

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 . rmnpalb@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 Hyptiamat/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.

índice

Prefácio	5
-----------------------	----------

José Vítor Pedroso

Prefácio	7
-----------------------	----------

Teodolinda Magro

Prólogo	9
----------------------	----------

Capítulo 1 - Projeto Hypatiamat, artefactos digitais para ensinar e aprender matemática.....	10
---	-----------

Capítulo 2 - Desenvolvimento da aritmética mental: análise da autorregulação da aprendizagem e da autoeficácia matemática no 1.º CEB.....	31
--	-----------

Capítulo 3 - Autorregulação da aprendizagem e autoeficácia matemática, através do desenvolvimento do cálculo mental no 1.º CEB	59
--	-----------

Capítulo 4 - Metodología de anotaciones multimedia en la formación inicial de docentes de matemáticas	79
--	-----------

Capítulo 5 - Análise do conhecimento didático em estatística de professores estagiários através de uma narração multimodal	96
---	-----------

Capítulo 6 - Pensamento computacional: dimensões desenvolvidas numa intervenção no estágio pedagógico	117
--	------------

Capítulo 7 - Robótica Educativa e Cenários de Aprendizagem: desenvolvimento do conhecimento didático de futuras professoras do 1.º CEB	135
---	------------

Capítulo 8 - Educação e Práticas STE(A)M: uma revisão sistemática	164
--	------------

Prefácio

de José Vítor Pedroso

A integração da tecnologia, pelas possibilidades que oferece de experimentação, visualização, representação, simulação, interatividade, bem como, evidentemente, de sentido de número e cálculo mental, é essencial para o desenvolvimento de abordagens exploratórias de ideias e conceitos matemáticos, bem como para a realização, pelos alunos, de projetos que podem ser concretizados na comunidade escolar, incidindo em aprendizagens a desenvolver em contextos de cooperação, partilha e colaboração.

É neste contexto que a Direção-Geral da Educação tem vindo a apoiar o projeto Hypatiamat, que tem dado possibilidade aos alunos de adquirirem conhecimentos e desenvolverem capacidades e atitudes que contribuem para alcançar as áreas de competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, sendo de destacar, entre outras, “Linguagens e textos”, “Raciocínio e resolução de problemas”, “Saber científico, técnico e tecnológico” e “Relacionamento interpessoal”.

Este projeto, desenvolvido pela Associação Hypatiamat, dá um efetivo contributo para o ensino da Matemática, nomeadamente ao nível do cálculo mental, e pela forma como apoia de modo considerável o desenvolvimento de uma relação positiva dos alunos com a Matemática.

Alinhado com as novas Aprendizagens Essenciais de Matemática do ensino básico, homologadas em agosto de 2021, o projeto Hypatiamat contribui especificamente para: - “desenvolver e mobilizar o pensamento computacional, capacidade que tem vindo a assumir relevância nos currículos de Matemática de diversos países”. As ferramentas tecnológicas devem ser consideradas como recursos incontornáveis e potentes para o ensino e a aprendizagem da Matemática. A literacia digital dos alunos deve incluir a realização de cálculos, a construção de gráficos, a realização de simulações, a recolha, organização e análise de dados, a experimentação matemática, a investigação e a modelação, a partilha de ideias; - “desenvolver a capacidade de resolver problemas recorrendo aos seus conhecimentos matemáticos, de diversos tipos e em diversos contextos, confiando na sua capacidade de desenvolver estratégias apropriadas e obter soluções válidas”; - “desenvolver a capacidade de usar representações múltiplas, como ferramentas de apoio ao raciocínio e à comunicação matemática, e como possibilidade de apropriação da informação veiculada nos diversos meios de comunicação, nomeadamente digitais, onde surge em formatos em constante evolução”.

O presente eBook é uma mais-valia para o ensino e aprendizagem significativa da Matemática, permitindo aos alunos, através da utilização e integração das tecnologias, desenvolverem uma predisposição positiva face à Matemática - com compreensão e aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos adquiridos -, a capacidade de resolver problemas, de raciocinar matematicamente, de utilizar diferentes representações e conexões matemáticas, bem como desenvolverem o pensamento computacional e a comunicação matemática.

Contribui, assim, para a qualidade do ensino e da aprendizagem da Matemática, favorecendo a autonomia, o feedback e a autorregulação.

José Vítor Pedroso - Diretor-Geral da Direção-Geral da Educação / Expert Transformação Digital na Educação

Prefácio

de Teodolinda Magro

O sistema educativo português sofreu, entre 2019 e 2022 fruto da pandemia por Covid-19, forte pressão para assegurar práticas educativas que permitissem manter qualidade e equidade educativas bem como altas taxas de sucesso escolar.

A eficácia e a eficiência da práxis pedagógica foram fortemente condicionadas pela intermitência de frequência presencial das aulas e pelo facto de crianças, jovens e adultos se verem obrigados a um inédito esforço de desenvolvimento de competências digitais para assegurar o prosseguimento das aulas.

No ano letivo de 2021/22 realizaram-se em Portugal, pela primeira vez desde 2019, provas de aferição universais. Decorrente desta avaliação externa percebeu-se que os alunos do 2.º ano de escolaridade melhoraram os seus desempenhos nos domínios Números e Operações (de cerca de 40% para cerca de 69%) e Geometria e Medida (de cerca de 42% para cerca de 53%). Já no domínio Organização e Tratamento de Dados registou-se uma descida nas classificações obtidas na avaliação externa de 70,6% para 66,2%. A menor descida na avaliação deste último domínio (4%) por comparação com a melhoria nos domínios Número e Operações (29%) e Geometria e Medida (11%) poderão indiciar que as aulas de Matemática, tantas vezes asseguradas no decurso deste período através dos recursos digitais tiveram nestes artefactos fortes aliados no assegurar das aprendizagens matemáticas dos alunos aos primeiros anos de escolaridade?

O Programa Nacional de Promoção do Sucesso Escolar, através do seu estudo Melhorar aprendizagens em Matemática pelo uso intencional de recursos digitais constatou, de facto, que o uso intenso e intencional do Projeto Hypatiamat em Escolas da Comunidade Intermunicipal do Ave levou a que os alunos de 2.º ano de escolaridade, nas Provas de Aferição de Matemática em 2018/19, obtivessem melhores resultados em todos os domínios avaliados, por comparação com outros alunos do mesmo perfil socioeconómico que não usufruíram destas práticas educativas estimuladoras do uso de recursos digitais.

Revela-se, pois, de enorme importância aprofundar a investigação sobre a eficiência dos recursos didáticos existentes nos diversos dispositivos eletrónicos que permitem desenvolver o cálculo mental dos alunos e as várias dimensões do pensamento computacional, entre outras competências, permitindo, ao mesmo tempo incrementar o conhecimento didático dos professores, quer na sua formação inicial, quer na formação contínua. No estudo Saúde Psicológica e Bem-Estar publicado em 2022, com dados referentes aos alunos portugueses,

observa-se que no 1.º ciclo cerca de um quarto são irrequietos (23,2%) e distraem-se com facilidade (24,9%). Urge, por isso, perceber que contributos poderão oferecer os recursos digitais nas aprendizagens de matemática por forma a estimular a motivação para o trabalho e a autoconsciência das capacidades dos alunos para gerir eficazmente a diversidade de tarefas.

Teodolinda Magro - Coordenadora da Estrutura de Missão do Programa Nacional de Promoção do Sucesso Escolar (PNPSE)

Prólogo

Promover a compreensão da matemática de alunos e professores é determinante para uma aprendizagem significativa. Um momento relevante para este efeito é na formação inicial de professores, em particular durante a prática de ensino supervisionado, reforçando o conhecimento didático dos futuros professores e permitindo-lhes a experimentação de uso de artefactos digitais.

A proliferação de artefactos digitais e as recomendações da literatura especializada sobre o seu papel nas aprendizagens matemáticas impõem experiências didáticas e sua reflexão no sentido de retirar o maior proveito educativo do seu uso.

Assim, importa estudar a articulação entre Artefactos digitais, Aprendizagens e Conhecimento Didático e é, nesse sentido, que surge este livro, com foco na formação inicial de professores.

Dos oito capítulos que o compõem constam experiências em contexto de estágio (capítulos 2 a 7), apresentação do projeto Hypatiamat (capítulo 1), de uma metodologia para construção do processo reflexivo sobre as práticas na formação de professores (capítulo 4) e revisão sistemática de literatura (capítulo 8). No seu desenvolvimento são abordados aspetos teóricos atuais e relevantes, designadamente: autorregulação da aprendizagem e da autoeficácia matemática; pensamento computacional; robótica educativa; educação e práticas STEAM; professor reflexivo. São ainda referidos e utilizados os instrumentos Narração Multimodal, Ferramentas de Anotação de Vídeo, Cenário de Aprendizagem e Plataforma Hypatiamat.

Esperamos que a consulta e estudo deste livro, possam contribuir para que:

- professores (de matemática) reflitam e experimentem novos artefactos digitais e novas formas de os articular em sala de aula e tomem conhecimento de aspetos teóricos atuais no ensino e na aprendizagem da matemática;
- futuros professores (de matemática) contactem e reflitam com/sobre experiências de ensino levadas a cabo por professores estagiários e tomem conhecimento de aspetos teóricos atuais no ensino e na aprendizagem da matemática;
- investigadores em educação matemática encontrem fonte de inspiração para desenvolver outros estudos.

Deixamos, pois, o convite à sua leitura.

Fernando Martins, Ricardo Pinto e Cecília Costa

Capítulo 1

Projeto Hypatiamat, artefactos digitais para ensinar e aprender matemática

Ricardo Pinto

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

Associação Hypatiamat

rmnpslb@gmail.com

José Martins

Associação Hypatiamat

martinseducamat@gmail.com

Fernando Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, UNICID, ROBOCORP

Instituto de Telecomunicações

fmlmartins@esec.pt

1. Introdução

O Projeto Hypatiamat (PH) nasceu como resposta à preocupação crescente, junto da comunidade educativa, quanto ao desempenho escolar na disciplina de matemática. É atualmente “um dos projetos mais populares na área da matemática” (Verdasca et al., 2020, p. 5) com o intuito de promover a excelência e o desenvolvimento do sucesso escolar, desde o 1.º ao 9.º ano de escolaridade. A parte mais visível deste Projeto é uma plataforma online (disponível em <https://www.hypatiamat.com>) com inúmeros artefactos digitais (AD) que, à semelhança de outras plataformas, contribui para que os alunos melhorem o seu desempenho escolar em matemática (Pires et al., 2020). Nos últimos anos, o PH tem feito uma aposta no 1.º Ciclo do Ensino Básico (1.º CEB), considerando que os primeiros anos de escolaridade são essenciais para a construção do conhecimento matemático (na construção do sistema de numeração, sentido do número e operações, estratégias de cálculo mental, desenvolvimento do sentido espacial, ...), assim como para o desenvolvimento de capacidades transversais como o raciocínio lógico e a resolução de problemas. Tendo ainda em conta que a evolução da aprendizagem matemática se processa numa dinâmica contínua e em espiral, é importante o estabelecimento de bases sólidas para não serem comprometidas as aprendizagens dos anos seguintes. Note-se que o insucesso nesta disciplina tem, frequentemente, as suas raízes em aprendizagens incompletas ou disfuncionais, resultantes de uma construção pobre do edifício da matemática (Ponte & Serrazina, 2000).

Para promover o prazer de aprender e fazer matemática, a intervenção do PH, orientando-se de uma forma direta para os alunos, aproveita o gosto natural que estes têm por ambientes tecnológicos. Assim, é crucial olhar para a tecnologia como um parceiro (Jonassen, 2007; Ramos, 2008; Flores & Sepúlveda, 2021), tirar partido dos diferentes recursos digitais existentes (Lopes et al., 2019) e estimular os diferentes atores educativos a desenvolverem práticas e metodologias de ensino que capitalizem o interesse dos alunos por recursos tecnológicos (Pinto, 2014). Com este objetivo, o PH pretende munir os professores de ferramentas que lhes possibilitem incorporar, nas suas práticas diárias, metodologias de ensino que utilizem esse tipo de ambientes, devidamente articuladas com outras metodologias (Costa et al., 2021). É consensual que as aprendizagens são tanto mais ricas e eficazes quanto mais diversificados os contextos e as experiências que são facultados aos alunos (Ponte, 2002; Menezes, 2011; Silva, 2021). Nesta perspetiva, o PH oferece uma grande diversidade de materiais, dos quais destacamos os AD, e de abordagens, não só em contexto tecnológico, mas também concreto, envolvendo professores e encarregados de educação no mesmo propósito de melhorar a aprendizagem e o rendimento escolar no domínio da matemática.

No presente capítulo apresentamos o PH nas suas múltiplas facetas, começando por uma breve resenha histórica desde a criação da Plataforma até à atualidade. Apresentaremos ainda alguns dados sobre a utilização desta Plataforma, bem como as suas principais potencialidades e funcionalidades.

2. O Projeto Hypatiamat: resenha histórica

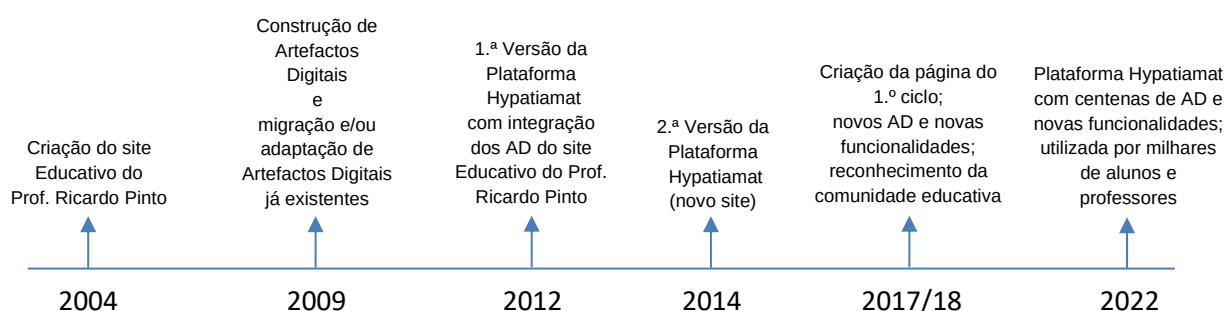
Em 2004, o Professor Ricardo Manuel Neves Pinto, criou um site educativo com inúmeros AD, atualmente desativado, para apoiar o ensino e aprendizagem da matemática e/ou para serem utilizados como ferramentas epistémicas (Monaghan et al., 2016). Entre eles, destacam-se as aplicações interativas baseadas no currículo e os jogos, cujo objetivo vai muito além do entretenimento, servindo para ensinar, aprender ou treinar uma ou várias competências, e que, por esta razão, se denominam jogos sérios (Aldrich, 2005; Dörner et al., 2016). Cada um destes jogos, para além do propósito específico para o qual foi criado, desenvolve também uma grande diversidade de competências transversais. O feedback por parte de alunos, professores e restante comunidade educativa foi muito positivo e em 2009 o site foi objeto da tese de mestrado do Professor Ricardo Pinto, intitulada “Avaliação da Usabilidade e da Acessibilidade do Site de matemática: RPEDU, matemática para alunos do 3.º ciclo do ensino básico” (Pinto, 2009). Durante a frequência do mestrado, e em paralelo, o Professor Ricardo Pinto construiu novos AD que, mais tarde, viriam a integrar a Plataforma Hypatiamat (PLH) numa parceria envolvendo inicialmente docentes da Universidade do Minho e da Universidade de Coimbra. Começou também a migração e a adaptação dos AD para uma nova Plataforma, trabalho que prosseguiu já no âmbito da preparação da tese do seu Doutoramento em Ciências da Educação, especialidade de Tecnologia Educativa, sob o tema “As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia” (Pinto, 2014). Seria, assim, por volta de 2012 que viria a nascer o Projeto Hypatiamat, consistindo então das muitas aplicações e jogos sérios do site criado pelo Professor Ricardo Pinto e doutros, entretanto construídos, essencialmente direcionados, nessa altura, para o 3.º CEB. À parceria já existente, envolvendo docentes das Universidades do Minho e de Coimbra, viriam a juntar-se outros professores da Universidade do Minho e da Escola Superior de Educação de Coimbra, com o mesmo objetivo de promover o sucesso escolar na disciplina de matemática através da utilização das novas tecnologias. A partir de 2017, a PLH (Pinto et al., 2022) passou a ser direcionada sobretudo para os primeiros anos de escolaridade, sofrendo mudanças significativas, não apenas na quantidade e diversidade de AD mas também na sua qualidade (ver cronologia na Figura 1). Foi então criada a página do 1.º ciclo que, além de providenciar centenas de recursos para

aprender e ensinar matemática, contém ainda outros recursos, entre os quais se destacam as ferramentas de monitorização. Atualmente, a PLH tem vindo a ser catapultada para uma nova fase com milhares de visitas de norte a sul do País, passando a sua qualidade e utilidade a serem reconhecidas por diferentes intervenientes das comunidades educativas.

O Hypatiamat é, porventura, um dos projetos mais populares na área da matemática, em boa parte devido ao seu acolhimento, em simultâneo, em planos de ação estratégica das escolas e em planos integrados e inovadores de combate ao insucesso escolar (PIICIE) da comunidade intermunicipal (CIM) do Ave e dos seus municípios e que em consequência do esforço de articulação com agrupamentos de escolas e professores ganhou prioridade estratégica no quadro das medidas de promoção do sucesso escolar. (Verdasca et al., 2020, p. 5)

A Equipa do Projeto Hypatiamat é formada, desde 2017, por quatro elementos: Professor Doutor Ricardo Pinto, Professora Doutora Dina Maria Loff, Dr.^a Ema Maia e Mestre José Maria Martins. Atualmente, a Escola Superior de Educação de Coimbra/IPC, a Universidade do Coimbra e a Universidade do Minho colaboram com o PH, nomeadamente em Teses de Mestrado e outras dissertações (coorientação por elementos da Equipa Hypatiamat) e noutros trabalhos de cariz académico e de diferentes licenciaturas. Outro parceiro que tem apoiado o Projeto e com quem tem sido desenvolvida uma estreita colaboração é o Ministério da Educação, designadamente através da Direção Geral da Educação e do Plano Nacional Para a Promoção do Sucesso Escolar.

Figura 1. Cronologia, Projeto Hypatiamat/Plataforma Hypatiamat



Este trabalho colaborativo entre os diferentes parceiros visa a prossecução da promoção do sucesso escolar na disciplina de matemática, para o qual contribuem os seguintes objetivos do PH (Pinto et al., 2022b):

- Promover a qualidade do ensino/aprendizagem da matemática mediante a utilização e a integração das novas tecnologias em sala de aula, através dos AD da PLH e de outros recursos.
- Munir os professores de uma ampla variedade de recursos, digitais ou não, que possam ser aplicados na sala de aula e fora dela, com vista à promoção do desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos.
- Implicar, capacitar e acompanhar os professores para articularem, com autonomia, os diferentes tipos de recursos disponíveis na PLH, de forma a poderem envolver os alunos e, conseqüentemente, melhorar o seu rendimento escolar na matemática desde os primeiros anos de escolaridade.
- Fomentar a utilização de jogos sérios da PLH, orientados para a melhoria das aprendizagens de conteúdos específicos.
- Analisar a eficácia da implementação do projeto.

Abordaremos seguidamente as principais características dos AD da PLH.

3. Os artefactos digitais da Plataforma Hypatiamat

A diversidade de recursos, em particular tecnológicos, para contextos educativos é uma realidade bem presente na atualidade (Chai et al., 2017; Lopes & Costa, 2019). Neste sentido, é exigido aos professores o desenvolvimento de competências que lhes permitam construir cenários de aprendizagem contemplando o uso adequado de recursos tecnológicos (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018; Sintema, 2018).

Atualmente, em Portugal, a promoção do sucesso escolar, nomeadamente na disciplina de matemática, é uma das principais preocupações das comunidades educativas (Verdasca et al., 2020; Pinto, 2014) e “deve ter em atenção as mudanças sociais, económicas e tecnológicas da nossa sociedade” (Pinto, 2014, p. 3). Acrescenta-se que a literatura da especialidade identifica também dificuldades de aprendizagem das crianças em diversos conceitos matemáticos (Fritz et al., 2019). É neste sentido que se perspetiva que no ensino e na aprendizagem se torna determinante o uso adequado dos recursos tecnológicos para que os alunos participem ativamente na construção do seu conhecimento (Bray & Tangney, 2017; Tempier, 2016).

A constante evolução tecnológica faz com que as novas tecnologias tenham uma presença constante nas nossas atividades diárias, incluindo em contexto escolar, devendo os alunos ser preparados para os desafios que a sociedade nos apresenta (Moreira et al., 2020). Além disso, a integração de recursos tecnológicos é fortemente encorajada pelo Ministério da Educação nas

novas Aprendizagens Essenciais da disciplina de matemática (ME, 2022). Torna-se, portanto, primordial que os principais atores educativos possam escolher os artefactos digitais com maior potencial para uma aprendizagem efetiva da matemática (Martins, 2020).

A problemática relacionada com a integração de recursos digitais nas práticas dos professores tem vindo a ser estudada, sendo apontados dois tipos de dificuldades:

1. Compreensão das potencialidades e limitações relativamente às funcionalidades dos mesmos e aos conceitos matemáticos que estes permitem trabalhar (Bray & Tangney, 2017; Lopes & Costa, 2019; Sintema, 2018).
2. Perceção desfavorável quanto ao uso dos mesmos no ensino e na aprendizagem (Bray & Tangney, 2017; Sonmark et al., 2017, p. 109).

Emerge, portanto, a necessidade dos professores aprenderem a escolher os recursos tecnológicos (Martins, 2020) e a perspetivar possíveis formas de integrar e orquestrar recursos digitais no ensino e na aprendizagem de matemática.

Neste sentido, é relevante conhecer e ter presente uma classificação dos recursos digitais. Os recursos digitais podem ser classificados como artefactos, ferramentas e ferramentas epistémicas (Monaghan et al., 2016; Markauskaite & Goodyear, 2017). Monaghan et al. (2016, p. 6) definem artefacto como um objeto, material ou não, resultante de uma atividade humana e com potencialidades para ser acionado numa atividade nova.

Um artefacto transforma-se numa ferramenta quando é usado por um agente, usualmente uma pessoa, para realizar algo (Monaghan et al., 2016, p. 6). Uma ferramenta transforma-se em ferramenta epistémica quando, através do seu uso, se produz conhecimento (Markauskaite & Goodyear, 2017, p. 242; Monaghan et al., 2016, p. 8).

Pode ainda referir-se que um artefacto é uma entidade ou produto da criação humana, com conhecimento embutido, e, em geral, com um propósito específico (e.g., um algoritmo da adição). Um artefacto é, pois, uma entidade externa ao ser humano e parte do conjunto de entidades criadas por ele. Um recurso digital é um artefacto digital (AD) com quaisquer características e qualidades concebidas e realizadas com recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação (Lopes & Costa, 2019). Pode ser usado pelo aluno e pelo professor sob o ponto de vista de meros utilizadores, sem obtenção de resultados significativos no processo de aprendizagem, ou utilizados como ferramentas epistémicas, envolvendo construção do conhecimento e promoção da aprendizagem, em que o aluno desempenha um papel ativo, no centro do seu processo de aprendizagem (Lopes & Costa, 2019; Costa et al., 2021). Costa et al. (2021), situando-se no contexto da realidade portuguesa, consideram três níveis na adoção de AD no processo de ensino e de aprendizagem (PEA):

- Básico
 - Há alteração de artefactos, mas manutenção de metodologias no PEA;
 - Não há alteração de práticas;
 - Não promove alteração de práticas;
 - Vantagens apenas técnicas, estéticas e motivacionais.

- Intermédio
 - Há alteração de artefactos e novas metodologias no PEA;
 - Não há alteração de práticas;
 - Apenas tarefas de consolidação ou de cariz motivacional;
 - Utilização pontual, não se cria um ambiente educacional novo e moderno.

- Avançado
 - Seleção criteriosa dos artefactos;
 - Alteração de metodologias no processo de PEA;
 - Promove a alteração de práticas;
 - AD como ferramentas epistémicas.

Portanto, os AD devem ser utilizados como ferramentas epistémicas (Costa et al., 2021) e, tal como mencionado anteriormente, o desafio nos dias de hoje é criar condições para que isso possa acontecer (Lopes & Costa, 2021).

Desta forma, aos educadores e professores é exigido que consigam desenhar a configuração didática de modo a poderem organizar, de forma intencional e sistemática, o uso de diversos artefactos num cenário de aprendizagem a fim de promoverem aprendizagens matemáticas e mediar a apropriação desses artefactos por parte dos alunos, transformando-os em ferramentas. Esta organização é designada por orquestração instrumental (Trouche, 2004). Acrescenta-se que a orquestração instrumental é constituída pela configuração didática e pelo modo de exploração (Trouche, 2004). O PH, através da sua plataforma, propicia e potencia orquestrações instrumentais contribuindo, assim, para uma aprendizagem significativa da matemática.

A PLH tem centenas de AD que aqui subdividimos em duas categorias principais: as aplicações baseadas no currículo e os jogos sérios que, para além de uma abordagem de aspetos do currículo, permitem também desenvolver competências transversais. É fundamental que o professor consiga selecionar e articular os diferentes AD presentes na PLH através de uma efetiva orquestração instrumental (Drijvers et al., 2020) e que os AD da PLH sejam utilizados efetivamente como ferramentas epistémicas. Na sua maioria, os AD da PLH são construídos por forma a que possam ser usados como ferramentas epistémicas. No entanto, existem alguns que podem ser utilizados apenas como ferramentas, ou seja, utilizados para se obter um resultado concreto ou também como ferramenta benéfica, uma vez que promovem ações dos alunos na

resolução de problemas (Lopes & Costa, 2019). Todos os AD da PLH são validados por especialistas da área da matemática e das ciências da educação.

Figura 2. Exemplo de um conjunto de AD da PLH para trabalhar a multiplicação



Na Figura 2 podemos observar um conjunto de AD da PLH para trabalhar a multiplicação no 1.º CEB que, devidamente operacionalizados, funcionam como uma orquestração instrumental. Os professores devem conseguir tirar partido das potencialidades de cada AD e serem capazes de articular estes recursos com outros recursos, digitais ou não, utilizando-os como ferramentas epistémicas, para que possam promover uma aprendizagem efetiva através da operacionalização de orquestrações instrumentais, de forma intencional e sistemática. Como referem Lopes e Costa (2021), “indicadores empíricos dos relatórios de autoavaliação das escolas apontam para uma reduzida aposta nos recursos tecnológicos ou uma aposta feita de forma incipiente”. Os professores revelam ainda baixa literacia digital e dificuldade em utilizar os AD, como ferramentas epistémicas ou como ferramentas benéficas, de forma sistemática, intencional e frequente. (Costa et al., 2021). Neste sentido, o PH tem vindo a disponibilizar, nos últimos anos, ações de capacitação cujo objetivo é melhorar a literacia digital dos docentes, promover uma boa utilização dos diferentes AD da PLH e apontar soluções para que sejam operacionalizados no âmbito de orquestrações instrumentais, contribuindo assim para o sucesso escolar na disciplina de matemática (Pinto et al., 2022b).

São vários os estudos (Hortênsio, 2020; Pires et al., 2021; Santos, 2021; Serra, 2021; Verdasca et al., 2020), que reconhecem a PLH e o PH como uma mais valia para a qualidade do ensino e da aprendizagem da matemática.

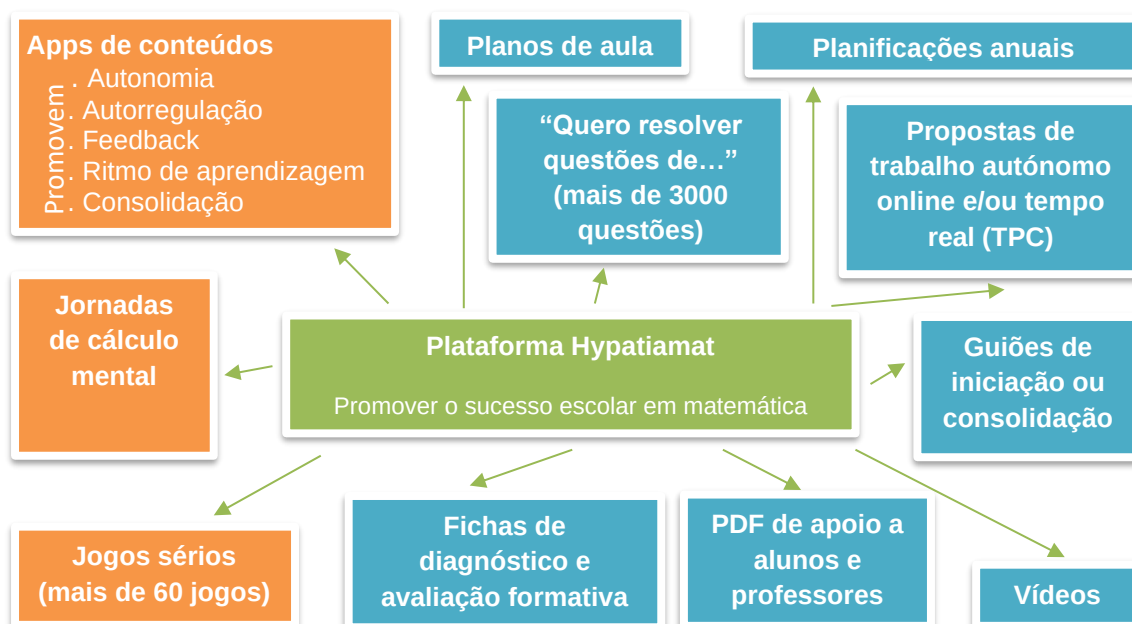
Daremos, agora, uma visão holística dos principais recursos existentes na PLH e as principais vertentes do PH.

4. Principais recursos e vertentes do Projeto Hypatiamat

A PLH está organizada de modo a cobrir os conteúdos do currículo de matemática, desde o 1.º até ao 9.º ano de escolaridade e os seus principais recursos são (Pinto et al., 2022a):

1. Aplicações de conteúdos, organizadas segundo os temas e as competências transversais presentes no currículo.
2. Uma coleção com mais de 60 jogos sérios, orientados para a promoção de competências transversais tais como, no cálculo, na resolução de problemas, na memória e na atenção.
3. Outros recursos (em pdf) para utilização em contexto concreto na sala de aula, nomeadamente propostas de atividades dirigidas diretamente aos alunos e guiões de exploração dirigidos a professores e encarregados de educação, com orientação metodológica e propostas de atividades para alunos.
4. Propostas de planificação anual, fichas de avaliação diagnóstica e fichas trimestrais, bem como os respetivos critérios de classificação.
5. Uma base de dados com mais de 3000 questões para trabalhar vários conteúdos da disciplina, incluindo questões de exames nacionais e internacionais.
6. Propostas de implementação de aulas para ajudar alunos, professores e encarregados de educação na boa utilização da PLH.
7. Um *backoffice* para a monitorização do trabalho dos alunos, entre outras funcionalidades.
8. Uma plataforma para marcação, pelos professores, de trabalho autónomo para os alunos.
9. Vídeos de apoio.
10. Jornadas de cálculo mental.

Figura 3. Principais vertentes da PLH



Ao longo de cada ano letivo, os professores que trabalham nalguma das vertentes do Projeto são orientados na utilização, em sala de aula, dos AD e dos diferentes tipos de recursos da plataforma, de forma articulada com a Equipa Hypatiamat. Para isso, no início do ano letivo, podem ser realizadas ações de capacitação (na modalidade de *workshop* ou de oficina de formação) para dar a conhecer a Plataforma, os seus recursos, o funcionamento do Projeto (ou de alguma das suas vertentes), nomeadamente a realização dos campeonatos de cálculo mental.

No final destas ações, é esperado que os professores possam usar, com autonomia, todos os recursos disponibilizados e que os respetivos alunos comecem a trabalhar com a plataforma sob a sua orientação.

Ao longo da implementação do Projeto e, de acordo com o *feedback* dos professores/alunos, todos os recursos utilizados poderão ser alvo de adaptações/calibrações, de acordo com a realidade de cada turma.

O trabalho desenvolvido pelos alunos e professores é monitorizado pela Equipa Hypatiamat. Para apoiar a realização desta tarefa é disponibilizado um *backoffice* que permite guardar e articular a atividade por eles desenvolvida na PLH. O *backoffice* ajuda também o professor a acompanhar o desempenho dos seus alunos em tempo real. Todo este trabalho é realizado em articulação com a Associação Hypatiamat (AHM), nomeadamente através de protocolos (com Agrupamentos de Escolas, Municípios, Comunidades Intermunicipais, entre outros) que envolvem a realização, por parte da Equipa Hypatiamat, de oficinas de capacitação creditadas para professores. Na próxima secção será descrita a evolução quantitativa dos atores envolvidos e de algumas medidas de desempenho.

5. O Projeto Hypatiamat em números

Nesta secção partilhamos alguns indicadores relacionados com as interações realizadas pelos atores educativos na PLH durante a utilização e exploração dos AD, nomeadamente por parte dos professores, alunos e encarregados de educação. Os indicadores que sustentam os dados que aqui partilhamos foram extraídos do acervo da base de dados Hypatiamat.

5.1. Os atores educativos

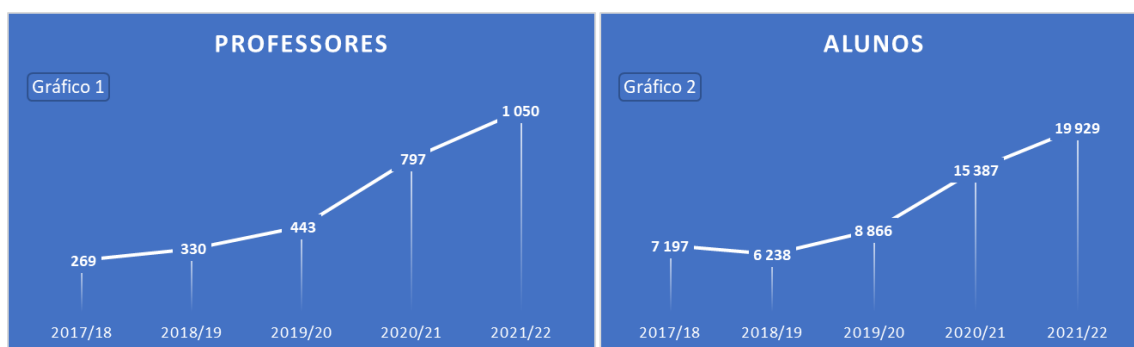
A partilha dos AD da PLH com os professores e alunos do Ensino Básico (EB) é um dos principais propósitos que norteia a implementação do PH nos territórios educativos dos Agrupamentos de Escolas (AE) associados ao PH. Este propósito tem vindo a ganhar expressividade através do crescente número de registos de professores e de alunos na PLH. Observando a evolução durante o último quinquénio, constata-se que, no ano letivo 2021/22, o número anual de registos de

professores (1 050) é quatro vezes superior ao do letivo 2017/18 (269) e, nesse mesmo período, o número de alunos registados quase triplicou, passando de 7 197 para 19 929 (Tabela 1 ou Figura 4: Gráficos 1 e 2).

Tabela 1 – Evolução do registo de professores e alunos na PLH entre anos letivos 2017/18 e 2021/22.

Atores educativos registados na Plataforma Hypatimat por ano letivo					
Ano letivo Atores	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Professores	269	330	443	797	1 050
Alunos	7 197	6 238	8 866	15 387	19 929

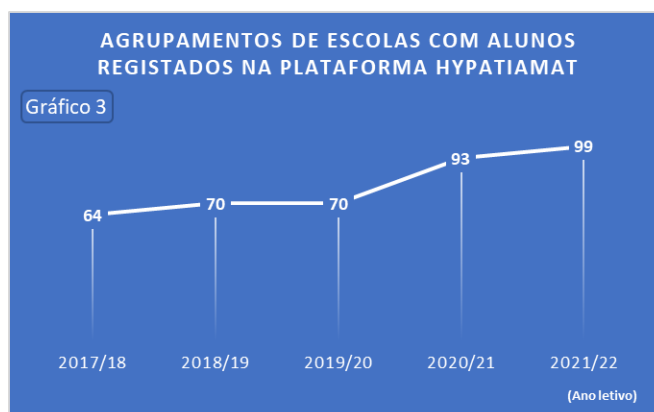
Figura 4 – Evolução do registo de professores e alunos na PLH entre anos letivos 2017/18 e 2021/22 (Gráficos 1 e 2).



5.2. Implementação do PH em contexto educativo

Os Municípios e os AE são os principais impulsionadores da implementação do PH nos territórios educativos. A utilização crescente dos AD da PLH por parte dos atores educativos está associada ao aumento do número de AE envolvidos: 64 AE em 2017/18 e 99 AE em 2021/22.

Figura 5 – Evolução do número de AE associados ao PH entre anos letivos 2017/18 e 2021/22 (Gráfico 3).



5.3. Capacitação de docentes

No sentido de implicar, capacitar e acompanhar os professores para articularem, com autonomia, os diferentes tipos de recursos disponíveis na PLH, a Equipa Hypatiamat capacitou mais de 17 centenas de formandos docentes (Tabela 2), em diferentes modalidades de formação, no último quinquénio letivo.

Tabela 2 - Distribuição, por ano letivo, dos docentes capacitados pela Equipa Hypatiamat.

Modalidade de formação	Formandos participantes por ano letivo				
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Oficina - 50 horas	260	131	194	210	90
ACD - 6 horas		41	63	45	133
Workshop - 3 horas				29	144
Outras				376	

5.4. Número de alunos envolvidos nos Campeonatos de Cálculo Mental

Hypatiamat Presencial e Online

Uma das ações/medidas educativas que integram os objetivos das intervenções Hypatiamat para o desenvolvimento de competências matemáticas no domínio da aritmética mental e do cálculo mental é a realização de eventos – Campeonatos de Cálculo Mental Hypatiamat - de âmbito nacional ou de âmbito local. Estes eventos, realizados sob o lema “Todos participamos, todos ganhamos”, têm registado um envolvimento crescente dos alunos (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 – Envolvimento dos alunos nos Campeonatos de Cálculo Mental Hypatiamat de âmbito local.

Alunos participantes nas edições de âmbito local dos Campeonatos de Cálculo Mental Hypatiamat - Presencial e Online						
Modalidade	Presencial			Online		
Ano letivo	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
AE de Braga	254/16	424/32	940/128	1 157	624	605
AE da CIM do Ave	--	3136/64	2479/128	2 532	2 237	1 336
AE de Prado	--	81/16	114/16	389	180	--
AE da CIMBAL	--	--	--	--	974	1 371
AE D. Sancho II - Alijó	--	--	--	--	148	71
AE de Gavião	--	--	--	--	63	60
AE do Cávado	--	--	--	--	--	946
Total	254/16(*)	3641/112(*)	3533/272(*)	4 078	4 226	3 443

(*) Total de alunos selecionados que participou na final dos eventos em representação dos Agrupamentos de Escolas envolvidos.

Tabela 4 – Envolvimento dos alunos nos Campeonatos de Cálculo Mental Hypatiamat Online, de âmbito nacional, por edição.

Alunos participantes nas edições de âmbito nacional dos Campeonatos de Cálculo Mental Hypatiamat - Online			
Ano letivo	2019/20	2020/21	2021/22
1.ª edição	1 460	3 962	5 814
2.ª edição	2 060	4 971	6 928
3.ª edição	--	5 348	6 579

5.5. Apps de conteúdos e jogos sérios

Regista-se uma elevada atividade na utilização dos AD – Apps de Conteúdos e Jogos Sérios da PLH por parte dos alunos, nomeadamente quanto ao número de tarefas resolvidas (NTR), bem como uma melhoria do desempenho (% de acertos). Quanto ao envolvimento/participação na realização de jogos sérios, os alunos parecem estar motivados para a sua utilização, no sentido de promoverem e desenvolverem competências no domínio da aritmética mental e do cálculo mental (Tabela 5).

Tabela 5 – Atividade e desempenho dos alunos na interação com as Apps de Conteúdos e Jogos Sérios

Atividade e desempenho dos alunos na interação nas Apps de Conteúdos e jogos sérios concluídos						
Ano letivo		2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22 (*)
Apps de conteúdos	Número de tarefas resolvidas (NTR)	849 458	1 500 058	3 981 494	4 085 090	3 843 431
	% de acertos	57%	63%	69%	71%	72%
Jogos sérios	Número de Jogos concluídos	365 531	400 864	635 917	1 343 850	1 301 065

(*) - Dados recolhidos até ao dia 28/06/2022.

De seguida será partilhado um exemplo de uma intervenção em contexto escolar com a PLH e o PH.

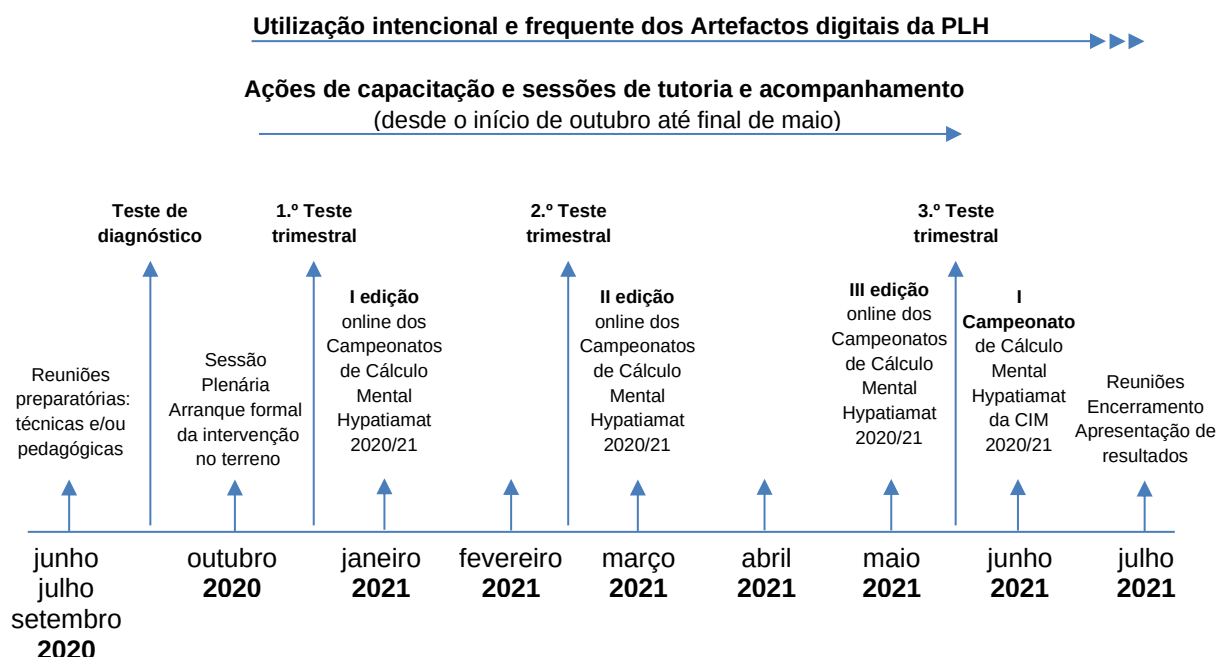
6. O Projeto Hypatiamat numa Comunidade Intermunicipal

São várias as intervenções em contexto escolar protocoladas com a AHM e executadas pela Equipa Hypatiamat. Um exemplo de uma dessas intervenções decorreu durante o ano letivo 2020/2021 numa Comunidade Intermunicipal (CIM) constituída por 13 municípios, onde participaram 15 Agrupamentos de Escolas, 73 professores e 1404 alunos. Esta intervenção, à emelhança de resultados obtidos em diferentes estudos (Hortênsio, 2020; Pires et al., 2021; Santos, 2021; Serra, 2021; Verdasca et al., 2020), vem corroborar a ideia de que a PLH e o PH são uma mais-valia para o ensino e aprendizagem da matemática. Está também em sintonia com o preconizado nas Novas Aprendizagens Essenciais de Matemática, que afirmam que “As ferramentas tecnológicas devem ser consideradas como recursos incontornáveis e potentes para o ensino e a aprendizagem da Matemática” (ME, 2021, p.6).

