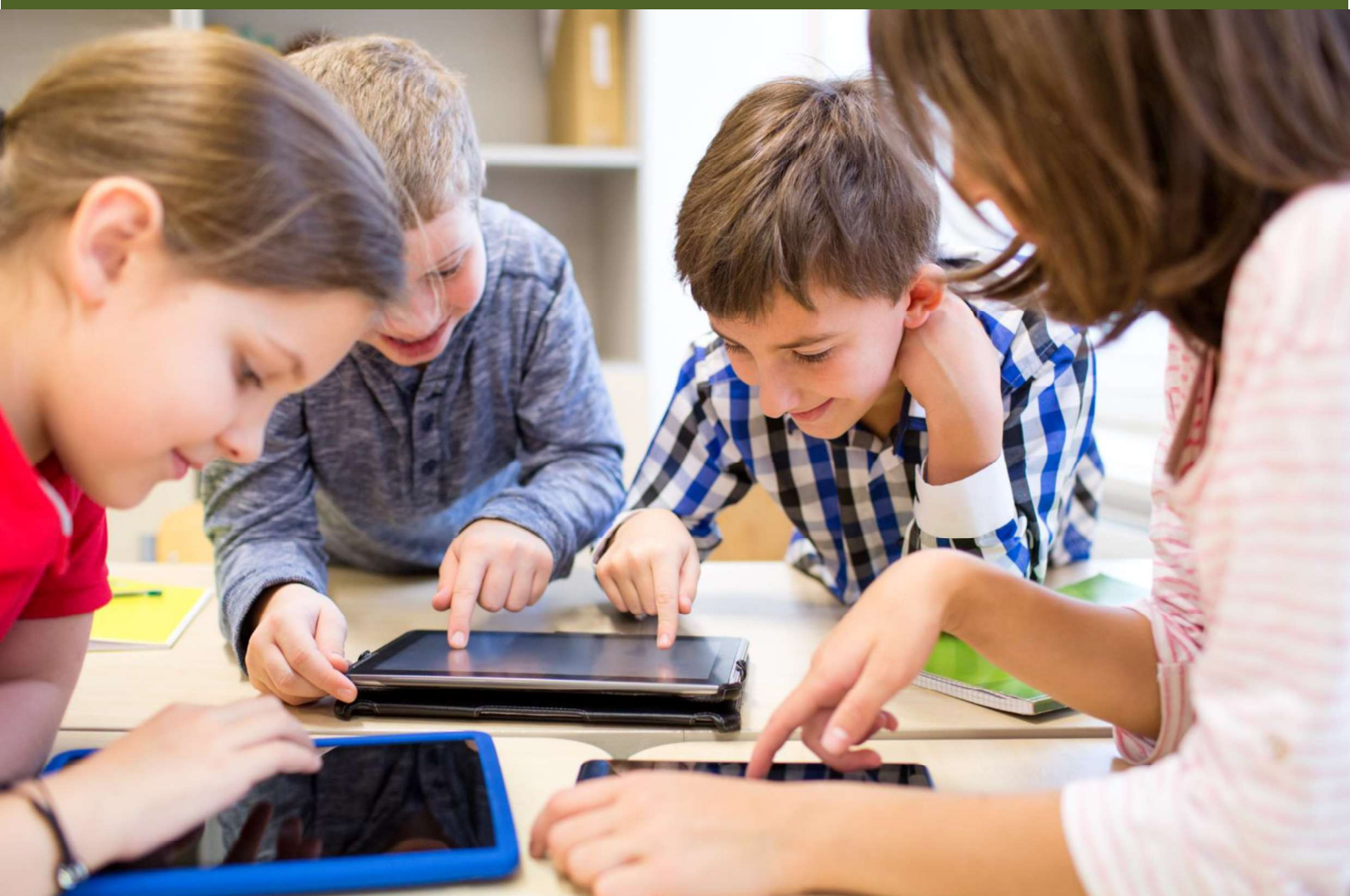


FERNANDO MARTINS
RICARDO PINTO
CECÍLIA COSTA
EDITORES

ARTEFACTOS DIGITAIS, APRENDIZAGENS E CONHECIMENTO DIDÁTICO

CONTRIBUTOS PARA PROMOVER A COMPREENSÃO DA MATEMÁTICA



ARTEFACTOS DIGITAIS, APRENDIZAGENS E CONHECIMENTO DIDÁTICO

CONTRIBUTOS PARA PROMOVER A COMPREENSÃO DA MATEMÁTICA

Editores

FERNANDO MARTINS

(ESEC . i2A . NIEFI . Politécnico de Coimbra . fmlmartins@esec.pt)
(Instituto de Telecomunicações, Universidade da Beira Interior)

RICARDO PINTO

(AHM . Associação Hypatiamat . rmpslb@gmail.com)
(ESEC . i2A . NIEFI . Politécnico de Coimbra)

CECÍLIA COSTA

(ECT . Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro . mcosta@utad.pt)
(CIDTFF . Universidade de Aveiro)



**Escola Superior
de Educação**

Politécnico de Coimbra

título

Artefactos Digitais, Aprendizagens e Conhecimento Didático - Contributos para Promover a Compreensão da Matemática

editores

Fernando Martins – *Instituto Politécnico de Coimbra*

Ricardo Pinto – *Associação Hypatiamat/NIEFI-ESEC-IPC*

Cecília Costa – *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*

revisores externos

Abílio Lourenço – *Universidade Fernando Pessoa, Portugal*

Ana Cristina Rosa – *Universidade de Coimbra, Portugal*

Carlos Miguel Ribeiro – *Universidade Estadual de Campinas, Brasil*

Clara Viegas – *Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal*

Cristina Martins – *Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*

Dina Loff – *Universidade de Coimbra, Portugal*

Floriano Viseu – *Universidade do Minho, Portugal*

Helena Albuquerque – *Universidade de Coimbra, Portugal*

Manuel Cebrián de la Serna – *Universidade de Málaga, Espanha*

Manuel Vara Pires – *Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*

Maria Olímpia Paiva – *Universidade do Minho, Portugal*

Nuno Martins – *Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal*

Paula Catarino – *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal*

Pedro Tadeu – *Instituto Politécnico da Guarda, Portugal*

Rafael Pérez Galán – *Universidade de Málaga, Espanha*

Vanda Santos – *Universidade de Aveiro, Portugal*

editora

Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra

ISBN: 978-989-99491-5-7

suporte: Eletrónico

formato: PDF/PDF/A

data: dezembro de 2022

Copyright

Todos os direitos reservados ao Instituto Politécnico de Coimbra - Escola Superior de Educação de Coimbra. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrónico, mecânico, gravação fotocópia, entre outros), sem permissão expressa dos editores e dos autores.

Capítulo 7

Robótica Educativa e Cenários de Aprendizagem: desenvolvimento do conhecimento didático de futuras professoras do 1.º CEB

Ricardo Silva

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
CIDTFF—Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro
Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI
rjpsilva@esec.pt

Cecília Costa

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
CIDTFF—Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro
mcosta@utad.pt

Fernando Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, UNICID, ROBOCORP
Instituto de Telecomunicações
fmlmartins@esec.pt

1. Introdução

A conceptualização da integração da tecnologia tem procurado aproximar a investigação em educação da prática docente (Koehler & Mishra, 2009; Lopes & Costa, 2019; Papert, 1980). A integração da tecnologia nos processos de ensino e de aprendizagem pode contribuir para criar condições favoráveis à ocorrência de aprendizagens significativas, para que tal é importante que se dê particular atenção ao papel do professor, do aluno, à estruturação das tarefas e ao contexto em que são implementadas (Herrington et al., 2014). No caso específico do ensino da matemática, não basta o conhecimento da matemática como ciência ou como disciplina escolar, é também necessário o conhecimento dos processos e procedimentos de ensino que conduzem a aprendizagens, o conhecimento didático da matemática (Blum et al., 2019; Pino-Fan et al., 2015). A integração adequada de tecnologia na educação matemática assume três vertentes (Drijvers, 2015): *design* didático, atuação do professor e contexto educativo. O professor deve ser proficiente na manipulação da ferramenta tecnológica e mobilizar um conjunto de conhecimentos especializados necessários para criar condições promotoras de aprendizagens matemáticas (Tabach & Trgalová, 2019).

A integração da Robótica Educativa (RE) nos processos de ensino e de aprendizagem favorece o desenvolvimento de competências TIC, pensamento computacional e conhecimento relacionado com as dimensões STEAM (eMedia, 2019), sendo notório o seu alinhamento com as competências digitais essenciais propostas no referencial DigCompEdu (Redecker, 2017). A RE é promotora de aprendizagens significativas (Athanasiou et al., 2019), impactando positivamente a perceção do estereótipo de género associado (Kim et al., 2017), existindo um forte interesse por esta temática por parte da comunidade científica (Anwar et al., 2019; Jung & Won, 2018).

