e-Folhas	59, 60, 61, 62

Em cada sessão, os grupos tiveram à sua disposição um computador e a uma folha de exploração. O acesso à plataforma era feito autonomamente com o apoio de um guião de acesso à PH (Figura 3). Este acesso também era apoiado pela PE, através da projeção dos procedimentos a seguir, no quadro branco.

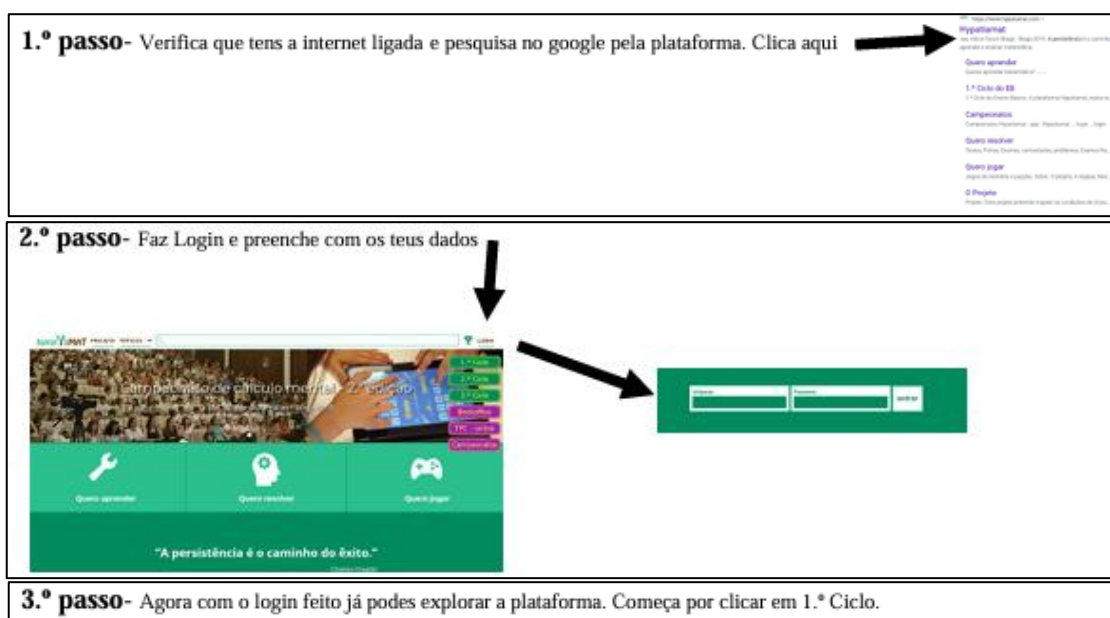


Figura 3 Excerto do guião de acesso à PH.

Na primeira sessão pretendia-se que os alunos reconhecessem que o diagrama de caule-e-folhas é um tipo de representação de dados quantitativos constituído por um caule e pelas folhas. Pretendia-se ainda que fossem capazes de construir, passo a passo, um diagrama de caule-e-folhas simples e que interpretassem e analisassem os dados. Neste sentido, a tarefa de construção do gráfico orientava o aluno, uma vez que disponibilizava uma tabela de apoio à construção (Figura 4).

► Na tabela estão as medidas, em centímetros (cm), das alturas dos alunos da turma da **Hypatia**.

115	127	113	128	131
125	120	127	121	116
119	123	119	119	130
128	118	122	114	121

Completa a seguinte tabela, com as restantes medidas, escritas por ordem crescente:

113									
120									
130									

Figura 4 Tabela presente na PH.

A segunda sessão tinha como objetivos “identificar a(s) moda(s) num conjunto de dados.”, “reconhecer o mínimo e o máximo num conjunto de dados quantitativos discretos” (ME, 2021, p.39) e “Ler, interpretar e discutir a distribuição dos dados, salientando criticamente os aspetos mais relevantes, ouvindo os outros e discutindo de forma fundamentada” (ME, 2021, p. 39). A última tarefa explorada na folha de exploração desta sessão (Figura 5), interliga os conteúdos abordados na sessão anterior, ou seja, os alunos tinham de identificar o mínimo e o máximo num diagrama de caule-e-folhas simples.

ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS
MODA, MÉDIA E MEDIANA

Na escola do Tobias foi efetuado um inquérito a 20 alunos de uma turma para saber qual o seu fruto preferido. As respostas dos alunos foram as seguintes:

morango	maçã	cereja	banana	ananás	maçã	cereja
banana	maçã	banana	cereja	banana	maçã	cereja
morango	banana	morango	maçã	ananás	banana	

Qual é a **moda** deste conjunto de dados?