6.1. Caraterização da intervenção

Qualquer intervenção do PH começa muito antes de ser operacionalizada no terreno, com várias reuniões técnico-pedagógicas entre a Equipa Hypatiamat e os elementos que vão implementar o PH ou contribuir para a sua execução (ver friso cronológico, na Figura 6, da intervenção referida anteriormente). Antes de iniciar a intervenção propriamente dita, é realizada uma sessão plenária para a apresentação formal do PH com a presença de diferentes atores (e.g., Direção dos Agrupamentos de Escolas, professores, técnicos, psicólogos) que estarão envolvidos na operacionalização do PH nos seus respetivos territórios educativos. Entre os vários objetivos definidos pelo PH, que almejamos alcançar no decorrer da intervenção, está o uso frequente e intencional da PLH permitindo assim estimular, nos alunos, o trabalho individual autónomo e aumentar a motivação e o gosto pela matemática (Verdasca et al., 2020).

Figura 6. Cronologia, resumo de uma intervenção com a PLH e o PH



Para esta intervenção em concreto foram propostas duas ações de capacitação, abrangendo os dois CFAE (Centros de Formação de Associação de Escolas) dos territórios educativos envolvidos. Estas ações foram desenhadas por forma a permitirem o acompanhamento dos professores inscritos, ao longo do ano letivo, pois começam no início de cada ano letivo (setembro/outubro) e terminam no final do mesmo (maio/junho). Os formandos têm vindo a valorizar o modo como é efetuado o acompanhamento. Apresentam-se seguidamente dois exemplos representativos duas evidências representativas do tipo de reflexões escritas pelos formandos sobre a implementação do PH nas suas práticas letivas.

Esta formação veio “revolucionar” a forma como eu preparava e desenvolvia ações de ensino no âmbito da disciplina de matemática. Jamais serei o mesmo professor que fui no ano letivo anterior, uma vez que perdia tempo com ferramentas e técnicas de ensino, que raramente e sobretudo junto dos alunos com mais dificuldades de concretizar algumas subjetividades do conhecimento matemático, produziam eficácia nas aprendizagens, como vi acontecer dia após dia ao longo da formação e da minha prática profissional como professor mediador mas sobretudo aplicador, pelo recurso às ferramentas de ensino disponibilizadas pela plataforma Hypatiamat. (Reflexão crítica do formando, 2021)

Em 26 anos de carreira quase concluídos, esta Oficina de formação foi a que considerei mais necessária, interessante, útil e que conduzirá a mudanças evidentes e muito importantes na minha prática profissional. (Reflexão crítica do formando, 2021)

Paralelamente a tais ações de capacitação, cada Agrupamento de Escolas indica um ou mais responsáveis, aqui denominados mediadores, que fazem o acompanhamento da execução do PH no terreno. Entre várias tarefas, ajudam e acompanham os colegas na boa utilização da PLH e do PH e realizam a ponte entre os respetivos Agrupamentos e a Equipa Hypatiamat. Na narrativa proposta está também presente o desenvolvimento de competências no domínio do cálculo mental, uma aposta que está em linha com os documentos orientadores do Ministério da Educação.

Destaca-se a importância do cálculo mental, a desenvolver desde os primeiros dias de escola e a perseguir ao longo dos anos, ampliando-se progressivamente o leque das estratégias que os alunos podem mobilizar e o universo numérico da sua aplicação. Os algoritmos das operações são abordados a partir do 3.º ano, após a construção com compreensão. (ME, 2021, p.9-10)

6.2. Resultados da intervenção

No trabalho intencional com os AD da PLH, a percentagem de acertos passou de 60% no primeiro período para 70% no terceiro período, tendo sido realizadas cerca de 400 000 tarefas. Trata-se de uma evolução positiva e significativa que pode ser confirmada pelos resultados obtidos (Tabela 6) a partir dos instrumentos criados pela Equipa Hypatiamat, ou seja, os testes de diagnóstico e as fichas trimestrais, com os respetivos critérios de classificação e grelhas de classificação.

Tabela 6. Evolução das aprendizagens, evidenciada pelos instrumentos criados pela Equipa Hypatiamat

Domínios de conteúdo	Teste de diagnóstico	1.º Teste trimestral	2.º Teste trimestral	3.º Teste trimestral
Números e operações	67%	70%	70%	81%
Geometria e medida	67%	69%	72%	72%
Organização e tratamento de dados	85%	79%	77%	87%

No que diz respeito aos jogos sérios, nomeadamente aos jogos numéricos para promover o cálculo mental, estiveram envolvidos 92% dos alunos registados, que concluíram mais de 150 000 jogos. A participação dos alunos nos Campeonatos de Cálculo Mental sugere uma evolução extremamente positiva, tanto na frequência como na competência. Com efeito, constatou-se uma evolução crescente no número de jogos que os alunos conseguiram concluir, passando de 20 jogos concluídos por aluno, no primeiro campeonato, para 30, no último.

No final da intervenção, foi realizada uma sessão plenária para apresentação dos resultados.

7. Considerações finais

A PLH é uma plataforma para ensinar e aprender matemática, reconhecida e valorizada por diferentes atores educativos. O PH é um dos projetos que se tem destacado no combate ao insucesso escolar (Verdasca et al., 2020). Os diferentes estudos (Hortênsio, 2020; Pires et al., 2021; Santos, 2021; Serra, 2021; Verdasca et al., 2020) têm confirmado que o PH e, em particular, a PLH são uma mais-valia para o ensino e a aprendizagem da matemática e que os artefactos digitais disponibilizados na PLH, construídos e validados por especialistas, são, na sua maioria, ferramentas epistémicas que permitem o envolvimento dos alunos na construção ativa do seu conhecimento e na autorregulação das suas aprendizagens.

No futuro, o PH pretende continuar a apoiar os professores, nomeadamente na sua capacitação para a utilização adequada dos AD da PLH em contexto educativo. Irá alargar a PLH ao 2.º e 3.º CEB de uma forma mais consolidada, aumentando o número de recursos e funcionalidades disponibilizados e pretende envolver mais atores educativos na utilização dos AD da PLH, contribuindo assim para o sucesso escolar dos alunos na disciplina de matemática.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho também contou com os apoios do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020) e da Associação Hypatiamat.

Referências bibliográficas

- Aldon, G., & Trgalová, J. (Eds.). (2019). *Technology in Mathematics Teaching: Selected Papers of the 13th ICTMT Conference* (Vol. 13). Springer.
- Aldrich, C. (2005). *Learning by doing: a comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences*. Pfeiffer.
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research: a systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255 – 273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Bennett, A. B., Burton, L. J., & Nelson, L. T. (2016). *Mathematics for elementary teachers: A conceptual approach* (10th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Carreira, S., Jones, K., Amado, N., Jacinto, H., & Nobre, S. (2016). *Youngsters solving mathematical problems with technology*. Springer.
- Chai, C. Tan, L., Deng, F., & Koh, J. (2017). Examining pre-service teachers' design capacities for web-based 21st century new culture of learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(2), 129-142. <https://doi.org/10.14742/ajet.3013>
- Costa, C., Cabrita, I., Martins, F., Oliveira, R., & Lopes, B. (2021). Qual o papel dos artefactos digitais no ensino e na aprendizagem de matemática? In V. Santos, I. Cabrita, T. Neto, M. Pinheiro, & B. Lopes. (Orgs), *Matemática com vida, Diferentes olhares sobre a tecnologia* (pp. 29-44). Universidade de Aveiro.
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., & Wiemeyer, J. (2016). *Serious games*. Springer International Publishing.
- Drijvers, P., Grauwin, S., & Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1455-1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
- Flores, A.M., & Sepúlveda, R. (2021). Métodos digitais e educação: uma proposta de investigação. In A. Nobre, A. Mouraz, & M. Duarte (Eds.), *Portas que o digital abriu na investigação em educação*. (pp. 226-255). Universidade Aberta.
- Fritz, A., Haase, V. G., & Rasanen, P. (2019). *International handbook of mathematical learning difficulties*. Springer.
- Hortênsio, A. (2020). *A Influência da Plataforma Hypatiamat na Resolução de Situações Problemáticas Envolvendo a Adição e a Subtração* [Dissertação de Mestrado]. Repositório Escola Superior de Educação de Coimbra.

- Jonassen, D. H. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas - Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto Editora.
- Lopes, B., & 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), Communications in Computer and Information Science. Springer.
- Lopes, B., & Costa, C. (2021). Converting Digital Resources into Epistemic Tools Enhancing STEM Learning. In A. Reis, J. Barroso, J. B. Lopes, T. Mikropoulos & Chih-Wen Fan (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*. Springer.
- Markauskaite, L., & Goodyear, P. (2017). Epistemic tools and artefacts in epistemic practices and systems. In *Epistemic Fluency and Professional Education*. PPL, Vol. 14, pp. 233–264. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4369-4_9
- Martins, N., Martins, F., Costa, C., & Silva, R. (2018a). Desenvolvimento do modelo TPACK na formação inicial de professores. In A. Rodrigues, A. Barbosa, A. Santiago, A. Domingos, C. Carvalho, C. Ventura, C. Costa, H. Rocha, J. Matos, L. Serrazina, M. Almeida, P. Teixeira, R. Carvalho, R. Machado e S. Carreira (Eds.) *Atas do Encontro de Investigação em Educação Matemática*, EIEM 2018 (pp. 377-397). Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra.
- Martins, N., Lopes, B., Cravino, J., Costa, C., & Martins, F. (2018b). O uso de manipulativos virtuais na compreensão do algoritmo da adição. In R. P. Lopes, M. V. Pires, L. Castanheira, E. M. Silva, G. Santos, C. Mesquita, & P. Vaz (Eds.), *Atas do 3.º Encontro internacional de formação na docência*, INCTE 2018 (pp. 966-978). Instituto Politécnico de Bragança.
- Martins, N., Martins, F., Lopes, B., Cravino, J., & Costa, C. (2019). The Use of Applets in Understanding Fundamental Mathematical Concepts in Initial Teacher's Training. In M. Tsitouridou, J. A. Diniz, & T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 307-318), Communications in Computer and Information Science. Springer.
- Martins, S. (2020). Applets como artefactos de mediação semiótica na formação inicial de professores na Licenciatura em Educação Básica. *Quadrante*, 29(1), 74–96. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23014>
- Menezes, L., (2011). Matemática, Literatura & Aulas. *Educação e Matemática*, 115, 67-71. <http://hdl.handle.net/10400.19/1032>
- Ministério da Educação [ME] (2021). *Aprendizagens Essenciais: matemática*. ME. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/a_e_mat_1.o_ano.pdf

- Monaghan, J., Trouche, L., & Borwein, J. M. (2016). *Tools and mathematics*. Springer International Publishing.
- Moreira, F., Cabrita, I., Loureiro, M., & Guerra, C. (2020). Programação tangível e a promoção do Pensamento Computacional: propostas didáticas desenvolvidas no projeto TangIn. *Medi@ções*, 8(2), 47-62. <https://mediacoes.esse.ips.pt/index.php/mediacoesonline/article/view/267>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD. Disponível em [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf), acessado a 20 de julho de 2020.
- Pinto, R. (2009). *Avaliação da usabilidade e da acessibilidade do site educativo: RPEDU, matemática para alunos do 3. Ciclo do Ensino Básico* [Tese de Mestrado, Universidade do Minho]. Repositório Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/1822/11128>
- Pinto, R. (2014). *As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia* [Tese de Doutoramento, Universidade do Minho]. Repositório Universidade do Minho. <http://hdl.handle.net/1822/35846>
- Pinto, R., Loff, D., Maia, E., & Martins, J. (2022a, abril 19). *Plataforma Hypatiamat*. [Página na www]. Consultado em <https://www.hypatiamat.com>
- Pinto, R., Loff, D., Maia, E., & Martins, J. (2022b, abril 19). *Associação Hypatiamat*. [Página na www]. Consultado em <https://www.associacaohypatiamat.com>
- Pires, D., Santos, P., Santiago, A., & Martins, F. (2020). Adição de números naturais usando a plataforma hypatiamat. In F. Martins, L. Mota, & S. Espada (Eds.), *A Formação de professores e educadores: das políticas às práticas supervisionadas* (pp. 269 - 285). Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra
- Ponte, J., & Serrazina, L. (2000). *Didáctica da Matemática no 1º ciclo*. Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2002). O ensino da Matemática em Portugal: Uma prioridade Educativa?. In Conselho Nacional de Educação (Org.), *O Ensino da Matemática: Situação e Perspectivas* (pp. 1-28). Conselho Nacional de Educação.
- Ramos, J. (2008). Reflexões sobre a utilização educativa dos computadores e da Internet na escola. In F. Costa, H. Peralta, & S. Viseu. (Orgs.). *As TIC na educação em Portugal – Conceções e Práticas* (pp. 143-169). Porto Editora.
- Santos, J. (2021). *O uso da Plataforma Hypatiamat no desenvolvimento do sentido aditivo da multiplicação* [Dissertação de Mestrado]. Repositório Escola Superior de Educação de

- Coimbra. https://www.esec.pt/wp-content/uploads/2021/12/O-uso-da-Plataforma-Hypatia-Mat-no-desenvolvimento-do-sentido-aditivo-da-multiplicacao_Joana-Santos.pdf
- Serra, A. (2021). *O uso da plataforma Hypatiamat e de artefactos concretos na compreensão dos números racionais não negativos* [Dissertação de Mestrado]. Repositório Escola Superior de Educação de Coimbra. https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/36897/1/ANA_SERRA.pdf
- Silva, S. (2021). *Recursos didáticos na aula de matemática: contributos para o processo de ensino e aprendizagem* [Tese de Doutoramento, Repositório Universidade da Madeira]. <http://hdl.handle.net/10400.13/4019>
- Sintema, E. (2018). Evolution of pre-service primary teachers' TPACK-Maths profiles. *Journal of Global Research in Education and Social Science*, 11(4), 166-175. https://www.researchgate.net/publication/326347663_EVOLUTION_OF_PRE-SERVICE_PRIMARY_TEACHERS%27_TPACK-MATH_PROFILES
- Sonmark, K., Révai, N., Gottschalk, F., Deligiannidi, K., & Burns, T. (2017). *Understanding teachers' pedagogical knowledge: report on an international pilot study*. OECD Education Working Papers, 159, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/43332ebd-en>
- Taguma, M., Gabriel, F., & Lim, M. H. (2019). *Future of Education and Skills 2030: Curriculum analysis. A Synthesis of Research on Learning Trajectories/Progressions in Mathematics*. OECD. EDU/EDPC(2018)44/ANN3. Disponível em http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/A_Synthesis_of_Research_on_Learning_Trajectories_Progressions_in_Mathematics.pdf, acedido a 20 de julho de 2020.
- Tempier, F. (2016). New perspectives for didactical engineering: an example for the development of a resource for teaching decimal number system. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2), 261-276. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-015-9333-8>
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. *Int. J. Comput. Math. Learn.* 9(3), 281-307. <https://doi.org/10.1007/s10758-004-3468-5>
- 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>

Capítulo 2

Desenvolvimento da aritmética mental: análise da autorregulação da aprendizagem e da autoeficácia matemática no 1.º CEB

Ana Margarida Martins Gomes

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

anita_gomes99@outlook.pt

Ricardo Manuel Neves Pinto

Associação Hypatiamat

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

rmnpslb@gmail.com

Ana Patrícia Vidal

EB1 de Santa Cruz

patriciaavidal@aemartimdefreitas.com

Virgílio José Monteiro Rato

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

virgilior@esec.pt

Fernando Manuel Lourenço Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, UNICID, ROBOCORP

Instituto de Telecomunicações

fmlmartins@esec.pt

1. Introdução

A capacidade de aplicar os conhecimentos matemáticos na resolução de problemas do cotidiano e a capacidade de compreender e interpretar a informação estatística, com que diariamente nos confrontamos, é evidenciado por Ponte (2003), como aspectos fundamentais da literacia de um cidadão. Esta ideia é reforçada nas Novas Aprendizagens Essenciais (MEC, 2021) destacando que “a capacidade de raciocinar matematicamente e interpretar e usar a Matemática na resolução de problemas de contextos diversos do mundo real, é crucial para que cada pessoa possa viver e atuar socialmente de modo informado, contributivo, autónomo e responsável” (MEC, 2021, p.2). No entanto, segundo Silva (2021) a Matemática é uma área do conhecimento rodeada de crenças relativas à sua possível aridez e às dificuldades dos processos de raciocínio e cognição, fazendo com que se alimente a ideia de que os conteúdos são difíceis de ser ensinados e de ser aprendidos”. A multiplicidade e a complexidade dos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática fundamentam a identificação dos seus desafios (Hamido et al., 2012). Além disso, é importante implementar práticas que vão ao encontro das características, necessidades e interesses dos alunos, proporcionando-lhes oportunidades de aprendizagem que potenciem o sucesso escolar (Cobb & Hodge, 2011 citado por Hamido et al., 2012). Os alunos devem desenvolver, ao longo do tempo, uma predisposição positiva para aprender Matemática, a compreensão e a aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos adquiridos, a capacidade de resolver problemas, a capacidade de raciocinar matematicamente, o pensamento computacional, a comunicação matemática, a capacidade de utilizar diferentes representações matemáticas e conexões matemáticas (MEC, 2021; Martins et al., 2017). A autorregulação da aprendizagem (AA) e a autoeficácia matemática (AM) são dois conceitos integrados no desenvolvimento das áreas de competências, descritas anteriormente. A autorregulação da aprendizagem consiste no controlo e regulação do próprio estudante sobre os seus pensamentos, cognição, comportamento e ambiente, em prol de objetivos académicos (Frison, 2016). Por sua vez, esta permite que o aluno realize uma autorreflexão na experiência e processo de pensamento. Segundo Canian (2018) o processo de aprendizagem, apenas, é regulado, quando há envolvimento da utilização de estratégias para que os objetivos do aluno sejam alcançados e, para isso, é fundamental ter presente as perceções de autoeficácia. A autoeficácia consiste na capacidade de um aluno organizar e executar um conjunto de ações essenciais para a realização de uma determinada tarefa específica (Bandura, 1997; Guerreiro-Casanova et al., 2015). Assim, quando o aluno se depara com uma tarefa desconhecida, por ele, consegue colocar em prática as crenças de autoeficácia na aprendizagem (Brito & Souza, 2015).

Contudo, é importante salientar que não é suficiente o aluno adquirir crenças de autoeficácia positivas, dado que, também, tem de adquirir as habilidades e conhecimentos necessários à realização das tarefas (Tolentino et al., 2020).

A autorregulação da aprendizagem integra um modelo dinâmico de aquisição de conhecimentos, envolvendo um processo ativo, construtivo e orientado, de modo a alcançar os objetivos delineados, interagindo com os recursos cognitivos, motivacionais e emocionais do aluno (Lourenço, 2008; Rosário, 2004; Verdasca et al., 2020). Segundo Lourenço (2008), o aluno que autorregula a sua aprendizagem possui a capacidade de desenvolver o conhecimento, as competências estratégicas e as atitudes essenciais para facilitar as aprendizagens futuras não só no contexto escolar como, também, no contexto do quotidiano. O autor refere, ainda, que o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem, em contexto de sala de aula, “desempenha um papel de realce na percepção e na configuração de ambientes de aprendizagem considerados de excelência” (p.11), uma vez que os alunos aprofundam os seus conhecimentos, através de uma grande diversidade de contextos de trabalho.

Na autoeficácia matemática é fundamental que o aluno tenha consciência da sua capacidade de lidar com as diferentes tarefas que envolvam conteúdos de domínio matemático, sendo que esta percepção varia conforme os conteúdos abordados e o contexto situacional (Rodrigues, 2015; Tolentino et al., 2020).

Segundo Santos et al. (2020) é possível compreender que a autoeficácia e a autorregulação estão presentes num aluno, quando estas são interligadas, moldando-se num princípio de reciprocidade, em que o “aluno autorregulado consegue construir crenças de autoeficácia mais consolidadas e vice-versa” (p.10). Deste modo, os alunos mais autoeficazes, comparativamente com os alunos menos autoeficazes “monitorizam mais eficientemente o seu tempo de trabalho, são mais persistentes e menos capazes de rejeitar prematuramente hipóteses corretas e resolvem melhor problemas conceituais” (Castro, 2007, p. 44). Além disso, segundo a mesma autora as crenças de eficácia pessoal de alunos para autorregular a aprendizagem era preditora das suas crenças de autoeficácia para a realização de tarefas de carácter escolar, uma vez que o aluno com capacidades para regular os seus processos de aprendizagem admite uma maior responsabilidade sobre os seus resultados.

Neste sentido, a autorregulação das aprendizagens e a autoeficácia matemática constituem um processo ativo, construtivo e orientado, tendo em conta as capacidades cognitivas, motivacionais e emocionais do aluno, no alcance do sucesso escolar. A motivação é uma das variáveis que mais influencia a autorregulação das aprendizagens, dado que o aluno tem de se consciencializar das suas próprias capacidades de se autorregular. Assim, cabe ao

professor desenvolver estratégias, na sala de aula, que motivem os alunos e os estimulem a aumentar as suas crenças de autoeficácia.

Um dos grandes desafios dos professores é fazer com que os alunos desenvolvam a aritmética mental, uma vez que esta permite desenvolver o pensamento matemático, promovendo a obtenção de excelentes resultados de desenvolvimento intelectual e criativo no processo de aprendizagem (Shavkatovna & Gulbahor, 2021). Entende-se por aritmética mental a resolução de problemas aritméticos e de operações básicas da aritmética (adição, subtração, multiplicação e divisão) sem recurso a algoritmos de papel e lápis, sendo que utiliza a cabeça para realizar os cálculos e anotar determinados passos, não devendo ser visto, por esse mesmo motivo, o oposto da aritmética escrita (Heuvel-Panhuizen, 2008). O procedimento aritmético reflete as faculdades requeridas durante o processo de cálculo, dado que estimula a memória e a capacidade de concentração (Bremer, 2011). Além disso, o mesmo autor salienta que o desenvolvimento desta habilidade se repercute noutras competências matemáticas e na capacidade de resolver qualquer problema.

A tecnologia tem-se tornado numa ferramenta fundamental na sala de aula, uma vez que tem proporcionado aprendizagens significativas na área de Matemática (Barron & Levinson, 2019). A integração de artefactos digitais, em contexto de sala de aula, necessita de uma primeira abordagem, ou seja, é fundamental mapear o problema de ensino e da aprendizagem de matemática, a fim de adotar o artefacto que contribuirá no combate ao insucesso escolar (Loff et al., 2021; Martins & Oliveira, 2018; Pinto, 2014; Serra, 2021).

A plataforma *Hypatiamat* foi criada no âmbito de apoiar os conteúdos de Matemática no Ensino Básico, sendo composta, maioritariamente, por aplicações de conteúdo e a jogos sérios (EMPNPSE, 2020). Esta plataforma tem como principal propósito “desenvolver o sucesso escolar em Matemática” (Verdasca et al., 2020, p.5), colocando o aluno no centro do processo educativo, de forma a promover a autonomia, a criatividade, e a qualidade das aprendizagens (Hortênsio, 2020; Santos, 2021; Serra, 2021). Além disso, a plataforma *Hypatiamat* integra formas diferenciadas de perceção e compreensão dos conteúdos curriculares, através da utilização adequada da linguagem e símbolos matemáticos, alcança o interesse e o envolvimento de todos os alunos, permitindo manter “os níveis de esforço e persistência essenciais no desenvolvimento de competências e na autorregulação das aprendizagens” (Verdasca et al., 2020, pp.5-6).

Em contexto de estágio, numa turma de 3.º ano de escolaridade do 1.º Ciclo do Ensino Básico, detetou-se como problema de ensino e de aprendizagem a capacidade de aritmética mental, uma vez que os alunos deste nível de escolaridade, apresentavam algumas dificuldades ao nível do cálculo e, consequentemente, na verbalização, escrita ou oral, do seu raciocínio.

Assim, delineou-se uma intervenção pedagógica que integrou o jogo *SAM*, da plataforma *Hypatiamat*, tendo como foco principal o desenvolvimento da capacidade de aritmética mental.

Este trabalho, inserido num estudo mais alargado, no âmbito do uso de jogos digitais da plataforma *Hypatiamat* para promover o desenvolvimento da aritmética mental, tem como questão de investigação:

Será que a experiência de ensino edificada no âmbito do desenvolvimento da aritmética mental, com recurso ao jogo *SAM* da plataforma *Hypatiamat*, promoveu melhorias significativas na perceção dos alunos sobre AA e AM?

2. Revisão da literatura

Na área da educação, os construtos de maior relevância para os professores, educadores e investigadores são as realizações escolares, o desempenho e as aprendizagens (Sundre & Kitsantas, 2004 citado por Castro, 2007). O rendimento escolar é influenciado pelos construtos referidos anteriormente e, por sua vez, este é influenciado, segundo diversos estudos (Domingues & Kaulfuss, 2017; Lopes da Silva & Sá, 1993; Lourenço & Paiva, 2011; Rosário et al., 2004; Valiante, 2000), por fatores emocionais, motivacionais e metacognitivos. Neste sentido, durante o processo de ensino e de aprendizagem tem-se como principal objetivo desenvolver, nos alunos, processos de autorregulação das aprendizagens, tendo em consideração as crenças motivacionais de cada aluno (Lourenço & Paiva, 2011).

A integração de artefactos digitais no processo de autorregulação da aprendizagem não garante o envolvimento do aluno no processo de ensino e de aprendizagem (Versuti et al., 2021), pelo que é fundamental despertar o interesse do aluno, exigindo-lhes um pensamento significativo, ou seja, a capacidade de utilizar os artefactos digitais para representarem o que sabem, de uma forma eficiente e eficaz, desenvolvendo um pensamento complexo (Silva & Lima, 2010). Por outro lado, a promoção de diferentes experiências de aprendizagem permite, aos alunos, adotarem o papel de agentes ativos de conhecimento, desenvolvendo diferentes estratégias e perspetivas e, por sua vez, transmitir-lhes a importância do processo e não do produto (Jonassen, 2007; Oliveira, 2018). O processo de construção de conhecimento é, sempre que possível, guiado pelos *feedbacks* do professor e/ou educador, permitindo, aos alunos, monitorizarem a sua eficácia, medir os seus progressos e adaptar/ajustar estratégias para melhorar o seu desempenho (Zimmerman, 2011; Oliveira, 2018). Desta forma, o feedback adota um papel determinante no processo cognitivo e

metacognitivo dos alunos, uma vez que contribui na regulação do processo de aprendizagem (Petronilho, 2019).

O facto de os alunos irem ajustando as suas estratégias, permite-lhes monitorizarem as suas aprendizagens, desenvolvendo a sua autoeficácia, ou seja, a sua perceção acerca daquilo que é capaz de fazer, num contexto de aprendizagem, pesquisa, ou resolução de problemas, e não, apenas, à capacidade de um aluno (Pranke & Frison, 2017). De acordo com a teoria sociocognitivista de Bandura, Brito e Souza (2015) mencionam que a autoeficácia adota um papel fundamental através de quatro processos, nomeadamente, processos cognitivos, processos motivacionais, processos afetivos e processos de seleção. Os processos cognitivos relacionam-se à antecipação ou expectativa de possíveis consequências que uma determinada ação pode provocar (Bandura, 1997; Brito & Souza, 2015; Collares, 2011). Por outro lado, os processos motivacionais associam-se a um conjunto de construtos motivacionais, expectativas, esforços e persistências aquando a realização de uma determinada tarefa (Bandura, 1997; Brito & Souza, 2015; Collares, 2011). Os processos afetivos consistem nas crenças dos alunos relativamente às suas capacidades que, influenciam o nível de *stress* e ansiedade quando se deparam com uma tarefa, consideravelmente, mais difícil (Bandura, 1997; Brito & Souza, 2015; Collares, 2011). Por fim, o processo de seleção relaciona-se com as escolhas realizadas, ou seja, geralmente, a pessoa opta por seleccionar uma tarefa de acordo com as suas capacidades (Bandura, 1997; Brito & Souza, 2015; Collares, 2011).

No decorrer de alguns estudos (Bandura, 1996; Castro, 2007; Domingues & Kaulfuss, 2017; Lourenço, 2008; Rosário et al., 2012), tem-se verificado que a autorregulação das aprendizagens depende dos níveis de autoeficácia de um aluno, isto é, os alunos que apresentam uma baixa perceção de autoeficácia têm tendência a desvalorizar as suas capacidades, baixando os seus resultados escolares, estando, por sua vez, propícios a sentimentos de depressão e a comportamentos problemáticos e antissociais. Por outro lado, os alunos que apresentam uma elevada perceção de autoeficácia relativamente às tarefas escolares, são mais participativos, trabalhadores e persistentes, quando se deparam com tarefas mais complicadas e confrontam as suas dificuldades, tendo, por esse mesmo motivo, mais facilidade em alcançarem o sucesso (Collares, 2011; Lourenço & Paiva, 2017; Rodrigues & Barrera, 2007; Rosário et al., 2012). Além disso, um aluno com uma elevada perceção de autoeficácia matemática, significa que é autorregulado das suas aprendizagens e que, tem consciência das suas capacidades ao nível dos conteúdos matemáticos, permitindo-lhe resolver um determinado problema, independentemente, do seu grau de dificuldade (Collares, 2011; Lourenço & Paiva, 2017; Rodrigues & Barrera, 2007; Rosário et al., 2012).

Desta forma, o desempenho escolar dos alunos é influenciado, essencialmente, pela percepção de eficácia que cada um tem de si (Bandura, 1977; Patricio, 2012), tendo como consequência a sua persistência, diante de uma dificuldade (Menezes et al., 2020).

Como forma de promover o sucesso escolar e tendo em conta a sociedade atual, os recursos tecnológicos e os artefactos digitais têm permitido diversificar as metodologias de ensino nas aulas de Matemática, dado que “providencia uma oportunidade para incorporar novas formas de aprender (...) adaptando-se às necessidades e especificidades dos alunos e professores” (Pinto, 2014, p.43).

Neste sentido, na área da Matemática, um dos projetos que se tem destacado no combate ao insucesso escolar é o *Hypatiamat*, uma vez que oferece

“formas diferenciadas de percepção e compreensão dos conteúdos curriculares mobilizando de forma adequada a linguagem e símbolos matemáticos (meios de representação), recruta o interesse e envolvimento de todos os alunos, mantendo níveis de esforço e persistência essenciais no desenvolvimento de competências e na autorregulação das aprendizagens (meios de envolvimento) e promove o recurso a várias formas de ação e expressão das aprendizagens, mediadas por ação cinestésica assistida por tecnologia digital (meios de ação e expressão)” (Verdasca et al., 2020).

A plataforma *Hypatiamat* integra um conjunto de *applets*, recursos de apoio e jogos sério, centrados nos conteúdos matemáticos do 1.º ao 9.º ano (Verdasca et al., 2020). As *applets* são pequenos programas que têm vindo a ser integrados nas salas de aula, especialmente, nas aulas de matemática (Martins et al., 2018). Estes programas poderão ser associados à compreensão de conceitos matemáticos, dado que emitem um *feedback* imediato e visual, resultante da sua manipulação (Martins et al., 2018). De acordo com algumas investigações (Martins et al., 2018; Serra, 2021; Tavares & Gil, 2017) a manipulação de *apps* produz um efeito positivo na motivação dos alunos e, por sua vez, relativamente ao domínio matemático, permite-lhes reforçar o raciocínio matemático, a construção do conhecimento matemático e a compreensão de conceitos matemáticos (Akkan & Çakir, 2012). Os autores Rawansyah, Pramudhita e Pramitarini (2021) definem os jogos sérios como um jogo que não tem como objetivo principal o entretenimento e a diversão. Deste modo, os jogos sérios poderão ter um propósito educacional, permitindo que os jogadores desenvolvam os seus conhecimentos e as suas competências, através da superação de inúmeros obstáculos que surgem durante o jogo (Zhonggen, 2019).

Ao longo da realização das tarefas e dos desafios disponíveis, a plataforma atribui uma pontuação e diferentes gratificações virtuais, valorizando o trabalho realizado (Verdasca et al., 2020) e, além disso, disponibiliza um *feedback* imediato, assim que concluem uma determinada tarefa (Hortênsio, 2020; Santos, 2021; Serra, 2021). Este tipo de *feedback* constitui um dos elementos fundamentais no desenvolvimento da autoeficácia (Pinto, 2014; Menezes, 2020) e, além disso, permite ativar os processos cognitivos e metacognitivos dos alunos, regulando e controlando os processos de aprendizagem (Petronilho, 2019).

Segundo o estudo realizado por Verdasca et al. (2020) os alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico recorrem, autónoma e maioritariamente, a jogos de adição, subtração, multiplicação e divisão, o que lhes permite desenvolver as suas competências e estratégias de “cálculo mental com vista à consolidação das quatro operações aritméticas” (Verdasca et al., 2020, p.33). Através das recentes investigações realizadas com recurso à plataforma *Hypatiamat* (Hortênsio, 2020; Pires, 2021; Serra, 2021), pôde-se verificar melhorias significativas ao nível das estratégias de cálculo, do conhecimento acerca das operações aritméticas e, verificou-se, por sua vez, que os alunos, durante o processo de aprendizagem, encontravam-se mais motivados, atentos e autónomos na resolução das tarefas propostas. Deste modo, a integração da plataforma *Hypatiamat* na promoção do sucesso escolar, desempenhou um papel fundamental, uma vez que, como já foi referido anteriormente, a motivação influencia a perceção de autoeficácia, que se tem tornado num “elemento mediador da solução de problemas, afetando a quantidade de tempo, esforço e persistência despendidos por estudantes ao se depararem com tal tarefa” (Brito & Souza, 2015, p.33).

3. Opções metodológicas

3.1. Natureza do estudo

A presente investigação é de natureza quantitativa de *design* pré-experimental, uma vez que não existe um grupo de controlo e aleatoriedade na escolha da amostra (Cohen et al. 2018).

3.2. Amostra

A amostra foi composta por dezassete alunos que frequentavam o 3.º ano de escolaridade, numa escola pública, do concelho de Coimbra. Destes dezassete alunos, 9 eram do sexo feminino e 8 do masculino e as suas idades estavam compreendidas entre os 7 e os 9 anos ($M=8.29$; $DP= 0.58$). A turma, que integrou esta investigação, apresenta, de uma forma geral, um bom aproveitamento curricular. No entanto existe um grupo de alunos que apresenta

algumas dificuldades no Português e na Matemática, usufruindo deste modo o Apoio Educativo.

Os alunos, durante as intervenções, desenvolveram um conjunto de tarefas individualmente, uma vez que nos encontrávamos numa situação pandémica Covid-19. Deste modo, durante este período de tempo, tivemos de cumprir com todas as medidas definidas pela Direção Geral de Saúde e pelo Agrupamento de Escolas.

3.3. Intervenção pedagógica

A presente investigação resultou de um conjunto de intervenções, realizadas pela professora estagiária no âmbito da Prática Educativa no 1.º CEB. Estas intervenções decorreram durante o período letivo, havendo o consentimento autorizado de todos os Encarregados de Educação e das instituições envolvidas, nomeadamente, o Instituto de Ensino Superior e o Agrupamento de Escolas. É importante destacar que, todos os dados recolhidos foram de uso exclusivo desta investigação, mantendo, deste modo, o anonimato dos alunos envolvidos.

A investigação desenvolveu-se entre fevereiro e junho de 2021 e foi organizada em três fases, nomeadamente, a fase de pré-investigação, a fase de intervenção e a fase de pós-intervenção. A fase de pré-intervenção consistiu na aplicação de uma situação problemática com um conjunto de quatro questões, em que os alunos tinham de ler e interpretar os dados, identificar a operação aritmética envolvida, calculá-la utilizando os valores corretos e dar um significado ao resultado obtido, tendo em conta o contexto da situação problemática. A aplicação desta tarefa tinha como principal objetivo mapear as principais dificuldades sentidas pelos alunos, relativamente à resolução de problemas através das operações aritméticas conhecidas até ao momento.

A fase de pós-intervenção, à semelhança da fase de pré-intervenção, consistiu na aplicação de uma situação problemática com quatro questões. Deste modo, os alunos tiveram de preencher um questionário de AA e AM, tanto na fase de pré-intervenção como na fase de pós-intervenção.

Na fase de intervenção, foi entregue, a cada aluno, um passaporte com os dados para acederem à plataforma *Hypatiamat*, de forma a que os alunos pudessem jogar ao jogo *SAM* autonomamente e, através do registo na plataforma, ser possível monitorizar quantas vezes os alunos acederam ao jogo *SAM* e a evolução destes, através da pontuação obtida. Esta fase integrou um conjunto de sete sessões com uma duração de uma hora cada, sendo que destas sete sessões, cinco sessões centraram-se na manipulação do jogo *SAM* (Figura 1) e no registo, num guião de exploração, de estratégias e raciocínio utilizado, enquanto jogavam. No guião

de exploração estava presente o jogo *SAM*, numa versão mais minimalista, ou seja, aparecia uma figura de uma possibilidade de jogo e, os alunos tinham de selecionar dois algarismos, de forma a obter o resultado apresentado, respeitando a operação aritmética indicada (Figura 2). Além disso, nesse mesmo guião, os alunos tinham um espaço, onde tinham de explicar o raciocínio matemático utilizado aquando da seleção dos dois algarismos, para a obtenção do resultado apresentado na operação aritmética. As restantes duas sessões tiveram como foco a partilha e explicação das estratégias utilizadas no jogo *SAM* e a resolução e discussão de estratégias de resolução de problemas.

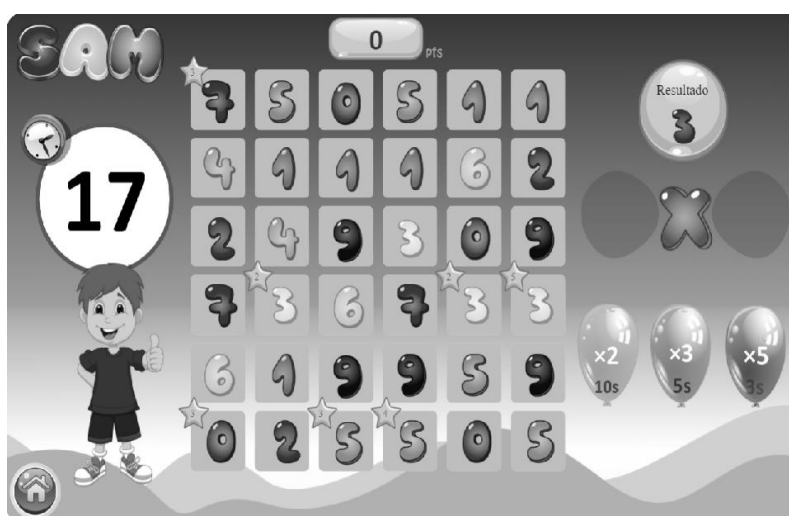


Figura 1. Representação de uma *frame* do jogo *SAM*

hyperMAT

1. Selecciona dois dos números que aparecem no quadro, de forma a que, usando a operação apresentada (adição, subtração ou multiplicação), obtenhas o resultado indicado. Explica como pensaste, utilizando desenhos, esquemas ou palavras.

	Operação	Explica como pensaste
	Pontos: _____ $\square \times \square = 20$	
	Pontos: _____ $\square + \square = 10$	

Figura 2. Guião de exploração do jogo *SAM*

A sessão de resolução e partilha de estratégias de resolução de problemas, teve como base as fases do ensino exploratório, nomeadamente, a apresentação da tarefa, a realização da tarefa, a discussão dos procedimentos matemáticos e das estratégias utilizadas, e a sistematização da aprendizagem matemática (Canavarro, 2011; Canavarro et al., 2012). A sessão iniciou-se com a entrega e leitura do guião de exploração, em que constava uma situação problemática, que exigia interpretação, por parte dos alunos. A situação problemática, presente no guião de exploração, era a mesma que tinha sido aplicada na fase da pré-intervenção, sendo que neste guião, apenas, se selecionou duas das quatro questões iniciais. As duas questões selecionadas foram as que os alunos, na sua maioria, demonstraram maiores dificuldades tanto na interpretação como na resolução, aplicando a operação aritmética correta. Após a entrega e leitura do guião, os alunos, individualmente, procederam à sua resolução, onde aplicaram os seus conhecimentos matemáticos. Durante a resolução, selecionou-se, a partir da observação e das produções dos alunos, as diferentes resoluções que iriam contribuir, positivamente, para a discussão coletiva. Após os alunos resolverem a primeira tarefa, presente no guião, deu-se início à terceira fase, mais especificamente, à discussão coletiva das resoluções selecionadas. Assim, selecionou-se um aluno, que se deslocasse até ao quadro de giz, para apresentar a sua resolução e a explicasse aos colegas, de modo a que estes tomassem conhecimento da estratégia utilizada pelo colega e a comparassem com a sua resolução. Por sua vez, dividiu-se o quadro de giz em duas partes e, mantendo a resolução do primeiro aluno, selecionou-se outro aluno, que se deslocasse ao quadro de giz, para apresentar a sua resolução e, tal como o primeiro aluno, a explicasse aos colegas. O facto de se seleccionar diferentes alunos, promoveu interações entre estes e a “qualidade matemática das suas explicações e argumentações” (Ruthven et al., 2011 citado por Canavarro et al., 2012, pp. 256-257). Posteriormente, procedeu-se à sistematização da aprendizagem matemática, presente na primeira tarefa, promovendo a participação de todos os alunos, tendo como objetivo comparar e confrontar as resoluções dos alunos, identificando o “que têm de semelhante ou de distinto, quais são as potencialidades e mais valias de cada uma delas, esperando que desta metanálise retirem heurísticas para abordar tarefas futuras” (Canavarro, 2011, p. 16). Seguidamente, recorreu-se à mesma metodologia para explorar a segunda tarefa presente no guião de exploração, seleccionando dois alunos diferentes para apresentarem as suas resoluções.

3.4. Instrumentos

A investigação envolveu a utilização de um questionário que avalia os processos de AA e um questionário de AM (pré-pós-teste) (Lourenço, 2008; Pinto, 2014; Rosário et al., 2010).