No início da passada década a maioria das aplicações de RE focavam-se na componente tecnológica (robótica, mecatrónica e programação) ou procuravam ligações curriculares próximas destas áreas (Benitti, 2012), tendência que ainda se verifica (Angeli & Jaipal-Jamani, 2018). Alimisis (2012) e Jung e Won (2018) advogam que a investigação em RE precisa também de assumir preocupações pedagógicas e didáticas. Nesta mesma linha têm sido desenvolvidos alguns trabalhos em torno do desenvolvimento do conhecimento didático (DCD) de futuros professores necessário para criar planos de aula que integrem RE (eg. Kim et al., 2015), que potenciem a compreensão dos alunos dos conteúdos contemplados.

Nesta lógica, ganha maior relevância a preparação de futuros professores para que possam desenvolver competências para criarem cenários de aprendizagem (CA) que promovam uma integração adequada da tecnologia (Pedro et al., 2019) e experienciar a articulação do conhecimento pedagógico, tecnológico e do conteúdo em situações práticas e contextualizadas

(Huang & Zbiek, 2017) 2017). Papert (1980) afirmou ser necessário que os professores tenham conhecimentos tecnológicos, pedagógicos, do conteúdo curricular e do contexto para que a integração da RE nos processos possa promover aprendizagens significativas. Na formação contínua de professores a possibilidade destes articularem a formação com implementação de RE na sua prática letiva é apontada como fator de sucesso (Anwar et al., 2019). Embora existam alguns trabalhos na formação inicial de professores (FIP) que incluam esta característica (e.g., Giacomassi Luciano et al., 2019; Kucuk & Sisman, 2017), esta limitação continua presente na literatura da especialidade (e.g. Angeli & Jaipal-Jamani, 2018; Williams et al., 2019). Procurando contribuir para a discussão em torno do papel que a FIP do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) deve assumir para que futuros professores sejam competentes na integração de RE na prática letiva, estabeleceu-se a seguinte questão de investigação: de que forma uma sequência didática que integre a RE e o uso de CA promove aprendizagens sobre o *design* de CA na FIP do 1.º CEB?

2. Quadro teórico

2.1. Conhecimento didático

Envolver-se em atividades estruturadas que promovam o hábito de refletir as práticas pedagógicas e o conhecimento envolvido cria condições favoráveis ao desenvolvimento profissional docente (Artzt et al., 2015). Na FIP ganha especial importância, uma vez que este contexto oferece as primeiras situações em que os futuros professores experienciam a dialética entre crenças pessoais e aprendizagens construídas ao longo do processo de formação (Viseu & Menezes, 2014). O estudo deste conhecimento especializado para ensinar deve muito aos trabalhos de Shulman (1986) e Schön (1983). Ball et al (2008), dando continuidade ao trabalho de Shulman, focaram-se no conhecimento especializado do professor relacionado com os processos de ensino e de aprendizagem, propondo o modelo Mathematical Knowledge for Teaching. Nesta mesma linha, Koehler e Mishra (2009) apresentam o modelo conceptual de conhecimento Technological Pedagogical and Content Knowledge, em que aprofundam a importância da tecnologia nos processos de ensino e de aprendizagem, surgindo como uma dimensão do conhecimento especializado do professor o conhecimento tecnológico, tal como o contexto – sendo que este último só mais tarde passa também a ser considerado uma dimensão do conhecimento especializado do professor (Mishra, 2019).

Ponte (2012) considera um conhecimento especializado do professor associado à prática letiva: o conhecimento do didático, que contempla “quatro grandes vertentes: o conhecimento da Matemática, o conhecimento do currículo, o conhecimento do aluno e dos seus processos de

aprendizagem e o conhecimento dos processos de trabalho na sala de aula” (Ponte, 2012, p. 87). O modelo de conhecimento didático Didactic-Mathematical Knowledge (DMK) proposto por Pino-Fan et al (2015) procura interpretar o conhecimento especializado do professor, sugerindo uma categorização que assenta em três dimensões: Matemática, Didática e Meta Didática-Matemática. Para além da caracterização do conhecimento especializado do professor, Pino-Fan et al (2015) sugerem também um processo iterativo de *design* e análise da atuação do professor (problemas, práticas, objetos e processos), coerente com o processo iterativo e reflexivo de *design* e implementação de CA (Pedro et al., 2019) – etapa fundamental deste estudo –, motivo pelo qual se optou pelo DMK como suporte teórico para o presente trabalho.

2.2. Robótica Educativa

As bases para investigação em RE foram estabelecidas no trabalho seminal de Papert (1980) com os robots Turtle e a linguagem de programação Logo, sendo ainda hoje uma área de investigação relevante (López-Belmonte et al., 2021; Zhong & Xia, 2020). A integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem apresenta três tipologias distintas: i) aprender ao interagir com robots; ii) aprender ao programar robots; iii) aprender ao construir e programar robots (Jung & Won, 2018; Zhong & Xia, 2020). No que diz respeito às plataformas de RE presentes em intervenções com RE, é predominante uso de kits robóticos Lego (Jung & Won, 2018; Pedersen et al., 2020; Toh et al., 2016). É indiscutível a familiaridade destes objetos para a maioria das crianças, bem como qualidade destes recursos. No entanto, o elevado custo dificulta o acesso generalizado, motivo pelo qual existe interesse crescente por plataformas de baixo custo e de índole *maker* (Giacomassi Luciano et al., 2019; Stager, 2013), surgindo também plataformas de RE virtuais.

A integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem potencia a criação de condições favoráveis à ocorrência de aprendizagens significativas (Athanasiou et al., 2019) e propícias à interdisciplinaridade, permitindo estabelecer conexões entre as várias disciplinas STEAM e outros conhecimentos dos alunos (Kuhl et al., 2019; Miller & Nourbakhsh, 2016). As principais conclusões apresentadas em trabalhos de revisão sistemática (Benitti, 2012; Jung & Won, 2018; Zhong & Xia, 2020) sugerem que, apesar dos estudos identificados apresentarem características que reforçam os potenciais benefícios da integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem, é ainda necessário aprofundar esta linha de investigação para que tal se possa afirmar categoricamente. No que diz respeito a obstáculos à implementação da RE nas práticas letivas, na literatura prevalecem os seguintes: especificidade do conhecimento técnico envolvido; escassez de material pedagógico e didático que facilite a sua articulação com o currículo; ausência de diretrizes curriculares; falta de formação específica para o desenvolvimento do conhecimento

didático de professores; e custo elevado da maioria das plataformas utilizadas (Alimisis, 2012; Kuhl et al., 2019).

A percepção da autoeficácia condiciona fortemente a predisposição dos futuros professores em integrar a RE nas suas práticas letivas, pelo que é desejável que na sua formação tenham contacto com diferentes plataformas de RE (Schina et al., 2021). Ainda que a possibilidade de experienciarem a integração da tecnologia em situações práticas e contextualizadas (Huang & Zbiek, 2017) possa contribuir para uma melhor compreensão das potencialidades e restrições do artefacto e a sua relação com o currículo, a falta de preparação na criação de planos de aula influencia negativamente a integração da RE nas práticas letivas dos futuros professores (Tankiz & Atman Uslu, 2022). Como tal é desejável que esta condicionante seja tida em conta na FIP e que se inclua uma ferramenta de planificação estruturada, alicerçada em princípios teóricos e que possua um carácter reflexivo intrínseco (Pedro et al., 2019), como é o caso dos CA (Matos, 2014). No caso específico de programas de formação que visem a integração da RE na FIP, é desejável incluam nas suas características: espaço de partilha e discussão de ideias e experiências; que os futuros professores possam observar os seus pares na gestão de aulas que integrem a RE; que exista apoio docente continuado durante as etapas de formação, planificação e atuação; que inclua uma componente teórica, prática, reflexiva e didática específica (Schina et al., 2021); e, à semelhança de qualquer programa de formação focado na integração da tecnologia, que permita a aplicação de planos de aula em contexto real e posterior reflexão (Pedro et al., 2019; Schina et al., 2021; Song, 2018).

3. Opções metodológicas

3.1. Natureza do estudo

Uma vez que o plano de ação assenta na sequência didática implementada na FIP do 1.º CEB, com o *design* do ambiente de aprendizagem focado na integração de uma ferramenta tecnológica (plataforma de RE); prevê múltiplas iterações; procura melhorias na prática docente; e investigar relações entre teoria e prática – numa colaboração próxima entre investigador e professor responsável pelas unidades curriculares (Gravemeijer & Cobb, 2006) –, optou-se por uma metodologia de investigação de natureza qualitativa e de *Design Based Research* (Cohen et al., 2018).

3.2. Participantes

Participaram as 19 alunas inscritas numa turma do 1.º ano de um mestrado em Ensino do 1.º CEB. A sua participação foi voluntária, podendo desistir a qualquer momento, assegurando-se o seu anonimato através do tratamento confidencial dos dados, respeitando as condições estabelecidas no parecer da comissão de ética n.º 160_CEP2/2021. As 19 alunas foram distribuídas por 6 grupos de trabalho, cuja constituição manteve os elementos já estabelecidos para o estágio pedagógico. Uma vez que se pretende que as alunas criem CA adaptados ao contexto da turma de estágio, considerou-se que seria esta a melhor opção, permitindo simultaneamente tirar partido das rotinas de trabalho colaborativo já instituídas dentro de cada grupo.