R: A moda é

2.2. Explica, passo a passo, como pensaste para descobrir a moda deste conjunto de dados, usando palavras, desenhos ou esquemas.

Figura 5 Excerto da folha de exploração da 2.ª sessão.

Na terceira sessão, os alunos construíram e interpretaram os dados de um diagrama de caule-e-folhas simples, incluindo a identificação do máximo, na PH e na folha de exploração (Figura 6). No entanto, para a construção do gráfico já não foi disponibilizada uma tabela de apoio à construção, aumentando assim o grau de dificuldade da tarefa.

REPRESENTAÇÃO DE DADOS 2
CAULE-E-FOLHAS

Depois de uma atividade desportiva realizada na escola do Tobias, foram registadas, na tabela seguinte, as pulsações (número de batimentos por minuto) de cada um dos alunos participantes:

106	105	106	119	84	83	97	112	100	135
96	116	107	107	132	107	101	87	100	118
115	90	113	129	118	131	104	139	129	101

Organiza os dados num **DIAGRAMA DE CAULE-E-FOLHAS**:

Pulsações dos alunos participantes numa atividade desportiva na escola do Tobias

4.2. Descreve os passos que fizeste para construir o diagrama de caule-e-folhas simples, explicando como pensaste usando palavras, esquemas ou desenhos.

Figura 6 Excerto da folha de exploração da 3.ª sessão.

Por último, a quarta sessão tinha como objetivo explorar o diagrama de caule-e-folhas duplo a partir da comparação com o diagrama de caule-e-folhas simples. Os alunos construíram um diagrama de caule-e-folhas duplo e identificaram a moda, o mínimo e o máximo, na PH e na folha de exploração (Figura 7).

REPRESENTAÇÃO DE DADOS 2

CAULE-E-FOLHAS

info

1

33

49

52

54

59

25%

Madalena

LOGOUT

Na mesma Semana do Desporto, trinta alunos da escola do **Fernando** participaram também numa prova de corrida de 200 metros. Os tempos (em segundos) que obtiveram foram os seguintes:

30	36	37	57	52	31	41	40	37	33
29	50	55	26	54	25	27	34	51	42
51	47	31	45	29	42	32	48	32	52

► Para comparar o desempenho dos alunos das duas escolas, o **Tobias** está a representar os tempos obtidos em **DIAGRAMAS DE CAULE-E-FOLHAS** paralelos. Ajuda o **Tobias** a completar:

Escola do Tobias

2

3

4

5

Escola do Fernando

2

3

4

5

3 | 0 significa 30

1.2. Descreve os passos que fizeste para construir o diagrama de caule-e-folhas duplo.

2. Identifica as informações que foram essenciais para construíres o diagrama de caule-e-folhas duplo.

Figura 7 Excerto da folha de exploração da 4.ª sessão.

A estrutura das quatro sessões teve por base o modelo de ensino exploratório abordado por Canavarro et al. (2012). Deste modo, cada sessão foi organizada em quatro fases: introdução da tarefa; realização da tarefa; discussão da tarefa e sistematização das aprendizagens matemáticas.

No final das quatro sessões, os alunos resolveram novamente um conjunto de tarefas (Figura 8) semelhantes às realizadas antes das sessões, com o objetivo de perceber se as suas dificuldades iniciais foram colmatadas.

As professoras de uma escola estavam em reunião e decidiram planejar uma visita de estudo. Para decidirem o destino da viagem dividiram-se em dois grupos, o grupo 1 constituído por professoras do 3.º ano e o grupo 2 constituído por professoras do 4.º ano. Cada grupo procurou diferentes destinos e apontou os minutos de viagem para cada local.

De seguida apresentam-se os tempos de viagem que as professoras do grupo 1 apontaram.

60	90	135	60	148	60
45	75	30	50	130	148
100	120	157	57	135	153

De seguida apresentam-se os tempos de viagem que as professoras do grupo 2 apontaram.

180	120	150	110	165	157
175	145	156	115	148	65
130	138	105	180	140	60

Fonte: própria.

1. Organiza os dados num diagrama de caule-e-folhas duplo. **Descreve** os passos que fizeste para construir o diagrama de caule-e-folhas duplo.

2. Identifica as informações que foram essenciais para construíres o diagrama de caule-e-folhas duplo.

Figura 8 Excertos das tarefas implementadas após a intervenção.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

A apresentação e discussão de resultados será efetuada iniciando-se pelas evidências do desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos dos alunos e, por último, com as evidências do desenvolvimento das dimensões da capacidade matemática PC. Assim, serão apresentadas as resoluções efetuadas pelos alunos antes da intervenção e após a intervenção, sendo discutidas as evidências das dificuldades e dos conhecimentos dos alunos antes e depois da intervenção.