O questionário que avaliou a AA¹ dos alunos do 3.º ano de escolaridade do 1.º CEB, integrou um conjunto de nove estratégias de AA relativas às três fases de processos de AA (quadro 1), mais especificamente, a Planificação (P) (ex.: “Faço um plano antes de começar a fazer um trabalho. Penso no que vou fazer e no que é preciso para o completar.”); a Execução (E) (ex.: “Durante as aulas ou no meu estudo em casa, penso em coisas concretas do meu comportamento para mudar e atingir os meus objetivos.”); e a Avaliação (A) (ex.: “Guardo e analiso as correções dos trabalhos/testes, para ver onde errei e saber o que tenho de mudar para melhorar.”). Os nove itens, presentes no questionário, foram respondidos numa escala de *Likert* de cinco níveis: 1 (nunca), 2 (poucas vezes), 3 (algumas vezes), 4 (muitas vezes) e 5 (sempre).

Quadro 1. Questionário de Autorregulação da Aprendizagem

P	1. Faço um plano antes de começar a fazer um trabalho. Penso no que vou fazer e no que é preciso para o completar. <i>- Por exemplo, se tenho de fazer um TPC de Matemática, penso no texto, onde pode estar essa informação, a quem vou pedir ajuda, ...</i>
E	2. Durante as aulas ou no meu estudo em casa, penso em coisas concretas do meu comportamento para mudar e atingir os meus objetivos. <i>- Por exemplo, se tenho apontamentos das aulas que não estão muito bem, se fui chamado(a) algumas vezes à atenção pelos professores, se as notas estão a baixar, penso no que tenho de fazer para melhorar.</i>
P	3. Gosto de compreender o significado das matérias que estou a aprender. <i>- Por exemplo, quando estudo, primeiro tento compreender as matérias e depois tento explicá-las por palavras minhas.</i>
A	4. Quando recebo uma nota, penso em coisas concretas que tenho de fazer para melhorar. <i>- Por exemplo, se tirei uma nota fraca porque não fiz os exercícios que o(a) professor(a) tinha marcado, penso nisso e tento mudar.</i>
A	5. Guardo e analiso as correções dos trabalhos/testes, para ver onde errei e saber o que tenho de mudar para melhorar.
E	6. Cumpro o horário de estudo que fiz. Se não o cumpro penso porque é que isso aconteceu e tiro conclusões para depois avaliar o meu estudo.
P	7. Estou seguro de que sou capaz de compreender o que me vão ensinar e, por isso, acho que vou ter boas notas.
A	8. Comparo as notas que tiro com os meus objetivos para aquela disciplina. <i>- Por exemplo, se quero ter um nível Satisfaz ou Bom e recebo um satisfaz menos, fico a saber que ainda estou longe do objetivo e penso no que vou ter de fazer.</i>

¹ https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdLsFLXbjiJ08-iy4NR8sF7QhsqbVtdcmTCLWXrsF9hwrJ_Vrg/viewform?usp=sf_link

E	9. Procuro um sítio calmo e onde esteja concentrado para poder estudar. - Por exemplo, quando estou a estudar afasto-me das coisas que me distraem: da TV, dos jogos de computador...
---	--

O questionário que avaliou a AM² dos alunos (quadro 2), construído para a presente investigação, integrou um conjunto de doze itens (ex.: “Consigo resolver as operações aritméticas, recorrendo a desenhos/esquemas.”) (Pinto, 2014). Os doze itens foram respondidos numa escala de *Likert* de quatro níveis: 1 (com muita facilidade), 2 (com alguma facilidade), 3 (com alguma dificuldade) e 4 (com muita dificuldade).

Quadro 2. Questionário de Autoeficácia Matemática

1. Consigo ter boas notas a Matemática.
2. Consigo identificar o valor posicional dos algarismos de um número.
3. Consigo fazer contas mentalmente.
4. Consigo diferenciar os sinais “+” e “-”.
5. Consigo adicionar números naturais.
6. Consigo subtrair números naturais.
7. Consigo resolver as operações aritméticas, recorrendo a desenhos/esquemas.
8. Consigo adicionar números inferiores a 100, através do cálculo mental.
9. Consigo calcular o produto entre números naturais.
10. Consigo resolver problemas numéricos.
11. Consigo resolver problemas de Matemática.
12. Consigo resolver problemas com situações multiplicativas.

Os valores de confiabilidade dos dados recolhidas, através da aplicação destes dois instrumentos serão apresentados na secção 4, tendo por base os procedimentos descritos na secção 3.5.

3.5. Procedimentos estatísticos

A descrição da perceção dos alunos obtida através dos questionários (AA e AM), nas fases pré e pós intervenção, foi efetuada através da estatística descritiva usando para o efeito tabelas de frequências. Além disto, a caracterização da perceção foi realizada, nas fases pré e pós

² https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdjM9GkOIYKjU3p4L7w_jzWXruIV1W6MPHLoFk9YfLLs73loQ/viewform?usp=sf_link

intervenção, através da média (M) e desvio padrão (DP). A percepção nos itens do questionário AA foi verificada como percepção positiva e negativa, conforme a maioria das respostas dadas se centram nos níveis mais positivos (4 e 5) ou negativos (1 e 2). A percepção nos itens do questionário AM foi verificada como percepção positiva ou negativa, conforme as respostas dadas se centram nos níveis mais positivos (1 e 2) ou negativos (3 e 4).

O teste *t-Student* para amostras emparelhadas foi usado para comparar a percepção dos alunos ao nível de AA e AM obtida nas fases pré e pós intervenção, após a validação do seu pressuposto (Marôco, 2021). O pressuposto da normalidade para cada uma das variáveis dependentes foi avaliado recorrendo ao teste de *Shapiro-Wilk* (Marôco, 2021). Em casos de não verificação da normalidade, recorreu-se à análise da simetria usando a seguinte condição (Pestana & Gageiro, 2014):

$$\left| \frac{\text{coeficiente de assimetria}}{\text{erro do coeficiente de assimetria}} \right| \leq 1.96.$$

O valor da dimensão do efeito do teste *t-Student* para amostras emparelhadas é obtido através do *d* de *Cohen* e a classificação da dimensão do efeito foi feita da seguinte forma (Marôco, 2021): pequeno ($d \leq 0.2$), médio ($0.2 < d \leq 0.5$), elevado ($0.5 < d \leq 1$) e muito elevado ($d > 1$).

A análise da relação entre a percepção dos alunos sobre AA e a percepção dos alunos sobre AM foi efetuada através do teste de correlação linear de *Pearson* (r_p), após a validação do pressuposto da normalidade (Marôco, 2021). O pressuposto da normalidade averigua-se de forma similar ao do teste *t-Student*. A classificação da intensidade dos valores das correlações foi baseada em Hopkins et al. (1996): trivial ($r_p < 0.10$); pequena ($0.10 \leq r_p < 0.30$); moderada ($0.30 \leq r_p < 0.50$); grande ($0.50 \leq r_p < 0.70$); muito grande ($0.70 \leq r_p < 0.90$); e quase perfeita ($r_p \geq 0.90$).

O grau de confiança nos dados recolhidos, considerando a aplicação dos questionários em dois momentos temporais distintos, é dado pela consistência interna de cada um dos questionários (AA e AM) nas fases pré e pós intervenção avaliada por meio do *Alfa de Cronbach* (Pestana & Gageiro, 2014), sendo esta considerada: muito boa se ≥ 0.9 ; boa se ≥ 0.8 ; razoável se ≥ 0.7 ; fraca se ≥ 0.6 ; e inadmissível se < 0.6 .

Toda a análise estatística foi realizada através do *software IBM SPSS Statistics* (versão 25, IBM USA), para um nível de significância de 5%.

4. Apresentação de resultados

Os resultados da consistência interna dos dados recolhidos nas fases de pré e pós-intervenção, relativamente aos questionários de AA e AM, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 6. Consistência interna dos dados recolhidos na fase de pré e pós-intervenção

Instrumento	Alfa de <i>Cronbach</i>		N.º de itens
	Pré	Pós	
Questionário AA	0.827	0.816	9
Questionário AM	0.907	0.881	12

Tendo por base os resultados obtidos na Tabela 1, podemos verificar que $\alpha \geq 0,8$, pelo que se considera uma boa consistência interna, nos dados recolhidos na pré e pós-intervenção dos questionários AA e AM. Desta forma, nas duas subseções seguintes, iremos analisar os resultados obtidos relativamente à AA e AM.

4.1. Autorregulação da aprendizagem

Na Tabela 2 estão presentes os resultados obtidos, em percentagem, nos questionários de AA na fase de pré e pós-intervenção. Tendo em conta os resultados, pode-se constatar que houve uma evolução na perceção positiva, por parte dos alunos, na Q5 (“Guardo e analiso as correções dos trabalhos/testes, para ver onde errei e saber o que tenho de mudar para melhorar”), Q8 (“Comparo as notas que tiro com os meus objetivos para aquela disciplina”) e Q9 (“Procuro um sítio calmo e onde esteja concentrado para poder estudar”). Assim, após a intervenção, pode-se verificar que, relativamente à AA, os alunos desenvolveram a capacidade de autorregular as suas aprendizagens, principalmente na execução de uma tarefa, dado que começaram a dar importância ao local onde estudam e aos resultados que obtêm nas avaliações, permitindo-lhes, por sua vez, avaliar o que erraram e de que forma poderão atuar sobre esse mesmo aspeto, a fim de melhorarem os seus resultados. Como forma de sustentar o que se referiu anteriormente, pode-se verificar que, relativamente aos resultados obtido na fase de pós-intervenção da Q9, apenas um aluno ainda se encontra com uma perceção negativa da AA (5.9%), contudo, a maior parte da turma adquiriu uma perceção positiva no que concerne à AA (88.2%: 17.6% + 70.6%).

Além disso, através dos dados recolhidos na fase de pós intervenção, podemos constatar que, no que diz respeito à AA, se verificou melhorias na dimensão Execução e na dimensão Avaliação. Relativamente à dimensão Execução, a Q2 e Q6 apresentam uma pequena taxa

percentual de percepção negativa e a Q9 não apresenta uma taxa percentual de percepção negativa. No que concerne à dimensão Avaliação, a Q4, Q5 e Q8 apresentam uma pequena taxa percentual de percepção negativa, dado que apenas um aluno se encontra com uma percepção negativa de AA. Desde modo, podemos concluir que, após o conjunto de intervenções, houve melhorias nas dimensões de AA.

Tabela 7. Distribuição das frequências do questionário de AA (%)

Distribuição da frequência AA (%)										
Questões	Pré intervenção					Pós intervenção				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	0	29.4	35.3	17.6	17.6	11.8	23.5	35.3	23.5	5.9
Q2	0	0	29.4	29.4	41.2	5.9	5.9	23.5	17.6	47.1
Q3	5.9	5.9	23.5	23.5	41.2	0	11.8	17.6	35.3	35.3
Q4	0	5.9	11.8	5.9	76.5	5.9	0	11.8	23.5	58.8
Q5	0	5.9	17.6	29.4	47.1	0	5.9	5.9	23.5	64.7
Q6	11.8	5.9	17.6	17.6	47.1	11.8	17.6	11.8	29.4	29.4
Q7	0	5.9	17.6	41.2	35.3	5.9	5.9	29.4	29.4	29.4
Q8	0	17.6	17.6	29.4	35.3	5.9	0	11.8	35.3	41.1
Q9	0	5.9	23.5	17.6	52.9	0	5.9	5.9	17.6	70.6

Os alunos durante a fase de pré e pós-intervenção mantiveram os seus excelentes hábitos e métodos de estudo. Através da análise dos dados obtidos na Tabela 3, pode destacar-se que não houve diferenças estatisticamente significativas, uma vez que os valores entre a fase pré-intervenção e a fase pós-intervenção, ao nível da AA, se mantêm aproximadamente iguais ($t(16) = 0.328$; $p = 0.747$; $d = 0.07$; dimensão de efeito pequena). Além disso, os alunos, inicialmente, apresentaram, em média, num nível elevado, encontrando-se nos 80%.

Tabela 8. Estatística descritiva e comparação pré e pós-intervenção AA

	Média	Desvio padrão	t	p	d
Pré - intervenção	35.82	6.247	0.328	0.747	0.07
Pós - intervenção	35.41	6.365			

4.2. Autoeficácia Matemática

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados obtidos no questionário AM, na fase pré e pós-intervenção, em percentagem. Tendo por base os valores apresentados, podemos constatar que houve uma evolução positiva ao nível da AM, sendo visível, principalmente nos itens Q2 (“Consigo identificar o valor posicional dos algarismos de um número”), Q4 (“Consigo diferenciar os sinais “+” e “-””), Q5 (“Consigo adicionar números naturais”) e Q6 (“Consigo subtrair números naturais”). É de destacar estas três últimas questões, dado que, na fase pós-intervenção, os alunos, na totalidade, apresentam-se com uma perceção bastante positiva relativamente à AM, obtendo-se um total de 100% nos níveis mais positivos (1 e 2).

Tabela 9. Distribuição das frequências do questionário de AM (%)

Questões	Distribuição da frequência AM (%)							
	Pré intervenção				Pós intervenção			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Q1	23.5	35.3	41.2	0	23.5	47.1	23.5	5.9
Q2	52.9	29.4	17.6	0	82.4	5.9	5.9	5.9
Q3	23.5	23.5	41.2	11.8	41.2	35.3	23.5	0
Q4	76.5	17.6	5.9	0	88.2	11.8	0	0
Q5	58.8	29.4	11.8	0	88.2	11.8	0	0
Q6	41.2	35.3	23.5	0	82.4	17.6	0	0
Q7	52.9	35.3	5.9	5.9	47.1	35.3	17.6	0
Q8	29.4	23.5	47.1	0	41.2	35.3	17.6	5.9
Q9	23.5	47.1	29.4	0	52.9	29.4	17.6	0
Q10	29.4	47.1	23.5	0	52.9	29.4	17.6	0
Q11	23.5	64.7	11.8	0	29.4	47.1	17.6	5.9
Q12	41.2	41.2	17.6	0	52.9	23.5	17.6	5.9

Tendo em consideração os valores apresentados na Tabela 5, podemos presenciar diferenças estatisticamente significativas, entre a fase de pré e pós-intervenção, ao nível da AM ($t(16) = 2.53$; $p = 0.023$; $d = 0.48$; dimensão de efeito médio). Deste modo, constata-se que o conjunto de sessões desenhadas, para o combate das dificuldades mapeadas ao nível da aritmética mental, integradas com o jogo *SAM* promoveu um desenvolvimento significativo ao nível da AM.

Tabela 10. Estatística descritiva e comparação pré e pós-intervenção AM

	Média	Desvio padrão	t	p	d
Pré - intervenção	22.353	6.604	2.525	0.023	0.48
Pós - intervenção	19.353	5.979			

4.3. Associação entre Autorregulação das Aprendizagens e Autoeficácia Matemática

Na fase inicial, antes da intervenção, existe uma associação estatisticamente significativa, linear e negativa, entre a perceção dos alunos sobre AA e AM ($r_p = -0.677$; $p = -0.542$; intensidade grande). Como é uma associação negativa, é possível verificar que quanto mais elevado é o valor médio de resposta ao questionário AA, menor é o valor médio obtido sobre a perceção de AM. Dado que as escalas são invertidas, de acordo com a respetiva explicação na secção 3.5, isto significa que quanto mais o aluno planifica, executa e avalia o que está a aprender maior é a perceção de competência que o aluno tem para a execução de determinadas tarefas, que envolvem conceitos matemáticos.

Numa fase posterior, pós intervenção, a relação entre a perceção dos alunos sobre AA e AM, mantém a tendência da fase pré intervenção, isto é, existe uma associação estatisticamente significativa, linear e negativa, ($r_p = -0.402$; $p = -0.563$; intensidade grande). De forma similar à fase pré intervenção pode-se referir que quanto mais o aluno planifica, executa e avalia o que está a aprender maior é a competência que o aluno percebe para a execução de determinadas tarefas, que envolvem conceitos matemáticos.

5. Discussão

Esta investigação teve como principal objetivo avaliar o impacto do jogo *SAM*, da plataforma *Hypatiamat*, no desenvolvimento da AM e AA, durante a promoção da aritmética mental, numa turma de 3.º ano de escolaridade do 1.º CEB.

Após o conjunto de sessões, foi-nos possível constatar que a utilização intensa e intencional do jogo *SAM*, proporcionou o desenvolvimento da aritmética mental. Ao longo das sessões, constatámos que, grande parte da turma, jogava autonomamente em casa, pelo que foram aumentando o seu envolvimento na aprendizagem (Coelho, 2013).

Relativamente à percepção da autorregulação das aprendizagens dos alunos, não houve diferenças estatisticamente significativas, dado que na pré-intervenção os alunos já demonstravam bons resultados. Os alunos revelaram um interesse intrínseco pela tarefa, fazendo-se acompanhar pelas expectativas positivas face à mesma, além disso, através dos questionários aplicados, foi possível constatar que começaram a dar mais importância aos resultados que obtinham, adotando estratégias autorreguladoras específicas, como por exemplo, a análise das correções dos trabalhos/testes para ver onde errou e saber onde tem de melhorar, procurando um sítio calmo e onde esteja concentrado para poder estudar (Lourenço, 2008; Maciel & Alliprandini, 2018; Pereira, 2012).

A intencionalidade do professor para promover a AA só é bem concretizada, quando se aplicam estratégias que permitam, aos alunos, refletir sobre as suas aprendizagens na obtenção do êxito escolar (Lourenço & Paiva, 2017). As estratégias aplicadas, mais especificamente, o uso de um artefacto digital e as discussões coletivas, permitiram que os alunos adotassem um papel ativo na aprendizagem, uma vez que esta requer um processo aberto, recíproco e dinâmico em que eles, autonomamente, se confrontam com diferentes tarefas e monitorizam os resultados dos seus esforços (Zimmerman, 2013; Piscalho et al., 2018).

Relativamente à percepção dos alunos, ao nível da autorregulação das aprendizagens, entre a fase de pré-intervenção e a fase de pós-intervenção, os alunos mantiveram os seus hábitos de estudos. Além disso, Ganda e Boruchovitch (2018) referem que “o uso de estratégias favoráveis ou desfavoráveis à aprendizagem está diretamente relacionado à motivação e às crenças dos alunos acerca de sua capacidade para aprender” (p.73) e, consequentemente, vai ser a motivação que fará com que o aluno mantenha o seu esforço, ao longo do processo de aprendizagem (Ryan & Deci, 2000; Torisu & Ferreira, 2009).

No que concerne ao desenvolvimento da percepção da autoeficácia Matemática, houve diferenças estatisticamente significativas, pelo que, tendo em conta os resultados obtidos, a experiência de ensino edificada promoveu melhorias significativas ao nível da percepção da AM dos alunos. As crenças de autoeficácia influenciam o rendimento escolar dos alunos (Bandura, 1997; Cancian, 2018; Patrício, 2012) e, por sua vez, o nível de motivação, dado que “os alunos só ficam motivados se conseguirem realizar determinadas atividades académicas com sucesso e se eles acreditarem que possuem conhecimentos e capacidades necessários para a sua realização” (Bzuneck, 2001 citado por Patrício, 2012, p. 10). Assim, cabe ao professor selecionar estratégias adequadas à aprendizagem e que proporcionem uma aula motivacional, tendo em conta os interesses individuais dos alunos e, atualmente, sabe-se que

o recurso à tecnologia incentiva o aluno a participar mais ativamente no seu processo de ensino e de aprendizagem (Pinto, 2014; Sousa et al., 2020).

Tendo em conta a percepção dos alunos, na fase pré-intervenção e na fase pós-intervenção, podemos constatar que houve uma evolução ao nível da percepção da AM, referente à adição e à subtração de números naturais. Uma das particularidades do jogo SAM é o desenvolvimento do cálculo mental das operações básicas: adição e subtração, e a atribuição de feedback. O feedback dado, aos alunos, vai desencadear um efeito na sua autoeficácia (Brito & Souza, 2015; Menezes, 2020) e, se os alunos se sentirem motivados para estudar, irão utilizar estratégias específicas para resolver um determinado problema e, se necessário, irão procurar ajuda para conseguirem atingir o seu objetivo de aprendizagem, apresentando, consequentemente, características de um comportamento autorregulado (Pranke & Frison, 2017).

6. Conclusão

No início do capítulo foi realçada a pertinência de se realizar um estudo cujo objetivo era analisar o desenvolvimento da AA e AM usando recursos digitais, mais especificamente o jogo SAM da plataforma *Hypatiamat*. Nesta sequência, foi formulada uma questão de investigação, nomeadamente - será que a experiência de ensino edificada no âmbito do desenvolvimento da aritmética mental com recurso ao jogo SAM da plataforma *Hypatiamat* promoveu melhorias significativas na percepção dos alunos sobre AA e AM?

Concluída a investigação verificou-se que a intervenção pedagógica sob a forma de experiência de ensino edificada, no âmbito do desenvolvimento da aritmética mental com recurso ao jogo SAM da plataforma *Hypatiamat*, promoveu melhorias significativas na percepção dos alunos sobre AA e AM. Desta forma e tendo em conta aos resultados obtidos, é possível constatar que, entre a fase de pré-intervenção e a fase de pós-intervenção, os alunos mantiveram a sua percepção de AA e que aumentaram significativamente a sua percepção de AM.

Ao longo das sessões, foi possível verificar um maior envolvimento, por parte dos alunos, uma vez que, cada vez mais, se sentiam motivados e interessados em alcançar bons resultados, quer ao nível da pontuação do jogo SAM quer ao nível das tarefas propostas. A integração do artefacto digital permitiu que os alunos se interessarem cada vez mais na obtenção de bons resultados e, consequentemente, fez com que se envolvessem ativamente no processo de aprendizagem (Oliveira, 2018). Por outro lado, o facto de os alunos se sentirem motivados pelo jogo SAM, desenvolveu-lhes uma “maior capacidade de

atenção/concentração e persistência nas tarefas escolares, cumprindo com as suas responsabilidades escolares, alcançando assim, uma maior satisfação quando atinge os objetivos instituídos” (Ramos, 2019).

Além disso, através da integração deste jogo, da plataforma *Hypatiamat*, os alunos melhoraram positivamente os seus resultados, pelo que se comprovou um dos objetivos defendidos por Verdasca et al. (2020), relativamente ao uso intensivo e intencional da plataforma *Hypatiamat*. O professor desempenha um papel fundamental, neste processo de aprendizagem, dado que é responsável por selecionar e implementar metodologias que promovam o sucesso de todos os alunos e, ao mesmo tempo, é responsável por transmitir confiança ao aluno e por acompanhar e monitorizar todo o seu trabalho, mostrando-se disponível para o ajudar (Piscalho et al., 2018). O professor precisa de analisar e interpretar as respostas dadas pelos alunos, permitindo-lhe “aproximar e articular as suas ideias com aquilo que é esperado que aprendam” (p.11) e, por outro lado, deve articular o seu conhecimento teórico e prático, para que os alunos atinjam o sucesso escolar (Canavarro, 2011; Domingos et al., 2017).

A perceção de AA está diretamente relacionada com as crenças de autoeficácia (Torisu & Ferreira, 2009), pelo que o aluno deve ser, regularmente, informado sobre a sua evolução, obtendo um *feedback* sobre o trabalho que tem desenvolvido. Deste modo, o *feedback* obtido através do jogo SAM, contribuiu para que os alunos percecionassem a sua evolução, autorregulassem a sua aprendizagem e, conseqüentemente, percecionassem a sua autoeficácia matemática, dado que começaram a aperceber-se das suas capacidades ao nível da Matemática. Assim, constata-se que “o continuum *feedback* tem implicações tanto para o aluno como para o professor, uma vez que potencia o aprimoramento do ensino e da aprendizagem” (Arana et al., 2013 citado por Petronilho, 2019, pp.27-28).

O recurso à plataforma *Hypatiamat* tem tido um crescimento extraordinário, devido à qualidade dos recursos disponíveis (Loff et al., 2021) e, conseqüentemente, devido às investigações que têm sido realizadas em torno dos seus recursos. Em 2020, Ana Hortênsio constatou que a integração da *Applet Calculus* na resolução de situações problemáticas envolvendo a adição e subtração, numa turma de 1.º ano do 1.º CEB, “possibilitou o desenvolvimento de diversas representações e resoluções por parte dos alunos” (Hortênsio, 2020, p.91). Em 2021, Joana Santos recorreu à *Applet Multiplicação* para verificar a sua influência na compreensão do sentido aditivo da operação aritmética multiplicação, numa turma de 2.º ano do 1.º CEB, constatando, por fim, que “os alunos a compreenderem o sentido aditivo da operação aritmética multiplicação” (Santos, 2021, p.53). Por sua vez, no mesmo ano, Ana Serra constatou que as *applets* da plataforma *Hypatiamat*, numa turma de 3.º ano

do 1.º CEB, contribuíram “de uma forma significativa para a aprendizagem dos alunos, permitindo que os alunos compreendessem o conceito de fração e a comparação de números representados por frações” (Serra, 2021, p.65).

Durante a realização desta investigação, as maiores dificuldades sentidas foram a falta de recursos físicos, mais especificamente, a falta de computadores para cada aluno, e as limitações impostas pela situação pandémica Covid-19.

Esta investigação poderia ser replicada noutros níveis de ensino e, por outro lado, enriquecia a investigação se se criasse sessões de trabalho colaborativo, formando pequenos grupos de trabalho, de modo a que os alunos pudessem partilhar entre si estratégias de resolução e/ou até mesmo as dificuldades que sentem durante a resolução de uma situação problemática.

Em futuras investigações com esta plataforma é aconselhável que cada aluno tenha o seu próprio computador ou tablet, uma vez que facilitará o acesso à plataforma e, consequentemente, permitirá que cada aluno desenvolva as tarefas atribuídas no seu ritmo de trabalho. Por outro lado, a realização de mais sessões de partilha e de discussão do raciocínio matemático e estratégias utilizadas durante a resolução de uma situação problemática, irá contribuir para a aquisição de novas aprendizagens (Canavarro et al., 2012).

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho também contou com os apoios do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020) e da Associação Hypatiamat.

Referências bibliográficas

- Akkan, Y, & Çakir, Z. (2012). *Pre-Service Classroom Teacher's Opinions on Using Different manipulatives in Mathematics Teaching*, 1 (1). 68-83
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84 (2). 191 - 215.
- Bandura, A. (1996). *Multifaceted scale of mechanism of moral disengagement*. Unpublished test, Stanford University, Standford, CA.

- Bandura, A. (1997). Self-efficacy. The exercise of control. *W. H. Freeman*
- Barron, B., & Levinson, A. (2019). *Digital Media as a Catalyst for Joint Attention and Learning*. In P. Kuhl, S. Lim, S. Guerriero, & D. Damme (Eds.), *Developing Minds in the Digital Age: Towards a Science of Learning for 21st Century Education* (pp. 105-114). OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Bremer, R. (2011). *The manual: a guide to the Ultimate Study Method (USM)*. Copyright.
- Brito, M., & Souza, L. (2015) Autoeficácia na solução de problemas matemáticos e variáveis relacionadas. *Temas em Psicologia*, 23 (1), 29- 47.
- Canavarro, A. (2011). Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios. *Educação e Matemática*, 115, 11-17.
- Canavarro, A., Oliveira, H., & Menezes, L. (2012). Práticas de ensino exploratório da matemática: o caso de Célia. In Canavarro, P., Santos, L., Boavida, A., Oliveira, H., Menezes, L., & Carreira, S. (Orgs), *Actas do Encontro de Investigação em Educação Matemática 2012: Práticas de Ensino da Matemática*. Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática.
- Cancian, W. (2018). Autorregulação e autoeficácia: o papel do aluno formando como sujeito ativo da construção do seu conhecimento [Dissertação de Pós-Graduação, UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá].
- Castro, M. (2007). *Processos de auto-regulação da aprendizagem: impacto de variáveis académicas e sociais* [Dissertação de Mestrado, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho]. Repositório Comum da Universidade do Minho.
- Coelho, V. (2013). *Autorregulação e dificuldades de aprendizagem* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora]. Repositório Universidade de Évora.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in Education* (6.^aed.). Routledge.
- Collares, C. (2011, outubro 20). Autoeficácia nas palavras do próprio Albert Bandura. *Blog do C.F.C.*
- Domingos, A., Santiago, A., Ventura, C., Costa, C., Matos, J., Teixeira, P., & Machado, R. (2017). *Monitorização de uma abordagem tecnológica em matemática – a Academia de Khan em Portugal*. [Conferência]. VIII Congreso Ibero Americano de Educación Matemática, Madrid.
- Domingues, S., & Kaulfuss, M. (2017). Crenças de Autoeficácia e Aprendizagem autorregulada: alguns apontamentos. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*.
- Frison, L. (2016). Autorregulação da aprendizagem: abordagens e desafios para as práticas de ensino em contextos educativos. *Revista de Educação PUC-Campinas*, 21 (1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0870v21n1a2992>

- Ganda, D., & Boruchovitch, E. (2018). A autorregulação da aprendizagem: principais conceitos e modelos teóricos. *Psicologia da Educação* (46).
- Guerreiro-Casanova, D., Ferreira, L., & Azzi, R. (2015). Autoeficácia acadêmica de Estudantes de Ensino Médio: especificidades das séries e turnos. *Psicologia: Ensino e Formação*, 6 (1), 95-120.
- Hamido, G., Branco, N., & Machado, R. (2012). Desafio no ensino e na aprendizagem da Matemática. *Interações*, 8 (20), 1-8.
- Heuvel-Panhuizen, M. (2008). *Children Learn Mathematics: a learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for calculation with whole numbers in primary school*. Sense Publishers Rotterdam/ Taipei
- Hopkins, K. D., Hopkins, B. R., & Glass, G. V. (1996). Correlation: concept and computation/relationships between two variables. *Basic Statistics for the Behavioral Sciences*. 3rd ed. Boston, Allyn & Bacon, 88-106.
- Hortênsio, A. (2020). *A Influência da Plataforma Hypatiamat na Resolução de Situações Problemáticas Envolvendo a Adição e Subtração* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra]. Repositório Comum.
- Jonassen, D. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas. Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto Editora.
- Loof, D., Martins, J., & Pinto, R. (2021, setembro). *Associação Hypatiamat* (6). https://storage.googleapis.com/gator-users/user-677340/documents/34cd122338ef4a928bbfd55c40efef6b/newsletter_6.pdf
- Lopes da Silva, A., & Sá, I. (1993). *Saber estudar e estudar para saber*. Porto: Porto Editora.
- Lourenço, A. (2008). *Processos auto-regulatórios em alunos do 3º. ciclo do ensino básico: contributos da auto-eficácia e da instrumentalidade* [Tese de Doutoramento, Universidade do Minho]. Repositório Universidade do Minho.
- Lourenço, A., & Paiva, O. (2011). Rendimento académico: influência do autoconceito e do ambiente de sala de aula. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27 (4), 393 - 402.
- Lourenço, A., & Paiva, O. (2017). A essencialidade da autoeficácia para a aprendizagem autorregulada. *Educação e Filosofia*, 31 (61), 283-320.
- Maciel, A., & Alliprandini, P. (2018). Autorregulação da aprendizagem: panorama nacional dos estudos de intervenção do Ensino Superior. *Revista Coca*, 12 (13), 145-167.

- Marôco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (3.^a ed.). ReportNumber.
- Martins, A., & Oliveira, L. (2018). Motivação e aprendizagem através da citação de jogos educativos. *Indagatio Didactica*, 10 (3).
- Martins, N., Martins, F., Lopes, B., Cravino, J., & Costa, C. (2018). *The Use of Applets in Understanding Fundamental Mathematical Concepts in Initial Teacher's Training*. In M. Tsitouridou, J. A. Diniz, T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 307-318). Springer.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M. Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Menezes, A. (2020). A autoeficácia no processo de aprendizagem. *Revista Espaço Acadêmico*, (224), 176-186.
- Menezes, A., Alvez, B., Barbosa, R., & Campos, P. (2020). A influência da crença de autoeficácia no desempenho dos alunos do IFMG – Bambuí. *Psicologia Escolar e Educacional*, 24. <https://doi.org/10.1590/2175-35392020202380>
- Ministério de Educação e Ciências [MEC] (2021). *Aprendizagens Essenciais – 3.º ano Matemática*. MEC.
- Estrutura de Missão do Programa Nacional de Promoção de Sucesso Escolar [EMPNPSE] (2020). *Aprender Matemática com recursos digitais. O Hypatiamat na CIM do Ave*. Revista Norte 2020. Educação para todos, 14, 5-6. <https://norte2020.pt/sites/default/files/public/uploads/documentos/piicie14.pdf>
- Oliveira, P. (2018). *O uso das tecnologias digitais numa escola com 3.º Ciclo do Ensino Básico – Efeitos sobre a autorregulação da aprendizagem* [Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.
- Patrício, A. (2012). *Crenças de autoeficácia e objetivos. Um estudo exploratório* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.
- Pereira, H. (2012). *Abordagens à aprendizagem e auto-regulação da aprendizagem na “História” de alunos de 9.º ano de escolaridade* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.
- Pestana, M., & Gageiro, J. (2014). *A complementaridade do SPSS*. Sílabo.
- Petronilho, C. (2019). *O feedback nos processos de autorregulação da aprendizagem* [Relatório Final, Escola Superior de Educação de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.

- Pinto, R. (2014). *As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia* [Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade do Minho]. Repositório da Universidade do Minho.
- Pinto, R. (2019). Projeto Hypatiamat. In Verdasca, J., Neves, A., Fonseca, H., Fateixa, J., Procópio, M, Magro-C, T. (Eds.), *Relatório PNPSE 2016-2018: Escolas e Comunidades tecendo Políticas Educativas com base em Evidências*, (186 - 191). PNPSE/DGE
- Pires, D. (2021). *Adição de Números Naturais usando a Plataforma Hypatiamat* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra]. Repositório Comum.
- Piscalho, I., Simão, A., Ferreira, D., Felizardo, D., & Conde, M. (2018). Promoção da autorregulação da aprendizagem das crianças: a aplicabilidade de um instrumento de apoio à prática pedagógica na formação inicial de educadores/as e professores/as. *Revista da UIIPS*, 7 (1), 47-65.
- Ponte, J. (2003, maio 28-30). *Literacia Matemática*. [Conference Paper]. Congresso Literacia e Cidadania, Convergências e Interface, Centro de Investigação em Educação “Paulo Freire” da Universidade de Évora.
- Pranke, A., & Frison, L. (2017). Autoeficácia e motivação na resolução de problemas matemáticos contextualizados. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación* Extr (1).
- Rawansyah, R., Pramudhita, A. N., & Pramitarini, Y. (2021). *Enhancing student interest in learning through the development of serious mathematics games*. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1073, 1, (012064). IOP Publishing.
- Ramos, V. (2019). *A motivação e o sucesso escolar*. Psicologia.pt.
- Rodrigues, C. (2015). *Crenças de autoeficácia matemática na educação de jovens e adultos: um estudo com alunos de ensino médio de Divinópolis (MG)* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto]. Repositório da Universidade Federal de Ouro Preto.
- Rodrigues, L., & Barrera, S. (2007). Auto-eficácia e desempenho escolar em aluno do ensino fundamental. *Psicologia em Pesquisa*, 1 (2).
- Rosário, P. (2004). *Estudar o estudar: (Des)venturas do Testas*. Porto Editora.
- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M. O., Núñez, J. C., González-Piende, J., & Valle, A. (2010). In M. M. Gonçalves, M. R. Simões, L. S. Almeida & C. Machado (Eds.), *Avaliação Psicológica. Instrumentos validados para a população portuguesa. Inventário de processos de auto-regulação da aprendizagem (IPAA)* (159-174), Volume IV, Coimbra: Almedina

- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M., Núñez, J., González-Pienda, J., & Valle, A. (2012). Autoeficacia y utilidad percibida como condiciones necesarias para un aprendizaje académico autorregulado. *Anales de Psicología*, 28 (1), 37-44.
- Rosário, P., Soares, S., Núñez, J., González-Pienda, J., & Rúbio, M. (2004). Processos de auto-regulação da aprendizagem e realização escolar no Ensino Básico. *Psicologia, Educação e Cultura*, VIII, 1, 141-157.
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Santos, F., Ramos, M., & Silva, E. (2020). A autorregulação da aprendizagem e Autoeficácia Acadêmica: contribuições para o contexto educacional. *Research, Society and Development*, 9 (10), 1-13. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.6526>
- Santos, J. (2021). *O uso da plataforma Hypatiamat no desenvolvimento do sentido aditivo da multiplicação* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Coimbra]. Repositório Comum.
- Serra, A. (2021). *Uso da Plataforma Hypataimat e de Artefactos Concretos na Compreensão dos Números Racionais Não Negativos* [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra]. Repositório Comum.
- Shavkatovna, S., & Gulbahor, R. (2021, dezembro 10). *The importance of mental arithmetic in mental development in children* [Conferência]. Internacional Conference on Innovations in Science, Education and Humanities, Itália.
- Silva, B. & Lima, J. (2010). Utilização de recursos digitais nas aulas de apoio educativo – introduzindo processos metacognitivos e de auto-regulação das aprendizagens. *Actas do IX Colóquio Sobre Questões Curriculares / V Colóquio Luso Brasileiro. Debater o Currículo e seus Campos: Políticas, Fundamentos e Práticas*. Porto: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto, pp. 4374 – 4387
- Silva, J. (2021). O ensino, a aprendizagem e a formação: o que nos constitui um bom professor que ensina matemática? *Educação Matemática em Revista-RS*, 2(22), 119-124. <https://doi.org/10.37001/EMR-RS.v.2.n.22.2021.p.119-124>
- Sousa, F., Coelho, M., & Nunes, A. (2020). O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): uma possibilidade de motivação discente. *Research, Society and Development*, 9 (9), 1-21.
- Tavres, R., & Gil, H. (2017). *Utilização de recurso digital (Internet) e utilização de recurso analógico (manual escolar) no 1º CEB: um estudo comparativo na prática de ensino supervisionada*. In Conferência Internacional Investigação, Práticas e Contextos em Educação, 6, Leiria 19-20 de maio: Atas. Leiria: Escola Superior de Educação e Ciências Sociais. p. 191-197.

- Tolentino, J., Ferreira, A., & Torisu, E. (2020). Autoeficácia matemática e motivação para aprender na formação inicial de pedagogos. *Educação em Revista*, 36. <https://doi.org/10.1590/0102-4698227158>
- Torisu, E., & Ferreira, A. (2009). A teoria social cognitiva e o ensino-aprendizagem da matemática: considerações sobre as crenças de autoeficácia matemática. *Ciências e Cognição*, 14 (3), 168-177.
- Valiante, G. (2000). *Writing self-efficacy and gender orientation*. A developmental perspective. A Disertation Proposal. Atlanta: Emory University.
- Verdasca, J., Neves, A., Fonseca, H., Fateixa, J., Procópio, M., & Magro-C, T. (2020b). Melhorar Aprendizagens em Matemática pelo Uso Intencional de Recursos Digitais: O Hypatiamat como intervenção preventiva na CIM do Ave. In Unidade de Apoio à Estratégia de Comunicação do NORTE 2020 (Eds.). *Coleção Estudos PNPSE* (pp. 6-71).
- Versuti, F., Mulle, R., Padovan-Neto, F., & Incrocci, R. (2021). Metodologias ativas e a autorregulação da aprendizagem: reflexões em tempos de pandemia. *Linhas Críticas*, 27. <https://doi.org/10.26512/lc27202139024>
- Zimmerman, B. (2011). Motivational Souces and Outcomes of Self- regulated Learning and Performance. In B.J. Zimmerman & D.H. ·Schunk (Eds.), *Handbook of Self -Regulated Learnlng and Performance* (pp. 49-64). Routledge.
- Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive carrier path. *Educational Psychologist*, 48 (3),135-147
- Zhonggen, Y. (2019). *A Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade*. International Journal of Computer Games Technology. <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>

Capítulo 3

Autorregulação da aprendizagem e autoeficácia matemática, através do desenvolvimento do cálculo mental no 1.º CEB

Ângela Escaroupa

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

angelaeskaroupa@hotmail.com

Anabela Bacalhau

Escola Básica do Areeiro

anabelabacalhau@coimbrasul.pt

Ricardo Pinto

Associação Hypatiamat

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

rmnpslb@gmail.com

Virgílio Rato

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

virgilior@esec.pt

Fernando Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, UNICID, ROBOCORP

Instituto de Telecomunicações

fmlmartins@esec.pt

1. Introdução

No sistema de ensino português, a matemática corresponde a uma das áreas curriculares mais importantes, uma vez que é necessária à vida em sociedade, preparando o aluno enquanto cidadão (DGE, 2018). Com a evolução das orientações curriculares, é notória a importância que é dada ao papel desenvolvido pelo aluno, esperando-se que este desempenhe um papel ativo no seu processo de aprendizagem, sendo possível através da realização de tarefas matemáticas significativas (Canavarro et al., 2012). Além disso, com o surgimento do *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*, passou a ser delineado o que se pretende que o aluno alcance no final da escolaridade obrigatória, não estando apenas relacionado com os conteúdos programáticos das diferentes áreas curriculares, mas também com os princípios, a visão, os valores e as áreas de competências (ME, 2017).

Tendo em conta o que foi referido anteriormente, a autoeficácia matemática (AM) e a autorregulação da aprendizagem (AA) passam a ser conceitos bastante utilizados na atualidade, dado que se focam no aluno como centro do seu processo de aprendizagem. A AA corresponde a um processo no qual o indivíduo altera o seu comportamento, através de estratégias que resultam na modificação do seu pensamento, do seu comportamento e da sua área emocional, desenvolvendo assim um papel ativo no seu processo de aprendizagem (Bandura, Azzi & Tognetta, 2015, citado por Campos et al., 2021). Assim, um aluno autorregulador do seu processo de aprendizagem, planeia e controla o seu comportamento e a sua aprendizagem, de forma voluntária, e, por isso, é mais propício que alcance o sucesso escolar (Rosário et al., 2010b). Por sua vez, a AM consiste na perceção da capacidade que o aluno apresenta relativamente ao conhecimento e competências necessárias para alcançar um resultado específico, na área da matemática. Assim, um aluno que apresenta uma elevada perceção de autoeficácia, está mais disponível para desenvolver as tarefas, é mais persistente, espera um maior sucesso escolar e apresenta resultados nas estratégias de autorregulação, influenciando o trabalho que desenvolve (Campos et al., 2021; Rosário et al., 2012).

A evolução da sociedade e, conseqüentemente, a evolução da educação, proporcionaram o recurso à tecnologia em sala de aula, sendo isto evidenciado nas Aprendizagens Essenciais (ME, 2021). Atualmente, encontra-se disponível uma grande diversidade de recursos digitais que permitem a promoção do desenvolvimento de competências matemáticas (Verdasca et al., 2020). A plataforma *Hypatiamat* integra muitos desses recursos, sendo uma plataforma online em que um dos objetivos é o mapeamento das condições de insucesso no domínio da matemática e a contribuição para a promoção do sucesso escolar dos alunos do Ensino Básico, uma vez que é direcionada para alunos do 1.º ao 9.º ano de escolaridade (Pinto, 2014; Verdasca et al., 2020).