3.3. Intervenção pedagógica

Foi estabelecido que o *design* da atuação do professor deveria permitir influenciar a atuação das alunas no seu contexto de estágio, servindo de exemplo, respeitando os princípios de *minimal guidance* (Kaiser, 2020), num ambiente de aprendizagem colaborativa (Chan, 2012). No que diz respeito à integração da RE nas tarefas, o seu *design* foi feito de acordo com o quadro conceptual TPACK (Koehler & Mishra, 2009) em articulação com os princípios de *design* e implementação de CA (Matos, 2014) e o modelo de conhecimento didático DMK (Pino-Fan et al., 2015), tirando partido das potencialidades e restrições da RE (Jung & Won, 2018; Zhong & Xia, 2020). Para criar condições que permitam tornar concretos conceitos matemáticos através da programação do robot ou das produções criadas com o robot, optou-se por recorrer a situações contextualizadas e concretas que permitam desenvolver conceitos matemáticos (Ponte & Quaresma, 2012). A sequência didática idealizada procurou permitir às futuras professoras experienciar tarefas que integrem a RE e que permitam compreender o processo de adaptação e criação de CA ao contexto específico da turma de estágio.

Foram escolhidas três plataformas de RE de complexidade crescente e baixo custo: super doc⁵, mind designer⁶(Figura 1) e Ring Bit Brick Pack⁷ – suportada pela placa controladora micro:bit⁸ (Figura 2).

⁵ <https://www.clementoni.com/pt/67660-super-doc/>

⁶ <https://www.clementoni.com/pt/67528-mind-designer/>

⁷ <https://www.electfreaks.com/ring-bit-bricks-pack.html>

⁸ <https://microbit.org/pt-pt/>



Figura 5 – Robot super doc e robot mind designer



Figura 2 – Kit Ring Bit Brick Pack e placa controladora micro:bit

Quanto às condições e restrições institucionais, estabeleceu-se que o programa de formação iria decorrer ao longo de dois semestres de um ano letivo, em duas unidades curriculares (UC) semestrais; uma aula semanal de 2 horas (UC de Matemática no 1.º Semestre e de Didática da Matemática no 2.º Semestre), em articulação com a UC anual de Prática Educativa, mantendo os grupos de estágio estabelecidos na UC de Prática Educativa. Uma vez que este estudo se encontra ainda em desenvolvimento, apresenta-se aqui apenas a Fase I, que diz respeito ao 1.º semestre.

Apresenta-se de seguida a sequência didática que contempla 3 etapas.

Etapa	Descrição
I	Dois blocos teóricos: o primeiro, com a duração de 2 horas, é dedicado à RE (servindo também para dar a conhecer as principais tendências a ter em conta) e o segundo, também com a duração de 2 horas, dedicado aos CA.
II	Conjunto de 13 sessões de 2 horas organizadas em 4 blocos dedicados a diferentes conteúdos matemáticos com diferentes tipologias de plataformas de RE.

	<p>Cada bloco – descrito em maior detalhe abaixo – tem como foco diferentes elementos constituintes de um CA.</p> <p>Inicialmente é trabalhada uma proposta de tarefa de exemplo que integre a RE na aprendizagem de conteúdos matemáticos do 1.º CEB. Segue-se a exploração do processo de <i>design</i> do CA criado para o bloco – através de um conjunto de tarefas escritas –, que será posteriormente adaptado pelos grupos ao respetivo contexto de estágio. Estes são alvo de discussão em grande grupo no final de cada bloco.</p>
III	<p>Trabalho final para a UC: seguindo os pressupostos do modelo de conhecimento didático DMK e do <i>design</i> e implementação de CA, devem criar uma proposta de CA adaptado ao contexto da turma de estágio. A defesa deste trabalho ocorre em dois momentos distintos, devendo os grupos recolher contributos para procurar melhorias.</p> <p>Este trabalho cumpre as etapas de estudo prévio, <i>design</i> e avaliação dos CA. A implementação piloto, eventual <i>redesign</i> e implementação final têm lugar na Etapa III da Fase II.</p>

Bloco 1: suportado pela plataforma de RE Super Doc e uma adaptação da proposta didática de Silva et al (2021). No que diz respeito ao *design* de CA, o trabalho desenvolvido teve como foco o estabelecimento de objetivos gerais e específicos.

Bloco 2: Este bloco foi suportado pela plataforma de RE Mind Designer e uma adaptação da proposta *Builiding Container Houses with a CNC Drawing Machine* (Yiannoutsou & Kynigos, 2020). Quanto ao *design* de CA, o trabalho desenvolvido teve como foco o estabelecimento de estratégias que permitam alcançar objetivos gerais e específicos.

Bloco 3: O terceiro bloco da Etapa II foi suportado pela plataforma de RE Ring Bit Brick Pack e uma adaptação da proposta *A slice of pie: number-line fraction*⁹. Desta vez o *design* de CA teve como foco particular os campos Papéis e Interações.

Bloco 4: O último bloco da Etapa II foi também suportado pela plataforma de RE Ring Bit Brick Pack, tendo sido criada como tarefa de exemplo uma proposta direcionada para o conteúdo de aprendizagem *Representação e Interpretação de dados*. A proposta de integração da RE passou pela montagem e simulação do um semáforo de lotação de espaço, programado com base na interpretação de um conjunto de dados disponibilizados. Sendo este o último bloco, foi explorado o campo do CA em falta: Resumo da narrativa. Tal como no bloco 1, os CA foram criados individualmente.

⁹ <https://education.makewonder.com/curriculum/a-slice-of-pie:-number-lines--fractions>

3.4. Recolha e análise de dados

A recolha de dados foi feita através de diferentes fontes: registos áudio e vídeo, *screen recording*, produções escritas das participantes e notas de campo.

Uma vez que se procura compreender de que forma uma sequência didática que integre a RE e o uso de CA promove aprendizagens sobre o *design* de CA na FIP do 1.º CEB, importa definir CA. Neste trabalho opta-se por seguir o entendimento de Matos (2014) que define CA como:

uma situação hipotética de ensino- aprendizagem (puramente imaginada ou com substrato real) composta por um conjunto de elementos que descrevem (i) o contexto em que a aprendizagem tem lugar, (ii) o ambiente em que a mesma se desenrola e que é condicionado por fatores relacionados com a área/domínio de conhecimento, (iii) os papéis desempenhados pelos diferentes agentes ou atores (e pelos seus objetivos), organizados numa história/narrativa (p.3).

Como instrumento principal de recolha de dados recorreu-se ao *template* de CA abaixo (Figura 3), disponível em <http://ftelab.ie.ulisboa.pt/tel/gbook/>.

Título:	Objetivo Geral:	Espaços:
Imagem que caracterize o cenário:	Objetivos Específicos:	Papéis:
Autor: Licença:		
Tarefas:	Atividades:	Interações:
Resumo da narrativa:		
Palavras-chave:		

Figura 3 – Template de CA

No contexto deste estudo entende-se: i) tarefa como prescrita pelo professor e diretamente relacionada com os objetivos de aprendizagem estabelecidos; e ii) atividade como trabalho desenvolvido para realizar a tarefa prescrita e que se prevê poder conduzir à

aquisição/construção de aprendizagens por parte dos alunos, contemplando possíveis obstáculos que possam surgir.

De forma a procurar dar resposta à pergunta de investigação, vão ser analisados os CA produzidos pelas alunas ao longo das etapas II e III. Mais concretamente, vão ser procuradas relações entre os objetivos gerais e específicos estabelecidos com os documentos curriculares vigentes e coerência entre os objetivos gerais e específicos e estratégias que os permitam alcançar. Importa também referir que nos blocos 1 e 2 foram produzidos CA individuais, os restantes são produções colaborativas dos grupos.

Discutem-se aqui resultados relativos ao grupo 6 – composto pelas alunas A, B, C e D –, ainda que todos os grupos tenham participado e sido acompanhados de igual forma. O contexto de estágio deste grupo reporta ao 2.º ano do 1.º CEB. Devido à natureza deste trabalho, optou-se pelo grupo 6, uma vez que participou em todas as secções e é representativo ao nível da auto perceção de conhecimentos de RE e autoeficácia. Para tal foi aplicada o questionário de Piedade e Dorotea (2020), tendo sido analisados os resultados das dimensões *Conhecimento de robótica* e *Autoeficácia*. Uma vez que os resultados apresentados incidem na produção de CA, são apenas incluídos os blocos da Etapa II e o trabalho final criado na Etapa III.

4. Resultados

4.1. Bloco 1

A aluna C estabelece objetivos dedicados apenas à componente tecnológica, em particular à programação do robot (Figura 4). Ainda que o objetivo geral proposto pela aluna D remeta para o conteúdo *Localização e orientação no espaço*, os objetivos específicos dizem respeito apenas à programação do robot, sem qualquer ligação curricular, não sendo coerentes com o objetivo geral (Figura 5).

Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none">✓ Programar o robot✓ Utilizar linguagem concreta (um passo em frente, um passo atrás, rodar para a esquerda e rodar para a direita) que permita comunicar/programar de forma precisa o robot✓ Criar um algoritmo	Objetivo Geral: <ul style="list-style-type: none">✓ Programar o robot, tomando consciência da linguagem a utilizar para que este execute os comandos pretendidos
--	---

Figura 4 – Objetivos aluna C

<p>Objetivo Geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o robot Super Doc para melhor compreensão dos conteúdos a lesionar sobre Localização e orientação no espaço. 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorar o robot; • Recorrer ao robot, para atingir uma posição específica • Através de várias cartas, conseguir levar o robot a um determinado local
---	--

Figura 5 – Objetivos aluna D

É possível inferir uma ligação entre o objetivo geral proposto pela aluna A e o conteúdo Localização e orientação no espaço e a articulação com o segundo objetivo específico proposto, sugerindo uma abordagem interdisciplinar que inclui quartos de volta, viragens à direita e à esquerda (Figura 6). Por seu turno, a aluna B propõe um objetivo geral que visa a integração da RE na aprendizagem do conteúdo *Localização e orientação no espaço*, apresentando um objetivo específico que remete para a aplicação de conceitos matemáticos para se executar a programação do robot (Figura 7).

<p>Objetivo Geral: Saber localizar e orientar um objeto (robot) no espaço.</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perceber o funcionamento do Super DOC; - Criar um mapa de história e aplicar os conceitos “quartos de volta à direita”, “quartos de volta à esquerda”, “passos em frente” e “passos a trás”, programando o robot Super DOC.
---	---

Figura 6 – Objetivos aluna A

<p>Objetivo Geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar o robot Super DOC na aprendizagem de Conteúdos relacionados com a <i>Localização e orientação no espaço</i>. 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compreender o funcionamento do robot Super DOC; - Aplicar os conceitos “quartos de volta à direita”, “quartos de volta à esquerda”, “passos em frente” e “passos a trás” programando o robot Super DOC;
---	---

Figura 7 – Objetivos aluna B

4.2. Bloco 2

É possível identificar uma relação clara entre o objetivo geral e os específicos, bem como a ligação ao currículo de matemática (Figura 8). No entanto, esta articulação curricular remete para conteúdos do 4.º ano do 1.º CEB, o que revela desconhecimento dos documentos normativos por parte das alunas. É ainda de realçar que o primeiro objetivo específico remete para a compreensão

das funções da plataforma de RE, existindo um encadeamento com o segundo objetivo específico, programar o robot para desenhar quadriláteros.

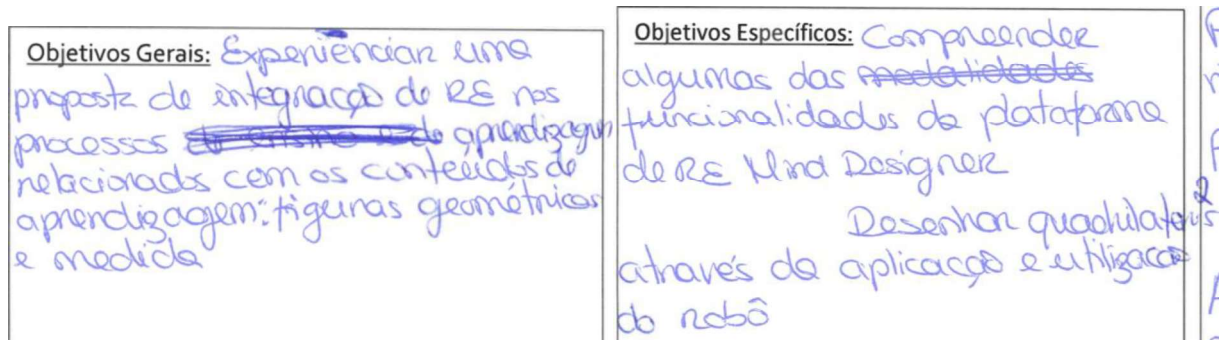


Figura 8 – Objetivos propostos pelo grupo 6

É possível dizer que existe intencionalidade nas estratégias propostas pelo grupo para alcançar os objetivos propostos. Estas são bastante vagas e não permitem compreender como vão ser implementadas. Da leitura conjunta dos objetivos e estratégias propostas é possível inferir que a “integração de RE nos processos de aprendizagem relacionados com os conteúdos de aprendizagem: figuras geométricas” rapidamente se reduz a uma proposta focada apenas na vertente tecnológica, na programação do artefacto.

As anotações a carvão (Figura 9) – através das gravações foi possível verificar que surgiram durante a apresentação e discussão dos cenários criados – sugerem que as alunas evidenciam reconhecer ser necessário apresentar estratégias mais concretas, detalhadas e com fins pedagógicos.

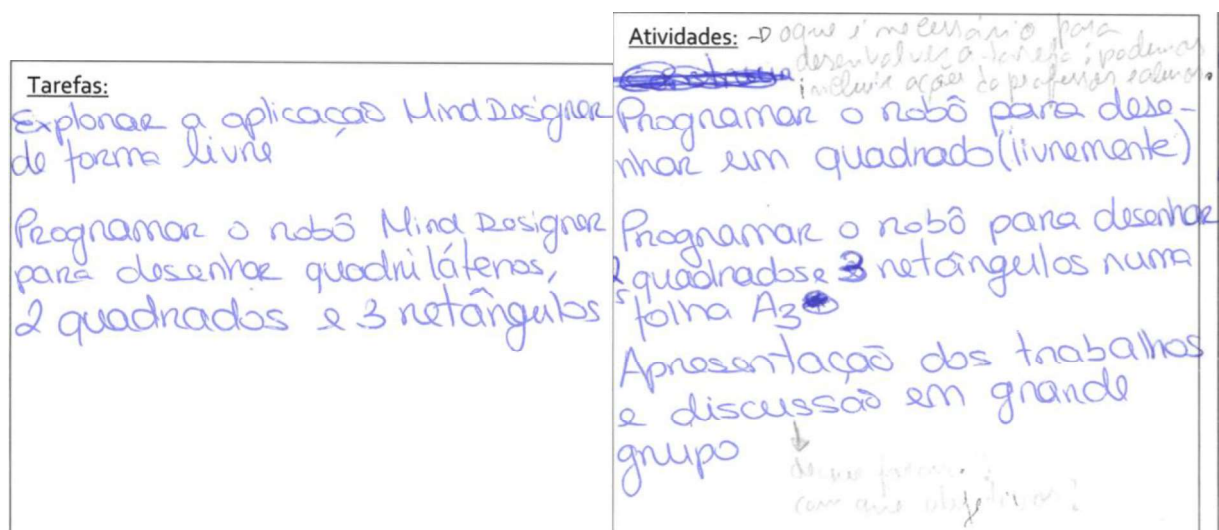


Figura 9 – Estratégias propostas pelo grupo 6

4.3. Bloco 3

À semelhança do bloco anterior, é visível uma tentativa de estabelecer um objetivo geral que permita uma integração da RE na aprendizagem de conteúdos matemáticos. A formulação do objetivo (Figura 10) permite inferir que existe intencionalidade de estabelecer uma ligação ao conteúdo curricular “Subunidades de comprimento: um meio, um terço, um quarto, um quinto, um décimo, um centésimo e um milésimo da unidade”, bem como ao conteúdo Números Racionais não negativos que inclui frações unitárias como medidas de comprimento e a sua representação na reta numérica. Tal como anteriormente, propõem uma sequência de objetivos específicos que passam pela compreensão das funcionalidades da plataforma de RE para que de seguida os alunos a possam utilizar na exploração de conceitos matemáticos.

Desta vez as estratégias desenhadas para permitir alcançar os objetivos propostos são significativamente mais detalhadas (Figura 10), pelo que é possível especular que existe uma tentativa de incorporar os contributos da discussão dos CA do Bloco 2 no *design* do novo CA. A análise do conteúdo do campo Resumo da narrativa permite afirmar que existe uma tentativa de aproximar a proposta de CA aos conteúdos previstos para o ano curricular da turma de estágio, como é evidente neste exemplo: “deverão utilizá-la [referindo-se à plataforma de RE] para representar frações com os denominadores 2, 3, 4 ou 4”.