Relativamente aos diagramas de caule-e-folhas, a resolução do aluno O à tarefa 5 antes das sessões (Figura 9) mostra que o aluno teve dificuldades em identificar os elementos constituintes de um diagrama de caule-e-folhas duplo.

5. Verifica se construiste o diagrama de caule-e-folhas duplo corretamente na tarefa 1. Indica todos os elementos que devem estar presentes num diagrama de caule-e-folhas duplo. Explica como pensaste usando palavras, esquemas ou desenhos.

Têm que estar presentes a centena e a dezena estão separadas das unidades com um traço. E depois vamos e colocamos no sítio certo.

Figura 9 Resolução do aluno O antes da intervenção.

Após as sessões (Figura 10), a resolução do aluno O evidencia uma evolução no seu conhecimento acerca da construção do diagrama de caule-e-folhas duplo, uma vez o aluno foi capaz de identificar os três elementos essenciais de um diagrama de caule-e-folhas duplo.

5. Verifica se construiste o diagrama de caule-e-folhas duplo corretamente na tarefa 1. Indica todos os elementos que devem estar presentes num diagrama de caule-e-folhas duplo. Explica como pensaste usando palavras, esquemas ou desenhos.

São os títulos "tempos de viagens do grupo 1" e "tempos de viagens do grupo 2". A fonte que é "a fonte própria" e a legenda.

Figura 10 Resolução do aluno O depois da intervenção.

A transcrição seguinte, que decorreu numa das sessões do estudo, evidencia, mais uma vez, a compreensão dos alunos relativamente aos elementos de constituição de um diagrama de caule-e-folhas duplo, mais especificamente comparando-o com os elementos de um diagrama de caule-e-folhas simples.

PE: ... qual é a primeira diferença que vocês a olhar para isto notam de um diagrama de caule-e-folhas simples para um diagrama de caule-e-folhas duplo? Diz aluno Z! (tinha colocado o dedo no ar)

Aluno Z: O diagrama de caule-e-folhas simples... só tem... (pausa de 3 segundos) só tem... só tem folhas "pra" direita.

PE: O diagrama de caule-e-folhas simples só tem folhas para a direita e o duplo?

Aluno Z: Tem "pa" direita e esquerda.

PE: Tem para a direita e para a esquerda do caule. Para além disso, quantos títulos tem o diagrama de caule-e-folhas simples?

Aluno C: Um!

PE: E o duplo?

Alguns alunos: Dois!

PE: O diagrama de caule-e-folhas duplo tem que ter dois títulos porque senão nós não sabíamos onde organizar os dados da escola do Tobias nem onde organizar a escola do Fernando, ok? (pausa de 3 segundos)

(Fonte: Elaboração própria)

Relativamente à interpretação dos dados presentes no diagrama de caule-e-folhas duplos, a resolução do aluno C à tarefa 3 (Figura 11), evidencia que antes das sessões o aluno não analisa o gráfico como um todo, mas sim como dois diagramas de caule-e-folhas simples, uma vez que apresenta um mínimo e um máximo para cada conjunto de dados (ME, 2021). Além disso, apesar de apresentar os valores não os identifica como mínimo e máximo.

3. Considerando o diagrama de caule-e-folhas duplo elaborado na tarefa 1, qual é a altura do convidado mais baixo? E do mais alto? O que significam estes valores nos dados registados nas duas festas? **Explica** como pensaste, usando palavras, esquemas ou desenhos.

Mais Barbaço Mais baixo: 1,30 Mais alto: 1,72 Leonor Mais baixo: 1,35 Mais alto: 1,94	Estes dois valores significam a altura dos convidados nas duas festas.
---	---

Figura 11 Resolução do aluno C antes da intervenção.

Após as sessões (Figura 12) o aluno já foi capaz de identificar apenas um mínimo e um máximo, evidenciando ser capaz de efetuar uma análise correta do diagrama de caule-e-folhas duplo. Para além disso, reconhece a viagem que demora mais tempo como o valor máximo e a viagem que demora menos tempo como o valor mínimo.

3. Considerando o diagrama de caule-e-folhas duplo elaborado na tarefa 1, quanto demora a viagem mais longa? E a mais curta? O que significam estes valores nos dados registados nos dois grupos? **Explica** como pensaste, usando palavras, esquemas ou desenhos.

A viagem que demora: Mais tempo → 180 min Menos tempo → 30 min A viagem que demora mais tempo significa o máximo e a que demora menos tempo significa o Mínimo.