Ademais, disponibiliza recursos para trabalhar diferentes conteúdos, como jogos sérios, *applets*, aplicações, ficheiros em formato PDF, vídeos de apoio, apresentando ainda um setor que permite, ao professor, percecionar o trabalho desenvolvido pelos seus alunos, assim como as dificuldades que estes apresentam (Pinto et al., 2022). Tendo em conta as características da plataforma, esta proporciona o envolvimento de todos os alunos no seu processo de aprendizagens matemáticas, permitindo também desta forma que os alunos desenvolvam os conceitos de AA e a AM (Verdasca et al., 2020).

Em Prática Educativa Supervisionada, decorrida no âmbito do Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB, realizada numa turma de 1.º ano de escolaridade, foram evidenciadas dificuldades que os alunos apresentavam relativamente à resolução de tarefas envolvendo o cálculo mental, mais especificamente, com a operação aritmética adição. O cálculo mental corresponde ao cálculo que é efetuado mentalmente, sendo variável e flexível, uma vez que engloba o cálculo com números e dígitos, a aplicação das propriedades das operações, as relações numéricas e a possibilidade de realizar registos em papel (Buys, 2008; Carvalho, 2016).

Assim, foi desenvolvido um estudo no qual se pretende analisar o desenvolvimento da AA e AM usando recursos digitais, neste caso, a *applet CalcRapid*, da plataforma *Hypatiamat*.

Face ao exposto, pretende-se responder à seguinte questão de investigação:

Será que a intervenção pedagógica edificada no âmbito do desenvolvimento do cálculo mental com recurso à *applet CalcRapid* da plataforma *Hypatiamat* promoveu melhorias significativas na perceção dos alunos sobre AA e AM?

2. Revisão da literatura

A Matemática é uma das áreas curriculares em que os alunos apresentam mais dificuldades de aprendizagem, sendo que estas estão associadas às dificuldades de compreensão dos conceitos matemáticos, desde os primeiros anos de escolaridade. Ademais, a aprendizagem matemática envolve competências, conhecimento e desempenho, sendo necessário desenvolver a compreensão e o raciocínio matemático (Moura, 2016).

Inicialmente, a criança começa por desenvolver o sentido do número, aplicando-o em diversos contextos e utilizando diversas representações e relações numéricas e, por sua vez, através da compreensão dos diferentes significados das operações, desenvolve o cálculo mental (NCTM, 2007, citado por Brito, 2018; Teixeira & Rodrigues, 2017). Devido à sua importância, o cálculo mental tem vindo a estar presente em diversos estudos (Brito, 2018; Carvalho, 2016; Carvalho &

Ponte, 2019; Ferreira, 2012; Teixeira e Rodrigues, 2017), sendo mencionado pelos documentos orientadores como as Aprendizagens Essenciais.

Tendo em conta a era tecnológica em que vivemos, torna-se fundamental desenvolver os conceitos e conteúdos matemáticos, através de artefactos digitais, sendo que estes correspondem a ferramentas que podem ser utilizadas de diversas formas (Jacinto & Carreira, 2021). Quando estes são integrados tendo como foco a construção do conhecimento e a promoção da aprendizagem, atuam como ferramentas epistémicas, contudo é necessário efetuar uma orquestração instrumental eficaz, de modo a seleccionar o artefacto digital que mais se adequa à turma, tendo em conta os objetivos que se pretendem alcançar (Lopes & Costa, 2019; Costa et al., 2021). De acordo com diversos estudos, a plataforma *Hypatiamat* apresenta muitos benefícios para a aprendizagem da matemática (Hortênsio, 2020; Pires, 2021; Santos, 2021; Serra, 2021; Verdasca et al., 2020).

No que diz respeito ao cálculo mental, a *applet CalcRapid* é um dos jogos sérios que tem como principal objetivo, o desenvolvimento do cálculo mental, apresentando quatro níveis disponíveis e as quatro operações aritméticas. Este jogo é flexível e adaptável ao aluno que pretender jogar, uma vez que permite seleccionar o nível, sendo que de nível para nível diferem as quantidades apresentadas, e as operações, sendo possível seleccionar apenas uma operação (Pinto et al., 2022). Esta flexibilidade da plataforma proporciona o aumento do “interesse e envolvimento de todos os alunos, mantendo níveis de esforço e persistência essenciais no desenvolvimento de competências e na autorregulação das aprendizagens” (Verdasca et al., 2020, p.6).

A AA é considerada como um processo cíclico, uma vez que é utilizado o feedback do desempenho anterior para melhorar o desempenho futuro (Räsänen et al., 2016), sendo que integra três fases (Frison, 2016; Graham, 2022; Piscalho & Simão, 2014; Zimmerman, 2013):

1. Planificação, também conhecida por fase de antecipação, na qual o aluno analisa a tarefa, estabelece objetivos, envolvendo crenças de automotivação e autoeficácia;
2. Execução, sendo que o aluno monitoriza o seu desempenho, define estratégias que permitam autocontrolar-se, procura por ajuda, entre outros;
3. Avaliação, ou fase de autorreflexão, na qual o aluno toma consciência do que realizou, realizando um autojulgamento e autoavaliação.

Os alunos que apresentam um desempenho cognitivo mais avançado são mais autorreguladores da sua aprendizagem, sendo capazes de gerir o seu comportamento, aprimorar o ambiente de aprendizagem, apresentando uma maior capacidade de planificar as tarefas escolares a curto e longo prazo (Lourenço & Paiva, 2017b).

A percepção de AM já foi alvo de diversos estudos, entre eles, Sander (2018) realizou um estudo sobre a relação entre a crença de autoeficácia na resolução de tarefas numéricas e o sentido de

número de alunos do ciclo de alfabetização, recorrendo a uma escala de crença de autoeficácia na qual os alunos poderiam selecionar uma das quatro alternativas: “não posso resolver nada”, “posso resolver com muita ajuda”, “posso resolver com pouca ajuda”, “posso resolver totalmente” (Sander, 2018, p.306). Esta escala permitiu que o professor avaliasse o nível de confiança de cada aluno, aquando da realização de uma tarefa. Através dos dados recolhidos, concluiu-se que os alunos apresentaram uma perceção de autoeficácia elevada, sendo, também, comprovado através da interação com os alunos, como: “seus alunos se expressavam em voz alta que acreditavam que conseguiam resolver a tarefa apresentada” (Sander, 2018, p.285). Tendo em conta o que foi referido, a AM influencia o modo como o aluno realiza a tarefa, assim como o desempenho e esforço que envolve na sua realização.

É de realçar que quando o indivíduo apresenta AM demonstra uma maior capacidade para aplicar os processos de autorregulação da aprendizagem, sendo, por isso benéfica, a junção entre AA e AM (Bandura, 1982; Campos et al., 2021). Assim, quando o aluno apresenta um grau mais elevado de AA, desenvolve as tarefas de um modo mais objetivo, proporcionando melhores resultados relativamente à perceção de AM, sendo, por isso, a AM considerada uma variável fundamental no processo autorregulatório (Lourenço & Paiva, 2017a).

Através de um estudo sobre a relação entre AA, autoeficácia, ansiedade de teste e motivação, alunos do departamento de Ciência da Computação, localizado na Nigéria, responderam a um questionário sobre as variáveis anteriormente mencionadas. Das 42 perguntas, 9 foram direcionadas para a autoeficácia e 8 para a AA, sendo a resposta dada através de uma escala de Likert. Após a análise das respostas recolhidas, comprovou-se a correlação positiva de intensidade 0.78 entre a AA e a autoeficácia, revelando que quanto maior a AA de um aluno, maior será a sua autoeficácia e vice-versa (Adelosa & Li, 2018). Outro estudo, realizado com estudantes universitários da cidade de Lima, localizada no Perú, comprovou que existe uma relação positiva entre as duas variáveis, AA e AM, sendo considerada de intensidade moderada ($r_p = 0.650$) (Alegre, 2014).

Em síntese e considerando a literatura científica, os resultados referem que existe uma relação positiva entre AA e AM, sendo que quando a AA aumenta, a AM também aumenta e vice-versa.

3. Opções Metodológicas

3.1. Natureza do estudo

O estudo realizado é de natureza quantitativa de *design* pré-experimental, tendo em conta que só temos um grupo experimental e a amostra não foi selecionada de forma aleatória (Cohen et al., 2018).

3.2. Amostra

Os participantes deste estudo são alunos de uma turma de 1.º ano de escolaridade do 1.º CEB, de uma escola pública localizada no concelho de Coimbra, sendo composta por 14 rapazes (58%) e 10 raparigas (42%) e, quanto à idade, varia entre os 6 e 7 anos ($M=6.46$; $DP=0.51$).

Relativamente às aprendizagens, a turma não apresenta muitas dificuldades, tendo apenas dois alunos sinalizados pelo Decreto-Lei n.º 54, desde o Ensino Pré-Escolar, e dois alunos usufruem de apoio educativo, uma vez que apresentam um ritmo de trabalho mais lento e dificuldades de atenção e concentração, todavia não se encontram referenciados. Existe, ainda, um aluno com o diagnóstico de Transtorno Obsessivo Compulsivo.

Os 24 alunos da turma participaram no estudo, tendo trabalho de modo individual, dado que nos encontrávamos a atravessar uma situação pandémica COVID-19, na qual existiam medidas a respeitar nas escolas e dentro da sala de aula, que influenciaram o modo de trabalho.

3.3. Intervenção pedagógica

Este estudo foi efetuado ao abrigo do protocolo entre a Instituição de Ensino Superior e o agrupamento de escolas. Além disso, os pais e os encarregados de educação autorizaram a participação dos seus educandos no presente estudo. Ademais, as sessões foram implementadas durante o tempo letivo, uma vez que se enquadravam no âmbito da componente investigativa a desenvolver pela Professora Estagiária (PE) na Prática Educativa Supervisionada em 1.º CEB.

Este estudo foi estruturado em três fases: fase pré-intervenção, fase de intervenção e fase pós-intervenção, tendo se desenvolvido de fevereiro a junho de 2021.

Na fase pré-intervenção, os alunos responderam aos questionários de AA e AM e, posteriormente, realizaram uma folha de exploração que apresentava três situações problemáticas: na primeira tarefa, tinham de realizar uma contagem; na segunda tarefa tinham de realizar uma adição, no sentido juntar; na terceira tarefa tinham de realizar uma adição, no sentido acrescentar.

Na fase pós-intervenção, os alunos resolveram uma folha de exploração, semelhante à da fase pré-intervenção, que continha três situações problemáticas sobre a contagem e os sentidos da adição. Além disso, os alunos responderam aos questionários de AA e AM antes e depois da intervenção.

No que diz respeito à intervenção pedagógica, esta foi desenhada, tendo como um dos objetivos: colocar o aluno no centro do seu processo de aprendizagem. Esta fase de intervenção desenvolveu-se em 8 sessões em que cada sessão teve a duração de 90 minutos. A primeira sessão foi de exploração livre da plataforma *Hypatiamat*, na qual a PE procurou destacar aspetos importantes que permitem uma melhor utilização da plataforma, como a disponibilidade de

recursos que esta oferece, a seleção do tema matemático, entre outros. Além disso, foi entregue, a cada aluno, um passaporte com os dados, nome de utilizador e palavra-passe, para acesso à plataforma e um guião de exploração da plataforma *Hypatiamat*, que fornecia instruções para aceder à plataforma, de modo a auxiliar os alunos e os seus encarregados de educação, uma vez que o poderiam fora da escola.

Nas restantes sessões, foram implementados dois tipos de sessões: com manipulação da *applet CalcRapid* da plataforma *Hypatiamat*; e sem manipulação da *applet*. A *applet* tem como objetivo o desenvolvimento do cálculo mental e disponibiliza as quatro operações aritméticas e ainda quatro níveis de dificuldade, sendo que o aluno pode selecionar a operação ou operações que pretende resolver ao longo do jogo e o nível em que pretende jogar, existindo um gradual aumento das quantidades do nível 1 para o nível 4. Outra característica da *applet* é não ter tempo limitado, permitindo que cada um jogue no seu ritmo (Pinto et al., 2022). Deste modo, durante a manipulação da *applet*, o aluno começava por selecionar a operação aritmética, neste caso a adição, o nível em que pretendia jogar, sendo que este foi alterando ao longo das sessões, e, seguidamente, teria de realizar as adições apresentadas, selecionando o resultado correto das quatro opções disponíveis.

Nas sessões em que existiu manipulação da *applet*, a dinâmica na sala de aula foi semelhante, sendo que todos os alunos efetuavam várias adições, registando o seu resultado no guião, e os alunos que manipulavam a *applet*, realizavam as adições da *applet*, registando duas num guião em branco, ou seja, nesse caso específico, tinham de registar as parcelas da adição assim como o seu resultado. Ademais, é de referir que os alunos tinham acesso a apenas dois computadores, sendo a gestão do tempo despendido por cada aluno gerido pela PE. Assim, na segunda sessão, todos os alunos manipularam a *applet* durante 5 minutos, realizando um guião relacionado com o objetivo da *applet*, no qual tinham de realizar adições, explicando o seu raciocínio através de desenhos, esquemas ou palavras.

Na terceira sessão, existiu um momento síntese sem manipulação da *applet*, na qual os alunos realizaram uma tarefa e duas adições e, posteriormente, foram discutidos, em grande grupo, alguns aspetos importantes a ter em conta na realização dos guiões. É de referir que este tipo de sessões de intervenção decorreu como uma aula exploratória dividida em quatro fases, nomeadamente: a introdução da tarefa, o desenvolvimento da tarefa, a discussão da tarefa e, por fim, a sistematização das aprendizagens matemáticas (Canavarro et al., 2012). Inicialmente, a PE leu cada tarefa e o respetivo objetivo, questionando os alunos de forma a esclarecer a interpretação das mesmas, desafiando-os a desenvolvê-las. Seguidamente, os alunos resolveram a tarefa e a PE auxiliou-os, de modo que registassem o seu raciocínio de forma clara. Posteriormente, iniciou-se a discussão da tarefa, na qual foram selecionados alguns alunos para

partilhar a sua resolução, de modo a existir confronto entre as estratégias utilizadas, sendo que a PE geriu as interações entre os alunos, incentivando-os a participar através da realização de questões como: “Porquê?”, “Qual a estratégia mais adequada?”. O objetivo principal da discussão em grande grupo consistia em transformar ideias incompletas e mal formuladas em ideias matemáticas mais rigorosas e corretas (Ponte, 2017). Por fim, existiu um momento de sistematização de aprendizagens, na qual a PE procurou realizar conexões internas com conceitos matemáticos anteriormente abordados, destacando a importância do conhecimento matemático. Assim, foram destacados aspetos como a importância da resposta à situação problemática, a compreensão do significado do resultado tendo em conta o contexto, os sentidos da adição, as estratégias mais adequadas e simples para utilizar na resolução das tarefas, sendo que os alunos registaram a que mais se adequava (Canavarro et al., 2012).

Na quarta sessão, apenas 50% da turma manipulou a *applet*, ficando os restantes para a sessão seguinte. Esta divisão da turma foi realizada de forma aleatória. Nestas sessões, cada aluno manipulou a *applet* durante dez minutos e a dinâmica foi idêntica à da segunda sessão, ou seja, com a realização de um guião. Na sexta sessão, existiu novamente uma sistematização das aprendizagens matemáticas em grande grupo. Por fim, nas sétima e oitava sessões, a dinâmica utilizada foi igual à da quarta e quinta sessões. É de realçar que, ao longo das sessões, os alunos jogaram o nível 1, 2 e 3, de forma sequenciada, existindo um aumento gradual das quantidades utilizadas na *applet*. Ao longo das diferentes sessões a PE atuava como mediador das aprendizagens, auxiliando os alunos sempre que necessário e incentivando o seu esforço.

3.4. Instrumentos

Para efetuar a recolha de dados, foram utilizados dois questionários validados (Lourenço, 2008; Pinto 2014; Rosário et al., 2010a), sendo um direcionado para a AA (Quadro 1) e outro para a AM (Quadro 2). Os questionários foram respondidos de forma individual, através da plataforma Google Forms. No que diz respeito ao questionário sobre a AA³, este apresentava nove itens, tendo como escala: 1- nunca, 2 – poucas vezes, 3 – algumas vezes, 4 – muitas vezes, 5 – sempre. Cada questão está enquadrada numa das dimensões da AA, sendo: P – Planificação, E – Execução, A – Avaliação.

Quadro 11. Questionário de Autorregulação da Aprendizagem

P	1. Faço um plano antes de começar a fazer um trabalho. Penso no que vou fazer e no que é preciso para o completar.
----------	---

³ <https://forms.gle/5XHqNzRcXWajC5tT9>

	- Por exemplo, se tenho de fazer um TPC de Matemática, penso no texto, onde pode estar essa informação, a quem vou pedir ajuda, ...
E	2. Durante as aulas ou no meu estudo em casa, penso em coisas concretas do meu comportamento para mudar e atingir os meus objetivos. - Por exemplo, se tenho apontamentos das aulas que não estão muito bem, se fui chamado(a) algumas vezes à atenção pelos professores, se as notas estão a baixar, penso no que tenho de fazer para melhorar.
P	3. Gosto de compreender o significado das matérias que estou a aprender. - Por exemplo, quando estudo, primeiro tento compreender as matérias e depois tento explicá-las por palavras minhas.
A	4. Quando recebo uma nota, penso em coisas concretas que tenho de fazer para melhorar. - Por exemplo, se tirei uma nota fraca porque não fiz os exercícios que o(a) professor(a) tinha marcado, penso nisso e tento mudar.
A	5. Guardo e analiso as correções dos trabalhos/testes, para ver onde errei e saber o que tenho de mudar para melhorar.
E	6. Cumpro o horário de estudo que fiz. Se não o cumpro penso porque é que isso aconteceu e tiro conclusões para depois avaliar o meu estudo.
P	7. Estou seguro de que sou capaz de compreender o que me vão ensinar e, por isso, acho que vou ter boas notas.
A	8. Comparo as notas que tiro com os meus objetivos para aquela disciplina. - Por exemplo, se quero ter um nível Satisfaz ou Bom e recebo um satisfaz menos, fico a saber que ainda estou longe do objetivo e penso no que vou ter de fazer.
E	9. Procuro um sítio calmo e onde esteja concentrado para poder estudar. - Por exemplo, quando estou a estudar afasto-me das coisas que me distraem: da TV, dos jogos de computador...

Relativamente ao questionário sobre a AM⁴ (Pinto, 2014), este é composto por 10 itens com a seguinte escala: 1 – com muita facilidade, 2 – com alguma facilidade, 3 – com alguma dificuldade, 4 – com muita dificuldade.

Quadro 2. Questionário de Autoeficácia Matemática

1. Consigo ter boas notas a Matemática.
2. Consigo identificar o valor posicional dos algarismos de um número.
3. Consigo fazer contas mentalmente.
4. Consigo diferenciar os sinais “+” e “-”.
5. Consigo adicionar números naturais.
6. Consigo subtrair números naturais.
7. Consigo resolver as operações aritméticas, recorrendo a desenhos/esquemas.
8. Consigo adicionar números inferiores a 100, através do cálculo mental.
9. Consigo resolver problemas numéricos.
10. Consigo resolver problemas de Matemática.

⁴ <https://forms.gle/KHtH3hb4qYzVdBSA8>

Os valores de confiabilidade dos dados recolhidos com estes instrumentos são apresentados na secção 4, de acordo com os procedimentos descritos na secção 3.5.

3.5. Análise estatística

A descrição da percepção dos alunos obtida através dos questionários (AA e AM), nas fases pré e pós-intervenção, foi efetuada através da estatística descritiva usando para o efeito tabelas de frequências. Além disto, a caracterização da percepção foi realizada, nas fases pré e pós-intervenção, através da média (M) e desvio padrão (DP). A percepção nos itens do questionário AA foi processada considerando a percepção positiva ou negativa, consoante a maioria das respostas dadas se centraram nos níveis mais positivos (4 e 5) ou negativos (1 e 2). A percepção nos itens do questionário AM foi processada considerando a percepção positiva ou negativa, consoante a maioria das respostas dadas se centraram nos níveis mais positivos (1 e 2) ou negativos (3 e 4). O teste *t-Student* para amostras emparelhadas foi usado para comparar a percepção dos alunos ao nível de AA e AM obtida nas fases pré e pós-intervenção, após a validação do seu pressuposto (Marôco, 2021). O pressuposto da normalidade para cada uma das variáveis dependentes foi avaliado recorrendo ao teste de *Shapiro-Wilk* (Marôco, 2021). Em casos de não verificação da normalidade, recorreu-se à análise da simetria usando a seguinte condição (Pestana & Gageiro, 2014):

$$\left| \frac{\text{coeficiente de assimetria}}{\text{erro do coeficiente de assimetria}} \right| \leq 1.96.$$

O valor da dimensão do efeito do teste *t-Student* para amostras emparelhadas é obtido através do *d* de *Cohen* e a classificação da dimensão do efeito foi feita da seguinte forma (Marôco, 2021): pequeno ($d \leq 0.2$), médio ($0.2 < d \leq 0.5$), elevado ($0.5 < d \leq 1$) e muito elevado ($d > 1$).

A análise da relação entre a percepção dos alunos sobre AA e a percepção dos alunos sobre AM foi efetuada através do teste de correlação linear de *Pearson* (r_p), após a validação do pressuposto da normalidade (Marôco, 2021). O pressuposto da normalidade averigua-se de forma similar ao do teste *t-Student*. A classificação da intensidade dos valores das correlações foi baseada em Hopkins et al. (1996): trivial ($r_p < 0.10$); pequena ($0.10 \leq r_p < 0.30$); moderada ($0.30 \leq r_p < 0.50$); grande ($0.50 \leq r_p < 0.70$); muito grande ($0.70 \leq r_p < 0.90$); e quase perfeita ($r_p \geq 0.90$).

O grau de confiança nos dados recolhidos, considerando a aplicação dos questionários em dois momentos temporais distintos, é dado pela consistência interna de cada um dos questionários (AA e AM) nas fases pré e pós-intervenção avaliada por meio do *Alfa* de *Cronbach* (Pestana & Gageiro, 2014), sendo esta considerada: muito boa se $\alpha \geq 0.9$; boa se $0.8 \leq \alpha < 0.9$; razoável se $0.7 \leq \alpha < 0.8$; fraca se $0.6 \leq \alpha < 0.7$; e inadmissível se $\alpha < 0.6$.

Toda a análise estatística foi realizada através do software IBM SPSS *Statistics* (versão 25, IBM USA), para um nível de significância de 5%.

6. Resultados

Os resultados de consistência interna dos dados recolhidos nas fases pré e pós-intervenção, relativos à percepção dos alunos sobre a AA e AM são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Consistência interna dos dados pré e pós-intervenção

Instrumento	<i>Alfa de Cronbach</i>		N.º de Itens
	Pré	Pós	
Questionário AA	0.891	0.710	9
Questionário AM	0.913	0.827	10

De acordo com os dados presentes na tabela 1, é de constatar que os dados recolhidos são de um grau de confiança razoável, uma vez que $\alpha \geq 0.7$, tanto nos dados do questionário de AA como de AM.

6.1. Autorregulação da aprendizagem

Pela análise da tabela 2, podemos evidenciar que existem tendências de mudança entre os dados recolhidos pré e pós-intervenção, como ocorre, por exemplo, em Q3 (“Gosto de compreender o significado das matérias que estou a aprender”) na qual se altera a baixa percentagem da ação para uma percentagem máxima de 100% (20.8+79.2), o que representa uma total tendência na percepção positiva, ou seja, na fase pós-intervenção, os alunos evidenciam melhorias na dimensão Planificação aquando da realização de uma tarefa. Além desta, pela observação da tabela 2, verificamos que nos itens Q4, Q7, Q9 também existiu evolução positiva da percepção dos alunos, expressando-se na melhoria dos hábitos de trabalho dos alunos, assim como o gosto da compreensão dos conceitos matemáticos. No que diz respeito à dimensão Planificação, na fase pós-intervenção, os itens Q3 e Q7 não apresentam percepção negativa. Na dimensão Execução, o item Q9 não apresenta percepção negativa e os itens Q2 e Q6 apresentam uma percentagem reduzida de percepção negativa. Na dimensão Avaliação, o item Q4 não apresenta percepção negativa e os itens Q5 e Q8 apresentam percentagem reduzida de percepção negativa. Estes dados revelam que os alunos evidenciaram melhorias nas três dimensões da AA.

Tabela 2. Distribuição das frequências AA (%)

Itens	Pré-intervenção					Pós-intervenção				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	12.5	20.8	25	33.3	8.3	12.5	25	29.2	25	8.3
Q2	16.7	4.2	20.8	20.8	37.5	0	12.5	12.5	33.3	41.7
Q3	8.3	12.5	37.5	12.5	29.2	0	0	0	20.8	79.2
Q4	8.3	8.3	25	25	33.3	0	0	8.3	20.8	70.8
Q5	4.2	8.3	16.7	37.5	33.3	0	8.3	16.7	20.8	54.2
Q6	12.5	16.7	25	20.8	25	0	4.2	25	37.5	33.3
Q7	4.2	8.3	12.5	25	50	0	0	8.3	25	66.7
Q8	4.2	4.2	29.2	25	37.5	0	4.2	16.7	54.2	25
Q9	12.5	12.5	12.5	16.7	45.8	0	0	4.2	12.5	83.3

Os alunos aumentaram o seu interesse pela compreensão dos conceitos matemáticos e melhoraram os seus hábitos de trabalho, realizando-os com mais frequência. Através da análise dos dados presentes na tabela 3, pode referir-se que existem diferenças, estatisticamente significativas, entre a pré e pós-intervenção ao nível da AA ($t(23) = -3.837$; $p = 0.001$; $d = 0.828$; dimensão de efeito elevado). Além disso, o valor da média apresentou um aumento entre a pré-intervenção (32.54) e a pós-intervenção (37.96).

Tabela 3. Estatística descritiva e comparação Pré e Pós-Intervenção AA

	M	DP	t	p	d
Pré	32.54	8.45	- 3.837	0.001	0.828
Pós	37.96	3.77			

6.2. Autoeficácia matemática

Na tabela 4, é de constatar que são evidentes melhorias na AM, uma vez que existe um aumento da perceção da AM, sendo de destacar o item Q4 (“Consigo diferenciar os sinais “+” e “-”.”) em que a turma, na sua totalidade, na fase pós-intervenção, respondeu “com muita facilidade”, sendo que, na fase pré-intervenção, 16.7% respondeu “com alguma facilidade” e apenas 79.2% respondeu “com muita facilidade”. Além deste, são ainda de destacar os itens Q1, Q2, Q3, Q5 e Q7 em que os alunos revelam uma tendência positiva em relação à AM, após a intervenção. O facto de existir um aumento da AM significa que os alunos, ao desenvolver uma tarefa matemática, acreditam mais nas suas capacidades.

Tabela 4. Distribuição das frequências AM (%)

Itens	Pré-intervenção				Pós-intervenção			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Q1	33.3	54.2	8.3	4.2	62.5	20.8	16.7	0
Q2	50	37.5	8.3	4.2	79.2	12.5	8.3	0
Q3	37.5	45.8	12.5	4.2	66.7	25	8.3	0
Q4	79.2	16.7	0	4.2	100	0	0	0
Q5	62.5	33.3	0	4.2	91.7	8.3	0	0
Q6	45.8	45.8	4.2	4.2	50	29.2	16.7	4.2
Q7	58.3	37.5	0	4.2	87.5	12.5	0	0
Q8	20.8	37.5	20.8	20.8	29.2	50	20.8	0
Q9	58.3	29.2	12.5	0	29.2	66.7	4.2	0
Q10	41.7	54.2	0	4.2	50	41.7	8.3	0

Estes resultados evidenciam que os alunos, relativamente à AM, demonstram uma grande diferença, apresentando uma maior facilidade na compreensão de conceitos matemáticos, em particular a adição.

Após a análise dos dados presentes na tabela 5, evidencia-se a existência de diferenças, estatisticamente significativas, entre a pré e pós-intervenção ao nível da AM ($t(23) = 2.557$; $p = 0.018$; $d = 0.594$; dimensão de efeito elevado), sendo ainda de destacar o valor da média pré e pós-intervenção.

Tabela 5. Estatística descritiva e comparação Pré e Pós-Intervenção AM

	M	DP	t	p	d
Pré	15.98	4.01	2.557	0.018	0.594
Pós	13.92	2.87			

6.3. Relação entre autorregulação da aprendizagem e autoeficácia matemática

Antes da intervenção, existe uma associação estatisticamente significativa, linear e negativa, entre a percepção dos alunos sobre AA e AM ($r_p = -0.674$; $p = 0.001$; intensidade grande). Como é uma associação negativa, é possível verificar que quanto mais elevado é o valor médio de resposta ao questionário AA, menor é o valor médio obtido sobre a percepção de AM. Dado que as escalas são invertidas, de acordo com a respetiva explicação na secção 3.5, isto significa que quanto mais o aluno planifica, executa e avalia o que está a aprender maior é a competência que o aluno percebe para a execução de determinadas tarefas, que envolvem conceitos matemáticos.

Na fase pós-intervenção, a relação entre a percepção dos alunos sobre AA e AM, mantém a tendência da fase pré-intervenção, isto é, existe uma associação estatisticamente significativa,

linear e negativa, ($r_p = -0.402$; $p = 0.049$; intensidade moderada). De forma similar à fase pré-intervenção, pode-se referir que quanto mais o aluno planifica, executa e avalia o que está a aprender maior é a competência que o aluno percebe para a execução de determinadas tarefas, que envolvem conceitos matemáticos.

7. Discussão

Com este estudo, pretende-se analisar o contributo da intervenção proposta ao nível da percepção dos alunos de uma turma do 1.º ano do 1.º CEB, relativamente à AA e à AM.

No que diz respeito à AA, tendo em conta os itens Q3, Q4, Q7, Q9, é de realçar que os alunos revelaram um aumento dos hábitos de trabalho e uma alteração do seu comportamento, relativamente à reflexão sobre as suas notas, à sua capacidade de aprendizagem, ao ambiente de estudo e ao gosto pela compreensão do significado dos conteúdos de aprendizagem. Através dos dados recolhidos, os alunos evidenciam melhorias nas três dimensões da AA, planificação, execução e avaliação. Isto indica que, aquando da realização de uma tarefa, os alunos utilizam o feedback do desempenho anterior para melhorar o desempenho futuro, estabelecem objetivos, procuram por ajuda, autoavaliam-se, entre outros. Tal como referem Lourenço e Paiva (2017b), estes resultados surgem devido ao aumento da percepção da AA, com o qual os alunos passam a considerar mais útil: a organização do estudo, superação de dificuldades através da ajuda de professores e colegas, entre outros aspetos. Ademais, as características da plataforma podem ter influência, uma vez que o uso intenso da plataforma, tanto na sala de aula como fora dela, está associado a um aumento da motivação, autorregulação e gratificação, devido ao feedback que é disponibilizado (Verdasca et al., 2020).

Relativamente à percepção de AM, existem melhorias significativas, como se pode verificar através dos itens Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 e Q7, o que revela que os alunos apresentam uma evolução no grau de dificuldade, revelando maior facilidade em aspetos como identificar conceitos matemáticos, efetuar cálculo mental e resolver operações aritméticas, recorrendo a desenhos/esquemas, o que poderá estar influenciado pela AA (Campos et al., 2021).

No que diz respeito à relação entre AA e AM, pode destacar-se que o facto de a percepção da AA aumentar à medida que a percepção de AM aumenta, comprova a relação benéfica que existe entre AA e AM (Lourenço & Paiva, 2017a). Tendo em conta o que foi referido, o sucesso escolar deriva, então, da aliança da AA e AM (Campos et al., 2021; Rosário et al., 2010b).

O cenário de aprendizagem desenvolvido clarificou o que seria esperado por parte dos alunos assim como do professor, uma vez que foi evidente o motivo da intervenção, sendo um reflexo das necessidades sentidas pelo professor (Matos, 2014; Silva et al., 2021). Relativamente às sessões

decorridas como uma aula exploratória, o professor procurou gerir as interações dos alunos, orientando o discurso, de modo a existir desenvolvimento matemático (Canavarro et al., 2012). Relativamente à plataforma, esta foi utilizada como um recurso para aprender e para desenvolver o pensamento dos alunos, tendo sido selecionada pelas características que apresenta, como as recompensas virtuais ou o feedback constante que motiva a resolução das tarefas pelos alunos, proporcionando uma maior adesão, uma melhoria das aprendizagens e um aumento da autoconfiança (Verdasca et al., 2020).

Com o culminar de todos os aspetos referidos e o desempenho de um papel ativo por parte do aluno, pode concluir-se que a intervenção proporcionou resultados positivos na perceção dos alunos sobre a AA e a AM, no pós-intervenção.

8. Conclusão

No início deste capítulo foi referida a necessidade de se efetivar um estudo cujo objetivo era analisar o desenvolvimento da AA e AM usando recursos digitais, especificamente, a *applet CalcRapid*, da plataforma *Hypatiamat*. Nesta sequência, foi formulada uma questão de investigação, nomeadamente - será que a intervenção pedagógica edificada no âmbito do desenvolvimento do cálculo mental com recurso à *applet CalcRapid* da plataforma *Hypatiamat* promoveu melhorias significativas na perceção dos alunos sobre AA e AM?

Tendo em conta os resultados apresentados e os objetivos cumpridos, pode afirmar-se que a intervenção pedagógica edificada com recurso à *applet CalcRapid* da plataforma *Hypatiamat* proporcionou melhorias significativas em relação à AA e AM do aluno ao nível do cálculo mental, entre o momento pré e pós-intervenção, evidenciando que a intervenção produziu efeito na perceção dos alunos sobre a AA e a AM.

Este tipo de intervenção pedagógica exige uma preparação prévia por parte do professor, analisando todos os aspetos envolvidos e realizando uma orquestração instrumental eficaz, de forma que o aluno desenvolva a sua autonomia, exista uma ligação entre o artefacto digital e o conhecimento matemático, entre outros aspetos (Costa et al., 2021). O professor deve criar uma estratégia que envolva os alunos no processo de aprendizagem, dando as mesmas oportunidades a todos.

Relativamente à plataforma *Hypatiamat*, esta permite uma mediação por parte do professor, uma vez que são disponibilizados dados sobre o trabalho desenvolvido por cada aluno. Assim, ao longo da intervenção pedagógica, os alunos tinham oportunidade de manipular a *applet*, em casa e na escola, contribuindo assim para o desenvolvimento da AA e da AM.

O cenário de aprendizagem elaborado com recurso à plataforma *Hypatiamat* permitiu que os alunos aumentassem a sua perceção de AA e AM, proporcionando um maior sucesso escolar, tendo, ainda em consideração, as características da plataforma, como o feedback imediato, que influenciaram os resultados. O sucesso escolar proporcionado pela *applet CalcRapid* vai ao encontro de estudos realizados com outros recursos da plataforma *Hypatiamat*, nomeadamente, Hortênsio (2020), Pires (2021), Santos (2021), Serra (2021) e Verdasca et al. (2020).

Em suma, os contributos do estudo são: proporcionar um cenário de aprendizagem com recurso à *applet CalcRapid* da plataforma *Hypatiamat*, desenvolvendo a perceção dos alunos sobre a AA e a AM.

Durante o estudo, foram notadas algumas limitações como a dificuldade no acesso à internet e a falta de recursos tecnológicos, levando a uma gestão mais rigorosa do tempo. A situação pandémica COVID-19 limitou o estudo, não existindo oportunidade de desenvolver aprendizagem colaborativa. Tendo em conta a idade dos alunos, o facto das escalas dos questionários serem invertidas, dificultou a realização dos mesmos.

Como recomendação para futuros estudos, sugere-se que o estudo seja replicado com participantes de outros anos de escolaridade, recorrendo a outros recursos disponibilizados pela plataforma. Além disso, este estudo poderá ser o ponto de partida para um estudo semelhante, no qual todos os alunos tenham acesso ao computador/tablet ao mesmo tempo, tendo oportunidade de manipular a *applet* e a plataforma *Hypatiamat* durante mais sessões e ao longo de um ano letivo completo.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho também contou com os apoios do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020) e da Associação Hypatiamat.

Referências bibliográficas

Adesola, S., & Li, Y. (2018). The Relationship between Self-regulation, Self-efficacy, Test Anxiety and Motivation. *International Journal of Information and Education technology*, 8(10), 759-763.

- Alegre, A. (2014). Academic self-efficacy, self-regulated learning and academic performance in first-year university students. *Propósitos y Representaciones*, 2 (1), 79-120.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147.
- Brito, I. (2018). *Refletindo sobre a Prática Pedagógica em Educação de Infância e 1.º CEB: estratégias de cálculo mental de alunos do primeiro ano do 1.º CEB* [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais.
- Buys, K. (2008). Mental arithmetic. In M. Heuvel-Panhuizen (Ed.), *Children learn mathematics* (pp. 121-146). Rotterdam: The Netherlands: Sense Publishers.
- Campos, L., Domingos, L., Santana, C., Zanatta, C., Chagas, E., & Lucena, H. (2021). Memória, autorregulação e autoeficácia no desempenho da aprendizagem. *Revista Científica Multidisciplinar*, 2 (3), 457- 475.
- Canavarro, P., Oliveira, H., & Menezes, L. (2012). *Práticas de ensino exploratório da matemática: o caso de Célia*. In Canavarro, P., Santos, L., Boavida, A., Oliveira, H., Menezes, L., & Carreira, S. (Orgs), *Actas do Encontro de Investigação em Educação Matemática 2012: Práticas de Ensino da Matemática*. Portalegre: Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática. <http://hdl.handle.net/10451/7041>
- Carvalho, R. (2016). *Cálculo Mental com Números Racionais: um estudo com alunos do 6.º ano de escolaridade* [Tese de doutoramento]. Universidade de Lisboa.
- Carvalho, R., & Ponte, J. (2019). Cálculo mental com números racionais e desenvolvimento do sentido de número. *Quadrante*, 28 (2), 53-71.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). New York: Routledge.
- Costa, C., Cabrita, I., Martins, F., Oliveira, R., & Lopes, J.B. (2021) Qual o papel dos artefactos digitais no ensino e na aprendizagem de matemática?. In V., Santos, I., Cabrita, T B., Neto, M. M., Pinheiro, & J. B., Lopes (Eds.), *Matemática com vida: diferentes olhares sobre a tecnologia*.
- Direção-Geral de Educação [DGE] (2018). *Aprendizagens essenciais: articulação com o perfil dos alunos*. Lisboa: MEC.
- Ferreira, E. (2012). *O desenvolvimento do sentido de número no âmbito da resolução de problemas de adição e subtração no 2.º ano de escolaridade* [Tese de doutoramento]. Universidade de Lisboa.
- Frison, L. (2016). Autorregulação da aprendizagem: abordagens e desafios para as práticas de ensino em contextos educativos. *Revista de Educação PUC – Campinas*, 21 (1), 1 -17.

- Graham, S. (2022). Self-efficacy and language learning – what it is and what it isn't. *The Language Learning Journal*, 50 (2), 186-207. <https://doi.org/10.1080/09571736.2022.2045679>
- Hopkins, K. D., Hopkins, B. R., & Glass, G. V. (1996). Correlation: concept and computation/relationships between two variables. *Basic Statistics for the Behavioral Sciences*. 3rd ed. Boston, Allyn & Bacon, 88-106.
- Hortênsio, A. (2020). *A Influência da Plataforma Hypatiamat na Resolução de Situações Problemáticas Envolvendo a Adição e a Subtração* [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2021). Digital tools and paper-and-pencil in solving-and-expressing: how technology expands a student's conceptual model of a covariation problem. *Journal on Mathematics Education*, 12 (1), 113-132.
- Lopes, J.B., & Costa, C. (2019). Digital Resources in Science, Mathematics and Technology Teaching – How to Convert Them into Tools to Learn. In: Tsitouridou, M., A. Diniz, J., Mikropoulos, T. (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 243-255). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_18
- Lourenço, A. (2008). *Processos auto-regulatórios em alunos do 3.º ciclo do ensino básico: contributos da auto-eficácia e da instrumentalidade* [Tese de Doutoramento]. Universidade do Minho.
- Lourenço, A., & Paiva, O. (2017a). A essencialidade da autoeficácia para a aprendizagem autorregulada. *Educação e Filosofia*, 31 (61), 283-320.
- Lourenço, A., & Paiva, O. (2017b). Variáveis preditivas do rendimento escolar. *Atas dos Dias da Investigação na UFP* (pp.602-618). Gabinete de Relações Internacionais e Apoio ao Desenvolvimento Institucional.
- Martins, N., Sampaio, P., Costa, C., & Martins, F. (2017). A perceção do M-TPACK de futuros professores: um estudo exploratório. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, E. Silva, & C. Teixeira (Eds.), *Atas do 2.º Encontro internacional de formação na docência, INCTE 2017* (pp. 74-86). Bragança, Portugal: Instituto Politécnico de Bragança.
- Matos, J. (2014). *Princípios Orientadores para o Design de Cenários de Aprendizagem*. Lisboa: Instituto de Educação, Universidade de Lisboa. http://ftelab.ie.ulisboa.pt/tel/gbook/wp-content/uploads/2017/05/cenarios_aprendizagem_2014_v4.pdf
- Ministério da Educação [ME] (2017). *Perfil dos Alunos À Saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

- Ministério da Educação [ME] (2021). *Aprendizagens Essenciais: Matemática*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação
- Marôco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (3.ªed.). ReportNumber.
- Moura, S. (2016). *O jogo na superação de dificuldades na Matemática e na Expressão Plástica: Uma reflexão no âmbito da prática de estágio na Educação Pré-Escolar e no 1.º Ciclo do Ensino Básico* [Dissertação de Mestrado, Universidade dos Açores]. Repositório da universidade dos Açores. <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/4451/1/DissertMestradoSandraFatimaRaposCoutoMoura2017.pdf>
- Pestana, M., & Gageiro, J. (2014). *A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Sílabo.
- Pinto, R. (2014). *As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia* [Tese de Doutoramento]. Universidade do Minho.
- Pinto, R., Loff, D., Maia, E., & Martins, J. (2022, abril 19). *Plataforma Hypatiamat*. [Página na www]. Consultado em <https://www.hypatiamat.com>
- Pires, D. (2021). *Adição de Números Naturais usando a Plataforma Hypatiamat* [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Piscalho, I., & Veiga Simão, A. M. (2014). Promover competências autorregulatórias da aprendizagem nas crianças dos 5 aos 7 anos – perspetivas de investigadores e docentes. *Interações*, 10 (30), 72-109.
- Ponte, J. P. (2017). Discussões coletivas no ensino-aprendizagem da Matemática. In GTI (Ed.), *A prática dos professores: Planificação e discussão coletiva na sala de aula* (pp. 33-56). Lisboa: APM.
- Räisänen, M., Postareff, L., & Lindblom-Ylänne, S. (2016). University students' self- and co-regulation of learning and processes of understanding: A person-oriented approach. *Learning and Individual Differences*, 47, 281-288.
- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M. O., Núñez, J. C., González-Piende, J., & Valle, A. (2010a). Inventário de processos de auto-regulação da aprendizagem (IPAA). In M. M. Gonçalves, M. R. Simões, L. S. Almeida & C. Machado (Eds.), *Avaliação Psicológica. Instrumentos validados para a população portuguesa* (pp. 159-174), Volume IV, Coimbra: Almedina.
- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M., Núñez, J., González-Piende, J., & Valle, A. (2012). Autoeficacia y utilidad percebida como condiciones necesarias para un aprendizaje académico autorregulado. *Anales de Psicología*, 28 (1), 37-44. <https://www.redalyc.org/pdf/167/16723161005.pdf>

- Rosário, P., Nunes, T., Magalhães, C., Rodrigues, A., Pinto, R., & Ferreira, P. (2010b). Processos de auto-regulação da aprendizagem em alunos com insucesso no 1.º ano de Universidade. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 14 (2), 349-458. <http://hdl.handle.net/1822/13962>
- Sander, G. (2018). *Um estudo sobre a relação entre a crença de autoeficácia na resolução de tarefas numéricas e o sentido de número de alunos do ciclo de alfabetização [Tese de Doutoramento]*. Universidade Estadual Paulista.
- Santos, J. (2021). *O uso da Plataforma Hypatiamat no desenvolvimento do sentido aditivo da multiplicação [Dissertação de Mestrado]*. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Serra, A. (2021). *O uso da plataforma Hypatiamat e de artefactos concretos na compreensão dos números racionais não negativos [Dissertação de Mestrado]*. Escola Superior de Educação de Coimbra.
- Silva, R., Martins, F., Costa, C., Cravino, J., & Lopes, J. L. (2021). Learning Scenario to Promote Comprehension of the Meaning of Subtraction. *Education Sciences*, 11 (12).
- Teixeira, R., & Rodrigues, M. (2017). *O desenvolvimento de estratégias de cálculo mental: um estudo no 1.º ciclo do Ensino Básico [Comunicação]*. III Encontro de Mestrados em Educação e Ensino. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.21/9178>
- Verdasca, J., Neves, A., Fonseca, H., Fateixa, J., Procópio, M., & Magro-C, T. (2020). *Melhorar Aprendizagens em Matemática pelo Uso Intencional de Recursos Digitais* (1ª ed.). ME/PNPSE. <https://pnpse.min-educ.pt/estudo4>
- Zimmerman, B. (2013). From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. *Educational Psychologist*, 48 (3), 135-147.