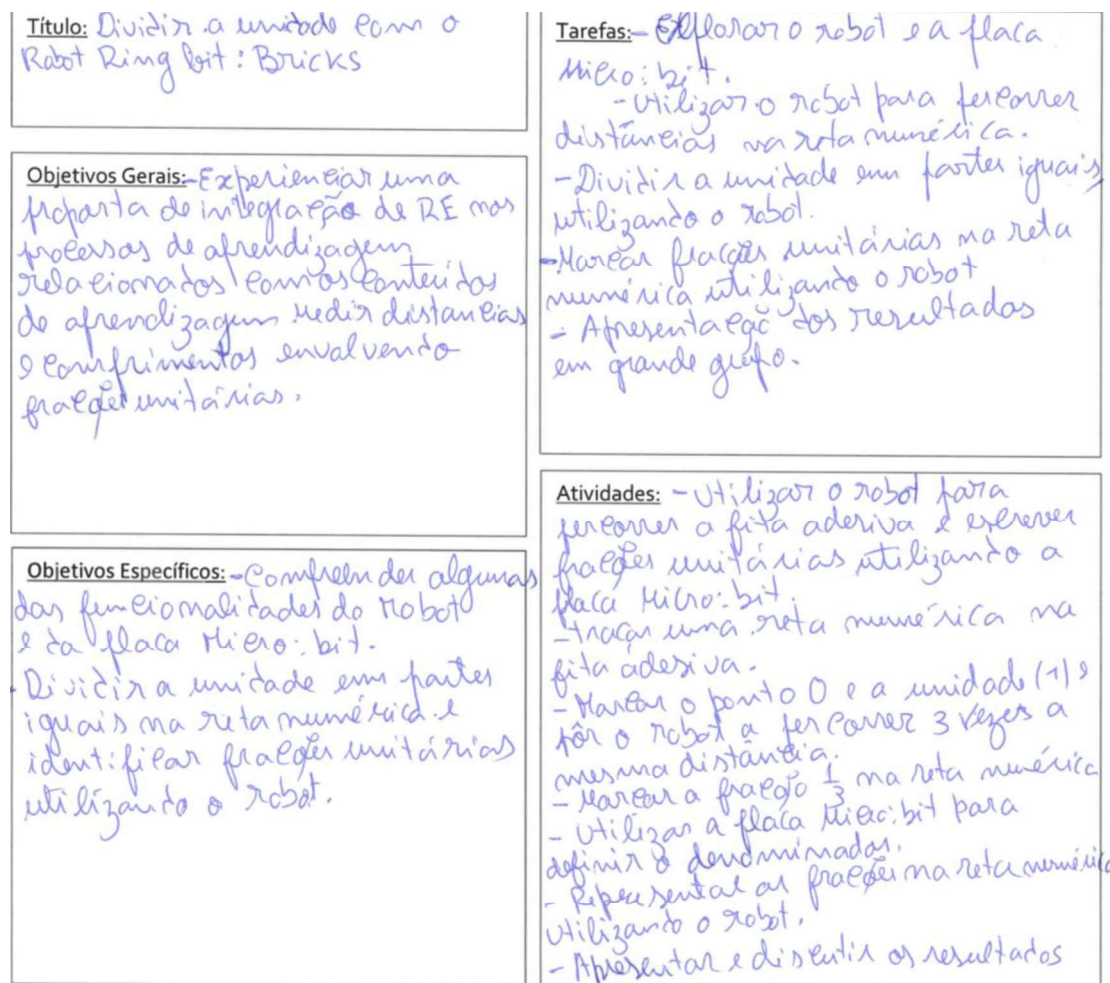


Figura 10 – Objetivos e estratégias propostas pelo grupo 6

Relativamente ao previsto para os Papéis e Interações (Figura 11), surgem evidências de tentarem incluir no *design* a atuação do professor a que assistiram durante a implementação da tarefa de exemplo. Encontram-se em falta as interações aluno-robot e aluno-robot-professor.

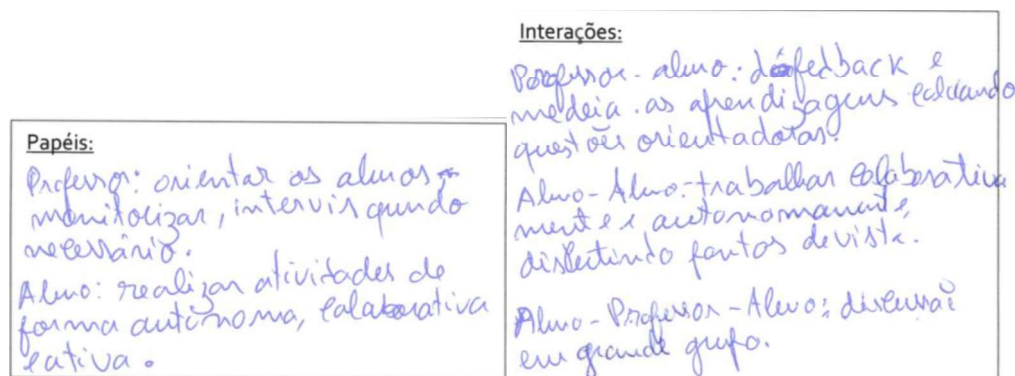


Figura 11 – Campos Papéis e Interações do CA.

O previsto para estes dois campos é coerente com o que está presente no campo Resumo da narrativa, visível no seguinte exemplo: “Ao longo do desenvolvimento das tarefas o professor irá circular pela sala de aula para observar, dar feedback e colocar questões intencionais.”

4.4. Bloco 4

A aluna B propõe um objetivo geral alinhado com o identificado nos blocos anteriores, integração da RE na aprendizagem de conteúdos curriculares (Figura 12). Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo geral, vincando a utilização do robot para a compreensão de conteúdos matemáticos. A leitura do segundo objetivo específico sugere que a aluna B considera importante que os alunos experienciem a construção do artefacto que vão utilizar na exploração de conteúdo matemático.

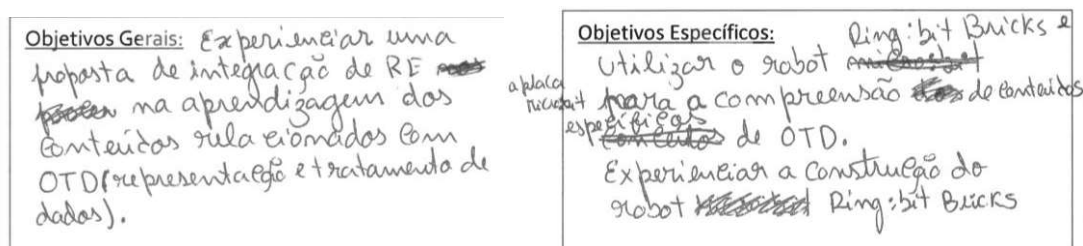


Figura 12 – Objetivos propostos pela Aluna B

As estratégias sugeridas pela aluna B para atingir os objetivos propostos, ainda que concretas, passam exclusivamente por um conjunto de tarefas de um guião de exploração que não existe (Figura 13). Existem evidências que apontam no sentido de os objetivos poderem ser (hipoteticamente) alcançados, mantendo o princípio de integração da RE para a aprendizagem de conteúdos matemáticos. É também evidente a necessidade de *redesign* do CA, particularmente notório no campo resumo da narrativa, onde a aluna B estabelece uma sequência em que os alunos criam um pictograma com base na tabela de frequência que vão construir na tarefa seguinte. Considera-se relevante a inclusão de testar a validade da programação, que é possível inferir que depende da validade da solução matemática encontrada.

No que diz respeito aos papéis e interações, mantém-se o formato do bloco anterior, continuando ausentes as interações aluno-robot e aluno-robot-professor.

<p>Tarefas:</p> <p>Ring: bit Bricks</p> <p>① Construir o robot Micro:bit usando o guia de exploração</p> <p>② Realizar as tarefas do guia de forma colaborativa, utilizando o robot</p>	<p>Recursos: Robot Micro:bit Micro:bit, tablet, guia de exploração, guia de instruções, placa Micro:bit aplicação micro:bit</p>
<p>Atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir o robot Micro:bit seguindo as instruções do guia de instruções. • Realizar a tarefa 2 do guia de exploração, relacionada com a construção de um pictograma. • Realizar a tarefa 1 do guia de exploração, relacionada com a construção da tabela de frequência, utilizando a placa Micro:bit. • Realizar a tarefa 3 do guia de exploração. • Programar o robot utilizando a aplicação micro:bit e os dados da tabela de frequência. • Testar a validade da programação. 	<p>Papéis: Orientar os alunos ao longo das tarefas propostas, monitorizando a atuação dos alunos, intervindo sempre que necessário, privilegiando estratégias que envolvam o trabalho autônomo.</p> <p>Aluno: Desenvolver as atividades previstas de autonomamente e em colaboração com o grupo.</p> <p>Interações:</p> <p>Professor - aluno: dá feedback e medeia as aprendizagens colocando questões orientadoras.</p> <p>Aluno - Aluno: trabalham colaborativamente e de forma autônoma, discutindo pontos de vista.</p>

Figura 13 – Estratégias, interações e papéis propostos pela Aluna B

A aluna A propõe objetivos e estratégias para os atingir numa linha similar à aluna B, dependente de um guia de exploração. É evidente a necessidade sentida de explicitar a função do guia, chegando mesmo a sugerir uma proposta de guia (Figura 14). É uma tentativa insuficiente, já que a proposta de guia de exploração não é mais do que um conjunto de enunciado de tarefas, evidenciando a necessidade de *redesign*.

Guião

O Sr. José Antunes tem uma cadeia de lojas de ferragens. Com as restrições impostas pela pandemia COVID-19 precisou de instalar semáforos para controlar o número de clientes que pode estar dentro da loja.

A loja tem 15 funcionários e o número máximo de clientes são 31.

- ① Qual é o número máximo de clientes que podem estar ^{dentro} da loja?
- ② A loja tem 24 clientes, quantos clientes podem ainda entrar?
- ③ Por lapso dos funcionários estão dentro da loja 34 clientes. Quantos clientes têm de sair?