Figura 12 Resolução do aluno C depois da intervenção.

Na proposta de resolução do aluno A à tarefa 4, (Figura 13) verificamos que, antes da intervenção, o aluno apresentou dois valores para a moda, não analisando o diagrama de caule-e-folhas duplo como um todo. Além disso, o aluno identificou os valores apenas como os que se repetem mais vezes, sem mencionar a palavra moda.

4. Qual foi a altura mais registada? O que significa este valor? Explica como pensaste, usando palavras, esquemas ou desenhos.
A altura ^{mais} registada da festa da Bárbara é 1,57 A altura mais registada da festa da Leonor é 1,53. É significa que é a altura ^{que} mais as pessoas mais têm.

Figura 13 Resolução do aluno A antes da intervenção.

Após as sessões (Figura 14), o aluno evidencia ser capaz de reconhecer corretamente o valor da moda no diagrama de caule-e-folhas duplo, apresentando-o e mencionando-o como sendo a moda.

4. Qual foi o tempo de viagem mais registado? O que significa este valor? Explica como pensaste, usando palavras, esquemas ou desenhos.
O tempo da viagem mais registada significa a moda. tempo mais registado é 60.

Figura 14 Resolução do aluno A depois da intervenção.

Ao longo das sessões, pretendia-se que os alunos compreendessem que para descobrir a moda, o mínimo e o máximo num diagrama de caule-e-folhas duplo deviam analisar o diagrama globalmente e não apontando um valor para os dados organizados do lado direito e outro valor para os dados organizados do lado esquerdo. A transcrição seguinte mostra que os alunos compreenderam o pretendido.

PE: Ok, para descobrir o mínimo num diagrama de caule-e-folhas duplo basta olhar para a...

Aluno F: Primeira linha.

PE: Primeira linha, o mínimo está sempre na primeira linha. E para as folhas mais... Diz aluno L!

Aluno L: Perto.

PE: (...) Depois o mínimo é o dado com o...

Aluno B: Maior?

Aluno Z: Menor!

PE: Menor algarismo das unidades, se é o mínimo. (...) Para descobrir o máximo num diagrama de caule-e-folhas duplo basta olhar para a...

Alguns alunos: Última.

PE: Última linha e para as duas folhas mais...

Aluno V: Longe?

PE: Distante ou longe do caule, boa! A do lado direito e a do lado esquerdo depois o máximo é o dado com...

Alguns alunos: Maior.

PE: Algarismo das unidades, boa! A moda é o dado...

Alguns alunos: Mais.

PE: Mais registado nos dois conjuntos de dados, ou seja, um diagrama de caule-e-folhas tem quantas modas?

Alguns alunos: Uma.

(Fonte: Elaboração própria)

A resolução do aluno J à tarefa 1 (Figura 15), antes da intervenção, para além de evidenciar as lacunas de conhecimento relativamente à organização dos dados num diagrama de caule-e-folhas duplo, evidencia a ausência do desenvolvimento da dimensão algorítmia do PC uma vez que o aluno não é capaz de descrever os passos que efetuou para a resolução da tarefa.