Capítulo 4

Metodología de anotaciones multimedia en la formación inicial de docentes de matemáticas

Francisco José Ruiz Rey

Universidad de Málaga

fruizrey@uma.es

Silvia Moral Sánchez

Universidad de Málaga

silviamoral@uma.es

Violeta Cebrián Robles

Universidad de Extremadura

vcebrian@unex.es

Ana Belén Pérez Torregrosa

Universidad de Málaga

anabpt@uma.es

1. Introducción

La utilización del vídeo para el análisis y la reflexión docente en la formación inicial y permanente de los profesionales de la educación de todas las áreas, y en especial de la enseñanza de las matemáticas, alberga una importante literatura (Borko, 2016; Llinares, 2007; Siry, 2014) que pretende principalmente capacitar en la observación de la propia aula mediante los vídeos (Star & Strickland, 2007). Los cambios producidos en las tecnologías del vídeo al convertirse en digital han acelerado nuevas opciones y metodologías dentro de este área temática de formación de la enseñanza en matemáticas, tanto en experiencias innovadoras como en investigaciones abiertas por las nuevas posibilidades que ofrecen las tecnologías emergentes de las anotaciones de vídeo para estas metodologías de formación inicial (Zaier et al., 2021) y permanente de docentes (Van Es, 2012), permitiendo ralentizar con el vídeo la práctica de enseñanza para analizar el objetivo que desean mejorar (Suh et al., 2021). Esto permite una estrategia de formación y desarrollo profesional dado que parte del principio de la colaboración entre los docentes, y la importancia de tomar decisiones en la práctica se basa en el análisis y aprendizaje de la misma. Este enfoque de formación ha sido incrementado con el uso de las tecnologías debido a la pandemia de la Covid19 fomentando el uso de aprendizaje permanente mediante redes de formación (Ruiz-Rey, 2021b; Tanu-Wijaya, 2021), la simulación para la argumentación matemática (Codreanu et al., 2019) ... entre otras recientes. Igualmente, también comienzan a aparecer experiencias para investigar tales prácticas formativas y mejorar las clases con metodologías conocidas con el intercambio de análisis y estudio sobre las propias clases, como así realiza la metodología de “Estudio de la lección” -*Lesson Study*- con anotaciones de vídeo (Huang et al., 2019).

1.1. Objetivos

El presente trabajo pretende adentrarnos en los avances y tecnologías emergentes de las vídeo anotaciones para la formación inicial y permanente de los docentes en matemáticas de todos los niveles. Además de recoger una fundamentación sobre la utilización de los vídeos digitales y las anotaciones de vídeo en la formación inicial y permanente de dichos docentes, se exponen tanto las posibilidades y funciones como herramientas que pueden encontrarse actualmente en Internet. Termina el trabajo con diversos ejemplos de utilización de las vídeo anotaciones en la formación de docentes de matemáticas.

2. Anotaciones de vídeo

Las anotaciones multimedia nos permiten realizar notas sobre un contenido con independencia del formato (texto, imagen, sonido o vídeo), pudiendo crear sobre él una apreciación o comentario, ampliar información, detectar un dato de interés, etc. Entre las posibilidades de las anotaciones multimedia, en este estudio nos hemos centrado en las anotaciones de vídeo. Estas nos permiten crear una anotación sobre un intervalo concreto dentro de un vídeo. Y, además, añadir una etiqueta a esa anotación que nos facilite posteriormente el estudio de los resultados según el etiquetado. De esta forma, podremos analizar y trabajar con el alumnado un contenido a través de un vídeo elaborando anotaciones que podrán ser visibles solo para el docente, o para todo el grupo clase, según sea una actividad individual o en equipo que requiera de la lectura y respuesta de anotaciones creadas por otros compañeros.

Las anotaciones de vídeo están siendo utilizadas en diversas estrategias en la formación inicial como la utilización para la reflexión de las prácticas, en las exposiciones del primer día de clase para explicar los objetivos programáticos con vídeo guías, para compartir interpretaciones y observaciones sobre situaciones reales, para analizar los modelos de enseñanza implícitos en las vídeo experiencias, etc. (Cebrián-de-la-Serna et al., 2021; Pérez-Torregrosa et al., 2017; Roller, 2016; Ruiz et al., 2021a).

2.1. Etiquetas sociales

Cuando realizamos anotaciones en un vídeo tenemos la oportunidad de añadir información, seleccionar o reflexionar sobre el contenido de un fragmento concreto del vídeo que posibilita consultar y recuperar la información disponible en el vídeo fácilmente. Las anotaciones realizadas en un vídeo pueden contar con una serie de etiquetas sociales que mejoren su eficacia. Las etiquetas permiten clasificar el contenido por categorías añadiendo palabras o conceptos clave a un vídeo y compartirlo con el resto de participantes (estudiantes, docentes) que interactúan con el vídeo. Los estudiantes o docentes pueden crear sus propias etiquetas o utilizar etiquetas disponibles que hayan sido creadas por el docente. Entre las ventajas de las etiquetas se pueden señalar el uso de la misma etiqueta muchas veces en un mismo vídeo, así como, utilizar varias etiquetas. Concretamente, en el contexto educativo las etiquetas pueden tener varias funciones y usarse con diferentes estrategias para el aprendizaje significativo y creativo (Caamaño & González-Sanmamed, 2015):

- La categorización como estrategia de organización de contenido: es importante para el estudiante ser capaz de organizar el contenido de un vídeo, pero también debe practicar clasificar

la información que recibe del vídeo según sus propias categorías. Esto implica que el propio estudiante vaya desde conceptos simples a categorías más generales creando y aplicando las categorías en la información que obtiene del vídeo.

- Establecer palabras clave sobre el vídeo: cuando los estudiantes destacan los conceptos clave de un vídeo deben realizar un análisis detenido de sus elementos y comprender su contenido para sintetizar los aspectos más importantes. Además, señalar las palabras clave puede exigir a los estudiantes un proceso reflexivo sobre los conceptos relevantes del vídeo que no se encuentran explícitamente y son fruto de un visionado consciente de búsqueda de significado entre los distintos elementos del vídeo, por una parte, y el esquema mental previo en el que deben integrar los nuevos hallazgos de significado, por otra.

- Anotaciones para la expresión de la creatividad: cuando los estudiantes anotan lo que el vídeo les sugiere al escribir la etiqueta. Esto nos puede permitir conocer contenidos emocionales que serán muestra de las reacciones del grupo de estudiantes ante un mismo vídeo, se pueden incluir en las etiquetas palabras referidas a la creatividad de los estudiantes.

Las funciones de las etiquetas pueden ser muy distintas y su uso para el aprendizaje muy concreto, por lo que deben adaptarse al contexto donde se integren y objetivos didácticos que se pretendan.

Las anotaciones de vídeo y uso de etiquetas no sólo pueden utilizarse con un propósito educativo, también pueden ofrecer diferentes funciones en la investigación cuantitativa y cualitativa como muestran recientes estudios centrados en la formación docente. En recientes estudios se analizan varias metodologías que muestran nuevas posibilidades que ofrecen las anotaciones multimedia, como el estudio de Zaier et al. (2021), que examina la calidad de la auto-retroalimentación y la retroalimentación entre pares de futuros docentes de secundaria utilizando anotaciones de vídeo. Concretamente, los futuros docentes compartían su grabación de vídeo impartiendo docencia en la herramienta Teachscape. Los vídeos eran evaluados por sus compañeros y autoevaluados por ellos, ambos disponían de una rúbrica para evaluar e identificar los indicadores en el vídeo con etiquetas y justificar su elección en la anotación. Los autores analizaron cualitativamente el resultado de las anotaciones y etiquetas permitiéndoles concluir que, tanto en las autoevaluaciones como en las evaluaciones entre pares, no aportaron pruebas de los vídeos utilizando las anotaciones para apoyar sus afirmaciones. Las únicas pruebas aportadas eran de carácter descriptivo, superficiales y no vinculadas directamente a las prácticas y actividades observadas en el vídeo.

Otro estudio en la formación docente inicial centrado en la metodología de vídeo anotaciones es el de Cebrián-Robles et al. (2021), que describe el análisis y la discusión de un vídeo sobre el activismo. Los futuros docentes de educación primaria después de visualizar el vídeo realizan anotaciones mediante la herramienta CoAnnotation y utilizan tres etiquetas: “problema”, “solución” y “mejoras en el vídeo” para reflexionar en las anotaciones sobre dichos contenidos del vídeo. Los autores analizan cuantitativamente (por ejemplo, frecuencia de anotaciones y etiquetas o concentración de anotaciones) y cualitativamente (análisis de contenido) las anotaciones mediante un sistema de categorías. Los autores concluyen que realizar anotaciones ayuda a los futuros docentes a analizar y reflexionar más detenidamente sobre los aspectos abordados en el vídeo, así como a los docentes a proporcionarles un mejor conocimiento de la visión del alumnado sobre los contenidos del vídeo.

También encontramos experiencias en la formación permanente, por ejemplo, Suh et al. (2021) llevan a cabo una novedosa metodología de “Estudio de la lección” con anotaciones de vídeo. El objetivo de este estudio fue examinar el proceso de enseñanza de docentes de matemáticas, así como los patrones de interacción entre los docentes y sus compañeros cuando participan en el estudio de lecciones basado en vídeo. Cada docente subió el vídeo de una lección a la herramienta de anotaciones de vídeo GoReact, que permitió a los compañeros realizar anotaciones en el vídeo. En este estudio los autores utilizaron un diseño cualitativo para examinar los comentarios de los docentes sobre sus propios vídeos, así como los comentarios de sus compañeros. En el estudio se concluye que los profesores reflexionaban en las anotaciones sobre la aplicación de su propia práctica con comentarios positivos y autocríticos, tuvieron la oportunidad de verse a sí mismos y ver cómo otros colegas experimentaron retos similares con estudiantes, y esta coincidencia parece propiciar una red de apoyo entre docentes.

Estos estudios aportan estrategias de formación de docentes con vídeo anotaciones usando diversas herramientas que tienen como nexo común la posibilidad de subir y anotar videos fácilmente. Los tres estudios muestran experiencias innovadoras y animan a los docentes e investigadores a continuar indagando en las metodologías utilizadas dado los resultados obtenidos.

2.2. Herramientas de anotaciones de vídeo

Desde un punto de vista técnico, utilizar vídeo anotaciones en la formación inicial y permanente significa dotar de mayor flexibilidad, rapidez, facilidad, interactividad... para el análisis,

documentación y registro de las metodologías de formación como de investigación de los docentes e investigadores sobre las prácticas de aula. El aumento del número de herramientas para anotar sobre el vídeo analizado ha sido exponencial, en crecimiento con el auge de las plataformas LMS, en algunos casos incorporando estas herramientas dentro como fuera de dichas plataformas o campus virtuales de las instituciones. En el segundo caso, herramientas externas a los campus virtuales, las plataformas de anotaciones de vídeo son más específicas y ambiciosas, ofreciendo multitud de funciones para el análisis de los vídeos, como el compartir y volcar los resultados de dichos análisis para su estudio estadístico con SPSS y otras herramientas de investigación cualitativa como, por ejemplo, Atlas.ti, Nvivo o MaxQDA.

En la Tabla 1 presentamos las herramientas de vídeo más conocidas y utilizadas en la literatura especializada en educación, una vez realizado un estudio de revisión sistemática de literatura usando el Método Prisma (Page et al., 2020) se obtienen 42 artículos encontrados entre 2018-2022 y en las bases de datos de Wos, Eric y Scopus. En este cuadro, listamos las herramientas de dicho estudio con su dirección, aplicando a dicho listado las funciones siguientes: Posibilidad de anotar sobre el mismo vídeo o segmento de vídeo, creación de etiquetas, posibilidad o no de integrarse en plataformas virtuales institucionales tipo LMS (Moodle, Sakay, etc.), elaborada por equipos de investigación y desarrollo de docentes, orientada y experimentada en la formación de docentes y, sobre todo, la posibilidad de exportar dichos datos para su estudio estadístico y cualitativo. Una vez aplicadas dichas funciones hemos creado una nube de palabras en la Figura 1 donde podemos ver las herramientas de más a menos interesantes para la formación inicial y permanente de docentes.

Tabla 1. Herramientas de vídeo más conocidas.

Herramientas	Url
360º	http://online360video.education/
GoReact	https://get.goreact.com/
Annoto	https://www.annoto.net/
Ivídeo	www.ivideo.education
Ed Puzzle	https://edpuzzle.com/

Herramientas	Url
CoAnnotation	https://CoAnnotation.com/
Anvil	https://www.anvil-software.org/
Cirrus	https://cirrus.austlit.edu.au/
Collaborative Lecture Annotation System (CLAS)	https://clas.ubc.ca/ https://acortar.link/3aw5jt
YouTube	YouTube.com
Coh-Metrix	http://cohmetrix.com/
VídeoAnt	https://ant.umn.edu/
SWITCHcast	https://www.switch.ch/services/cast/
Viddler	https://www.viddler.com/
H5P	https://h5p.org/

- La herramienta permite responder preguntas planteadas en las anotaciones realizadas por los participantes en el vídeo. Esto permite establecer un diálogo con los docentes o el resto de participantes.



Figura 2. Pantalla principal de CoAnnotation y sus funciones principales.

3. Buenas prácticas de metodología de anotaciones multimedia en la formación docente inicial en matemáticas

3.1. Experiencia de anotaciones interactivas en vídeos con H5P en didáctica de la geometría en el Grado de Educación Primaria

H5P es una herramienta versátil para la creación de contenidos interactivos basados en HTML5, gratuita, abierta e integrable en entornos Moodle. Esta herramienta permite la integración de contenido interactivo sobre vídeos en forma de anotación con los que el estudiante puede interactuar. Estas anotaciones pueden ser en forma de acordeón, agamotto, tipo verdadero o falso, opciones múltiples, crucigramas, dictados, preguntas cualitativas entre otras, incluso se pueden crear vídeo 360º con aplicaciones de imágenes 3D como muestra la Figura 3.

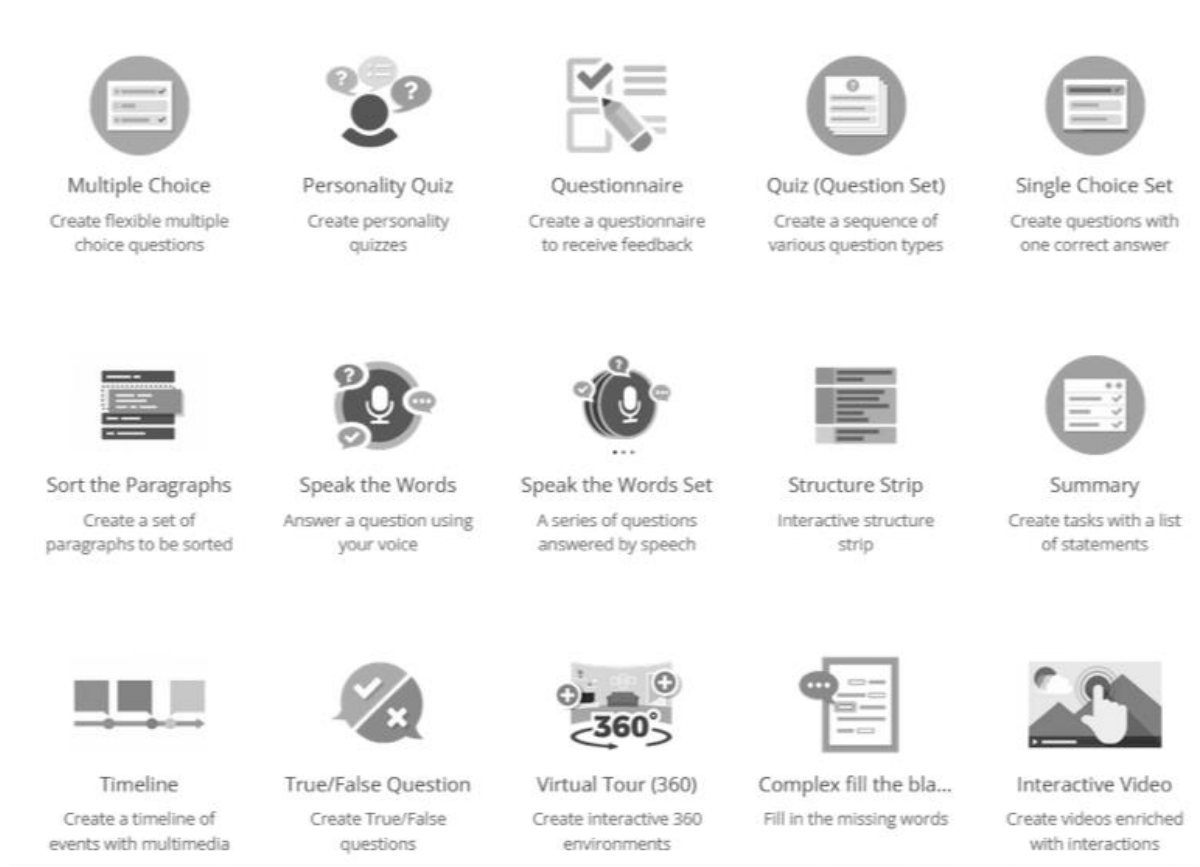


Figura 3. Algunos ejemplos del tipo de contenido interactivo integrable como anotaciones de vídeo.

Fuente <https://h5p.org/>

El último año, el campus virtual de la Universidad de Málaga ha integrado la herramienta H5P como una de las opciones accesibles desde la interfaz a alto nivel de usuario para usarla a la hora de crear, reutilizar o compartir actividades o tareas.

Entre todas las posibilidades de formato que ofrece la herramienta, desde la página web oficial gratuita de H5P, ya que hay otra página de pago con otro tipo de plantillas y contenidos, existen multitud de plantillas gratuitas, entre ellas formato de vídeo para poder realizar anotaciones, de forma que se puede embeber sobre la plantilla del vídeo original vídeos sobre contenido matemático y configurarlo con las diferentes opciones que permite.

La experiencia con este tipo de anotaciones de vídeo se ha llevado a cabo en la asignatura de didáctica de la geometría en el tercer curso del Grado de Educación Primaria. En ella han participado 50 estudiantes que han interactuado con las anotaciones predeterminadas creadas a lo largo de vídeos de elaboración propia sobre algunos de los contenidos de la asignatura. Aunque los vídeos pueden ser editados por cualquier usuario, necesitan un soporte de entorno Moodle

para poder interactuar con sus anotaciones, por lo que se requiere permisos de integración en dicho entorno como los que tienen los docentes en el campus virtual de la Universidad de Málaga. El objetivo de esta experiencia, por tanto, es potenciar el uso de H5P para favorecer el aprendizaje interactivo del alumnado a través de vídeos y a su vez actuar como soporte para la docencia y el desarrollo de la competencia digital del profesorado.

La interacción con los vídeos estuvo orientada a la preparación del cuestionario final de la asignatura, de forma que el vídeo se refería al contenido concreto de diferentes cuestiones de la geometría plana y tridimensional como se puede observar en la Figura 4.

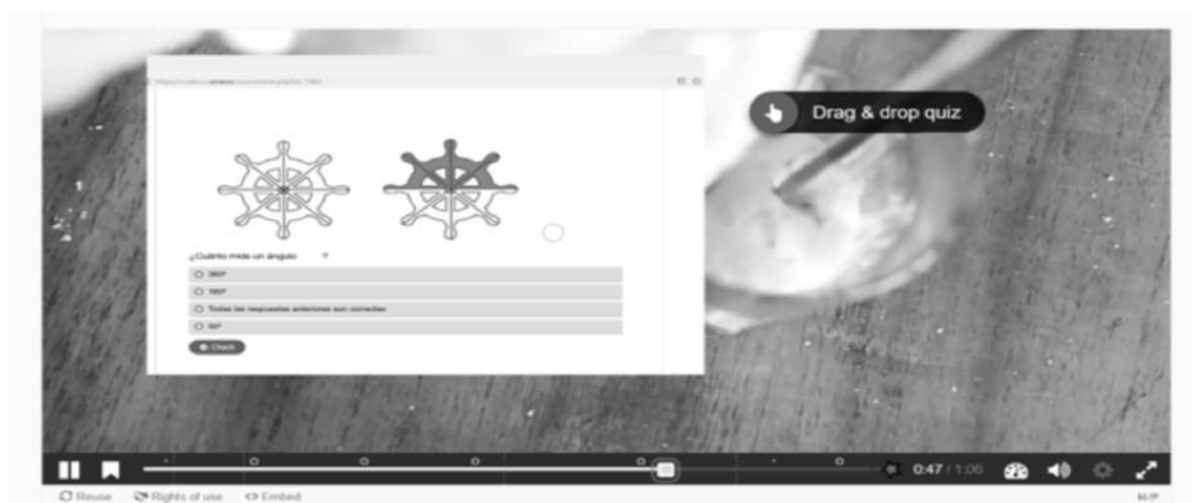


Figura 4. Ejemplo de vídeo con anotaciones interactivas con la herramienta H5P.

Al ir visualizando el vídeo se van mostrando las preguntas en formatos de opción múltiple o de pregunta cualitativa, aunque podrían ser otros formatos, en los que los estudiantes podían responder y obtener una retroalimentación de la respuesta de forma automática, ejerciendo a su vez de preguntas de control de la visualización de los vídeos por parte del profesorado.

En la asignatura se lleva a cabo una metodología con procesos gamificados utilizando en ocasiones estrategias de flipped learning, con lo cual las anotaciones interactivas en estos vídeos cumplen una doble función, por un lado, permiten obtener las puntuaciones en los procesos gamificados y, por otro, obtener la interacción del estudiante con el vídeo y las preguntas propuestas. También es importante ver el grado de adaptación, aceptación y motivación del alumnado frente a este tipo de anotaciones interactivas para observar si influyen en los procesos cognitivos de manera favorable e independiente. Los resultados preliminares muestran una buena aceptación por parte

del alumnado al formato y al hecho de que el vídeo muestre anotaciones interactivas y dinámicas para el aprendizaje de la didáctica de la geometría.

3.2. Experiencia en la formación inicial de docentes de secundaria

Planteamos aquí una experiencia que utilizó la herramienta de anotaciones de vídeo en la asignatura “Diseño y Desarrollo de Programaciones y Actividades Formativas” del Máster de Secundaria en la disciplina de Matemáticas en el curso académico 2017-18 (Ruiz & Cebrián, 2018). Se planteó a los estudiantes una tarea cuyo objetivo era la mejora de la competencia tecnológica junto con la creación de una comunidad profesional de aprendizaje alrededor de los vídeos. La tarea propuesta tenía 4 fases de desarrollo (hemos de reseñar que esta tarea se ha seguido implementado en cursos posteriores hasta este último curso en 2021-22, aunque aquí mencionamos la tarea original del curso mencionado):

- a) Edición, grabación y subida a YouTube de un vídeo motivador con contenido matemático de carácter curricular para Secundaria o Bachillerato.
- b) Creación, por parte del profesor de la asignatura, de un grupo denominado “Máster de Secundaria de Matemáticas” en el espacio <https://CoAnnotation.com> y envío de la pertinente invitación a participar en el grupo creado al alumnado.
- c) Subida de los vídeos creados por el estudiantado a la plataforma CoAnnotation.
- d) Generación de anotaciones de vídeo por parte del estudiantado.

Esta tarea se implementó en la asignatura en el curso mencionado con un grupo de 38 estudiantes que se dividieron en grupos de forma que se crearon los vídeos de forma colaborativa. La evaluación de la tarea consistía en la valoración de la calidad del vídeo, junto con la calidad de los comentarios realizados. La tarea tenía también como objetivo generar debate de carácter matemático alrededor de los diferentes vídeos para, posteriormente, analizar de forma cualitativa toda la información proporcionada en el debate. Previamente a la realización de la tarea, el profesor realizó un taller de dos horas sobre edición y creación de vídeo, además de explicar el acceso y uso de la herramienta CoAnnotation.

Algunos ejemplos de vídeos de los grupos de alumnos son los siguientes (hemos elegido ejemplos de varios cursos académicos):

- <https://bit.ly/3dONxiH>. Vídeo sobre figuras semejantes.
- <https://bit.ly/3dOq1lR>. Vídeo sobre vectores.

- <https://bit.ly/3Sx28yx>. Vídeo sobre integral definida.
- <https://bit.ly/3SfgweD>. Vídeo de Estadística, funciones y toma de decisiones.
- <https://bit.ly/3BNRUmb>. Vídeo de trigonometría.

En la Figura 5, se observa uno de estos vídeos en CoAnnotation con los comentarios de los estudiantes:

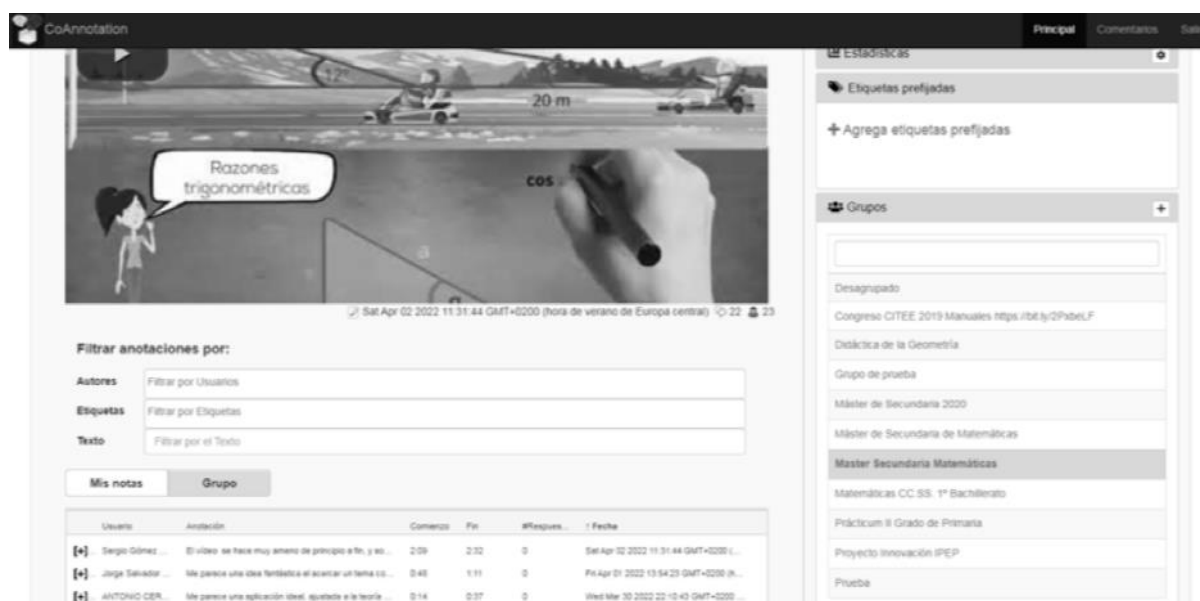


Figura 5. Vídeo de trigonometría de estudiantes del Máster en CoAnnotation.

La experiencia didáctica descrita pone en valor el uso de la herramienta CoAnnotation en contextos educativos universitarios, pudiendo ser extendida a otras asignaturas y situaciones de carácter didáctico. Los vídeos creados por los grupos de estudiantes son de alta calidad (muchos de ellos han sido creados con la herramienta libre Powtoon) y pueden ser utilizados para introducir contenidos de matemáticas de forma motivadora. Por otra parte, mediante la herramienta de anotaciones se fomenta el debate de forma colaborativa alrededor de los vídeos y se generan espacios de investigación tanto cualitativa como cuantitativa, usando las posibilidades que proporciona la herramienta con los gráficos de resultados. Tampoco podemos olvidar que los estudiantes ven mejorada su competencia digital en todo el desarrollo de la tarea.

La metodología basada en el uso de las anotaciones de vídeos en entornos de la enseñanza de las matemáticas proporciona a estudiantes, profesores e investigadores un soporte interactivo adecuado que fomenta la colaboración y el debate. Se recomienda que se editen y creen vídeos de forma cuidadosa y rigurosa con los conceptos matemáticos que se quieren transmitir, pudiendo generarse vídeos de diferentes tipos como cognoscitivos, motivadores, modelizadores y lúdicos o

instructivos. Todo dependerá del estilo de enseñanza y del estilo de aprendizaje del creador del vídeo. En la Tabla 2, se recogen los diferentes tipos de vídeos y los relacionamos con los estilos de enseñanza y de aprendizaje:

Tabla 2. Tipos de vídeo y estilos de enseñanza y aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de vídeo educativo	Estilo de enseñanza que dominante en su creación y edición	Estilo de aprendizaje dominante en su creación y edición
Instructivo	Formal y estructurado	Reflexivo y teórico
Cognoscitivo	Funcional	Pragmático
Motivador	Abierto	Activo
Modelizador	Estructurado	Teórico
Lúdico o expresivo	Abierto	Activo

Para una mejor comprensión de la tabla recordemos las definiciones de estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza según algunos autores:

Según Keefe (1988), los Estilos de Aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje. En esta definición se indica la importancia de las preferencias de carácter sensorial y los rasgos fisiológicos como elementos que influyen en el estilo de aprender de cada individuo. Según Honey y Munford (1986) hay cuatro estilos de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático.

Respecto a los estilos de enseñanza, podemos definirlos como:

“categorías de preferencias y comportamientos de enseñanza que el docente exhibe habitualmente en cada fase o momento de la actividad de enseñanza que se fundamentan en actitudes personales que le son inherentes, en que han sido abstraídos de su experiencia

académica y profesional y en que tienen como referente los Estilos de Aprendizaje”. (Martínez, 2007).

El mismo autor nos indica que hay cuatro estilos de enseñanza: a) abierto, relacionado en el estilo de aprendizaje activo; b) formal, relacionado con el estilo de aprendizaje reflexivo; c) estructurado, relacionado con el estilo de aprendizaje teórico y d) funcional, relacionado con el estilo de aprendizaje pragmático. La herramienta Coannotation, gracias a su versatilidad y facilidad de manejo, permite integrar vídeos generados previamente con otras herramientas en los que se presenta la información de forma abierta (potenciando así el estilo activo), de manera formal y más reflexiva, con contenidos más teóricos, o bien, desde un enfoque funcional del contenido. La idea es generar vídeos con diferentes perspectivas y enfoques para presentar la información según diferentes estilos de enseñanza.

4. Referencias

- Borko, H. (2016). Methodological contributions to vídeo-based studies of classroom teaching and learning: a commentary. *ZDM Mathematics Education*, 48, 213-218, <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0776-x>
- Cebrián-de-la-Serna, M., Gallego-Arrufat, M. J., & Cebrián-Robles, V. (2021). Multimedia Annotations for Practical Collaborative Reasoning. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(2), 264–278. <https://doi.org/10.7821/naer.2021.7.664>
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., & Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of vídeos. *International journal of science education*, 43(15), 2457-2478. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060>
- Codreanu, E., Huber, S., Sommerhoff, D., Ufer, S., & Seidel, T. (2019, 18–20 de febrero). *Developing a vídeo-based simulation for pre-service teachers’ diagnostic skills concerning mathematical argumentation* [presentación]. REASON Winter School, Munich. <https://www.researchgate.net/publication/334204749>
- Honey, P., & Mumford, A. (ed.). (1986). *Using our Learning Styles*. Berkshire. Peter Honey.
- Huang, R., Takahashi, A., & da Ponte, J.P. (2019). Theory and practice of lesson study in mathematics around the world. In R. Huang, , A. Takahashi, and J. da Ponte (Eds), *Theory and Practice of Lesson Study in Mathematics. Advances in Mathematics Education* (pp. 3-12). Springer. https://doi: 10.1007/978-3-030-04031-4_1

- Jacobs, V.R., Lamb, L.L.C., & Philipp, R.A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.
- Keefe, J. W. (1988). *Profiling and Utilizing Learning Style*. NASSP.
- Llinares, S., & Valls, J. (2007). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37(3), 247-271. <https://doi.org/10.1007/s11251-007-9043-4>
- Martínez, P. (2007). *Aprender y enseñar. Los estilos de aprendizaje y enseñanza desde la práctica de aula*. Mensajero.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 71, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pérez-Torregrosa, A. B., Díaz-Martín, C., & Ibáñez-Cubillas, P. (2017). The Use of Video Annotation Tools in Teacher Training. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 458-464. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.090>
- Roller, S. A. (2016). What they notice in video: a study of prospective secondary mathematics teachers learning to teach. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(5), 477-498. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9307-x>
- Ruiz-Rey, F. J., & Cebrián-Robles, D. (2018). Anotaciones de video y estilos de aprendizaje en el Máster de Secundaria de Matemáticas. *VIII Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje* (pp. 678-692). Universidad del Atlántico. <https://cutt.ly/krPIpNt>
- Ruiz-Rey, F., Cebrián-Robles, V., & Cebrián-de-la-Serna, M. (2021a). Análisis de las video guías con anotaciones multimedia. *Campus Virtuales*, 10(2), 97-109. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/journal/19/6.pdf>
- Ruiz-Rey, F. J., Cebrián-Robles, V., & Cebrián-de-la-Serna. (2021b). Redes profesionales en tiempo de Covid19: compartiendo buenas prácticas para el uso de TIC en el prácticum. *Revista Practicum*, 6(1), 7-25. <https://doi.org/10.24310/RevPracticumrep.v6i1.12283>
- Santos-Caamaño, F. J., & González-Sanmamed, M. (2015). Una experiencia de aprendizaje con etiquetado social. *Revista De Estudios E Investigación En Psicología Y Educación*, 2(2), 95-100.

- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2007). Learning to observe: using vídeo to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9063-7>
- Siry, C. (2014). Facilitating Reflexivity in Preservice Science Teacher Education Using Vídeo Analysis and Cogenerative Dialogue in Field-Based Methods Courses. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(5), 481–508. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1201a>
- Suh, J., Gallagher, M. A., Capen, L., & Birkhead, S. (2021). Enhancing teachers' noticing around mathematics teaching practices through vídeo-based lesson study with peer coaching. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 10(2), 150–167. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-09-2020-0073>
- Tan, S., Wiebrands, M., O'Halloran, K., & Wignell, P. (2020). Analysing student engagement with 360-degree vídeos through multimodal data analytics and user annotations. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 593–612. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1835708>
- Tanu-Wijaya, T. (2021). How chinese students learn mathematics during the coronavirus pandemic. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 15, 1–16. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4950>
- Van Es, E. (2012). Using Vídeo to Collaborate around Problems of Practice. *Teacher Education Quarterly*, 103-116. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ989786.pdf>
- Zaier, A., Arslan-Ari, I., & Maina, F. (2021). The Use of Vídeo Annotation Tools and Informal Online Discussions to Explore Preservice Teachers' Self- and Peer-Evaluation of Academic Feedback. *Journal of Education*, 201(1), 19–27. <https://doi.org/10.1177/0022057420903269>

Capítulo 5

Análise do conhecimento didático em estatística de professores estagiários através de uma narração multimodal

Vanessa Cristina Brísido de Jesus

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

vanessacbj31@outlook.com

Rita Neves Rodrigues

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ECT

ritanevesrodrigues@hotmail.com

Maria do Céu Teixeira

Agrupamento de Escolas Eugénio de Castro, Centro Escolar Solum Sul

ceu3@sapo.pt

Virgílio Rato

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI

virgilor@esec.pt

Fernando Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, UNICID, ROBOCORP

Instituto de Telecomunicações

fmlmartins@esec.pt

1. Introdução

Atualmente é essencial proporcionar boas aprendizagens aos alunos, no entanto é preciso que os professores tenham bons conhecimentos (Ball et al., 2008; Pazuch et al., 2018; Ponte, 2012; Rodrigues & Ponte, 2020; Shulman, 1986). Esse conhecimento do professor é construído desde a sua formação inicial, como referem Rodrigues e Ponte (2020, p. 6) “o conhecimento didático do professor é elaborado desde os primeiros momentos de sua formação”. A formação inicial de professores “não pode ser encarada como verificação das dificuldades de ensino, mas sim como mediação, articulando a forma como o professor ensina e a forma como a criança aprende” (Mesquita & Machado, 2019, p. 43).

Neste contexto, o conhecimento do professor é determinante e fulcral para que o mesmo consiga fazer uma gestão do currículo, possibilitando decidir o que ensinar, quando ensinar e como ensinar. Desta forma concordamos com Duque e Martins (2017), quando referem que para uma escolha adequada de tarefas a propor é necessário um “conhecimento alargado, aprofundado e relacional do que se pretende ensinar” (p. 304).

O professor tem, nesta sequência, a função de promover um ambiente de aprendizagem em que os conteúdos lecionados sejam o mais próximo do contexto real, tornando-os, assim, mais significativos e úteis para os alunos (Costa et al., 2020). Neste sentido, existe um conjunto de fatores que dependem do contexto em que o professor irá intervir, em particular as técnicas que irá utilizar, como abordar e analisar os conteúdos.

Deste modo, perceber de que forma as aprendizagens matemáticas se podem tornar enriquecedoras é fundamental. Um instrumento que possibilita tal processo é a narração multimodal (NM) (Lopes et al., 2018), já que permite proceder à “recolha e tratamento de dados das próprias aulas” (Silva et al., 2019, p. 671), analisando, de seguida, a referida narração. Uma das potencialidades da NM é que possibilita ao professor refletir sobre a sua prática pedagógica, sobre os seus atos, ações, gestos e ideias, conduzindo a melhorias da sua prática (Pedrosa et al., 2018). Assim, é possível afirmar que a NM ajuda a descrever uma sequência de ensino credível, contribuindo para o processo de desenvolvimento profissional, ajudando à construção do professor reflexivo (Alarcão, 2011).

Tendo em vista a compreensão dos tipos de conhecimento que os professores deverão possuir a fim de potenciar as aprendizagens dos alunos, formulou-se a seguinte questão orientadora da investigação: Que tipos de conhecimento didático necessitam de ter os professores para promover aprendizagens de conteúdos de Organização e Tratamento de Dados (OTD)?

Nesta sequência, o presente artigo tem como objetivo analisar o conhecimento didático em estatística de estagiários a partir de uma NM.

2. Fundamentação teórica

2.1. Conhecimento didático do professor

Com o avançar do tempo, as concepções sobre a função do professor foram evoluindo (Arends, 2008). O professor passou a ser o elemento-chave na criação do ambiente que se vive na sala de aula, sendo um agente facilitador das aprendizagens dos seus alunos, que deve ser capaz de criar as melhores condições para que eles aprendam (Carvalho, 2017). Porém, para o desempenho de todas estas práticas pedagógicas, o professor precisa de se apoiar no seu conhecimento. São vários os autores que procuram definir conhecimento didático no âmbito da Matemática e classificar as diferentes dimensões, tais como Shulman (1986), Ponte (1999, 2012) e Ball et al. (2008). Os modelos apresentados têm como dimensões: *conhecimento da Matemática para o seu ensino*; *conhecimento do aluno e da sua aprendizagem*; *conhecimento do currículo*; *conhecimento da prática educativa*. A dimensão *conhecimento da Matemática para o seu ensino* é abordada enquanto disciplina escolar, que inclui a interpretação que o professor faz para a ensinar e a sua perspetiva sobre a Matemática e o ensino; o *conhecimento do aluno e da sua aprendizagem* relaciona-se com as concepções que o professor tem acerca dos seus alunos, sobre aquilo que os motiva e de que forma é que se sentem envolvidos nesse processo, fomentando uma aprendizagem significativa; o *conhecimento do currículo* inclui o conhecimento e interpretação dos documentos curriculares oficiais, realçando que o professor pode fazer a gestão do currículo, mediante, por exemplo, as necessidades e/ou dificuldades dos alunos; o *conhecimento da prática educativa* envolve a planificação de aulas, a elaboração e conceção de tarefas, a condução da dinâmica da aula, que visa, essencialmente, escolher o modo de trabalho mais adequado a cada tarefa, a promoção da comunicação matemática e a avaliação das aprendizagens dos alunos (Ponte, 2012; Quaresma, 2018; Rodrigues et al., 2018).

Porém, face à crescente preocupação em analisar que conhecimentos estatísticos devem ser ensinados e como devem ser ensinados, Rodrigues e Ponte (2020) apresentam um modelo de conhecimento didático do professor em Estatística, transformando uma dimensão do modelo anterior, *conhecimento da Matemática para o seu ensino* em *conhecimento da Estatística para o seu ensino* (Figura 1).



Figura 3. Dimensões do conhecimento didático do professor em Estatística (Rodrigues & Ponte, 2020).

Tendo em consideração os modelos de conhecimento didático, podemos identificar alguns estudos que se debruçam sobre o mesmo.

O estudo de Quintas (2017) pretende demonstrar a natureza do conhecimento didático em Estatística que duas professoras de ensino secundário possuem. A investigação permitiu identificar "um conjunto concreto de conhecimentos que enfatizam a especificidade do ensino dos vários assuntos da unidade de Estatística" (Quintas, 2017, p. 367). Alguns destes conhecimentos envolvem o "conhecimento do currículo das professoras que dizem respeito à sua leitura dos vários tópicos do programa do ensino secundário" (Quintas, 2017, p. 339) e o "conhecimento do ensino do tópico estatístico que as professoras evidenciam em diversos momentos, nomeadamente: quando atendem à sua preparação, através da sequenciação dos conteúdos e escolha das tarefas" (Quintas, 2017, p. 339).