Figura 14 – Guião de exploração criado pela Aluna A

O resumo da narrativa reforça a incoerência entre o significado de guião de exploração e a proposta apresentada, como é visível no exemplo “Na segunda atividade os alunos resolverão as tarefas 1, 2 e 3 do guião facultado pelo professor, utilizando a *applet* Micro:bit e o robot de forma colaborativa e autónoma”. É perceptível que a proposta de guião de exploração não tem qualquer indicação ou desafio que permita aos alunos utilizar a “*applet* Micro:bit” ou o robot. Este aspeto é também evidente na sugestão de pergunta para ultrapassar obstáculos encontrada no resumo da narrativa: “Quantas vezes clicaram para ficar dessa cor?”. Atendendo ao contexto, é possível inferir que a aluna se refere à manipulação necessária para a simulação do semáforo, correspondendo cada “clique” à entrada de uma pessoa na loja. Apesar destas evidentes lacunas, considera-se positiva a intencionalidade de incluir no *design* do CA perguntas preparadas previamente para auxiliar os alunos a ultrapassar obstáculos expectáveis.

No CA criado pela aluna C encontramos situações semelhantes às já identificadas nos campos estratégias para alcançar os objetivos propostos e papéis e interações. No entanto, no que diz respeito aos objetivos gerais e específicos, estes são bastante vagos e sem ligação concreta ao currículo. Como objetivo geral estipulou “Utilizar e compreender a plataforma de RE Ring:bit Bricks aliando-a à importância do conhecimento matemático mobilizado para resolver problemas”. Como objetivo específico estipulou: “Utilizar a plataforma de RE Ring:bit Bricks, aliando-a à importância do conhecimento matemático tendo em conta situações reais”.

Tal como a aluna A, a aluna C sente necessidade de apresentar uma proposta de guião de exploração (Figura 15). Ainda que exista uma clara indicação para o aluno em 1) acerca da

introdução de condições específicas na programação, a restante proposta de guião de exploração é apenas um enunciado de tarefa.

Guião:

- 1) Coloca o limite máximo de pessoas em loja em 50
- 2) Responde às questões:
 - a) Na loja estão 30 pessoas, quantas podem entrar na loja?
 - b) Na loja estão 10 pessoas, entraram mais 15, o semáforo fica verde ou vermelho?

Figura 15 – Guião de exploração criado pela Aluna C

A análise do campo resumo da narrativa (Figura 16) permite perceber que a aluna procura estabelecer um contexto em que os alunos já tiveram experiências prévias com a plataforma de RE e identifica o número de alunos que constitui cada grupo a formar. Especula-se que este contexto tenha influenciado a decisão de a aluna C considerar que os alunos não necessitam de instruções detalhadas para cada passo, podendo usufruir de maior autonomia. No entanto, é também visível uma necessidade de incluir explicações mais detalhadas acerca de como prevê que seja feita a validação das soluções matemáticas com a manipulação do robot e o feedback imediato dado pela cor do semáforo. Tal como com as anteriores propostas, é notória a necessidade de *redesign* do CA proposto.

Resumo da narrativa:

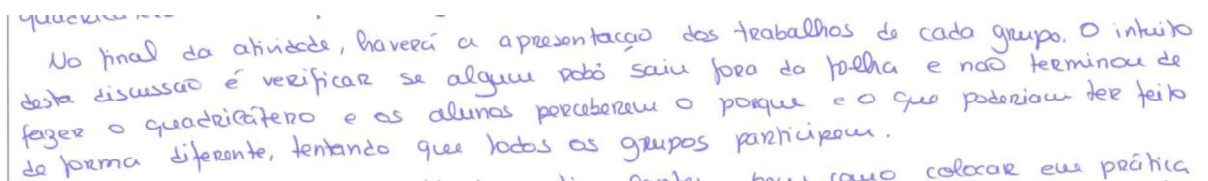
Este CA destina-se a uma turma de 2º ano de escolaridade (18 alunos). Na primeira tarefa, os grupos (2 elementos) terão de manipular o programa de modo a que o número máximo de pessoas em loja seja 50. (A turma já teve outros contactos com estas plataformas de RE)

Na segunda tarefa, os alunos terão de responder às situações previstas no guião. Os alunos deverão resolver as operações e, como forma de verificação, deverão, posteriormente, manipular os botões A e B, de modo a que verifiquem a cor do semáforo.

Figura 16 – Excerto do campo resumo da narrativa criado pela Aluna C

A proposta de CA da aluna D apresenta características similares às já identificadas na proposta da aluna B nos campos Objetivos gerais e específicos, papéis e interações. Existe uma diferença assinalável em relação aos restantes elementos do grupo: não sugere a utilização de um guião de exploração, mas sim a apresentação oral de duas tarefas pelo professor. No campo resumo da narrativa estabelece o contexto em que os alunos já conhecem uma plataforma de RE similar, pelo que a primeira tarefa servirá o propósito de permitir que os alunos se familiarizem com a usada no CA, partindo do que conhecem da outra, agilizando assim a exploração autónoma.

Existem evidências de que a aluna D propõe uma apresentação e discussão das soluções dos alunos com intencionalidade pedagógica (Figura 17). No entanto, no seu conjunto o CA não permite perceber se o seu *design* visa aprendizagens matemáticas ou se remete apenas para a aplicação de conceitos matemáticos na programação do robot.



No final da atividade, haverá a apresentação dos trabalhos de cada grupo. O intuito desta discussão é verificar se algum robô saiu fora do tapete e não terminou de fazer o quadrilátero e as alunas perceberem o porque e o que poderiam ter feito de forma diferente, tentando que todos os grupos participem.

Figura 17 – Excerto do campo resumo da narrativa criado pela Aluna D

4.5. Trabalho final

Para o trabalho final o grupo 6 estabelece no contexto que os alunos já exploraram a plataforma de RE na aula anterior, explicitando detalhes suficientes para se compreender o que foi feito e qual o propósito, descobrir o funcionamento do robot para que não seja um obstáculo na exploração dos conteúdos matemáticos previstos, mas sim uma mais-valia, como se pode verificar no excerto apresentado de seguida:

A primeira atividade serve o propósito de familiarizar os alunos com o robot Super Doc. A segunda e terceira atividade procura permitir aos alunos partilhar e discutir as suas conclusões, com o intuito de compreender as funcionalidades do robot Super Doc. Na quarta atividade os alunos deverão programar o robot Super Doc, utilizando os algoritmos presentes na sequência das cartas de comandos, para que este atinja, no tabuleiro numérico, as posições indicadas nas cartas.

No CA criado o grupo 6 apresenta um objetivo geral que visa a integração da RE na aprendizagem de conteúdos matemáticos (cálculo mental e orientação espacial), bem como a capacidade matemática Pensamento computacional. Os objetivos específicos estabelecidos, além de serem coerentes com o objetivo geral, permitem inferir que existe intencionalidade em permitir o seu desdobramento, tornando-o alcançável (Figura 18).

<p>Objetivo Geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrar a Robótica Educativa nos processos de ensino e de aprendizagem relacionados com os conteúdos de pensamento computacional, cálculo mental e orientação espacial. 	<p>Tarefas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.º - Revisão dos conteúdos abordados na aula anterior. 2.º - Calcular adições através do cálculo mental. 3.º - Criar itinerários e programar o robot Super Doc para percorrê-los e atingir posições específicas no tabuleiro numérico e apresentar conclusões. 4.º - Sistematizar as aprendizagens.
<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver capacidades do pensamento computacional: abstração, reconhecimento de padrões, algoritmia e depuração. - Programar o robot Super Doc para percorrer um itinerário, com o intuito de atingir posições específicas num tabuleiro numérico. - Desenvolver estratégias de cálculo mental (adição). 	<p>Atividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.º - Dialogar em grande grupo os conteúdos abordados na aula anterior. 2.º - Calcular as operações aritméticas da adição presentes nas cartas da adição, utilizando o cálculo mental. 3.º - Criar um conjunto de comandos e programar o robot Super Doc para atingir as somas no tabuleiro numérico e registá-los no guião de exploração. 4.º - Criar operações da adição cujas somas constem no tabuleiro numérico e registá-las nas cartas brancas presentes no guião de exploração. 5.º - Registrar as estratégias de cálculo mental e as sequências de comandos utilizadas no guião de exploração. 6.º - Apresentar e discutir as estratégias de cálculo mental e partilhar as sequências de comandos utilizadas para atingir as somas. 7.º - Preencher a folha de sistematização. 8.º - Preencher a grelha de autoavaliação.

Figura 18 – Objetivos e estratégias para os alcançar

No que diz respeito às estratégias previstas para alcançar os objetivos estabelecidos, é possível identificar relações diretas entre cada um dos objetivos e pelo menos uma tarefa e atividade, o que permite afirmar que mais do que intencionalidade, existe exequibilidade na proposta apresentada. Um exemplo claro encontra-se na relação direta entre a componente de cálculo mental do objetivo geral, o terceiro objetivo específico e a segunda tarefa e a segunda e quinta atividade.