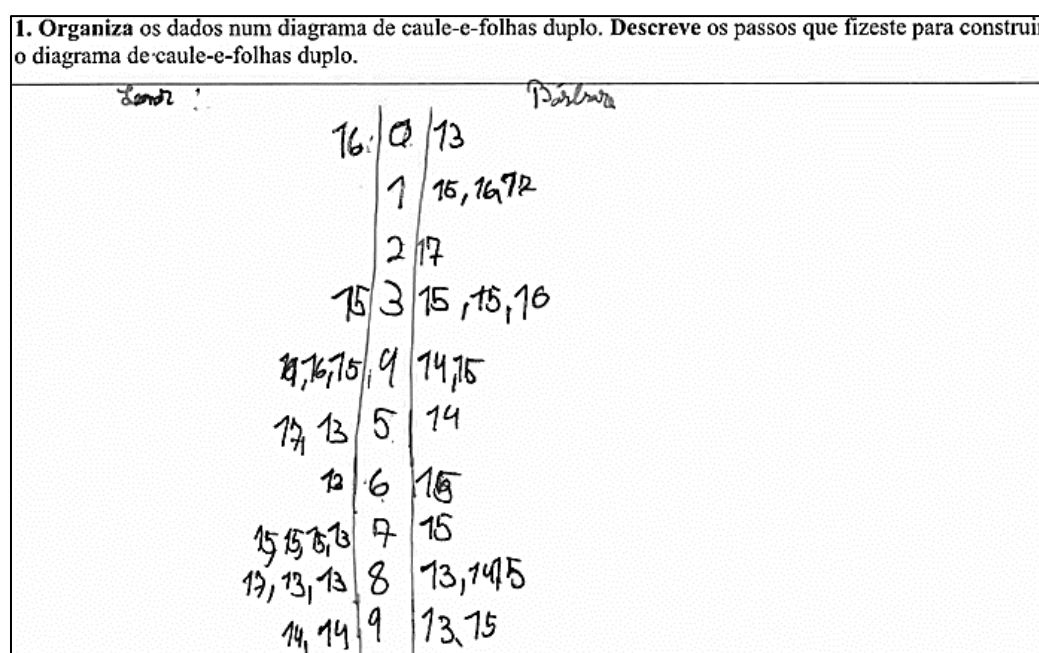


Figura 15 Resolução do aluno J antes da intervenção.

No entanto, depois da intervenção, a sua resolução (Figura 16) evidencia o desenvolvimento desta dimensão do PC uma vez que o aluno descreve e ordena corretamente as etapas da construção do diagrama (Brackmann, 2017). Ainda relativamente às dimensões de PC, o desenvolvimento da dimensão reconhecimento de padrões torna-se evidente nesta resolução uma vez que o aluno é capaz de reconhecer padrões no processo de construção de um diagrama de caule-e-folhas duplo (Lee et al., 2022). Ao decompor a construção do diagrama em tarefas mais simples, o aluno evidencia ainda o desenvolvimento da dimensão decomposição. (Espadeiro, 2022).

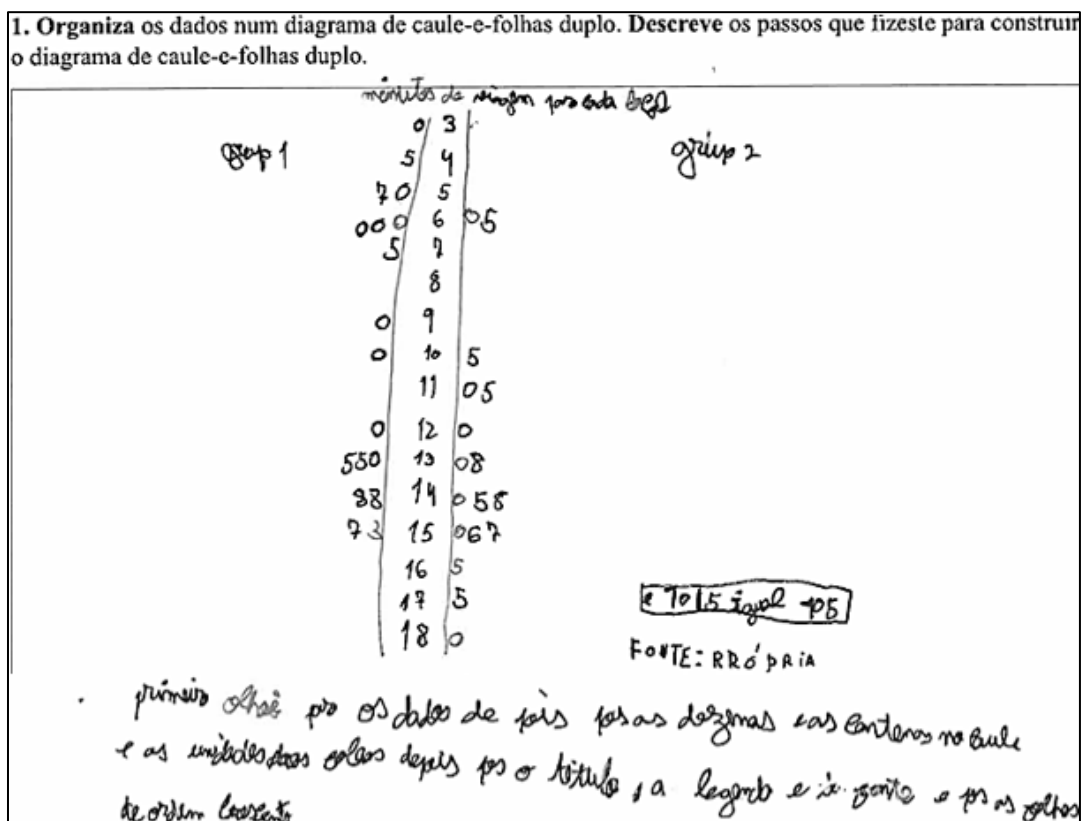


Figura 16 Resolução do aluno J depois da intervenção.

Relativamente à dimensão abstração do PC é possível observar (Figura 17) que, antes das sessões, o aluno K não é capaz de especificar as informações essenciais para resolver a tarefa (Albuquerque, 2021).