Rodrigues e Ponte (2020) destacam, no seu estudo, "as representações e as investigações estatísticas, por meio das tarefas propostas e pela realização de momentos de discussão coletiva" (p. 18). Os autores evidenciaram equívocos e limitações relacionados ao pouco trabalho no âmbito das representações e nas investigações estatísticas, contudo ajudou a compreender o processo de ensino dos professores, em particular através das atividades efetuadas na disciplina e da análise de materiais didáticos. A análise de respostas dos alunos também permitiu compreender o processo de ensino docente (Rodrigues & Ponte, 2020).

Ainda neste estudo, Rodrigues e Ponte (2020) referem também o benefício no processo de aprendizagem dos alunos através das atividades propostas, nomeadamente o envolvimento dos alunos nas discussões, fomentando e prevalecendo o raciocínio destes.

Em suma, é possível observar que o conhecimento do professor tem sido objeto de estudo desde há muitos anos. Mais uma vez se comprova o quão importante e indiscutível é o papel do professor na promoção de aprendizagens significativas dos seus alunos (Brocardo & Carrillo, 2019).

2.2. Narração Multimodal

É sempre possível aprimorar qualquer prática de ensino, desde os primeiros anos de formação até ao longo da vida profissional. Enquanto profissionais de educação, a reflexão sobre a própria prática é essencial, visto que há aspetos que podem ser melhorados (Silva et al., 2019). Uma das maneiras do professor ter essa percepção é através da recolha de informação fidedigna das aulas, visando garantir a veracidade do ocorrido. Este processo pode ser realizado recorrendo a várias fontes tais como: gravação, em áudio ou em vídeo, das aulas, através de registos escritos dos alunos (fichas de trabalho, folhas de exploração, testes), registos fotográficos das tarefas realizadas, entre outros (Montenegro, 2019; Saraiva et al., 2018).

Após esta recolha é necessário organizar toda a informação, pelo que podemos construir uma narração multimodal (NM) (Lopes et al., 2018). O instrumento NM refere-se a duas entidades diferentes: um processo – protocolo para fazer uma NM; e um produto – documento (ligado a dados independentes) com uma descrição multimodal, autocontida, validada, pública e partilhável de uma prática de ensino (Lopes et al., 2018).

Ainda em Lopes et al. (2018) é referido que uma NM “é uma descrição cronológica, autocontida e multimodal do que o professor e alunos fazem e dizem num dado contexto de ensino, agregando e transformando todos os dados recolhidos (dados independentes do professor e dados que dependem do seu ponto de vista) seguindo um protocolo previamente definido e publicado” (p. 24). Consideramos, deste modo, que a NM surge como forma de se estudar as práticas de ensino, refletindo sobre o que aconteceu em ambiente de sala de aula. Contudo, podemos afirmar que as finalidades das NM são diversas, visto que podem ser usadas “no âmbito da investigação, da formação e do desenvolvimento profissional, em contextos educativos e de outros profissionais que envolvam a interação humana” (Lopes & Cravino, 2017, p. 6).

A NM é uma ferramenta que promove a autorreflexão do professor (Costa, 2020), que não só se direciona para o próprio desenvolvimento profissional individual, mas também coletivo, quando as aulas são lecionadas a par com outros docentes, como defende R. E. Rodrigues (2021, p. 31) “no que diz respeito ao desenvolvimento profissional docente, as NM podem ser feitas (...) para promover práticas colaborativas entre docentes, de modo a desenvolver competências profissionais fundamentais para a prática”.

Tendo em consideração todas as vantagens e finalidades das NM, podemos identificar estudos em que o recurso à NM potencializou a investigação.

Costa (2020) utilizou a NM no seu estudo envolvendo a área do Desporto com a Educação Financeira, a fim de organizar os dados recolhidos na fase de Intervenção da investigação. Com base nas reflexões sobre a ação, a investigadora refere que o professor “apercebe-se de qual/quais o/os conhecimento/os que necessita de desenvolver, evoluindo a nível profissional e pessoal” (Costa, 2020, p. 69), o que vai ao encontro das potencialidades do uso da NM.

Outro estudo em que a NM foi pertinente refere-se ao trabalho de investigação de R. N. Rodrigues (2021), sobre os princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações, envolvendo um material manipulável (Tabuleiro Decimal). A investigadora construiu cinco NM e cada uma delas possibilitou que tivesse uma perceção mais detalhada da evolução positiva dos seus alunos, no que diz respeito à compreensão das competências de cada um, bem como a interação e interajuda entre os pares de alunos.

Neste seguimento, face aos estudos aqui explanados, podemos referir que a investigação educacional se torna mais enriquecedora quando associada a dados e informações sobre as práticas de ensino presentes no conjunto das NM, o que permite uma melhoria na qualidade de aprendizagem (Lopes & Viegas, 2021).

3. Opções metodológicas

3.1. Descrição da metodologia de investigação

O estudo teve por base os pressupostos de uma investigação qualitativa, de índole interpretativa e *design* de estudo de caso (Bogdan & Biklen, 1994), uma vez que foram utilizados dados qualitativos, a investigadora esteve presente no trabalho de campo e o foco de estudo se centrou num contexto específico. Os autores consideram que a investigação qualitativa pressupõe que os dados recolhidos sejam "ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico" (Bogdan & Biklen, 1994, p. 16). Também podemos reconhecer que estamos perante um plano de estudo de caso, já que baseado nas palavras de Merriam, em 1988, Bogdan e Biklen (1994) caracterizam-no como uma "observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico" (p. 89).

3.2. Contexto do estudo

Este estudo foi desenvolvido com base numa experiência de ensino desenvolvida por um grupo de três estagiários – Professora Estagiária A (PEA), Professora Estagiária B (PEB) e Professor Estagiário C (PEC), numa turma B do 4.º ano de escolaridade do 1.º CEB, constituída

por 26 alunos (15 do género feminino e 11 do género masculino), com idades compreendidas entre os 9 e 11 anos.

3.3. Design do estudo

Este estudo teve por base uma sequência didática que envolveu a aprendizagem de conceitos de OTD através de artefactos digitais da plataforma *Hypatiamat* (Jesus, 2022).

Esta sequência didática integrou três tarefas. Na primeira tarefa, em grande grupo, houve um diálogo para recolher concepções prévias sobre a OTD e conduzir os alunos ao questionamento, à interpretação e assimilação de factos da realidade com a discussão do tema proposto. Assim, a aula iniciou-se com duas questões aos alunos sobre OTD “o que sabem sobre organização e tratamento de dados?” e “de que forma é que podemos organizar os dados?”.

Na segunda tarefa, e para complementar o momento anterior, a PEA apresentou dois exemplos de como organizar os dados na plataforma *Hypatiamat*, no conteúdo “Organização de dados”, com a exibição de *frames*. Os professores estagiários referiram também que a organização poderia ser feita através de tabelas de contagem e os dados poderiam ser analisados com recurso a pictogramas, gráfico de pontos ou gráfico de barras, apresentando alguns exemplos da plataforma *Hypatiamat* (Jesus, 2022).

No final deste momento, os professores estagiários informaram os alunos que se podem organizar dados recorrendo a outros meios. Nesta sequência, foi distribuída pela turma uma folha de exploração, apenas com escolha múltipla, enfatizando que as respostas dadas seriam apenas para fins estatísticos. A folha de exploração incidia na temática dos sismos, visto ter sido lecionado na disciplina de Estudo do Meio, promovendo integração de áreas curriculares.

Na terceira tarefa foi apresentado um *PowerPoint*, com o objetivo de os alunos recordarem os aspetos mais relevantes presentes na folha de exploração. O item a que os professores estagiários deram maior ênfase dizia respeito ao risco sísmico, recordando e analisando com os alunos a última pergunta da folha “Que regiões consideras que têm maior risco sísmico?”, pelo facto de se trabalharem as percentagens, articulando com Matemática. Neste seguimento, a turma construiu uma tabela de frequências absolutas e relativas e um gráfico de barras.

3.4. Recolha e análise de dados

Os dados resultantes da intervenção realizada foram recolhidos através da observação participante dos professores estagiários, notas de campo, registo de áudio e de documentos produzidos pelos alunos. De salientar que a PEA, que tem o papel de investigadora, toma a função

de observadora participante, já que “trabalha em conjunto com os professores no apoio individual prestado aos alunos no decorrer da aula observada” (Rodrigues et al., 2018, p. 403).

Todos os dados recolhidos foram usados para construir a NM (Jesus, 2022), segundo o protocolo descrito em Lopes et al. (2018) e validada por investigadores independentes.

Tendo em consideração os aspetos referidos, foi construída uma matriz de análise do conhecimento estatístico dos professores estagiários (Quadro 1), constituída por categorias referentes às dimensões do conhecimento didático em Estatística do modelo preconizado por Rodrigues e Ponte (2020), o *conhecimento da Estatística para o seu ensino*, o *conhecimento do currículo*, o *conhecimento do aluno e da sua aprendizagem* e o *conhecimento da prática educativa*. Para cada categoria foram identificadas unidades de análise (UA) e cada uma destas foi definida, a fim de clarificar o que se pretendia analisar. Para a análise das evidências das diferentes categorias foi realizada uma análise quantitativa relativamente ao número de ocorrências de cada UA (Lopes et al., 2018). Esta análise de conteúdo da NM seguiu os princípios de Bardin (2011) e efetuou-se através do *software* MAXQDA (Kuckartz & Rädiker, 2019) para as etapas de codificação e categorização, tendo por base a matriz de análise (Quadro 1).

Quadro 12. Matriz de análise do conhecimento estatístico dos professores estagiários, adaptada de Lopes et al. (2018).

	Unidades de análise	Definição	Número de ocorrências
I. Conhecimento da Estatística para o seu ensino	1. Utilizam com rigor vocabulário específico. (I.1)	Os professores estagiários utilizam terminologia estatística adequada.	
	2. Utilizam com rigor os conceitos estatísticos envolvidos. (I.2)	Os professores estagiários empregam, com rigor, conceitos estatísticos na mobilização de conhecimentos.	
	3. Reconhecem conceitos estatísticos na interação entre/com os alunos. (I.3)	Os professores estagiários identificam a emergência de conceitos estatísticos nas ações dos alunos.	
	4. Mobilizam conhecimento resultante da interação do conhecimento do conteúdo, das ações dos alunos e do contexto. (I.4)	Os professores estagiários, apoiados no contexto e nas ações dos alunos, bem como no seu conhecimento dos conceitos estatísticos envolvidos, promovem momentos de consolidação ou de desenvolvimento de novas aprendizagens.	
II. Conhecimento do currículo	1. Adequam os conteúdos estatísticos abordados ao currículo. (II.1)	Os professores estagiários abordam conteúdos estatísticos sugeridos no Programa e Metas Curriculares de Matemática do Ensino Básico e nas Aprendizagens Essenciais.	
	2. Utilizam recursos didáticos adequados. (II.2)	Os professores estagiários utilizam recursos didáticos adequados à etapa educativa e ao desenvolvimento dos conceitos estatísticos envolvidos.	
	3. Integram diferentes áreas do conhecimento. (II.3)	Os professores estagiários articulam e integram diferentes áreas do conhecimento previstas nas orientações curriculares.	
III. Conhecimento dos alunos e da aprendizagem	1. Adequam as tarefas ao nível etário e às aprendizagens dos alunos. (III.1)	Os professores estagiários consideram o nível etário dos alunos, bem como os seus conhecimentos sobre os conceitos estatísticos envolvidos, nos desafios que lhes propõe.	
	2. Revelam conhecimento da progressão no desenvolvimento dos conceitos estatísticos envolvidos. (III.2)	Os professores estagiários apresentam desafios integrados numa trajetória de aprendizagem, visando a progressão no desenvolvimento de conceitos estatísticos.	
	3. Compreendem as respostas dos alunos e eventuais erros. (III.3)	Os professores estagiários revelam conhecimento sobre as aprendizagens dos alunos ao interpretar e compreender as suas respostas bem como a causa de eventuais erros.	
IV. Conhecimento da prática educativa	1. Gerem a exploração da tarefa. (IV.1)	Os professores estagiários fornecem informação aos alunos para agilizar as suas ações ou para permitir que o trabalho coletivo possa beneficiar das diferenças encontradas no trabalho de cada aluno ou grupo.	
	2. Promovem a autonomia dos alunos. (IV.2)	Os professores estagiários dão aos alunos a oportunidade de responder às questões colocadas autonomamente, intervindo apenas quando necessário.	
	3. Dão informação. (IV.3)	Os professores estagiários dão informação aos alunos (dicas, pistas ou sugestões) para compreenderem o seu	

		raciocínio ou o que estão a fazer, não lhes retirando autonomia nas suas decisões.	
	4. Monitorizam as ações e as aprendizagens dos alunos. (IV.4)	Os professores estagiários acompanham as ações dos alunos para verificar se há empenho e/ou se conduzem a aprendizagens.	
	5. Solicitam esclarecimentos. (IV.5)	Os professores estagiários solicitam informações adicionais aos alunos de modo a compreender e clarificar as suas ideias.	
	6. Devolvem a questão aos alunos. (IV.6)	Os professores estagiários remetem para os alunos as questões, dificuldades ou pedidos de ajuda.	
	7. Expõem para o grande grupo. (IV.7)	Os professores estagiários decidem transformar uma dúvida/questão de um aluno numa questão para todo o grupo, ou expor para o grupo aspetos que verificaram em alguns alunos.	
	8. Sintetizam. (IV.8)	Os professores estagiários retomam resultados da prática epistémica do aluno para reforçar as suas compreensões e estendem ao grande grupo.	
	9. Ignoram epistemicamente. (IV.9)	Os professores estagiários não atendem intencionalmente às ideias mobilizadoras apresentadas pelos alunos nas suas intervenções.	
	10. Incentivam os alunos. (IV.10)	Os professores estagiários incentivam um aluno ou um grupo restrito de alunos de modo a responder ou a persistir na procura da resposta à questão colocada.	
	11. Promovem a comunicação entre os alunos. (IV.11)	Os professores estagiários incentivam os alunos a comunicarem e discutirem entre si as suas ideias.	
	12. Promovem a comunicação estatística. (IV.12)	Os professores estagiários aproveitam, oportunamente, as ações dos alunos para promoverem a comunicação estatística.	

4. Apresentação de resultados

Para uma melhor compreensão da frequência com que cada UA se identificou, durante a sequência didática implementada, procedeu-se à contagem total das evidências de cada variável de análise. Nos tópicos seguintes são apresentadas evidências decorrentes da intersecção entre as UA do Quadro 1 e as informações presentes na NM. Posteriormente, através de gráficos de barras, é possível observar e analisar a frequência com que cada UA se manifestou.

4.1. Conhecimento da Estatística para o seu ensino

No quadro 2 é apresentado um exemplo de evidência e devida fundamentação referente a três UA da dimensão I.

Quadro 13. Evidência e fundamentação de três UA da dimensão I.

UA	Evidência	Fundamentação
I.1	A PEA começa por questionar os alunos que conhecimentos têm sobre o tema “Organização e Tratamento de Dados.	A PEA refere-se ao domínio e tema “Organização e Tratamento de Dados”.
I.2	PEC - eu digo-te duas coisas, a turma do 4.ºB, que são 26 alunos e nós com organização e tratamento de dados podemos avaliar uma característica da turma, por exemplo, a vossa cor dos olhos.	A PEC utiliza adequadamente conceitos estatísticos, bem como explicita o que se pode analisar através da organização e tratamento de dados.
I.3	Aluna E – Uma forma de organizar os dados pode ser por exemplo com o... eu vou dizer isto porque é o...aí... eu só me lembro da palavra barras. Os professores estagiários referiram a palavra “gráfico”.	A aluna demonstra conhecer uma forma de organizar dados, no entanto não se recorda do nome completo, apenas refere “barras”.

O gráfico 1 apresenta o número total de evidências contabilizadas de cada ação dos professores estagiários.

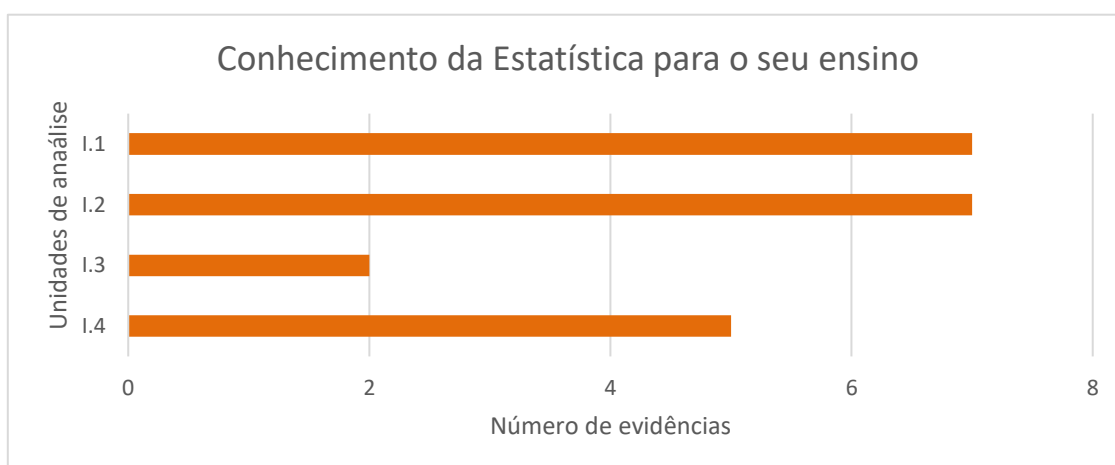


Gráfico 1. Gráfico de barras representativo das evidências da dimensão I.

O gráfico 1 permite observar que as UA “Utilizam com rigor vocabulário específico” e “Utilizam com rigor os conceitos estatísticos envolvidos” se destacam nesta experiência de ensino, seguido

da UA “Mobilizam conhecimento resultante da interação do conhecimento do conteúdo, das ações dos alunos e do contexto”.

4.2. Conhecimento do currículo

No quadro 3 é apresentado um exemplo de evidência e devida fundamentação referente a cada uma das UA da dimensão II.

Quadro 14. Evidência e fundamentação das UA da dimensão II.

UA	Evidência	Fundamentação
II.1	A PEA começa por questionar os alunos que conhecimentos têm sobre o tema “Organização e Tratamento de Dados”.	Para introduzir o “domínio Organização e Tratamento de Dados” (MEC, 2013, p. 6), a PEA questiona os alunos sobre o mesmo.
II.2	Depois do diálogo, a PEA introduz a <i>applet Hypatiamat</i> .	Recurso educativo digital <i>Hypatiamat</i> para facilitar e motivar as aprendizagens dos alunos.
II.3	Os dados são apresentados num <i>PowerPoint</i> e dizem respeito à magnitude de vários sismos segundo a escala de <i>Richter</i> .	Referência ao conteúdo “sismos” da área curricular Estudo do Meio.

O gráfico 2 mostra o número total de evidências contabilizadas de cada ação dos professores estagiários nesta dimensão.

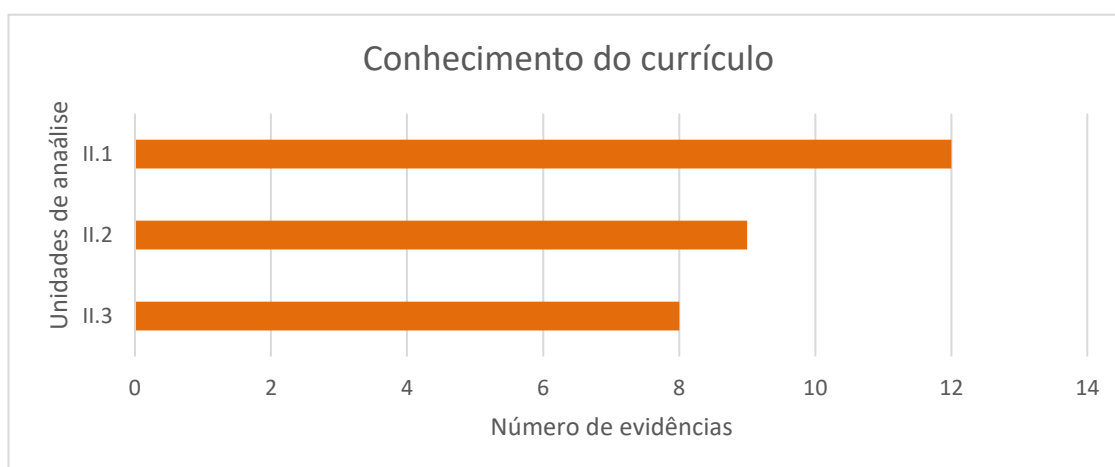


Gráfico 2. Gráfico de barras representativo das evidências da dimensão II.

O gráfico 2 permite observar que a UA “Adequam os conteúdos estatísticos abordados ao currículo” foi a que mais se destacou nesta experiência de ensino.

4.3. Conhecimento dos alunos e da aprendizagem

O quadro 4 apresenta um exemplo de evidência e devida fundamentação referente a cada uma das UA da dimensão III.

Quadro 15. Evidência e fundamentação das UA da dimensão III.

UA	Evidência	Fundamentação
III.1	Nessa sequência, uma aluna pergunta à PEC se é necessário pagar para aceder ao site. Esta informa para toda a turma que se pode aceder sem pagar, ou seja, sem qualquer tipo de custo. Acrescenta ainda em que consiste e como se pode utilizar, referindo que a cada tarefa vai acumulando pontos. O PEB acrescenta que é uma forma bastante lúdica e didática de aprender a Matemática.	O facto de o acesso ao <i>Hypatiamat</i> ser gratuito é uma mais-valia para esta faixa etária, pois podem aceder quando quiserem sempre que seja preciso. A presença de acumulação de pontos a cada resposta correta fomenta o interesse e empenho dos alunos, pois o ganhar e ter muitos pontos faz parte do jogo. Contudo, para isso, os alunos necessitam de aprender os conteúdos e praticar para assim ganhar.
III.2	De seguida questiona o grande grupo sobre o que se tem de fazer aos lápis. Em coro ouvem-se diversas respostas como afastar/separar/organizar.	A PEA prossegue a sequência de tarefas na qual os alunos autonomamente referem “afastar/separar/organizar”.
III.3	PEC – Estamos a falar de que dados? O que serão os dados? Aluno C – Quando falamos em dados falamos dos dados que interpretamos e escrevemos ao lado dos problemas, onde há informações.	Outro aluno lembra-se dos dados que acompanham um determinado problema matemático.

O gráfico 3 apresenta o número total de evidências contabilizadas de cada ação dos professores estagiários relativamente a esta dimensão.

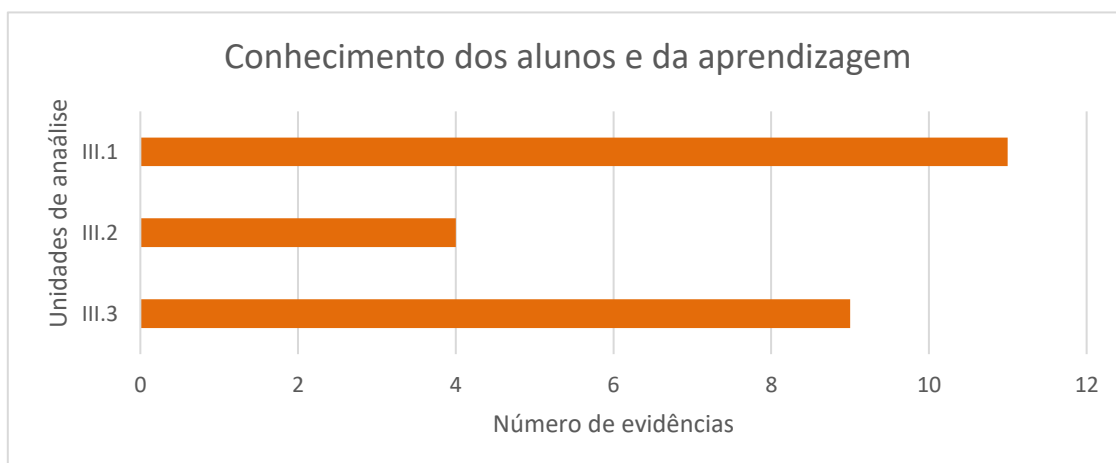


Gráfico 3. Gráfico de barras representativo das evidências da dimensão III.

Através do gráfico 3 é possível observar que as UA que mais de evidenciam são "Adequam as tarefas ao nível etário e às aprendizagens dos alunos" e "Compreendem as respostas dos alunos e eventuais erros".

4.4. Conhecimento da prática educativa

O quadro 5 apresenta um exemplo de evidência e devida fundamentação referente às UA que mais se destacaram relativamente à dimensão IV.

Quadro 16. Evidência e fundamentação das principais UA da dimensão IV.

UA	Evidência	Fundamentação
IV.2	A PEA seleciona uma aluna para responder: Aluna A – A organização... o tratamento de dados.... A palavra tratamento... Eu... a organização de dados eu já ouvi falar. Agora organização e tratamento de dados... Não.	A PEA pede a uma aluna para responder à questão, na qual esta hesita bastante na resposta, porém a PEA deixa a aluna dar a sua opinião.
IV.3	Os professores estagiários referiram a palavra "gráfico". Após esta indicação, os alunos relembram a que se refere OTD e sugerem mais exemplos como tabelas, diagrama de caule-folhas, gráfico de pontos, pictograma, diagrama de Venn e diagrama de Carroll.	Os professores estagiários, ao dar a informação que completava a ideia de uma aluna, na qual referia a palavra "barras", os alunos conseguiram dar mais exemplos.
IV.5	PEA – Então, de que é que trata o problema que eu não sei? Aluno B – Das idades... Aluno C – Uma carinha equivale a uma... PEA – Idades? PEB – Está ali em baixo uma carinha representa uma criança.	Os professores estagiários pedem para os alunos interpretarem o enunciado do problema, solicitando que clarificassem o seu significado, mas PEB dá imediatamente a resposta.
IV. 10	De seguida [a PEA] questiona o grande grupo sobre o que se tem de fazer aos lápis. Em coro ouvem-se diversas respostas como afastar/separar/organizar.	Na sequência da primeira tarefa, o grande grupo é incentivado a responder a uma questão, esperando que incluíssem na resposta conceitos estatísticos.

O gráfico 4 apresenta o número total de evidências contabilizadas de cada ação dos professores estagiários relativamente à dimensão IV.

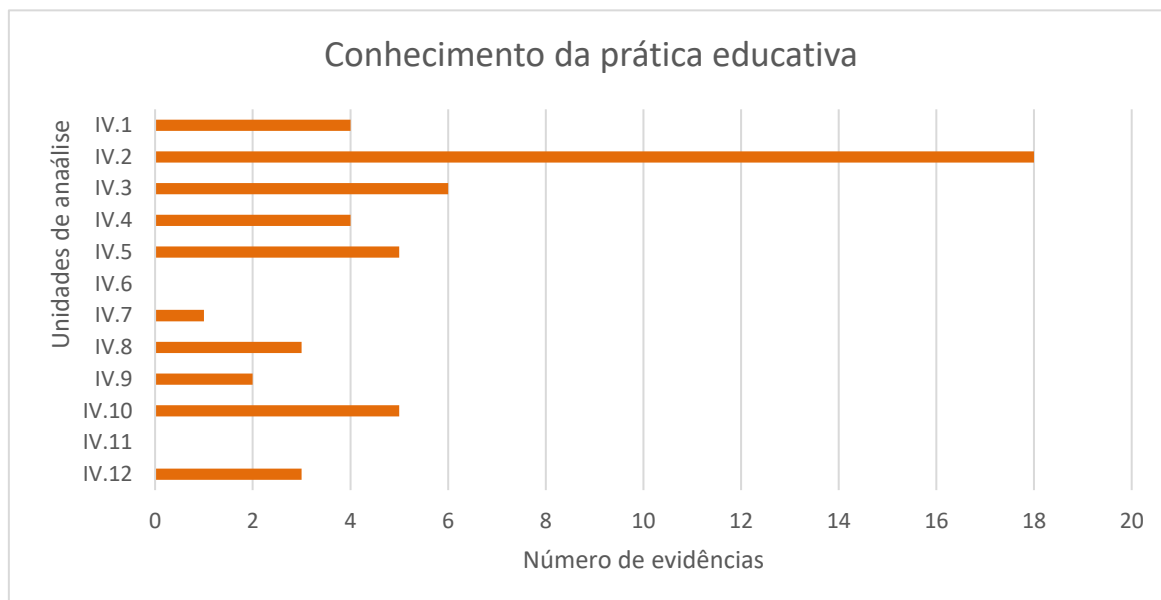


Gráfico 4. Gráfico de barras representativo das evidências da dimensão IV.

O gráfico 4 permite observar que a dimensão *conhecimento da prática educativa* é a que apresenta mais UA para serem analisadas. Nesta sequência, verifica-se evidências em praticamente todas as UA, exceto em "Devolvem a questão aos alunos" e "Promovem a comunicação entre os alunos". Em contrapartida, há um grande número de evidências na UA "Promovem a autonomia dos alunos".

5. Discussão de resultados

Os resultados apresentados na secção anterior mostram que os professores estagiários possuem conhecimentos no que diz respeito à OTD, na conceção, implementação e condução da experiência de ensino. As evidências apresentadas e o número de vezes que estas ocorrem destacam que há uma maior incidência na UA "Promovem a autonomia dos alunos", pertencente à dimensão *conhecimento da prática educativa*. Apesar desta UA se destacar fortemente verifica-se um menor número de evidências nas unidades de análise desta dimensão. Por outro lado, há uma incidência considerável no que diz respeito às dimensões *conhecimento do currículo* e *conhecimento do aluno e das aprendizagens*.

Como verificado na revisão da literatura, a dimensão *conhecimento da prática educativa* propõe-se, principalmente, a seleccionar o método de trabalho de cada tarefa, a promover a comunicação

matemática e a avaliar as aprendizagens dos alunos (Ponte, 2012; Quaresma, 2018; Rodrigues et al., 2018). Esta dimensão presume um conhecimento que emerge da prática e da pouca experiência dos professores estagiários com os alunos, revelando, assim, uma lacuna no seu conhecimento estatístico. Como causa das fragilidades verificadas, através da análise da NM e das dimensões do conhecimento didático da Estatística, esta lacuna pode relacionar-se com o facto dos professores estagiários estarem na sua formação inicial, encontrando-se numa fase incipiente do desenvolvimento dos conhecimentos (R. E. Rodrigues, 2021). Daí a importância de haver uma reflexão após cada sessão, pois é uma mais-valia no percurso de um professor que está no início da sua vida profissional.

Embora tivessem ocorrido algumas fragilidades é de salientar que se observam evidências de conhecimento estatístico dos professores estagiários nas quatro dimensões.

No decorrer da sessão, os professores estagiários procuraram fomentar conceitos subjacentes ao domínio da OTD, tal como é presenciado na dimensão *conhecimento da Estatística para o seu ensino*, que incide na interpretação que o professor faz para a ensinar e a sua perspetiva sobre a Estatística e o ensino (Rodrigues & Ponte, 2020). Através de vocabulário adequado e de conceitos estatísticos envolvidos, os professores estagiários desenvolveram conhecimentos para promover aprendizagens, bem como também reconheceram que os alunos possuem alguns conhecimentos, ainda que os indiquem de forma confusa ou imprecisa. Os professores estagiários recorreram a essas ações dos alunos para mobilizar mais conhecimentos.

Na dimensão *conhecimento do currículo*, os resultados apresentados permitem-nos referir que os professores estagiários têm bem presente os documentos curriculares orientadores para o 1.º CEB, utilizaram diversos recursos didáticos no decorrer da sessão e que a integração de diferentes áreas curriculares também esteve bem visível, tornando-se numa ferramenta essencial no processo de aprendizagem.

Na dimensão *conhecimento dos alunos e da aprendizagem*, os professores estagiários procuraram adequar as tarefas à faixa etária dos alunos bem como contextualizá-las com o que lhes é próximo, no dia a dia, envolvendo-os ativamente nesse processo, promovendo aprendizagens significativas (Ponte, 2012; Quaresma, 2018; Rodrigues et al., 2018). Ao integrar diferentes tarefas, os professores estagiários pretenderam estimular nos alunos o desenvolvimento de conceitos estatísticos. Atendendo à progressão que os alunos evidenciavam, os professores estagiários mostraram compreender os seus raciocínios, assim como entender as causas de eventuais erros cometidos.

6. Conclusões

Neste estudo foi analisado o conhecimento didático em Estatística de estagiários a partir de uma NM.

De acordo com os resultados apresentados pode-se concluir que, de uma forma geral, os elementos emergentes apresentam evidências positivas quanto ao conhecimento didático dos futuros professores para lecionar Estatística.

Relativamente à dimensão *conhecimento da Estatística para o seu ensino*, os professores estagiários empregaram de forma correta vocabulário específico e adequado referente à OTD. Apesar dos conceitos estatísticos revelados pelos alunos pertencerem à UA com menos evidências, "Reconhecem conceitos estatísticos na interação entre/com os alunos", concluiu-se que, a partir das intervenções e informações dadas pelos professores estagiários, os alunos foram reconhecendo, gradualmente, esses conceitos.

Relativamente à dimensão *conhecimento do currículo* conclui-se que os professores estagiários têm bem presente os documentos curriculares orientadores para o 1.º CEB, tais como Programas e Metas Curriculares Matemática: Ensino Básico (MEC, 2013) e as Aprendizagens Essenciais (ME, 2018), seguindo adequadamente os conteúdos referentes à OTD. A utilização de diversos recursos didáticos, nomeadamente o recurso educativo digital *Hypatiamat* potenciou o processo de aprendizagem dos alunos. A integração de diferentes áreas curriculares tornou-se numa ferramenta essencial no processo de aprendizagem, pois, assim, os alunos começam a perceber que as várias disciplinas se relacionam entre si, sendo vantajoso para a compreensão dos conteúdos (Amorim et al., 2020, citados por Costa, 2020). De salientar que esta dimensão apresenta um número de evidências superior comparativamente à anterior.

No âmbito da dimensão *conhecimento dos alunos e da aprendizagem* conclui-se que os professores estagiários acompanharam e compreenderam os pensamentos dos alunos, adequando as tarefas propostas à faixa etária e aos interesses, preferências, valores e costumes dos alunos, como referem Rodrigues e Ponte (2020, p. 5) "os alunos são vistos como pessoas dotadas de interesses, gostos, reações, valores e referências culturais. Além das limitações cognitivas dos alunos, todos estes pontos são considerados no processo de aprendizagem e são decisivos para a escolha das atividades propostas pelo professor". Verificou-se também que os professores estagiários ajudaram a ultrapassar obstáculos evidenciados pelos alunos, compreendendo eventuais erros aquando das respostas dos mesmos, com o intuito de promover e realçar os seus conhecimentos. Relativamente à dimensão do *conhecimento da prática educativa*, os resultados do estudo concluem que há um grande número de evidências na unidade de análise "Promovem a autonomia dos alunos". Acreditamos que é através da autonomia que os alunos têm possibilidade de expor

as suas ideias e conhecimentos, passando por gestos ou atitudes, com a mediação do professor (Lopes et al., 2010).

Outro resultado importante a realçar deste trabalho é o contributo do artefacto NM para a análise de práticas letivas na formação de professores. Desta forma, a construção da NM foi determinante para se poder analisar os conhecimentos mobilizados pelos estagiários na implementação da prática letiva. Assim, corroborado também por R. E. Rodrigues (2021) a NM é uma ferramenta que pode promover a autorreflexão do professor permitindo, desta forma, o seu desenvolvimento profissional.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020. Este trabalho também contou com os apoios do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020) e da Associação Hypatiamat.

Referências bibliográficas

- Alarcão, I. (2011). A formação do professor reflexivo. In I. Alarcão (Ed.), *Professores reflexivos em uma escola reflexiva* (7.ª ed.). Cortez Editora.
- Arends, R. I. (2008). *Aprender a ensinar* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto Editora.
- Brocardo, J., & Carrillo, J. (2019). Ensino e aprendizagem dos números e operações. *Quadrante*, 28(2), 1-5. DOI: 10.48489/quadrante.23028
- Carvalho, M. (2017). Formação inicial de professores: Mobilizar conhecimentos, (re)edificar identidade(s). In H. Felício, C. Silva, & A. Mariano (Orgs.), *Dimensões dos Processos Educacionais: Da Epistemologia à Profissionalidade Docente*. CRV.

- Costa, B. (2020). *A expressão e educação físico-motora para promover a educação financeira: uma experiência de ensino no 3.º ano do 1.º CEB*. [Relatório Final do Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra].
- Costa, S. L., Duque, I., & Martins, F. (2020). Construção de gráficos de barras em contextos interdisciplinares. *Indagatio Didactica*, 12(3), 471-494.
- Duque, I., & Martins, F. (2017). Experiência prática e reflexiva com futuros professores para desenvolvimento da literacia estatística. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, E. Silva, & C. Teixeira (Eds), *II Encontro Internacional de Formação na Docência (INCTE): Livro de atas* (pp. 303-313). Instituto Politécnico de Bragança.
- Jesus, V. (2022). *Conhecimento Didático de Futuros Professores a partir de uma Narração Multimodal*. [Relatório Final de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra].
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). Introduction: Analyzing Qualitative Data with Software. In *Analyzing Qualitative Data with MAXQDA: Text, Audio, and Video* (pp. 1-11). Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15671-8_1
- Lopes, J., & Cravino, J. (2017). *Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia - Acervo de Narrações Multimodais*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Lopes, J., & Viegas, M. (2021). *Narrações multimodais: Uma e-ferramenta ao dispor da investigação*. Universidade Aberta. DOI: <https://doi.org/10.34627/uab.edel.15.10>
- Lopes, J., Pinto, A., & Viegas, C. (2018). *Melhorar Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia: Registar e Investigar com Narrações Multimodais*. Edições Sílabo.
- Lopes, J., Silva, A., Cravino, J.P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., Pinto, A., Silva, A., & Santos, C. A. (2010). *Investigação sobre a mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Mesquita, E., & Machado, J. (2019). Formação e reflexividade dos formandos na prática supervisionada. In E. Mesquita, M. Roldão, & J. Machado (Org.), *Prática supervisionada e construção do conhecimento profissional*. Fundação Manuel Leão.
- Ministério da Educação e Ciência. (2013). *Programa e Metas Curriculares Matemática: Ensino Básico*. Lisboa: MEC.
- Ministério da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais: articulação com o perfil dos alunos*. MEC.
- Montenegro, P. (2019). *O papel das representações visuais na aprendizagem da Matemática no 2.º ciclo de escolaridade*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro].

- Pazuch, V., Lima, C., & Albrecht, E. (2018). Conhecimentos mobilizados por professores que ensinam matemática e o conceito de função na educação básica. *Revista Eletrônica de Educação*, 12(2), 361-379. DOI: 10.14244/198271992137
- Pedrosa, D., Morgado, L., & Cruz, G. (2018). O primeiro contacto com as narrações multimodais no âmbito de um curso. In J. B. Lopes, A. Pinto, & C. Viegas (Eds.), *Melhorar Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia* (pp. 141-155). Edições Sílabo.
- Ponte, J. P. (1999). Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional. In J. Tavares, A. Pereira, A. P. Pedro, & H. A. Sá (Eds.), *Investigar e formar em educação: Actas do IV Congresso da SPCE* (pp. 59-72). SPCE.
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemática. In N. Planas (Coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Graó.
- Quaresma, M. (2018). *O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de matemática: Duas experiências no ensino básico*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa].
- Quintas, S. (2017). *O conhecimento didático em estatística de duas professoras do ensino secundário a partir das suas práticas*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa].
- Rodrigues, B., & Ponte, J. P. (2020). Desenvolvimento do conhecimento didático de professores em Estatística: Uma experiência formativa. *ZETETIKE*28, 1-20.
DOI: 10.20396/zet.v28i0.8656882
- Rodrigues, C., Menezes, L., & Ponte, J. (2018). Práticas de Discussão em Sala de Aula de Matemática: Os casos de dois professores. *Bolema Boletim de Educação Matemática*, 32(61), 398-415.
DOI: 10.1590/1980-4415v32n61a05
- Rodrigues, R. E. (2021). *Conhecimento didático de uma educadora estagiária com base numa narração multimodal*. [Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra].
- Rodrigues, R. N. (2021). *O uso do tabuleiro decimal na compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações*. [Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação de Coimbra].
- Saraiva, E., Lopes, J. B., & Cravino, J. (2018). As representações visuais na construção do conhecimento científico em sala de aula. *Indagatio Didactica*, 10(4), 147-163.
- Silva, C., Costa, C., & Lopes, J. (2019). Instrumentos para o desenvolvimento profissional dos professores através das práticas de ensino. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, E. M.

Silva, G. Santos, R. Patrício, & L. Castanheira (Eds.), *IV Encontro Internacional de Formação na Docência (INCTE): Livro de atas* (pp. 671-681). Instituto Politécnico de Bragança.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Capítulo 6

Pensamento computacional: dimensões desenvolvidas numa intervenção no estágio pedagógico

Rita Neves Rodrigues

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ECT
ritanevesrodrigues@hotmail.com

J. Benjamim Fonseca

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ECT
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência
benjaf@utad.pt

Cecília Costa

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, ECT
Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
mcosta@utad.pt

Fernando Martins

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

1. Introdução

O Pensamento Computacional tem ganho destaque e relevância na investigação em educação (Gao & Hew, 2022). Papert (1980) foi o primeiro a abordar este tema na comunidade científica, mas foi Wing (2006) quem incentivou a integração desta capacidade matemática no ensino e impulsionou a investigação científica sobre Pensamento Computacional (Grover & Pea, 2013). Vários estudos, sobre as vantagens do desenvolvimento das dimensões do Pensamento Computacional junto dos alunos, têm sido desenvolvidos ao longo dos últimos anos, um pouco por todo o mundo (Bower et al., 2017; Esteve-Mon et al., 2019; Rich et al., 2020). A definição de Pensamento Computacional não é consensual entre a comunidade científica, ainda assim, pode considerar-se como um conjunto de competências essenciais para a resolução de problemas (Ausiku & Matthee, 2021). Dada a importância que este tema adquire na educação em Portugal, no ano letivo 2022/2023, sendo o primeiro ano em que o Pensamento Computacional surge como parte integrante do currículo de Matemática, concretamente nas novas Aprendizagens Essenciais (Canavarro et al., 2021) torna-se pertinente compreender como tem sido abordada a resolução de problemas nas salas de aula e se dimensões do Pensamento Computacional têm vindo a ser desenvolvidas, ainda que este conteúdo não constasse no Programa de Matemática do Ensino Básico até aqui em vigor (ME, 2018).

Pretende-se com este estudo identificar e analisar as dimensões do Pensamento Computacional que uma Professora Estagiária promoveu nos alunos do 1.º ciclo do ensino básico (CEB), ao longo de uma experiência de ensino, visando a resolução de situações problemáticas de adição e subtração, com base em narrações multimodais (NM). Deste modo, definiu-se a seguinte a questão de investigação do estudo: que dimensões do Pensamento Computacional são promovidas por uma Professora Estagiária no decorrer da resolução de situações problemáticas envolvendo os sentidos da adição e da subtração?