Quanto ao campo Papéis do CA, exhibe as mesmas características identificadas anteriormente. Já o campo interações reverte para o cariz generalista, deixando de existir qualquer menção a tipologias de interações diferenciadas: “O professor é o mediador das aprendizagens dos alunos. Estes devem procurar soluções para os problemas apresentados de forma colaborativa, solicitando o apoio do professor sempre que necessário.”

O grupo volta a propor o desenrolar da aula suportado por um guião de exploração, que concretizam (Figura 19), incluindo também uma versão do guião para o professor em que identificam possíveis resoluções de acordo com o identificado na literatura. É possível identificar no guião de exploração características que permitem o trabalho autónomo dos alunos, como por exemplo nas instruções para a manipulação do robot. É também importante referir que também o “tabuleiro numérico” e as “cartas de adição” foram concretizadas.

Guião de exploração – 2.º ano

Nome dos elementos do grupo: _____

 Data: _____

1. Calcula as operações da adição presentes no baralho de cartas que tens na mesa e dá instruções ao robot para que este atinja, no tapete numérico, a posição da soma.

1.1. Regista o que é pedido.

<p>a) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.</p>	<p>a) Regista nas cartas a soma da operação da adição e indica a sequência de comandos (instruções) que utilizaste para que o robot atingisse a posição da soma.</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> <p>PARTIDA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Sequência de comandos</td> <td style="padding: 2px;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15+25</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Soma</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">_____</td> </tr> </table> </div>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		15+25		Soma		_____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição								
	15+25								
	Soma								

<p>b) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.</p>	<p>b) Regista nas cartas a soma da operação da adição e indica a sequência de comandos (instruções) que utilizaste para que o robot atingisse a posição da soma.</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> <p>PARTIDA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Sequência de comandos</td> <td style="padding: 2px;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">35+49</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Soma</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">_____</td> </tr> </table> </div>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		35+49		Soma		_____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição								
	35+49								
	Soma								

Guião de exploração – 2.º ano

Nome dos elementos do grupo: _____

 Data: _____

1. Calcula as operações da adição presentes no baralho de cartas que tens na mesa e dá instruções ao robot para que este atinja, no tapete numérico, a posição da soma.

1.1. Regista o que te é pedido.

<p>a) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.</p> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Consultando Palhares (2004), uma das estratégias (adicionar da esquerda para a direita) aqui presente é: $(10+20)+(5+5)=30+10=40$</p> </div>	<p>a) Regista nas cartas a soma da operação da adição e indica a sequência de comandos (instruções) que utilizaste para que o robot atingisse a posição da soma.</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> <p>PARTIDA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Sequência de comandos</td> <td style="padding: 2px;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15+25</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Soma</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">_____</td> </tr> </table> </div>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		15+25		Soma		_____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição								
	15+25								
	Soma								

<p>b) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.</p> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Consultando Palhares (2004), nesta operação, os alunos podem utilizar a estratégia de decompor e associar para obter múltiplos de 10: $35+(45+4)=(35+45)+4=80+4=84$ Assim podemos confrontar várias estratégias para que os alunos entendam que existe diferentes estratégias de cálculo.</p> </div>	<p>b) Regista nas cartas a soma da operação da adição e indica a sequência de comandos (instruções) que utilizaste para que o robot atingisse a posição da soma.</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center;"> <p>PARTIDA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Sequência de comandos</td> <td style="padding: 2px;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">35+49</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Soma</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">_____</td> </tr> </table> </div>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		35+49		Soma		_____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição								
	35+49								
	Soma								

Figura 19 – Guião de exploração e guião do professor

A análise do campo Resumo da narrativa (Figura 20) permite afirmar que o grupo procura descrever detalhadamente a aula imaginada, acrescentando informações necessárias para se compreender a articulação entre os objetivos estabelecidos e as estratégias delineadas para os atingir. Neste resumo da narrativa surge pela primeira vez uma referência à sistematização de aprendizagens e estratégias de avaliação.

Resumo da narrativa:

O presente Cenário de Aprendizagem (CA) permite integrar a Robótica Educativa no processo de aprendizagem de alunos do 2.º ano de escolaridade. O CA tem o intuito de permitir que os alunos utilizem o robot Super Doc para aplicar os seus conhecimentos e compreender conteúdos específicos de orientação espacial (itinerários). Por outro lado, permitir o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental, colmatar possíveis erros e promover o pensamento computacional (abstração, reconhecimento de padrões, algoritmia e depuração).

Na primeira atividade as professoras irão dialogar com os alunos os conteúdos abordados na aula anterior, com o intuito de colmatar possíveis esquecimentos e/ou dificuldades detetadas na grelha de autoavaliação. Na segunda e terceira atividade os alunos deverão mobilizar as suas capacidades de cálculo mental para calcular as operações aritméticas da adição presentes nas cartas da adição, criar itinerários e programar o robot Super Doc para que este atinja as somas no tabuleiro numérico. Na quarta atividade, os alunos deverão criar possíveis operações da adição cuja soma esteja presente no tabuleiro numérico. Estes deverão registar as suas estratégias de cálculo mental no guião de exploração, bem como os algoritmos utilizados para programar o robot Super Doc (atividade 5). De seguida, os alunos irão apresentar e discutir (em grande grupo) as estratégias de cálculo mental e partilhar as sequências de comandos utilizadas para atingir as somas. Posteriormente, será feita uma sistematização das aprendizagens em grande grupo. Os alunos irão acompanhar este momento preenchendo a folha de sistematização. Por fim, os alunos irão preencher uma grelha de autoavaliação com o intuito de autorregular e coregular as aprendizagens.

Os alunos desenvolverão as atividades previstas seguindo o guião de exploração. Isto possibilitará o trabalho autónomo dos alunos, assumindo cada um a responsabilidade pela colaboração dentro do grupo. O professor orientará os alunos ao longo das tarefas propostas, monitorizando a atuação dos alunos, intervindo sempre que necessário, privilegiando estratégias que promovam o trabalho autónomo dos alunos, respeitando as características do preconizado para uma atuação regida por *minimal guidance*.

Figura 20 – Resumo da narrativa

O CA proposto apresenta características que sugerem a necessidade de *redesign*, particularmente evidente na duração prevista para a sua implementação (120 minutos) ou na formulação do guião de exploração, já que pede que primeiro os alunos registem “como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras” e só de seguida lhes é pedido que resolvam a adição através de cálculo mental, para posterior validação da solução com a programação do robot. No entanto, são perceptíveis as melhorias em relação aos primeiros CA criados no bloco 1, em que predominava a preocupação com a componente tecnológica e em que a relação entre objetivos gerais e específicos era muito ténue, sendo bastante difícil identificar estratégias que os permitissem alcançar. É também visível que este último cenário inclui características identificadas em cada um dos cenários individuais, como a concretização do guião de exploração, intencionalidade no recurso à discussão, antecipação de possíveis obstáculos e integração da RE com o intuito de promover aprendizagens matemáticas.

5. Discussão de resultados

A sequência didática criada possibilitou às alunas contactarem com diferentes plataformas de RE (Schina et al., 2021), integradas na sequência didática numa lógica de complexidade crescente, associada ao poderem experienciar a articulação do conhecimento pedagógico, tecnológico e do conteúdo em situações práticas e contextualizadas (Huang & Zbiek, 2017). Argumenta-se que estas características da sequência didática contribuíram para que as alunas conseguissem uma integração progressiva da RE nos seus CA, tirando partido das potencialidades e restrições dos

diferentes artefactos (Jung & Won, 2018) e alcançassem melhorias na compreensão da sua relação com o currículo (Huang & Zbiek, 2017).

Reconhecendo que a falta de preparação na criação de planos de aula influencia negativamente a integração da RE nas práticas letivas dos futuros professores (Tankiz & Atman Uslu, 2022), a sequência didática proposta incluiu formação teórica e espaço para o *design* de CA (Matos, 2014), alicerçada em princípios teóricos e que possui carácter reflexivo intrínseco (Pedro et al., 2019). Considera-se que esta característica da sequência didática proposta contribui para as melhorias identificadas nos diferentes campos do *template* de CA utilizado.

É também evidente que a atuação do professor influenciou o *design* dos CA, particularmente visível na repetida intencionalidade de replicar os princípios de *minimal guidance* (Kaiser, 2020), num ambiente de aprendizagem colaborativa (Chan, 2012). No que diz respeito em particular ao ambiente de aprendizagem colaborativa, considera-se estar patente no *design* do CA proposto para o “trabalho final” o contributo distinto e relevante de cada um dos elementos do grupo para um produto colaborativo mais sólido e que apresenta características dos CA individuais.

Defende-se que ao incluir nas características da sequência didática proposta espaço de partilha e discussão de ideias e experiências; apoio docente continuado durante as etapas de formação e planificação, com uma componente teórica, prática, reflexiva e didática específica (Schina et al., 2021) impactou positivamente as melhorias identificadas no *design* dos CA ao nível do estabelecimento de objetivos fortemente alinhados com o currículo vigente e na inclusão de estratégias concretas para os alcançar. Argumenta-se que o recurso a situações contextualizadas e concretas que permitam desenvolver conceitos matemáticos (Ponte & Quaresma, 2012), ao tornar concretos conceitos matemáticos através da programação do robot ou das produções criadas com o robot, assumiu também um papel importante nestas melhorias.