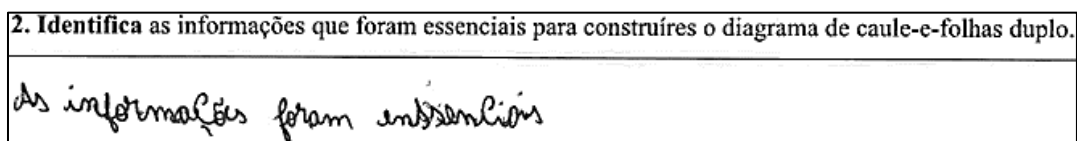


Figura 17 Resolução do aluno K antes da intervenção.

Após as sessões (Figura 18), evidencia-se uma evolução na capacidade de abstração do aluno K, que agora apresenta detalhadamente as informações essenciais à resolução da tarefa.

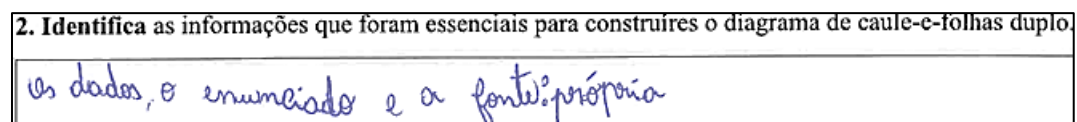


Figura 18 Resolução do aluno K depois da intervenção.

Relativamente à tarefa 5, onde se pretendia analisar a dimensão depuração, o aluno Z, bem como grande parte dos alunos da turma, deixou em branco o campo para a resolução da tarefa. Nesta tarefa, era solicitado que os alunos verificassem as resoluções efetuadas, procurando identificar e corrigir erros (Albuquerque, 2021), e, por último, que indicassem os elementos que devem estar presentes num diagrama de caule-e-folhas duplo. Na resolução do

aluno Z após a intervenção (Figura 19), torna-se evidente a capacidade de o aluno identificar que construiu corretamente o diagrama de caule-e-folhas duplo, referindo que “sim” e finalizando com a indicação dos elementos que devem estar presentes.

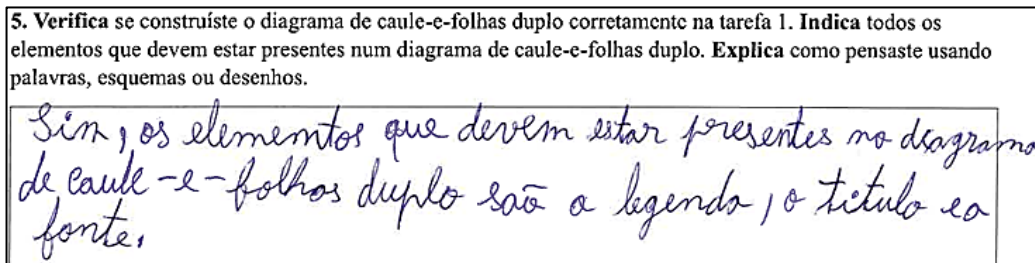


Figura 19 Resolução do aluno Z após a implementação.

5. CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES

Os resultados deste estudo evidenciam que a integração das *applets* da PH, especificamente “Organização e tratamento de dados, moda, média e mediana” e “Diagrama de Caule-e-Folhas”, na sala de aula, teve um impacto significativo no desenvolvimento das dimensões do Pensamento Computacional e das aprendizagens dos conceitos estatísticos analisados.

O ensino exploratório permitiu uma integração mais estruturada de artefactos digitais, resultando na compreensão das representações gráficas, particularmente do diagrama de caule-e-folhas, e na análise e interpretação dos dados, particularmente os conceitos como moda, mínimo e máximo. Além disso, contribuiu para o desenvolvimento das dimensões do PC, nomeadamente, a abstração, a decomposição, a algoritmia, o reconhecimento de padrões e a depuração. A abordagem exploratória, aliada à utilização de guiões de exploração, possibilitou que os alunos construíssem o seu conhecimento de forma ativa e significativa, através da autonomia obtida durante a realização das tarefas. As interações entre os alunos durante a resolução das tarefas promoveram o trabalho colaborativo, e os momentos de discussão mediados pela PE foram cruciais para a sistematização das aprendizagens desenvolvidas durante as sessões. As tarefas realizadas antes e depois das quatro sessões permitiram que fosse verificado o progresso dos alunos tanto em termos de conhecimentos matemáticos como no desenvolvimento das dimensões do PC. Importa referir que este estudo tem um carácter qualitativo, no entanto, sendo parte de um estudo mais amplo que integra um relatório final de mestrado, posteriormente será realizada uma análise quantitativa para aprofundar e validar estes resultados. Relativamente à implementação do modelo de ensino exploratório, verificou-se que, embora a turma não estivesse habituada à estruturação das aulas deste modo, a resposta dos alunos foi bastante positiva. Ainda assim, a principal dificuldade encontrada pela PE foi a gestão do tempo, especialmente na fase de realização das tarefas. Em práticas futuras, recomenda-se um controlo mais rigoroso do tempo, especialmente nesta fase, garantindo que as propostas cumpram os objetivos e contribuam positivamente para os processos de ensino e de aprendizagem. Importa ainda referir que a intervenção foi aplicada a uma única turma, com um número reduzido de participantes (24 alunos), o que impossibilita a generalização dos resultados — ainda que este não fosse o objetivo do estudo. Os dados recolhidos, no entanto, oferecem indícios relevantes para reflexão e investigação futura, especialmente no que respeita à