2. Fundamentação teórica

O Pensamento Computacional assume especial importância na resolução de problemas e na motivação dos alunos para a aprendizagem (Gonçalves, 2021; Wing, 2006).

Este tópico surge em Portugal pela primeira vez nos documentos curriculares oficiais referentes ao ensino da Matemática (Canavarro et. al, 2021), em 2021. Este tópico surge como uma capacidade matemática, no entanto, torna-se necessário clarificar que o Pensamento Computacional não é algo exclusivamente relacionado com a matemática, podendo ser desenvolvido nas diversas áreas disciplinares (Moschella & Basso, 2020).

Depois de analisadas diversas perspectivas acerca das dimensões do Pensamento Computacional (Gao & Hew, 2022; Grover & Pea, 2013; Özcan et al., 2021; Voon et al., 2022; Wing, 2006), optou-se por considerar as que foram propostas por Grover e Pea (2013), pois são as que mais se aproximam das cinco dimensões definidas no novo documento curricular de matemática para o Ensino Básico em Portugal: a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a algoritmia e a depuração (Canavarro et al., 2021). Embora as dimensões de Pensamento Computacional se baseiem nos processos de computação (Wing, 2006), o desenvolvimento destas não depende exclusivamente da utilização de tecnologia (El-Hamamsy et al., 2021), podendo ocorrer sem recurso a dispositivos eletrónicos, desde que com tarefas bem estruturadas e pensadas para este fim (Espadeiro, 2021). A dimensão do Pensamento Computacional “abstração” permite reduzir a informação apresentada e focar somente nos detalhes importantes para a resolução do problema (Grover & Pea, 2013). Esta dimensão, quando desenvolvida nos alunos, contribui para que estes sejam capazes de selecionar a informação essencial de uma situação, ignorando toda a informação desnecessária (Albuquerque, 2021). A dimensão “decomposição” possibilita a divisão de uma tarefa de maior complexidade em pequenas tarefas menos complexas (Albuquerque, 2021). Ao desenvolverem esta dimensão, os alunos tornam-se aptos a determinar os aspetos essenciais que precisam de resolver para solucionar a tarefa, subdividindo-a em pequenas tarefas (Wing, 2006). A realização do processo de decomposição vai permitir que os alunos compreendam a estrutura do problema e como todas aquelas pequenas tarefas se interligam para que seja possível encontrar a solução final da tarefa inicial mais complexa (Voon et al., 2022). O desenvolvimento das dimensões de Pensamento Computacional permite que os alunos compreendam cada processo matemático e não que decorem uma resolução (Torres & Figueiredo, 2021). Deste modo, os alunos desenvolvem a dimensão “reconhecimento de padrões” ao identificar tarefas semelhantes a algo que já foi resolvido e compreendido por eles anteriormente, que lhes permite utilizar os mesmos processos de resolução (Lee et al., 2022). A dimensão reconhecimento de padrões, quando desenvolvida, irá originar a dimensão “algoritmia” que consiste no desenvolvimento de um conjunto de passos que vão poder ser usados em diversas tarefas com características semelhantes (Lee et al., 2022). A algoritmia vai permitir que os alunos elaborem um conjunto de procedimentos de forma propositada, detalhada e intencional para encontrarem a solução de uma tarefa (Voon et al., 2022). Por último, a dimensão “depuração” vai ser essencial para aprimorar as resoluções encontradas pelos alunos (Özcan et al., 2021). Esta dimensão implica que os alunos identifiquem e reconheçam os erros presentes nas suas resoluções (Albuquerque, 2021), sendo a dimensão que habitualmente despoleta maiores dificuldades nos alunos por não estarem familiarizados com este processo (Gao & Hew, 2022). O desenvolvimento das dimensões do Pensamento Computacional é cada vez mais necessário,

ganhando mais relevância agora que a computação e as tecnologias são parte integrante do nosso mundo (Lee et al., 2022; Wing, 2006). O Pensamento Computacional vai permitir a aprendizagem baseada na compreensão dos processos e o desenvolvimento de diversas outras capacidades como o pensamento crítico e o pensamento algorítmico dos alunos, essenciais para a resolução de diversos problemas do seu quotidiano, fora das ciências da computação (Özcan et al., 2021; Voon et al., 2022).

3. Metodologia de investigação

O estudo aqui apresentado seguiu os princípios de um estudo de natureza qualitativa (Creswell & Creswell, 2017), com índole interpretativa e com design de estudo de caso (Cohen et al., 2018). Deste modo, respeitou-se o contexto natural dos seus participantes, sendo o investigador, o principal agente de recolha de dados. Os dados das cinco sessões de intervenção foram recolhidos através da observação participante, da redação de notas de campo, de registos áudios e fotográficos e dos documentos produzidos pelos alunos.

As sessões de intervenção deste estudo decorreram no âmbito da prática educativa supervisionada do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB, numa turma de 25 alunos do 1.º ano do 1.º CEB (Rodrigues, 2021). Na fase inicial do estudo foram detetadas dificuldades nos alunos relacionadas com a compreensão dos sentidos das operações adição e subtração e dos princípios do sistema de numeração decimal. Os alunos demonstraram não compreender o sentido da operação aritmética presente numa situação problemática apresentada, bem como, não compreendiam a necessidade de compor unidades numa unidade de ordem superior ou decompor uma unidade em unidades de ordem inferior.

Ao longo da intervenção foram abordados os conteúdos matemáticos enquadrados no domínio Números e Operações, nos subdomínios Adição e Subtração, focando-se nos conteúdos sentidos da adição, sentidos de juntar e acrescentar, e da subtração, sentidos de comparar, completar e retirar, (Ministério da Educação e Ciência, 2013), tendo em consideração também as diretrizes das Aprendizagens Essenciais de Matemática para o 1.º ano do 1.º CEB (ME, 2018).

Visto que o processo de ensino e de aprendizagem dos sentidos das operações deve ser iniciado pela resolução de situações problemáticas envolvendo a realidade familiar aos alunos (Mauhibah & Karso, 2020), desenvolveram-se, ao longo de duas semanas, cinco sessões de intervenção (aproximadamente com 90 minutos) onde, em cada sessão, foram apresentadas tarefas aos alunos envolvendo os sentidos das operações adição e subtração. Em cada sessão de intervenção, os alunos encontravam-se organizados em pares previamente definidos atendendo às condições da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (Vygotsky, 1980). Os alunos resolveram as tarefas

(Rodrigues, 2021), que incluíam questões com alíneas, recorrendo ao material manipulável estruturado pensado e construído para esta intervenção, designado por Tabuleiro Decimal (TD) (Figura 1). As tarefas e o material manipulável estruturado foram construídos por Rodrigues et al. (2021).

Figura 4: Tabuleiro Decimal e respetivas peças.



O TD apresenta características semelhantes ao Material Multibásico de base 10 (MAB), consistindo numa tabela de dupla entrada correspondendo as duas colunas às ordens das dezenas e das unidades, e as duas linhas correspondendo a duas parcelas (na adição) e ao subtrativo e ao aditivo (na subtração), permitindo a resolução das operações aritméticas adição e subtração. Para cada TD foram criados dois sacos de peças, vermelhas e azuis, tendo cada um deles cem cubinhos (cada um representando uma unidade), e dez barras (cada uma representando uma dezena). As peças azuis foram construídas com o objetivo de serem utilizadas nas duas parcelas da operação adição e no aditivo da operação subtração. Já as peças vermelhas foram construídas para serem utilizadas no subtrativo da operação subtração.

O conjunto de dados recolhidos em cada sessão de intervenção resultou na construção de uma narração multimodal (NM), resultando deste estudo um total de 5 NM. Uma NM consiste num documento onde é elaborada uma descrição precisa do que acontece num determinado contexto de ensino. A descrição elaborada apresenta de forma cronológica, autocontida e multimodal o contexto em sala de aula, as atitudes do professor e dos alunos (Lopes et al., 2018). A construção de uma NM resulta da consulta de diversas fontes de recolha de dados. Deste modo, considera-se como principal vantagem da sua utilização em contexto de investigação, a possibilidade de se analisar uma prática de ensino através de um único documento, onde constam diversos elementos multimodais, com a certeza da sua veracidade, dado o processo de validação a que é sujeito (Lopes et al., 2018).

A construção de cada uma das NM construídas ao longo deste estudo seguiu o protocolo definido por Lopes et al. (2018), que apresenta instruções claras para a construção das NM, indicando os passos a realizar, tanto no processo de recolha de dados como na elaboração das NM e, posteriormente, na fase de validação das NM por investigadores independentes. As NM, alvo de análise neste estudo, encontram-se validadas, estando assegurada a sua exatidão, confiança e legibilidade. As etapas de codificação e categorização do processo de análise de conteúdo das NM foram elaboradas com recurso ao software MAXQDA (Kuckartz & Rädiker, 2019) e os critérios (Quadro 1) foram definidos de acordo com os objetivos de aprendizagem estabelecidos nas novas Aprendizagens Essenciais (Canavarro et. al, 2021) para a capacidade matemática Pensamento Computacional.

Quadro 1: Definição das ações da Professora Estagiária que proporcionam o desenvolvimento das dimensões de Pensamento Computacional.

Dimensões do Pensamento Computacional	Definição
Abstração	A Professora Estagiária realça os dados necessários à resolução da situação problemática.
Decomposição	A Professora Estagiária apela à resolução por etapas das tarefas apresentadas.
Reconhecimento de padrões	A Professora Estagiária fomenta a identificação de padrões nas tarefas apresentadas.
Algoritmia	A Professora Estagiária incentiva a utilização de um procedimento passo a passo que foi desenvolvido anteriormente em outras tarefas.
Depuração	A Professora Estagiária incentiva a otimização da resolução efetuada pelo aluno.

Para a elaboração da análise de conteúdo foram seguidos os princípios de Bardin (2011): pré-análise do conteúdo; exploração do conteúdo e tratamento dos resultados. Deste modo, elaborou-se a identificação e codificação dos excertos das NM que continham evidências do desenvolvimento de dimensões do Pensamento Computacional pelos alunos e, posteriormente, contabilizaram-se as ocorrências do desenvolvimento de cada dimensão em análise. Os resultados obtidos são apresentados na próxima secção.

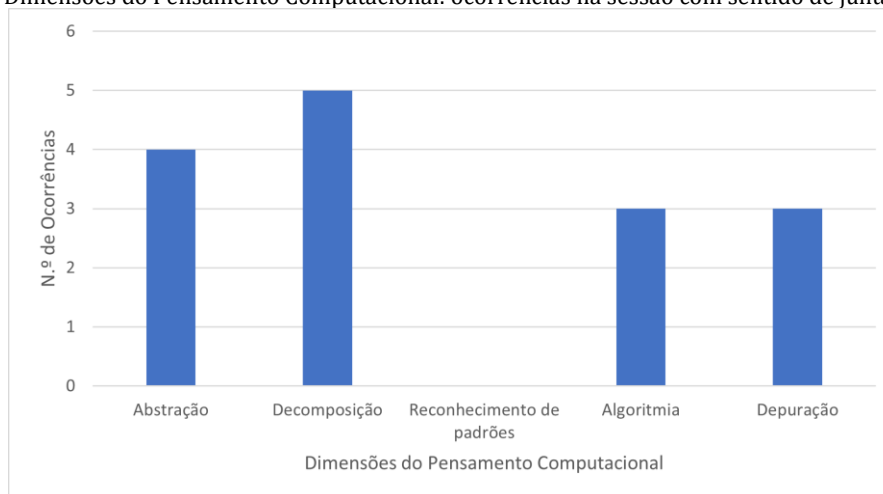
4. Apresentação de resultados

No decorrer da análise das NM, foram identificadas as evidências da promoção do desenvolvimento das dimensões do Pensamento Computacional nos alunos, sendo posteriormente contabilizadas as ocorrências de cada dimensão por sessão de intervenção. Os resultados desta análise são apresentados através de uma síntese das ocorrências das dimensões do Pensamento Computacional na totalidade da intervenção.

4.1. Práticas do Pensamento Computacional identificadas na sessão dedicada ao sentido de juntar da adição

No Gráfico 1 é possível verificar as ocorrências de cada dimensão analisada, na primeira sessão de intervenção do estudo. Realça-se que, nesta primeira sessão, a dimensão que registou um maior número de ocorrências foi a “decomposição”, já a dimensão “reconhecimento de padrões” não registou qualquer ocorrência.

Gráfico 1: Dimensões do Pensamento Computacional: ocorrências na sessão com sentido de juntar da adição.



No Quadro 2 é possível verificar algumas evidências das dimensões analisadas.

Quadro 2: Evidências das dimensões do Pensamento Computacional na sessão com sentido de juntar da adição.

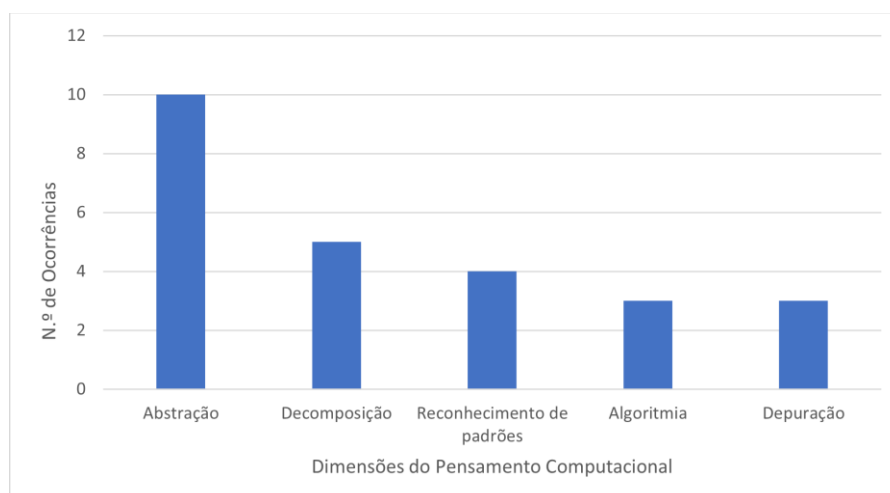
Dimensão do Pensamento Computacional	Evidências
Abstração	“qual é a primeira adição que nós aí temos?”
	“fazemos uma adição ou uma subtração?”

Decomposição	“O que é que eu vou desenhar neste quadradinho aqui?”
	“apresentam as duas parcelas da adição, aqui”
Reconhecimento de padrões	-----
Algoritmia	“Como é que nós púnhamos os números?”
	“O que é que nós podemos fazer com estes onze cubinhos?”
Depuração	“mas têm de me demonstrar o que é que fizeram até chegar à solução”
	“podem, por exemplo, fazer assim uma setinha, umas setinhas...”

4.2. Práticas do Pensamento Computacional identificadas na sessão dedicada ao sentido de acrescentar da adição

Na segunda sessão de intervenção do estudo, a dimensão “abstração” foi a que registou um maior número de ocorrências, tendo ocorrido duas vezes mais do que qualquer uma das outras dimensões, que registaram entre três e quatro ocorrências.

Gráfico 2: Dimensões do Pensamento Computacional: ocorrências na sessão com sentido de acrescentar da adição.



O Quadro 3 apresenta algumas das evidências registadas na sessão com sentido de acrescentar da adição.

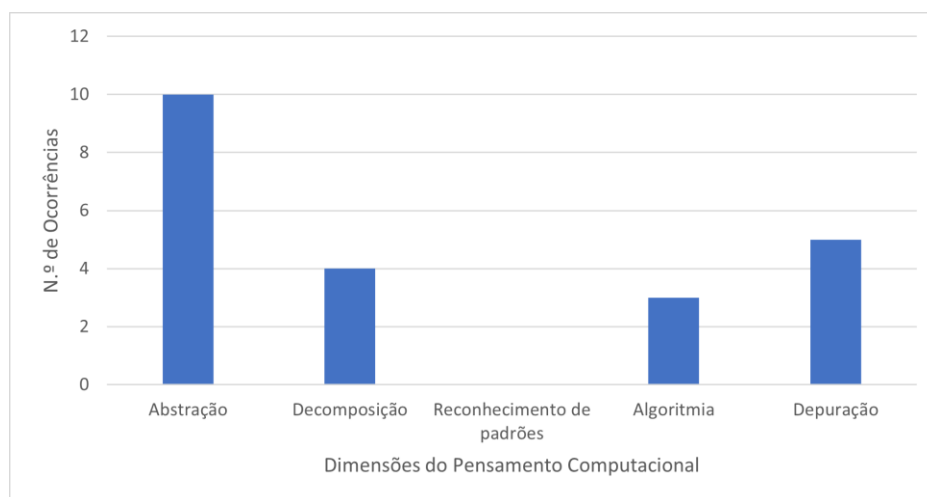
Quadro 3: Evidências das dimensões do Pensamento Computacional na sessão com sentido de acrescentar da adição.

Dimensões do Pensamento Computacional	Evidências
Abstração	“queria que me indicassem qual é a quantidade inicial”
	“volto a referir que será representada a quantidade inicial e a quantidade que foi acrescentada”
Decomposição	“indicando aos alunos onde deveriam representar cada quantidade”
	“volto a questionar o que será representado na alínea 2.2”
Reconhecimento de padrões	“onde é que vamos representar estes vinte e oito?”
	“Será que nós podemos ter doze unidades aqui nesta coluna?”
Algoritmia	“Então o que é que nós fazemos? ”
	“Temos de tirar dez cubinhos e fazer o quê a esses dez cubinhos? ”
Depuração	“questionei o Aluno C acerca da possibilidade de existirem unidades suficientes para formar uma dezena ”
	“Resposta completa!... ”

4.3. Práticas do Pensamento Computacional identificadas na sessão dedicada ao sentido de comparar da subtração

Na sessão com sentido de comparar da subtração, de forma semelhante à primeira sessão do estudo, não se verificaram ocorrências da dimensão “reconhecimento de padrões” e a dimensão “abstração” foi, novamente, a que registou um maior número de ocorrências (Gráfico 3).

Gráfico 3: Dimensões do Pensamento Computacional: ocorrências na sessão com sentido de comparar da subtração.



No Quadro seguinte é possível verificar algumas das evidências das dimensões do Pensamento Computacional registadas na terceira sessão de intervenção do estudo (Quadro 4).

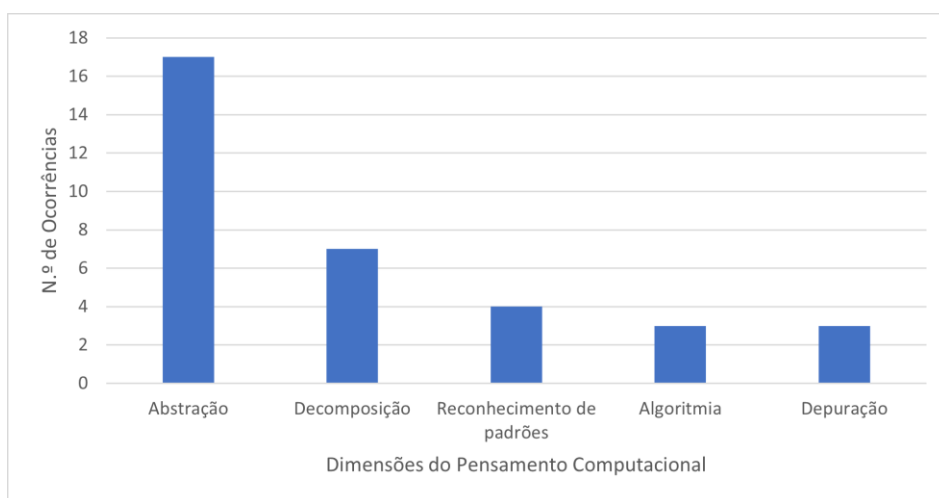
Quadro 4: Evidências das dimensões do Pensamento Computacional na sessão com sentido de comparar da subtração.

Dimensões do Pensamento Computacional	Evidências
Abstração	“questionei, em voz alta, qual seria a operação a utilizar”
	“Primeiro temos de fazer o quê? Qual é a nossa pergunta?”
Decomposição	“informei os alunos que já podiam elaborar as representações na folha de exploração”
	“pedi aos alunos para elaborarem uma resposta para a tarefa”
Reconhecimento de padrões	-----
Algoritmia	“deveriam ler as tarefas em grupo e fazer as representações que achassem necessárias para resolver cada uma das tarefas”
	“Também para esta resolução distribui folhas brancas, servindo de rascunho”
Depuração	“o objetivo é explicar aquilo que fizeram”
	“como vão fazer isso? É isso que eu quero saber...”

4.4. Práticas do Pensamento Computacional identificadas na sessão dedicada ao sentido de completar da subtração

No Gráfico 4 são apresentadas as ocorrências de cada dimensão do Pensamento Computacional na sessão com sentido de completar da subtração. Realça-se a ocorrência significativa da dimensão “abstração” enquanto as restantes dimensões registaram um número reduzido de ocorrências.

Gráfico 4: Dimensões do Pensamento Computacional: ocorrências na sessão com sentido de completar da subtração.



No Quadro 5 é possível verificar as evidências das dimensões analisadas.

Quadro 5: Evidências das dimensões do Pensamento Computacional na sessão com sentido de completar da subtração.

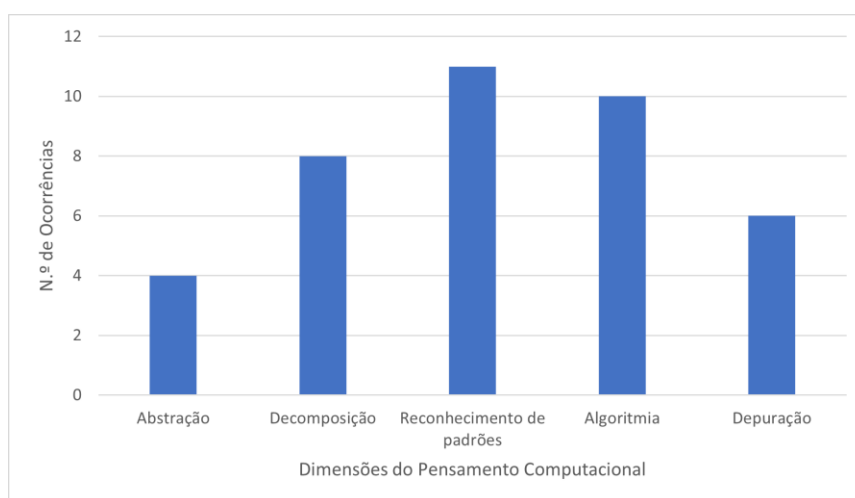
Dimensões do Pensamento Computacional	Evidências
Abstração	“Fui questionando grupo a grupo o que estavam a pensar fazer, qual seria a operação a utilizar”
	“Falta saber que quantidade é que lhe falta... juntar”
Decomposição	“O que é que vocês começaram por fazer?”
	“fui questionando os alunos acerca dos passos necessários para a resolução da tarefa”
Reconhecimento de padrões	“como é que nos sabemos o que é que falta?”

	“Como os alunos nunca tinham trabalho com estas folhas, expliquei que deveriam representar a parcela do aditivo e subtrativo na primeira alínea”
Algoritmia	“o que é que ela pode juntar para chegar aos quarenta e sete?”
	“informei que poderiam começar a realizar as representações nos Tabuleiros Decimais”
Depuração	“e chegaste ao 22 que é o quê neste problema o 22?”
	“E vinte e seis é o que no problema?...”

4.5. Práticas do Pensamento Computacional identificadas na sessão dedicada ao sentido de retirar da subtração

A sessão com sentido de retirar da subtração, ao contrário das anteriores, iniciou-se com a correção de um trabalho de casa que implicava a resolução de um algoritmo. Como os alunos demonstraram não compreender a resolução elaborada pela Professora Cooperante, a Professora Estagiária/Investigadora do estudo optou por fazer uma comparação entre o algoritmo e o Tabuleiro Decimal, o que originou inúmeras ocorrências da dimensão “reconhecimento de padrões”. Deste modo, esta foi a dimensão que registou um maior número de ocorrências, seguindo-se a dimensão “algoritmia”, também com um número significativo de ocorrências.

Gráfico 5: Dimensões do Pensamento Computacional: ocorrências na sessão com sentido de retirar da subtração.



No quadro seguinte (Quadro 6) são apresentadas algumas evidências das dimensões analisadas.

Quadro 6: Evidências das dimensões do Pensamento Computacional na sessão com sentido de retirar da subtração.

Dimensões do Pensamento Computacional	Evidências
Abstração	“E isso é que número?”
	“Que é o quê?”
Decomposição	“dou permissão para começarem a resolver a tarefa nos Tabuleiros Decimais e representarem nas folhas de rascunhos”
	“E depois... quantos cubinhos?”
Reconhecimento de padrões	“Por isso é que eu vos estou sempre a dizer que o Tabuleiro é como se fosse um algoritmo”
	“E mais? O que é que fazíamos a seguir?”
Algoritmia	“Temos aqui cubos e barras azuis e cubos vermelhos, o que é que eu tenho de fazer aos cubos vermelhos?”
	“Estão agrupados numa barra! O que é que nós temos de fazer?”
Depuração	“Podemos ter aqui doze cubinhos?”
	“E o resultado significa o quê?”

4.6. Síntese de Resultados

A Tabela 1 apresenta a totalidade das ocorrências registadas ao longo das cinco sessões do estudo, permitindo elaborar uma comparação entre as ocorrências das sessões.

Tabela 1: Síntese das ocorrências ao longo de todo o estudo.

Dimensões do Pensamento Computacional	Sentidos da operação adição		Sentidos da operação subtração			
	Juntar	Acrescentar	Comparar	Completar	Retirar	Total
Abstração	4	10	10	17	4	45
Decomposição	5	5	4	7	8	29
Reconhecimento de padrões	0	4	0	4	11	19
Algoritmia	3	3	3	3	10	22
Depuração	3	3	5	3	6	20
Total	15	25	22	34	39	-----

Os resultados apresentados mostram que o número de evidências das dimensões de Pensamento Computacional foi aumentando ao longo das sessões, aumentando de 15 para 24 ocorrências nas

sessões com os sentidos da adição e de 21 para 39 ocorrências nas sessões com os sentidos da subtração.

A dimensão “abstração” foi aquela que registou um maior número de ocorrências ao longo de todo o estudo. Realça-se que o registo do menor número de ocorrências desta dimensão verificou-se nas sessões de juntar da adição e de retirar da subtração, coincidindo com os sentidos onde os alunos apresentaram menos dificuldades (Rodrigues, 2021). A segunda dimensão com um maior número de ocorrências foi a “decomposição”, que não registou uma variação significativa no número de ocorrências ao longo das sessões, tendo-se registado entre quatro e oito vezes. A dimensão “reconhecimento de padrões” aumentou as suas ocorrências ao longo do estudo, não tendo registado qualquer ocorrência em cada uma das primeiras sessões da adição e da subtração, respetivamente, a sessão com sentido de juntar e a sessão com sentido de comparar. A dimensão “algoritmia” registou sempre o mesmo número de ocorrências até à última sessão do estudo, registando nesta última um aumento significativo de ocorrências. Por último, a dimensão “depuração”, de forma muito semelhante à dimensão “decomposição”, não registou grande diferença de ocorrências ao longo do estudo, variando entre três e seis ocorrências.

5. Discussão de Resultados

Depois de apresentados os resultados, verifica-se que a dimensão do Pensamento Computacional que registou maior número de evidências é a “abstração”. Dado que esta intervenção foi efetuada numa turma do 1.º ano do 1.º CEB que demonstrou ter dificuldades na resolução de situações problemáticas, a ocorrência “abstração” evidencia a necessidade da Professora Estagiária/Investigadora focar os aspetos importantes da tarefa, na tentativa de simplificar a complexidade inerente à resolução das situações problemáticas propostas, tal como é referido por Marcelino et al. (2018).

A ocorrência da segunda dimensão mais vezes registada, a “decomposição”, torna-se logo evidente na folha de exploração entregue aos alunos, onde cada passo essencial à resolução das situações problemáticas está previamente estipulado por alíneas. A ocorrência da “decomposição” demonstra mais uma vez a tentativa de simplificar a resolução das situações problemáticas apresentadas, corroborando o estudo de Grover e Pea (2013).

O facto de a dimensão “reconhecimento de padrões” não se verificar em cada uma das sessões iniciais, da adição e da subtração, e só aumenta as ocorrências nas sessões seguintes do estudo pode ser justificado pela tentativa da Professora Estagiária/Investigadora em procurar que os alunos reconheçam os padrões de resolução desenvolvidos anteriormente e resolvam as tarefas seguintes utilizando os conhecimentos já adquiridos, como é referido por

Juškevičienė e Dagienė (2018). À semelhança desta dimensão, também a “algoritmia” sofreu um aumento significativo de ocorrências na última sessão do estudo, mantendo-se constante nas restantes sessões. Considerando Moschella e Basso (2020), a ocorrência desta dimensão tem como objetivo o seguimento de um conjunto de procedimentos já elaborados e compreendidos pelos alunos, demonstrando, mais uma vez, a intenção da Professora Estagiária/Investigadora de os alunos aplicarem conhecimentos já adquiridos.

Com o desenvolvimento da intervenção, acompanhado pelo aumento das ocorrências da dimensão “depuração”, torna-se evidente a procura da Professora Estagiária/Investigadora pela identificação dos erros e a otimização das resoluções apresentadas pelos alunos. Esta evidência corrobora o estudo de Grover e Pea (2013), tendo em conta que os autores referem que os alunos vão procurando cada vez mais aprimorar as suas propostas, à medida que vão avançando na resolução do que se propõem a executar.

6. Conclusões

No sentido de dar resposta à questão de investigação que norteou este estudo é possível afirmar que as dimensões do Pensamento Computacional, definidas no documento curricular de matemática para o 1.º CEB (Canavarro et al., 2021), foram promovidas por uma Professora Estagiária/Investigadora, no decorrer da resolução de situações problemáticas envolvendo os sentidos da adição e da subtração. Embora não fosse um dos objetivos da intervenção, a promoção das dimensões de Pensamento Computacional verificou-se na totalidade das resoluções das situações problemáticas apresentadas.

Conclui-se com este estudo que cada uma das dimensões do Pensamento Computacional aqui analisadas, e elencadas nas novas Aprendizagens Essenciais (Canavarro et al., 2021), foi usada na resolução de problemas na sala de aula, tornando-se evidente a importância de serem explicitadas nos currículos que regem a educação em Portugal e serem trabalhadas intencional e conscientemente por parte do professor.

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 2022.09720.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

- 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. *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
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W., Highfield, K., Veal, J., Howe, C., Lister, R., Mason, R., & Highfield, R. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), 53–72. <https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n3.4>
- Canavarro, A. P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, G. (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática no Ensino Básico*. ME-DGE. <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education (8th ed.)*. Routledge.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.)*. SAGE Publications.
- El-Hamamsy, L., Chessel-Lazzarotto, F., Bruno, B., Roy, D., Cahlikova, T., Chevalier, M., Parriaux, G., Pellet, J. P., Lanarès, J., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021). A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2445–2475. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10355-5>
- Espadeiro, R. (2021). O Pensamento Computacional no currículo de Matemática. *Educação e Matemática*, 162, 5–10.
- Esteve-Mon, F. M., Adell-Segura, J., Llopis Nebot, M. A., Valdeolivas Novella, G., & Aparicio, J. P. (2019). The development of computational thinking in student teachers through an intervention with educational robotics. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 139–152. <https://doi.org/10.28945/4442>
- Gao, X., & Hew, K. F. (2022). Toward a 5E-Based Flipped Classroom Model for Teaching Computational Thinking in Elementary School: Effects on Student Computational Thinking and Problem-Solving Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 512–543. <https://doi.org/10.1177/07356331211037757>

- Gonçalves, R. A. (2021). Oportunidades de integração do Pensamento Computacional e da programação no Ensino Secundário. *Educação e Matemática*, 162, 27–30.
- 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>
- Juškevičienė, A., & Dagienė, V. (2018). Computational thinking relationship with digital competence. *Informatics in Education*, 17(2), 265–284. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.14>
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). Introduction: Analyzing Qualitative Data with Software. In *Analyzing Qualitative Data with MAXQDA: Text, Audio, and Video* (pp. 1–11). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15671-8_1
- 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., Viegas, C., & Pinto, A. (2018). *Melhorar práticas de ensino de ciências e tecnologia – Registrar e investigar com narrações multimodais*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Marcelino, M. J., Pessoa, T., Vieira, C., Salvador, T., & Mendes, A. J. (2018). Learning Computational Thinking and scratch at distance. *Computers in Human Behavior*, 80, 470–477. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.025>
- Mauhibah, R., & Karso, K. (2020). Student Difficulties in Addition and Subtraction of Two Digit Numbers. *International Conference on Elementary Education*, 2(1), 618–623.
- Ministério da Educação e Ciência. (2013). *Programa e Metas Curriculares Matemática: Ensino Básico*. Lisboa: MEC.
- Ministério de Educação. (2018). *Aprendizagens essenciais: articulação com o perfil dos alunos*. ME-DGE
- 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>
- Özcan, M., Çetinkaya, E., Göksun, T., & Kisbu-Sakarya, Y. (2021). Does learning to code influence cognitive skills of elementary school children? Findings from a randomized experiment. *British Journal of Educational Psychology*, 91(4), 1434–1455. <https://doi.org/10.1111/bjep.12429>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.

- Rich, K. M., Yadav, A., & Larimore, R. A. (2020). Teacher implementation profiles for integrating computational thinking into elementary mathematics and science instruction. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3161–3188. <https://doi.org/10.1007/S10639-020-10115-5>
- Rodrigues, R. (2021). *O uso do Tabuleiro Decimal na compreensão dos princípios do sistema de numeração decimal e dos sentidos das operações*. (Relatório Final do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB, Escola Superior de Educação de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra).
- Rodrigues, R. N., Rato, V., & Martins, F. (2021). Tabuleiro Decimal e a resolução de situações problemáticas envolvendo as operações aritméticas adição e subtração. *APeDuC Revista*, 2(1), 33-45.
- Torres, J., & Figueiredo, M. (2021). Aprender Matemática para programar ou programar para aprender Matemática? *Educação e Matemática*, 162, 11–14.
- 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. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

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 (Athanasίου 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.elec Freaks.com/ring-bit-bricks-pack.html>

⁸ <https://microbit.org/pt-pt/>



Figura 5 – Robot super doc e robot mind designer

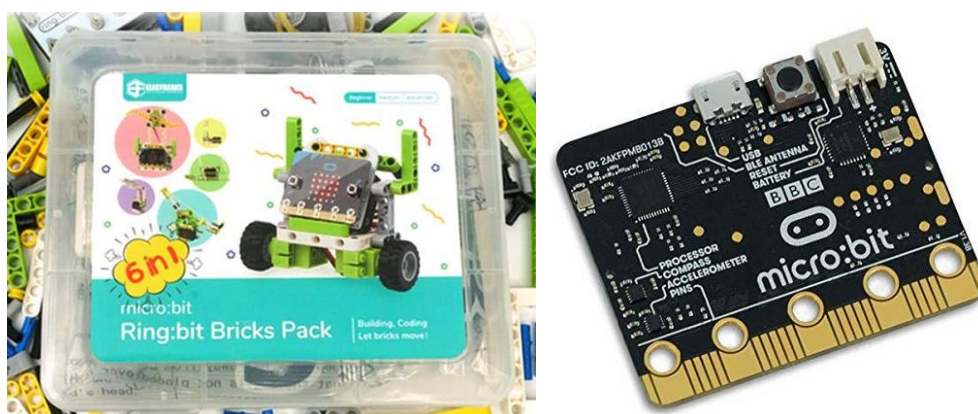


Figura 2 – Kit Ring Bit Brick Pack e placa controladora micro:bit

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.

	Cada bloco – descrito em maior detalhe abaixo – tem como foco diferentes elementos constituintes de um CA. 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.
III	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. 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.

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 *Builing 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 autoperceção 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: ✓ 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: ✓ Programar o robot, tomando consciência da linguagem a utilizar para que este execute os comandos pretendidos
--	---

Figura 4 – Objetivos aluna C

Objetivo Geral: • Utilizar o robot Super Doc para melhor compreensão dos conteúdos a lesionar sobre Localização e orientação no espaço.	Objetivos Específicos: • 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).

Objetivo Geral: Saber localizar e orientar um objeto (robot) no espaço.	Objetivos Específicos: - 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

Objetivo Geral: - Integrar o robot Super DOC na aprendizagem de Conteúdos relacionados com a <i>Localização e orientação no espaço</i>.	Objetivos Específicos: - 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.

<u>Objetivos Gerais:</u> Experimentar uma proposta de integração de RE nos processos de ensino e de aprendizagem relacionados com os conteúdos de aprendizagem: figuras geométricas e medida	<u>Objetivos Específicos:</u> Compreender algumas das funcionalidades funcionalidades da plataforma de RE Mind Designer Desenhar quadriláteros através da aplicação e utilização do robô
--	---

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.

<u>Tarefas:</u> Explorar a aplicação Mind Designer de forma livre Programar o robô Mind Designer para desenhar quadriláteros, 2 quadrados e 3 retângulos	<u>Atividades:</u> -D onde é necessário para desenvolver a tarefa, podemos incluir ações de professor salientando Programar o robô para desenhar um quadrado (livremente) Programar o robô para desenhar 2 quadrados e 3 retângulos numa folha A3 Apresentação dos trabalhos e discussão em grande grupo ↓ Devo fazer... com que objetivo?
---	---

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”.

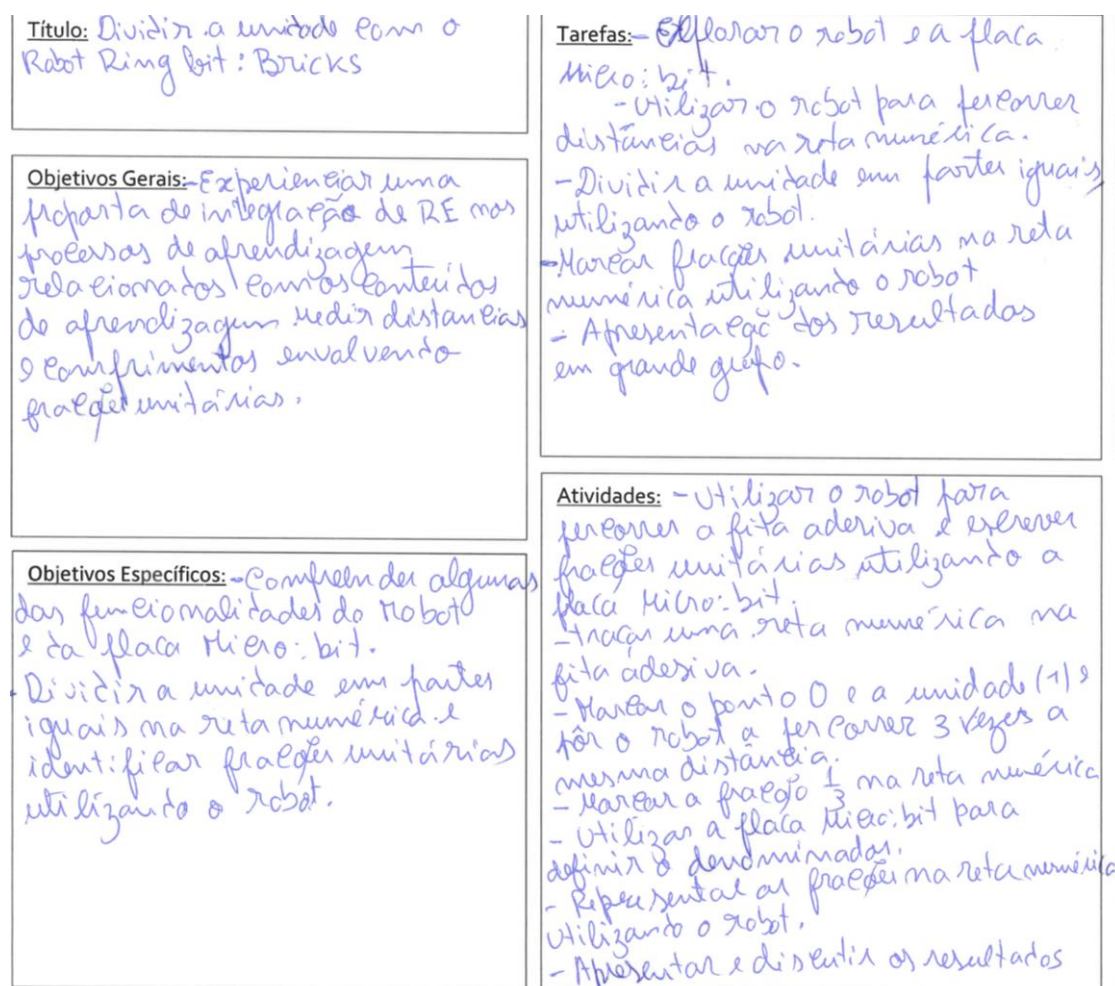


Figura 10 – Objetivos e estratégias propostas pelo grupo 6

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-robô e aluno-robô-professor.

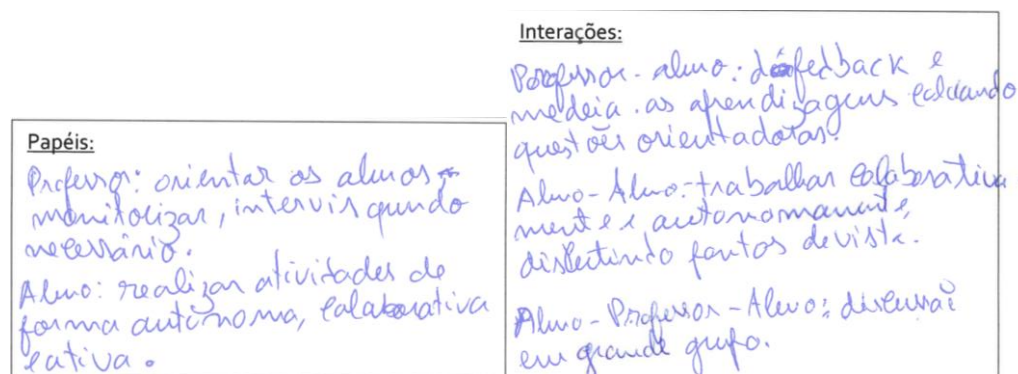


Figura 11 – Campos Papéis e Interações do CA.

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.

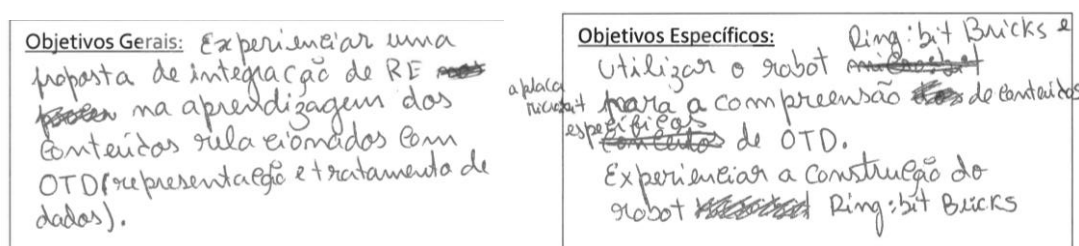


Figura 12 – Objetivos propostos pela Aluna B

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.