Por fim, considera-se também uma evidência do contributo positivo da sequência didática o progressivo afastamento de propostas que se focam por inteiro na componente tecnológica, para assumir preocupações pedagógicas (Alimisis, 2012; Jung & Won, 2018), visando uma adequada integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem, respondendo à limitação identificada na literatura (Angeli & Jaipal-Jamani, 2018; Benitti, 2012).

6. Conclusões

Este trabalho procurou responder à questão de investigação estabelecida: de que forma uma sequência didática que integre a RE e o uso de CA promove aprendizagens sobre o *design* de CA na FIP do 1.º CEB? Para tal foram analisadas as produções escritas, tendo sido identificadas melhorias por parte das alunas: i) no estabelecimento de objetivos de aprendizagem e sua relação

com as estratégias delineadas para a sua consecução; e ii) na integração adequada de RE em propostas de CA, considerando preocupações pedagógicas e curriculares. Considera-se, com base na discussão de resultados apresentada, ser possível afirmar que a sequência didática implementada e as suas principais características – integração de plataformas de RE de complexidade crescente, com uma componente teórica, prática, de didática específica, formação na construção de planificações e ambiente de aprendizagem colaborativa – contribuiu para as melhorias identificadas no *design* de CA. Em síntese, conclui-se terem ocorrido melhorias no DCD das alunas ao nível das competências de planificação e das plataformas de RE como ferramenta epistémica.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/50008/2020 (IT), UIDB/00194/2020 (CIDTFF) e no âmbito da Bolsa de Investigação 2020.06821.BD. Este trabalho também contou com o apoio do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020).

Referências bibliográficas

- Alimisis, D. (2012). Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy. *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education*, 7–14.
- Angeli, C., & Jaipal-Jamani, K. (2018). Preparing Pre-service Teachers to Promote Computational Thinking in School Classrooms. Em *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 127–150). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_7
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9(2), 19–42. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Artzt, A. F., Armour-Thomas, E., Curcio, F. R., & Gurl, T. J. (2015). *Becoming a Reflective Mathematics Teacher* (Third Edition). Routledge.

- Athanasidou, L., Mikropoulos, T. A., & Mavridis, D. (2019). Robotics interventions for improving educational outcomes—A meta-analysis. *Communications in Computer and Information Science*, 993, 91–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_7
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Blum, W., Artigue, M., Mariotti, M. A., Sträßer, R., & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2019). European Didactic Traditions in Mathematics: Introduction and Overview. Em *European Traditions in Didactics of Mathematics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05514-1_1
- Chan, C. K. K. (2012). Co-regulation of learning in computer-supported collaborative learning environments: A discussion. *Metacognition and Learning*, 7(1), 63–73. <https://doi.org/10.1007/s11409-012-9086-z>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (Eighth edition). Routledge.
- Drijvers, P. (2015). Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education. *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*, 135–151. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6>
- eMedia. (2019). *Educational Robotics*. eMedia (MEdia literacy and DIgital citizenship for All).
- Giacomassi Luciano, A. P., Altoé Fusinato, P., Carvalhais Gomes, L., Luciano, A., & Takai, H. (2019). The educational robotics and Arduino platform: Constructionist learning strategies to the teaching of physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286, 012044. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012044>
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. Em *Educational Design Research* (pp. 29–63). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364-12>
- Herrington, J., Reeves, T. C., & Oliver, R. (2014). Authentic Learning Environments. Em J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 401–412). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_32

- Huang, R., & Zbiek, R. M. (2017). Prospective Secondary Mathematics Teacher Preparation and Technology. Em *The Mathematics Education of Prospective Secondary Teachers Around the World* (pp. 17–23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3_3
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kaiser, G. (2020). Mathematical Modelling and Applications in Education. Em S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 553–561). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_101
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers and Education*, *91*, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kim, C., Yuan, J., Gleasman, C., Shin, M., & Hill, R. B. (2017). Preparing pre-service early childhood teachers to teach mathematics with robots. *Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL, 2*, 617–620.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, *9*(1).
- Kucuk, S., & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers and Education*, *111*, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Kuhl, P. K., Lim, S.-S., Guerriero, S., & van Damme, D. (2019). *Developing Minds in the Digital Age*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/developing-minds-in-the-digital-age_562a8659-en
- Lopes, J. B., & Costa, C. (2019). Digital Resources in Science, Mathematics and Technology Teaching—How to Convert Them into Tools to Learn. Em M. Tsitouridou, J. A. Diniz, & T. A. Mikropoulos (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 243–255). Springer International Publishing.
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A.-J., & Parra-González, M.-E. (2021). Robotics in Education: A Scientific Mapping of the Literature in Web of Science. *Electronics*, *10*(3), 291. <https://doi.org/10.3390/electronics10030291>
- Matos, J. F. (2014). *Princípios Orientadores para o Design de Cenários de Aprendizagem*. Instituto de Educação. https://drive.google.com/open?id=0Bw9_y3mpURWiUFpsV2cxS2FyVkk

- Miller, D. P., & Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for Education. Em *Springer Handbook of Robotics* (pp. 2115–2134). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_79
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas* (Second edition). Em *Basic Books* (Vol. 1). Basic Books, Inc.
- Pedersen, B. K. M. K., Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2020). The Effect of Commercially Available Educational Robotics: A Systematic Review. Em M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh, & D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education* (pp. 14–27). Springer International Publishing.
- Pedro, A., Piedade, J., Matos, J. F., & Pedro, N. (2019). Redesigning initial teacher's education practices with learning scenarios. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36(3), 266–283. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0131>
- Piedade, J., & Dorotea, N. (2020). A Robótica Educacional Como Recurso Pedagógico Para Aprender Programação E Desenvolver Competências De Pensamento Computacional: Práticas De Futuros De Informática. Em *Formação no Contexto do Pensamento Computacional, da Robótica e da Inteligência Artificial na Educação* (p. 25). EDUFMA - Universidade Federal do Maranhão.
- Pino-Fan, L. R., Assis, A., & Castro, W. F. (2015). Towards a Methodology for the Characterization of Teachers' Didactic-Mathematical Knowledge. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1403a>
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Em N. Planas (Ed.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83–98). Graó. <http://hdl.handle.net/10451/29194>
- Ponte, J. P., & Quaresma, M. (2012). O Papel Do Contexto Nas Tarefas Matemáticas. *Interacções*, 8(22), 196–216. <https://doi.org/10.25755/int.1542>
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Em Y. Punie (Ed.), *Joint Research Centre (JRC) Science for Policy report*. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Schina, D., Esteve-González, V., & Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: Characteristics, best practices and recommendations. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2831–2852. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10377-z>

- Schina, D., Valls-Bautista, C., Borrull-Riera, A., Usart, M., & Esteve-González, V. (2021). An associational study: Preschool teachers' acceptance and self-efficacy towards Educational Robotics in a pre-service teacher training program. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00264-z>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books, Inc.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Silva, R., Fonseca, B., Costa, C., & Martins, F. (2021). Fostering Computational Thinking Skills: A Didactic Proposal for Elementary School Grades. *Education Sciences*, 11(9), 518. <https://doi.org/10.3390/educsci11090518>
- Song, L. (2018). Improving Pre-Service Teachers' Self-Efficacy On Technology Integration Through Service Learning. *The Canadian Journal of Action Research*, 19(1), 22–32. <https://doi.org/10.33524/cjar.v19i1.373>
- Stager, G. S. (2013). Papert's prison fab lab. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 487–490. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485811>
- Tabach, M., & Trgalová, J. (2019). The Knowledge and Skills that Mathematics Teachers Need for ICT Integration: The Issue of Standards. Em G. Aldon & J. Trgalová (Eds.), *Technology in Mathematics Teaching: Selected Papers of the 13th ICTMT Conference* (pp. 183–203). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19741-4_8
- Tankiz, E., & Atman Uslu, N. (2022). Preparing Pre-Service Teachers for Computational Thinking Skills and its Teaching: A Convergent Mixed-Method Study. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09593-y>
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Educational Technology and Society*, 19(2), 148–163.
- Viseu, F., & Menezes, L. (2014). Desenvolvimento do conhecimento didático de uma futura professora de matemática do 3.º ciclo: O confronto com a sala de aula na preparação e análise de tarefas de modelação matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(3), 347–375. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1734>
- Williams, D., Barber, A., & Sheppard, P. (2019). Board 156: Making Inspired by Nature: Engaging Preservice Elementary Teachers and Children in Maker-centered Learning and Biomimicry. *2019 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--32274>

Yiannoutsou, N., & Kynigos, C. (2020). *ER4STEM - EDUCATIONAL ROBOTICS FOR STEM* (Pedagogical Design and Innovation for Educational Robotics, p. 283) [Activity plans developed for ER4STEM]. European Union's Horizon 2020. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5be02c668&appId=PPGMS>

Zhong, B., & Xia, L. (2020). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79–101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>