integração de artefactos digitais e à promoção do desenvolvimento do Pensamento Computacional no 1.º CEB.

A implementação deste projeto no contexto de estágio possibilitou o desenvolvimento de competências essenciais para a formação da PE. A experiência com o ensino exploratório permitiu compreender a postura que o professor deve adotar, evidenciando a eficácia deste modelo na realização de diversas tarefas. Além disso, as vantagens da utilização da PH na aprendizagem dos alunos foram confirmadas, sendo recomendado o seu uso em práticas futuras. Estes resultados reforçam a importância de integrar, na formação inicial de professores, experiências práticas que envolvam metodologias ativas, contribuindo para que os futuros professores desenvolvam competências pedagógicas alinhadas com as exigências atuais do ensino da Matemática. A articulação entre teoria e prática, aliada à reflexão crítica sobre as estratégias utilizadas, revela-se essencial para a formação de professores capazes de promover aprendizagens significativas e de responder aos desafios do ensino no século XXI.

Considera-se que este estudo contribui de forma significativa para a investigação sobre a capacidade matemática do Pensamento Computacional, apresentando uma proposta didática inovadora que integra o desenvolvimento desta capacidade com conteúdos matemáticos do tema Dados e Probabilidades, utilizando a plataforma *HypatiaMat*. Por último, para futuras práticas sugere-se que esta forma de integração de artefactos digitais seja investigada noutros anos de escolaridade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/50008/2023 (IT), UIDB/05198/2023 (Centro de Investigação e Inovação em Educação, inED), UIDB/00194/2023 (CIDTFF), UID/06185/2023 (SPRINT – Centro de Investigação & Inovação em Desporto, Atividade Física e Saúde) e no âmbito da bolsa de doutoramento 2022.09720.BD.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, C. (2021). Pensamento Computacional e Matemática. *Educação e Matemática*, 162, 31–38.
- Ausiku, M., & Matthee, M. (2021). Preparing primary school teachers for teaching computational thinking: A systematic review. In *Lecture Notes in Computer Science* (Including Subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*), 12511 LNCS, 202-213. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66906-5_19
- Brackmann, C. P. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica [Tese de doutoramento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. *Lume Repositório Digital*. <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>
- Canavarro, A., Oliveira, H., & Menezes, L. (2012). Práticas de ensino exploratório da matemática: O caso de Célia. In P. Canavarro, L. Santos, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes, & S. Carreira (Orgs.), *Actas do Encontro de Investigação em Educação Matemática 2012: Práticas de ensino da matemática* (pp. 1-12). Portalegre: Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática. <http://hdl.handle.net/10451/7041>
- Carvalho, A., Santos, C., & Teixeira, R. C. (2020). Temas da matemática elementar: Diagrama de caule-e-folhas. *Jornal das Primeiras Matemáticas*, (15), 55-66.

- Conforto, D., Cavedini, P., Miranda, R. L., & Caetano, S. V. (2018). Pensamento computacional na educação básica: Interface tecnológica na construção de competências do século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 1(1), 99-112. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v1i1.8481>
- Escaroupa, A. (2023). *O uso da applet calcrapid da plataforma Hypatiamat na promoção do cálculo mental* [Relatório final de mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum.
- Espadeiro, R. (2022). *O pensamento computacional no currículo de matemática*. Educação e Matemática.
- Freitas, Y. (2024). *A applet multiplicação da Plataforma Hypatiamat na compreensão dos sentidos da operação aritmética multiplicação*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum.
- Gomes, A. (2023). *Desenvolvimento da aritmética mental utilizando o jogo SAM da plataforma Hypatiamat*. [Relatório final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Lee, J., Joswick, C., Pole, K., & Jocius, R. (2022). Algorithm design for young children. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 23(2), 198–202. <https://doi.org/10.1177/14639491211033663>
- Lopes, J. P., & Silva, H. S. (2020). *50 técnicas de avaliação formativa* (2.ª ed.). PACTOR.
- Lopes, J., & Costa, C. (2019). Digital resources in science, mathematics and technology teaching – How to convert them into tools to learn. In M. Tsitouridou, J. A. Diniz, & T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and innovation in learning, teaching and education* (pp. 243–255). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_18
- Lopes, J., & Costa, C. (2021). Converting digital resources into epistemic tools enhancing STEM learning. In A. Reis, J. Barroso, J. Lopes, T. Mikropoulos, & C. Fan (Eds.), *Technology and innovation in learning, teaching and education* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_1
- Lopes, J., Viegas, M., & Pinto, A. (2018). *Melhorar práticas de ensino de ciências e tecnologia – Registrar e investigar com narrações multimodais*. Edições Sílabo.
- Martins, F., Duque, I., Pinho, L., Coelho, A., & Vale, V. (2017). *Educação pré-escolar e literacia estatística: A criança como investigadora*. Psicosoma.
- Martins, M. E. G., & Ponte, J. P. (2010). *Organização e tratamento de dados*. DGIDC.
- Ministério da Educação (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática*. Ministério da Educação.
- Mohaghegh, M., & McCauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, 7(3), 1524–1530.
- Moschella, M., & Basso, D. (2020). Computational thinking, spatial and logical skills. An investigation at primary school. *Ricerche Di Pedagogia e Didattica*, 15(2), 69–89. <https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/11583>
- Nordby, S. K., Bjerke, A. H., & Mifsud, L. (2022). Primary Mathematics Teachers' Understanding of Computational Thinking. *KI - Kunstliche Intelligenz*, 36(1), 35–46. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00750-6>
- Oliveira, A., & Oliveira, T. (2011). *Elementos de Estatística Descritiva*. Lisboa.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Pereira, C. G. (2013). *Explorando a Organização e Tratamento de Dados em turmas dos 2.º e 6.º anos do Ensino Básico*. [Relatório de Estágio, Instituto de Educação da Universidade do Minho]. Repositóri UM. <https://hdl.handle.net/1822/28995>
- Pewkam, W., & Chamrat, S. (2022). Pre-Service Teacher Training Program of STEM-based Activities in Computing Science to Develop Computational Thinking. *Informatics in Education*, 21(2), 311–329. <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.09>

- Pinto, R., Martins, J., & Martins, F. (2022). Projeto Hypatiamat, artefactos digitais para ensinar e aprender matemática. In F. Martins, R. Pinto, & C. Costa (Eds.), *Artefactos digitais, Aprendizagens e Conhecimentos didático* (pp. 10–30). Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Rodriguez, C., Zem- Lopes, A., Marques, L., & Isotani, S. (2015). Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o Scratch. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 21(1), 62-71. doi: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.62>
- Romero-Tena, R., Martínez-Pérez, S., & Martínez-Navarro, S. (2023). Experiencias tecnológicas de estudiantes en el Pácticum II de Educación Infantil. *Revista Practicum*, 8(1), 53–68. <https://doi.org/10.24310/RevPracticumrep.v8i1.16809>
- Santana, S., & Oliveira, W. (2019). Desenvolvendo o Pensamento Computacional no Ensino Fundamental com o uso do Scratch. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 25(1), 158-167. doi: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.158>
- Schlögl, L. E., et. al. (2017). Ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica. *Revista de Sistemas e Computação*, 7(2), 304-322.
- Silva, M. (2021). A orquestração instrumental na elaboração de uma tarefa matemática: conhecimento e práticas profissionais do professor [Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa]. Universidade de Lisboa.
- Steen, L. (2001). *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. Princeton, NJ: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).
- Verdasca, A., Neves, A., Fonseca, H., Fateixa, J., & Magro-C, T. (2020). Melhorar aprendizagens em matemática pelo uso intencional de recursos digitais: o Hypatiamat como intervenção preventiva na CIM do Ave. *Coleção Estudos PNPSE*. PNPSE-DGE: Ministério da Educação. <http://hdl.handle.net/10174/28899>
- Voon, X. P., Wong, S. L., Wong, L. H., Khambari, M. N. M., & Syed-Abdullah, S. I. S. (2022). Developing computational thinking competencies through constructivist argumentation learning: A problem-solving perspective. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(6), 529-539. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.6.1650>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33- 35. <http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- World Economic Forum. (2016). *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution*. Davos: World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>