Tarefas: ^{Ring: bit Bricks} ① Construir o robot Micro:bit ^{Micro:bit} aplicação ② Realizar as tarefas do guião de forma colaborativa, utilizando o robot.	Recursos: Robot Micro:bit ^{Ring: bit Bricks}, tablet, guião de exploração, guião de instruções, placa Micro:bit, aplicação micro:bit Papéis: ^{Professor:} Orientar os alunos ao longo das tarefas propostas, monitorizando a atuação dos alunos, intervindo sempre que necessário, privilegiando estratégias que envolvam o trabalho autónomo. Aluno: Desenvolver as atividades previstas de forma autonomamente e em colaboração com o grupo.
Atividades: • Construir o robot Micro:bit seguindo as instruções do guião de instruções. • Realizar a tarefa 2 do guião de exploração, relacionada com a construção de um pictograma. • Realizar Realizar a tarefa 1 do guião de exploração, relacionada com a construção da tabela de frequência, utilizando a placa Micro:bit. • Realizar a tarefa 3 do guião de exploração. • Programar o robot utilizando a aplicação micro:bit e os dados da tabela de frequência. • Testar a validade da programação.	Interações: Professor - aluno: dar feedback e mediar as aprendizagens colocando questões orientadoras. Aluno - Aluno: trabalham colaborativamente e de forma autónoma, discutindo pontos de vista.

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 guião de exploração. É evidente a necessidade sentida de explicitar a função do guião, chegando mesmo a sugerir uma proposta de guião (Figura 14). É uma tentativa insuficiente, já que a proposta de guião de exploração não é mais do que um conjunto de enunciado de tarefas, evidenciando a necessidade de *redesign*.

Guião

- 0 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

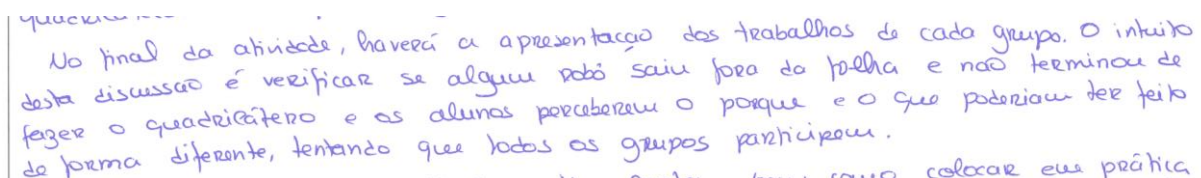
A análise do campo resumo da narrativa (Figura 16) permite perceber que a aluna procura estabelecer um contexto em que os alunos já tiveram experiências prévias com a plataforma de RE e identifica o número de alunos que constitui cada grupo a formar. Especula-se que este contexto tenha influenciado a 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.



quocumque...
No final da atividade, haverá a apresentação dos trabalhos de cada grupo. O intuito desta discussão é verificar se algum robô saiu fora da folha 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).

Objetivo Geral: - Integrar a Robótica Educativa nos processos de ensino e de aprendizagem relacionados com os conteúdos de pensamento computacional, cálculo mental e orientação espacial.	Tarefas: 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.
Objetivos Específicos: - 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).	Atividades: 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.

a) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.	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. PARTIDA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;">Sequência de comandos</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;"> $15+25$ Soma _____ </td> </tr> </table>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		$15+25$ Soma _____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição				
	$15+25$ Soma _____				
b) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras.	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. PARTIDA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;">Sequência de comandos</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;"> $35+49$ Soma _____ </td> </tr> </table>	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.

a) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras. Consultando Palhares (2004), uma das estratégias (adicionar da esquerda para a direita) aqui presente é: $(10+20)+(5+5)=30+10=40$	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. PARTIDA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;">Sequência de comandos</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;"> $15+25$ Soma _____ </td> </tr> </table>	Sequência de comandos	Operação aritmética da adição		$15+25$ Soma _____
Sequência de comandos	Operação aritmética da adição				
	$15+25$ Soma _____				
b) Explica como pensaste, usando esquemas, desenhos ou palavras. 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.	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. PARTIDA <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;">Sequência de comandos</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Operação aritmética da adição</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;"> $35+49$ Soma _____ </td> </tr> </table>	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.

- Athanasίου, 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>

Capítulo 8

Educação e Práticas STE(A)M: uma revisão sistemática

Sofia Laura 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
slcosta@ua.pt

J. Bernardino Lopes

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
blopes@utad.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 revolução tecnológica tem vindo a alterar a forma como vemos e interpretamos o mundo que nos rodeia. Neste sentido, a comunidade escolar procurou acompanhar esta evolução, dando respostas aos interesses e necessidades futuras dos alunos e do país (Lee et al., 2022). Para atender às necessidades de um mundo mais centrado na Ciência e Tecnologia (NSF, 1998), na década de 90, surgiram nos Estados Unidos da América (EUA), relatórios educativos, por exemplo da *National Science Foundation* (NSF) (NSF, 1998) e da *National Commission on Excellence in Education* (NCEE, 1983) e opiniões de investigadores, professores universitários e alunos que revelaram lacunas na Educação em Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia (SMET) (Breiner et al., 2012). Em 2001, devido à difícil articulação da sigla, a Diretora da Divisão de Educação e Recursos Humanos da NSF, Judith A. Ramaley, alterou a sigla SMET para STEM (Christenson, 2011). A NSF definia as áreas do estudo STEM como Matemática, Ciências Naturais, Engenharia e Ciências Informáticas e da Informação. Incluía também as Ciências Sociais/Comportamentais (Psicologia, Economia, Sociologia e Ciências Políticas) (Green, 2007). Desde 2001 que o termo STEM se tem difundido pelo mundo e a sua interpretação também tem variado (Breiner et al., 2012). Sanders (2009) cria o termo Educação STEM no seu Programa de Pós-Graduação Da Virginia Tech como complemento ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica. Estão identificadas, pela literatura (Sanders, 2009), lacunas conceituais relacionadas com STEM e Educação STEM, onde vários autores utilizam a sigla STEM erradamente, já que a utilização deste termo é uma referência às áreas em que os cientistas, engenheiros e matemáticos trabalham. Já os professores destas áreas são designados Educadores STEM que trabalham na Educação STEM. Devido à ambiguidade do termo STEM e ao seu grande objetivo de sublinhar a importância de centrar o seu Programa em novas abordagens integrativas de Educação STEM, Sanders (2009) alterou a designação do seu Programa de Pós-Graduação para Educação Integrativa STEM. Gonzalez e Kuenzi (2012) definem Educação STEM como um termo referente ao ensino e à aprendizagem nas áreas do estudo da Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, incluindo atividades educativas para todas as etapas educativas, desde a Educação Pré-Escolar ao Doutoramento, do ensino formal e não formal.

Bybee (2010) refere que para que seja possível uma reforma no ensino, além de definir Educação STEM é fundamental que o desenvolvimento da Literacia STEM, nos alunos, se torne uma prioridade educativa. O mesmo autor, inspirado na estrutura científica do PISA 2006 (*Programme for International Student Assessment*) (OECD, 2006), apresentou o seu entendimento relativamente à Literacia STEM, uma estrutura de contextos para a Educação STEM, as competências que podem ser usadas como resultados da aprendizagem para a Educação STEM. A

Literacia STEM engloba os conhecimentos conceituais, as competências e as habilidades processuais para que os alunos abordem questões pessoais, sociais e globais relacionadas com as áreas do estudo STEM. Envolve também, a integração de áreas do estudo STEM e quatro “componentes inter-relacionados e complementares” (Bybee, 2010, p. 31). A prática pedagógica¹⁰ desenvolvida na Educação STEM assenta em problemas atuais e reais, com temas pertinentes e fundamentais de serem abordados, como a saúde, eficiência energética, recursos naturais, qualidade ambiental, mitigação do perigo e fronteiras da STEM. A exploração destas temáticas deve ser breve (2 a 6 semanas), de duração adequada à faixa etária dos alunos e ao seu estágio de desenvolvimento (dos 5 aos 17 anos) (Bybee, 2010). À medida que exploram as temáticas, os alunos, devem atingir habilidades relativas às várias áreas do estudo STEM e aplicar os conhecimentos adquiridos na busca de soluções adequadas. Em suma, Bybee (2010) sugere um Framework para um Modelo das áreas do estudo STEM (Figura 1).

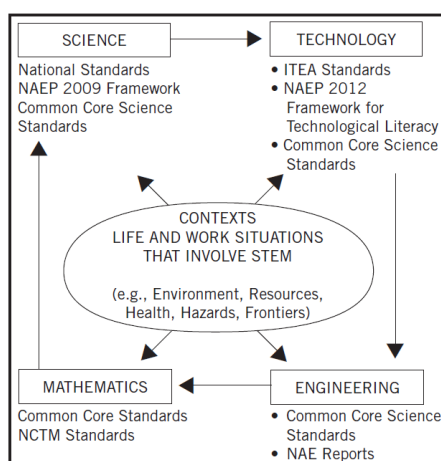


Figura 6. Framework para um Modelo das áreas do estudo STEM (Bybee, 2010)

Durante a evolução das diferentes correntes da Educação STEM verificou-se que, além dos domínios curriculares que a compõem, estas podem também integrar outras disciplinas curriculares como as Artes e a História (Sanders, 2009). A Arte assumiu-se como uma área do saber tão necessária quanto as áreas da Educação STEM, uma vez que desenvolve habilidades críticas e o pensamento criativo na resolução de problemas, e permite a resolução de problemas técnicos através da imaginação dos indivíduos (Uğur-Erdoğan, 2021). O bom uso da imaginação pode “desenvolver estratégias de aprendizagem, estimular o potencial de aprendizagem, aprofundar a compreensão, reduzir a carga de aprendizagem e melhorar a simulação mental e a

¹⁰ A prática pedagógica é “... uma prática social orientada por objetivos, finalidades e conhecimentos, e inserida no contexto da prática social. A prática pedagógica é uma dimensão da prática social ...” (Veiga, 1992, p. 16)

imaginação entre os alunos” (Chung et al., 2022, p. 906). Assim, é essencial o desenvolvimento da Educação Artística desde os primeiros anos de escolaridade (Taylor & Taylor, 2017). Neste sentido, Yakman (2008) apresentou uma extensão da Educação STEM designada Educação STEAM.

A Educação STEAM, para Yakman (2008) é um Modelo educativo, em desenvolvimento, de como as disciplinas tradicionais (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) (silos¹¹) podem ser estruturadas de forma a obter uma planificação de um currículo integrado. Inclui revisões epistemológicas de desenvolvimento gerais e específicos da disciplina, bem como os padrões de disciplina individual no que diz respeito à educação integrativa ou holística. Na criação deste modelo de Educação STEAM, a autora pretendia atingir dois objetivos: (i) criar uma estrutura que permitisse aos alunos compreender a importância das relações das diferentes áreas e respeitar a necessidade de desenvolver habilidades em cada uma; (ii) criar uma estrutura que permitisse auxiliar os alunos a organizar o ensino das áreas, não hierarquicamente, mas com ligações transdisciplinares.

A visão sobre as áreas do estudo STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), tal como sucedeu com as áreas do estudo STEM, tem diferentes interpretações e entendimentos na literatura. Para a criadora da Educação STEAM (Yakman, 2008): A Ciência pode ser vista sob o ponto de vista do conhecimento científico, como um conjunto de processos investigativos e como atividade conectada com a Tecnologia e a sociedade; a Tecnologia envolve tudo o que o Homem cria/constrói; A Engenharia desenvolve habilidades associadas à Matemática e aos princípios científicos, de forma a realizar experiências, analisar e interpretar dados, trabalhar em equipa,

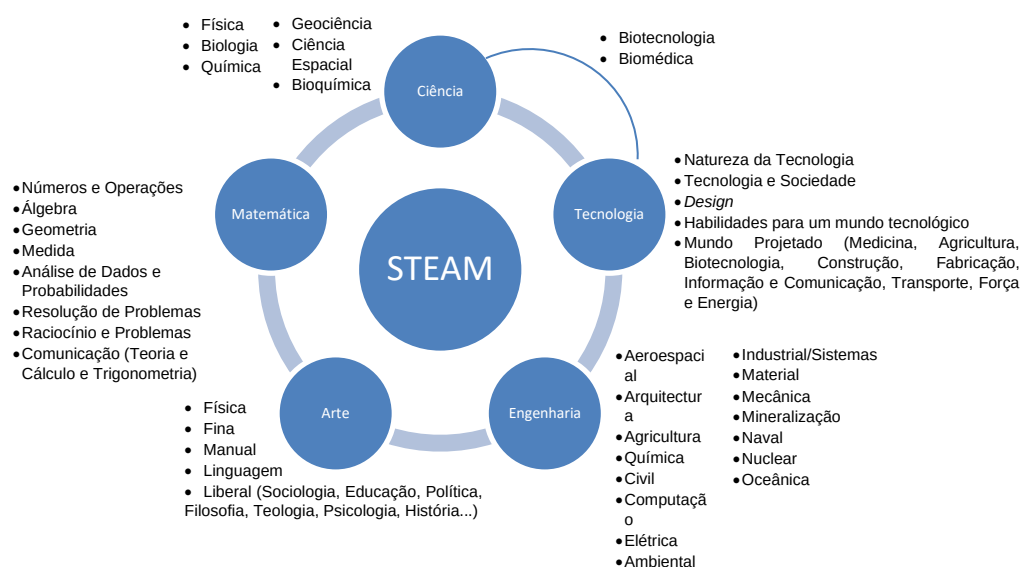


Figura 7. Classificações para as áreas do estudo STEAM apresentadas por Yakman (2008).

¹¹ Pode consultar o que se entende por “silos” no estudo dos autores Taylor e Taylor (2017)

identificar questões e problemas, mostrar responsabilidade e comunicar para viver em sociedade e agir sobre ela de forma positiva; as Artes estão interligadas com a Engenharia. Também podem ser identificadas através da forma como a sociedade se desenvolve, impacta, comunica e compreende as suas atitudes e costumes no passado, presente e futuro; a Matemática é usada pela sociedade de várias formas, através da Tecnologia produtiva ou para compreender o mundo natural. Na Figura 2 podemos ver as classificações que Yakman (2008) designa para as áreas do estudo STEAM.

Em suma, a Educação STEAM pretende desenvolver, nos alunos, habilidades específicas de resolução e problemas que a *National Art Education Association* (NAEA) declara que devem ser incorporadas ao ensino das Artes (e.g. habilidade de performance – forma de realizar ideias artísticas por meio de interpretação e apresentação).

A prática pedagógica desenvolvida na Educação STEAM, apresentada por Yakman (2008) surge representada numa estrutura piramidal onde apresenta diferentes áreas do estudo e relaciona-os com os diferentes níveis de integração associando-os às etapas educativas mais adequadas.

O desenvolvimento da compreensão da Educação STE(A)M (Educação STEM e Educação STEAM) passa também pelo entendimento dos desafios que estas representam para alunos e para professores (Lasa et al., 2020). A qualidade das práticas de ensino da Educação STE(A)M influenciam diretamente as aprendizagens dos alunos (Kim & Lee, 2018; Sauer et al., 2020). Portanto é urgente definir quais as práticas pedagógicas que auxiliam professores e alunos tanto no ensino como na aprendizagem da Educação STE(A)M. Ma (2021), sublinha que é necessário assumir a Educação STEM como um campo curricular e não apenas como um conjunto de ferramentas a ser usado pela economia e política do país. Para que esta visão suceda, há uma dupla responsabilidade a apontar: aos professores e às políticas educativas do país (Mystakidis & Christopoulos, 2022). Cabe aos professores investirem no seu Desenvolvimento Profissional - DP (Pasani & Amelia, 2021), seja ele através de workshops, experiências de ensino, Formação Inicial de Professores (FIP) ou outros. Já as entidades competentes devem projetar os currículos escolares e fazer um investimento na sua adaptação para o bom desenvolvimento de práticas inovadoras que promovam aprendizagens significativas nos alunos (Martínez-Borreguero et al., 2022). Estes esforços já são visíveis no desenvolvimento de várias áreas do estudo, como por exemplo, na Física (Lopes & Costa, 2021), na Música (A. Silva et al., 2021) ou na Dança (Bassachs et al., 2020).

O objetivo desta revisão sistemática é apresentar o panorama dos últimos dez anos relativamente à forma como tem sido estudada a Educação STE(A)M e implementadas Práticas STE(A)M (Práticas STEM e Práticas STEAM). Desta forma, formulou-se a seguinte questão de investigação: de que forma é que a Educação STE(A)M e as Práticas STE(A)M têm sido desenvolvidas?

2. Metodologia

A estrutura desta revisão sistemática da literatura regeu-se pelos princípios da Declaração PRISMA (Page et al., 2021), tendo em conta os critérios de inclusão definidos e explicados de seguida (Higgins & Thomas, 2021).

2.1. Procedimento de seleção de artigos

A recolha dos artigos para investigação foi realizada na última semana de março de 2022 nas bases de dados SCOPUS da Elsevier e Web of Science da Clarivate. A investigação teve em conta os artigos publicados nos últimos dez anos, ou seja, entre 2012 e 2022. Os termos de pesquisa foram ST = ("STEM" OR "STEAM") AND ("elementary School" OR "Primary School" OR "K-12") AND ("Teacher Training" OR "Teaching Approaches"). De seguida foram analisados, pelo título, resumo e palavras-chave, os artigos que incluíam Educação STEAM ou Práticas STEAM ou Educação STEM ou Práticas STEM.

2.2. Critérios de elegibilidade

Foram aplicados os critérios de inclusão de pesquisa que se seguem: (i) artigos publicados entre o dia 1 de janeiro de 2012 e 11 de maio de 2022; (ii) artigos escritos em português ou inglês; (iii) artigos que não façam parte do mesmo estudo (caso façam, é incluído o artigo mais recente); (iv) artigos com indexação à base de dados SCOPUS; (v) artigos que tenham como foco principal a Educação STE(A)M ou as Práticas STE(A)M. Como critérios de exclusão foram aplicados os seguintes: (i) artigos com publicações anteriores a 1 de janeiro de 2012; (ii) publicações sem acesso ao texto completo; (iii) teses ou dissertações académicas; (iv) artigos de revisão; (v) artigos que não contemplem os termos Educação STEAM, Práticas STEAM, Educação STEM, Práticas STEM no estudo; (vi) artigos sem o foco na Educação STE(A)M ou nas Práticas STE(A)M.

O processo de seleção seguiu as seguintes etapas: (1) pesquisa guiada pelos descritores nas referidas bases de dados; (2) exclusão de artigos duplicados; (3) exclusão de artigos fora do período selecionado; (4) exclusão de artigos sem indexação à base de dados SCOPUS; (5) exclusão de artigos que não disponibilizavam o texto completo; (6) exclusão de artigos de revisão; (7) exclusão de artigos que façam parte do mesmo estudo; (8) exclusão de artigos que na leitura de título, resumos e palavras-chave era verificado que a Educação STE(A)M ou as Práticas STE(A)M não eram relevantes; (9) exclusão de artigos de erros de pesquisa, ou seja, artigos que não contemplavam a Educação STE(A)M ou as Práticas STE(A)M e que não abordavam a temática noutros conceitos semelhantes; (10) leitura crítica e avaliação de artigos (Figura 3).

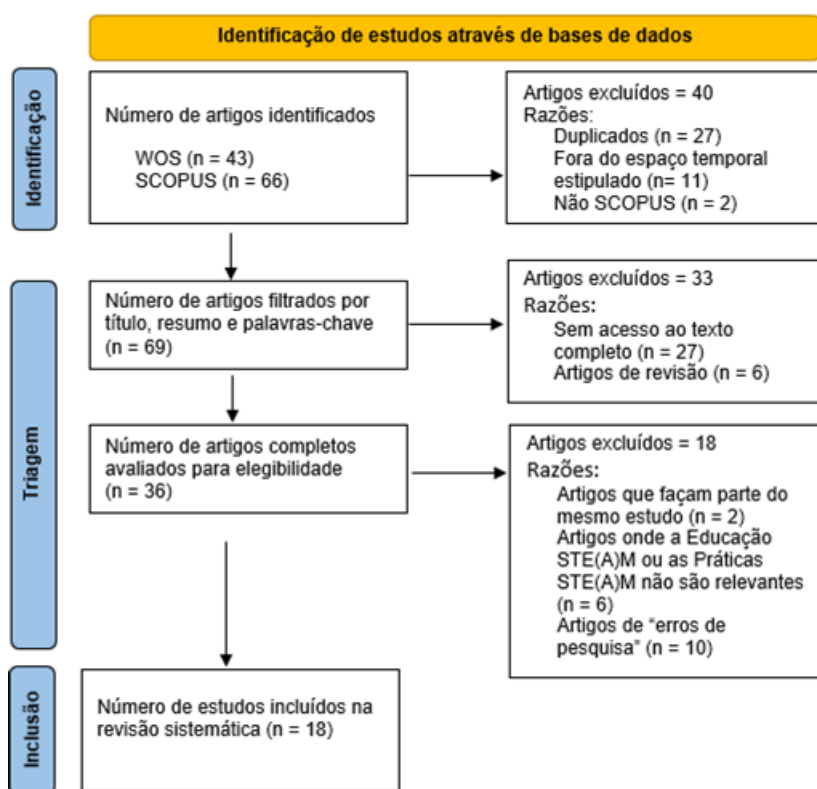


Figura 8. Fluxograma do procedimento de seleção de artigos

2.3. Procedimento de extração de dados

A extração de dados seguiu as seguintes unidades de análise:

1. Linguagem utilizada: Educação STEAM, Práticas STEAM, Educação STEM ou Práticas STEM;
2. Modelos de formação usados para desenvolver as Práticas STE(A)M;

3. Foco em que foram desenvolvidas as Práticas STE(A)M;
4. Destinatários das intervenções;
5. Objetivos dos estudos;
6. Conclusões apresentadas no desenvolvimento da Educação STE(A)M ou Práticas STE(A)M;
7. Sugestões para estudos futuros.

Os documentos foram selecionados associando cada unidade de análise a exemplos da codificação em uso (Tabela 1). Dos artigos selecionados, só foram extraídos os dados que surgiam de forma explícita. Para os dados que eram omissos ou pouco claros, designamos *Não especificado*. Para os dados que surgiam mais desenvolvidos, designamos *Direto*, para os que se remetiam a uma leitura de siglas por *Indireto*.

Tabela 1. Descrição das unidades de análise

Unidade de análise	Seções em análise	Codificação
1. Linguagem utilizada: Educação STEAM, Práticas STEAM, Educação STEM ou Práticas STEM	- Título - Resumo - Palavras-chave - Introdução - Revisão da literatura	- Especificado - Não especificado
2. Modelos de formação usados para desenvolver as Práticas STE(A)M	- Resumo - Metodologia	- Experiências de ensino - Formação inicial de professores - Workshops/Projetos - Formação universitária
3. Foco em que foram desenvolvidas as Práticas STE(A)M	- Resumo - Metodologia - Procedimento	- Especificado - Não especificado
4. Destinatários das intervenções	- Resumo - Metodologia	- Professores ¹²

¹² Professores ou Educadores

	- Procedimento	- Alunos ¹³ - Professores e alunos - Alunos da FIP - Alunos do Ensino Superior
5. Objetivos dos estudos	- Resumo - Metodologia	- Especificado - Não especificado
6. Conclusões apresentadas no desenvolvimento da Educação STE(A)M ou Práticas STE(A)M	- Discussão - Conclusões	- Especificado - Não especificado
7. Sugestões para estudos futuros	- Conclusões	- Especificado - Não especificado

2.4. Descrição dos artigos em análise

Na Tabela 2 podemos verificar as principais características dos 18 artigos selecionados para a revisão sistemática da literatura: autor(es), ano de publicação, país, etapa educativa para o qual cada intervenção educativa foi desenhada e *design* do estudo.

Tabela 2. Características dos artigos

<i>n</i>	Ref. artigo	Ano	País	Etapas educativas	<i>Design</i> do estudo
1	(Martínez-Borreguero et al., 2022)	2022	Espanha	FIP (1.º CEB)	Quase experimental
2	(Mystakidis & Christopoulos, 2022)	2022	Grécia	1.º, 2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário	Estudo exploratório
3	(Lasa et al., 2022)	2022	Espanha	FIP (Educação Pré-escolar, 1.º CEB)	Estudo exploratório
4	(Pasani & Amelia, 2021)	2021	Indonésia	1.º, 2.º e 3.º CEB	Investigação-ação
5	(Oppermann et al., 2021)	2021	Finlândia	1.º CEB	Estudo exploratório

¹³ Aluno em etapas educativas inferiores ao Ensino Superior

6	(Song & Zhou, 2021)	2021	China	1.º, 2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário	Estudo exploratório
7	(Uğur-Erdoğan, 2021)	2021	Turquia	Educação Pré-escolar	Estudo exploratório
8	(R. Silva et al., 2021)	2021	Portugal	1.º CEB	Investigação-ação
9	(Boeve-de Pauw et al., 2020)	2020	Bélgica	2.º CEB	Estudo exploratório
10	(Sauer et al., 2020)	2020	Brasil	FIP	Estudo exploratório
11	(Vakaloudis et al., 2019)	2019	Irlanda	1.º CEB	Estudo exploratório
12	(Rivera et al., 2019)	2019	EUA	1.º e 2.º CEB	Estudo exploratório
13	(Tillinghast et al., 2019)	2019	EUA	1.º e 2.º CEB	Estudo exploratório
14	(Xu et al., 2019)	2019	Austrália	1.º CEB	Estudo exploratório
15	(Wu et al., 2019)	2019	China	Ensino Superior	Estudo exploratório
16	(Kim & Lee, 2018)	2018	Coreia do Sul	1.º, 2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário	Estudo exploratório
17	(Dan & Gary, 2018)	2018	China	1.º CEB	Estudo de caso
18	(Petrosino & Shekhar, 2018)	2018	EUA	FIP	Estudo exploratório

3. Resultados e discussão

Das duas bases de dados analisadas, obtiveram-se 109 resultados que foram considerados elegíveis: SCOPUS ($n = 66$) e Web of Science ($n = 43$). Após a aplicação dos critérios de seleção, para esta revisão sistemática da literatura, resultaram 18 estudos que de seguida foram analisados. Os restantes foram excluídos segundo os critérios já explicados.

3.1. Resumo dos estudos selecionados

Na Tabela 3 verificamos os detalhes dos estudos analisados para esta revisão sistemática. Esta revisão sistemática tem como objetivo analisar a forma como tem sido estudada a Educação STE(A)M e implementadas Práticas STE(A)M. Pela análise dos 18 artigos selecionados e pelo estado da arte, podemos afirmar que a Educação STE(A)M se têm

difundido ao longo dos anos por vários países, desde a Educação Pré-Escolar ao Ensino Superior, em ensino formal e não formal.

Dos estudos analisados, o 1.º CEB é a etapa educativa onde os professores mais investem no desenvolvimento de Práticas STEM (Dan & Gary, 2018; Oppermann et al., 2021; R. Silva et al., 2021; Vakaloudis et al., 2019; Xu et al., 2019), enquanto que a Educação Pré-Escolar é a etapa educativa em que há menos investigação desenvolvida (Uğur-Erdoğan, 2021). Apenas um estudo contempla o Ensino Superior (Wu et al., 2019). Verifica-se uma preocupação em preparar os futuros professores para a Educação STEM, através da FIP (Lasa et al., 2022; Martínez-Borreguero et al., 2022; Petrosino & Shekhar, 2018; Sauer et al., 2020). As Práticas STEAM aglomeram várias etapas educativas estendendo a sua aplicabilidade do 1.º CEB ao Ensino Secundário (Kim & Lee, 2018; Pasani & Amelia, 2021).

O foco das Práticas STE(A)M dispersa-se segundo os interesses e necessidades de cada contexto educativo. Nos estudos analisados os focos evidenciam-se: na Física (Martínez-Borreguero et al., 2022), na Realidade Virtual (Mystakidis & Christopoulos, 2022), nas crenças e perceções (Dan & Gary, 2018; Kim & Lee, 2018; Lasa et al., 2022; Song & Zhou, 2021), nas aspirações profissionais (Oppermann et al., 2021), na Educação Robótica (Uğur-Erdoğan, 2021), nos manipulativos virtuais G(R. Silva et al., 2021), na atitude dos alunos face à Tecnologia (Boeve-de Pauw et al., 2020), no desenvolvimento de atividades STEM (Pasani & Amelia, 2021; Rivera et al., 2019; Sauer et al., 2020), na criação de plataformas virtuais (Vakaloudis et al., 2019), na Geociência (Tillinghast et al., 2019), no empreendedorismo (Xu et al., 2019), no *scaffold* e *design thinking* (Wu et al., 2019) e no EBS (Petrosino & Shekhar, 2018).

Da revisão efetuada, existem evidências de que os professores não têm conhecimento necessário para lidar eficazmente com práticas interdisciplinares, como é o caso das Práticas STE(A)M, (Kim & Lee, 2018; Martínez-Borreguero et al., 2022; Pasani & Amelia, 2021; R. Silva et al., 2021). Ao investir: na formação inicial de educadores de infância e professores; na formação contínua em didática; no conhecimento científico; no DP; no tempo de discussão e reflexão dedicado a estas práticas; no desenvolvimento da cultura escolar de apoio; em reuniões regulares a pares, o educador de infância ou professor melhora as suas Práticas STE(A)M e a qualidade do ensino e da aprendizagem dos alunos (Dan & Gary, 2018; Martínez-Borreguero et al., 2022; Tillinghast et al., 2019; Uğur-Erdoğan, 2021). Para que os educadores de infância e os professores possam agir legalmente e se sintam apoiados e motivados ao desenvolver estas práticas, cabe aos poderes políticos a responsabilidade de: incluir o ensino interdisciplinar das áreas do estudo STEM nos currículos; reorganizar os programas de FIP e incluir a Educação STE(A)M com componente teórica e prática, a

Educação Robótica, as crenças e percepções dos alunos e interliga-las com a prática e incluir o EBS; rever as políticas educativas para que se promovam mais ações de formação STE(A)M e procurar um equilíbrio entre os tempos dedicados a cada área do saber; investir em instalações adequadas; inserir a Educação Robótica no currículo da Educação Pré-Escolar; disponibilizar materiais essenciais e que são dispendiosos às escolas; dar a possibilidade de adaptação do currículo ao contexto educativo (Lasa et al., 2022; Martínez-Borreguero et al., 2022; Mystakidis & Christopoulos, 2022; Pasani & Amelia, 2021; Petrosino & Shekhar, 2018; R. Silva et al., 2021; Song & Zhou, 2021; Uğur-Erdoğan, 2021).

Os resultados dos estudos no âmbito das Práticas STEM, cujos participantes foram alunos de etapas educativas anteriores ao Ensino Superior, revelam que as Práticas STEM proporcionam aos alunos o desenvolvimento da autorregulação e co-regulação de cognição, comportamento, motivação e emoções por parte dos alunos (R. Silva et al., 2021). Além disso, este tipo de práticas proporciona o desenvolvimento de tarefas do quotidiano dos alunos, o gosto pela descoberta e a pré-disposição para a proposta novos desafios, o que consequentemente cria condições para que os alunos se sintam mais motivados (Boeve-de Pauw et al., 2020; R. Silva et al., 2021). Ainda assim, o professor, no 1.º CEB, não consegue motivar os alunos de igual forma em todas as disciplinas (Oppermann et al., 2021). Nestas práticas, os alunos vêem a Tecnologia como uma opção de carreira (Boeve-de Pauw et al., 2020). Quando as Práticas STEM são desenvolvidas com recurso a *scaffold's* (adaptativos e estático), então estes desempenham papéis diferentes e devem complementar-se para equilibrar a atenção à criatividade durante o *design*, com a necessidade de estruturar adequadamente a solução de *design* de aprendizagem STEM complexa e integrada (Wu et al., 2019).

Tabela 3. Resumo estruturado dos estudos selecionados na análise

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
1	Development of STEM Instructional Resources for Teaching Optics to Teachers-in-Training: Influence on Learning and Teacher Self-Efficacy	Comparar a influência de duas metodologias (tradicionais e ativas - simuladores hiper-realistas e Práticas STEM) de ensino na auto-eficácia de aprendizagem e ensino dos professores estagiários para conteúdos de Física relacionados com a luz e a cor: 1. Validar do ponto de vista didático a utilidade das ferramentas didáticas desenvolvidas para a aprendizagem	• Práticas STEM; • Física; • FIP do 1.º CEB; • 173 alunos; • Duração: n.d¹⁴.	• Os professores estagiários que trabalharam com simulações hiper-realistas e Práticas STEM, assimilaram o conhecimento de forma mais satisfatória, alcançando uma aprendizagem significativa e por isso o conhecimento perdurou ao longo do tempo; • Os professores estagiários que trabalharam sob uma metodologia mais tradicional, não retiveram o conhecimento por muito tempo; • Os professores estagiários sentem-se mais competentes para	• A utilização de simulações hiper-realistas e as Práticas STEM concebidas promovem a aquisição de competência científicas no professor estagiário, combatendo os preconceitos encontrados nos formandos e aumentando significativamente a aprendizagem de ótica a longo prazo em comparação com o ensino mais tradicional; • A utilização de metodologias ativas permite uma mudança da atitude dos professores estagiários. Ao	• É fundamental incluir o ensino interdisciplinar das áreas do estudo STEM nos currículos para ajudar os educadores/professores a entender as disciplinas científico-tecnológicas como entidades interconectadas com o quotidiano; • É importante reorganizar os programas de FIP, uma vez que a educação STEM exige que os professores se destaquem no uso apropriado de conhecimentos, habilidades e atitudes em relação às disciplinas científico-tecnológicas.

¹⁴ Não definido

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
		dos conteúdos de ótica selecionados; 2. Verificar se os conceitos de luz e cor aprendidos pelos professores estagiários por meio de diferentes metodologias de ensino perduram ou são esquecidos com o passar do tempo; 3. Testar se os níveis de auto-eficácia docente melhoram em função das metodologias de ensino aplicadas com os professores estagiários.		ensinar conceitos de ótica aos seus alunos.	envolverem-se na aprendizagem aumentam as crenças de autoeficácia docente; • O uso de ferramentas didáticas, nas Práticas STEM levou a um aumento considerável no nível de aprendizagem sobre ótica e, consequentemente, uma melhora na alfabetização científica dos professores estagiários.	
2	Teacher Perceptions on Virtual Reality	• Desenvolver competências pedagógicas de conteúdo e	• Práticas STEM; • Realidade Virtual;	Os professores tornaram-se mais capazes para adotar métodos e tecnologias inovadoras que lhes permitam aplicar cenários de		É fundamental rever as políticas educativas para que se promovam mais

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
	Escape Rooms for STEM Education	tecnologias para a inovação educativa; • Analisar qual a visão dos professores em serviço sobre o uso de uma “ <i>scape room</i> ” digital educativa em Realidade Virtual.	• Biologia; • Projeto VRER; • 41 professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário; • Duração: n.d.	aprendizagem mistos (presencial e virtual), centrados no aluno.		ações de formação que permitam um DP dos professores. Assim, fomenta-se a prática e a criatividade dos professores beneficiando a qualidade do que é aprendido, aumentando a motivação dos alunos e o envolvimento com as áreas do estudo STEM.
3	Teacher Degree Students Attitudes Towards STEM Activities in two Spanish Universities	Analisar as crenças e perceções dos alunos da FIP relativamente às disciplinas científicas existentes na formação docente.	• Educação STEM; • Crenças e perceções das disciplinas da FIP; • FIP da Educação Pré-Escolar e 1.º CEB; • 520 alunos; • Duração: n.d.	• Os alunos da FIP são, na sua maioria, mulheres jovens com alto índice académico; • Há uma maior propensão para a mudança área do Ensino Secundário, no que diz respeito às humanidades; • Os alunos do Ensino Secundário não mudam a sua áreas de interesse; • Há um maior interesse dos alunos da FIP em História & Artes e	• O ensino Espanhol para alunos entre os 12 e 15 anos promove o uso de metodologias de projeto e laboratório. No entanto, é durante esta mesma idade que os alunos mais se afastam das atividades experimentais e se apegam mais à Matemática; • Relativamente às áreas do estudo STEM, os alunos da FIP internacional	O sistema educativo estipula um tempo finito, dedicado ao ensino de cada disciplina. As políticas educativas devem procurar um equilíbrio entre os tempos de cada área do saber para que os resultados dos alunos sejam proveitosos, bem como, a aprendizagem de cada disciplina se associe ao desenvolvimento que cada aluno tem que fazer do seu “eu” para o seu futuro.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				em Língua & Literatura; • A Matemática é destacada pelos alunos, da FIP, como disciplina essencial; • As Ciências Experimentais são enunciadas como dispensáveis.	valorizam a língua estrangeira em detrimento da Ciência.	
4	Introduction of the integrative STEAM approach as a learning innovation in the COVID-19 pandemic in South Kalimantan	Introduzir a Educação STEAM como uma inovação de aprendizagem.	• Educação STEAM; • Práticas STEAM; • Introdução à abordagem STEAM; • Experiência de ensino; • 120 professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB; • Duração: 1 dia.	• 3 etapas de desenvolvimento das sessões: abordagem teórica da Educação STEAM; abordagem integrativa; abordagem avaliativa; • A abordagem integrativa da Educação STEAM está no centro das atenções dos professores; • Houve um aumento dos <i>insights</i> e conhecimentos dos professores sobre a abordagem	• Todos os participantes mostraram-se interessados e motivados; • Os professores não estão necessariamente prontos para desenvolver Práticas STEAM; • Os professores devem receber formação e instalações adequadas para ensinar Educação STEAM.	A escola deve promover formação de ensino da Educação STEAM para ajudar os professores a ensinar dentro desta abordagem.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				integrativa da Educação STEAM; • A grande maioria dos participantes afirmam ter uma melhor compreensão da elaboração de uma planificação de implementação da aprendizagem; • Todos os participantes estavam motivados durante o decorrer da atividade de aprendizagem; • A grande maioria dos participantes acredita que a implementação da integração da Educação STEAM na aprendizagem melhora a capacidade dos alunos de pensar criticamente, criativamente e de forma inovadora.		
5	Elementary school students'	• Identificar e analisar o	• Educação STEM;	• Os alunos com baixa motivação e	• No 1.º CEB, as crianças não são	• É necessário realizar mais estudos

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
	motivational profiles across Finnish language, mathematics and science: Longitudinal trajectories, gender differences and STEM aspirations	autoconceito e os perfis de valor intrínseco dos alunos do 1.º CEB nas disciplinas de Língua Finlandesa, Matemática e Ciências; • Analisar a estabilidade e a mudança dos perfis motivacionais dos alunos do 2.º e 3.º ano de escolaridade; • Analisar as diferenças de género no perfil de Matemática; • Analisar a relação dos alunos com as aspirações profissionais em áreas do estudo STEM.	• Aspirações profissionais nas áreas do estudo STEM; • Projeto <i>The development of primary pupils' science related efficacy beliefs and motivation</i> • 383 alunos do 1.º CEB; • Duração: n.d.	com e alta motivação Matemática tinham mais chances de escolher áreas do estudo STEM do que os alunos no alta motivação; • Os alunos que preferem Matemática à Língua Finlandesa e às Ciências eram mais propensos a aspirar a carreiras de áreas do estudo STEM do que os alunos que tinham crenças motivacionais em todas as três disciplinas; • Os meninos estavam mais motivados pela Matemática e tendiam a manter essa preferência ao longo do 2.º e 3.º anos. Esta estabilidade nas preferências leva a que estes alunos	motivadas de igual forma para todas as disciplinas; • Verificou-se uma preferência constante, ao longo do ano letivo, pela Matemática, o que tem tendência a se interligar com as aspirações em áreas do estudo STEM; • Nem todas as crianças foram altamente motivadas em todas as disciplinas no início da escola primária; • Há uma preferência constante, ao longo do ano, pela Matemática que tendeu a estar ligada às aspirações em áreas do estudo STEM.	longitudinais que permitam traçar o perfil motivacional de raparigas e rapazes do Ensino Básico; • Compreender o perfil motivacional dos alunos do Ensino Básico pode ajudar a compreender o desenvolvimento das diferenças de género nos percursos dos alunos de áreas do estudo STEM.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				aspirem em áreas do estudo STEM.		
6	STEM Teachers' Preparation, Teaching Beliefs, and Perceived Teaching Competence: a Multigroup Structural Equation Approach	- Investigar o desenvolvimento das crenças dos professores chineses de Educação STEM e da competência profissional percebida durante os seus primeiros anos de serviço, abordando-se a preparação que eles receberam como professores em formação inicial o desenvolvimento das duas crenças e competência de ensino percebida durante os seus primeiros anos de serviços; - Comparar os professores do Ensino Básico com os	- Educação STEM; - Práticas STEM; - Preparação docente, crenças docentes e competência docente; - Experiência de ensino; 219 professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário; - Duração: n.d.	- Há uma relação significativa entre a preparação de professores em formação e as crenças e competências docentes enquanto professores em serviço. - Os professores podem formar crenças diferentes após experiências particulares, na FIP. - Para os professores do Ensino Básico, a formação ao nível do conhecimento teve um impacto significativo na formação das suas crenças, enquanto para os professores do Ensino Secundário, a prática docente afetou as crenças docentes.	- A análise das crenças dos professores sobre a Educação STEM deve ser incluída nos programas da FIP, uma vez que é provável que isso aumente a eficácia dos professores. - Os programas da FIP devem ter como foco o auxílio aos professores em formação para tornar explícitas as conexões entre as suas crenças e a sua prática e a refletir sobre qualquer incoerência entre elas.	- É necessária mais investigação sobre a relação entre a preparação de professores e as crenças ou competências dos professores ao longo do tempo. - Os programas de FIP devem ter como foco o auxílio aos professores em formação a tornar explícitas as conexões entre as suas crenças e a sua prática e a refletir sobre qualquer incoerência entre elas.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
		professores do Ensino Secundário quanto às relações entre a sua preparação para a prática STEM, as suas perceções e crenças sobre a Educação STEM e a sua percepção da sua própria competência docente.		• Para os professores do Ensino Secundário, a prática da FIP era mais valorizada do que outros elementos de um programa de formação de professores. • A prática de ensino dos professores do Ensino Secundário, durante a sua formação, afetou, de certo modo, as suas crenças de ensino e, por esse motivo, influenciou as suas competências de ensino em Educação STEM.		
7	How Do Elementary Childhood Education Teachers Perceive Robotic Education in	Compreender as perceções dos educadores de infância sobre a Educação Robótica.	• Práticas STEM; • Educação Robótica; • Experiência de ensino; • 10 educadores de infância; • Duração: n.d.	• Os educadores de infância não tinham experiência com robótica. No entanto, todos concordam com a inserção da Educação Robótica	Os educadores de infância têm uma visão positiva relativamente à Educação Robótica. No entanto, os responsáveis devem	• Os potenciais benefícios da Educação Robótica para os alunos devem ser avaliados em estudos experimentais bem estruturados; • A perspetiva dos educadores pode ser

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
	Kindergarten? A Qualitative Study			na Educação Pré-Escolar; • Existe a necessidade de formação de educadores de infância, materiais, currículo, infraestruturas, suporte técnico e educação dos pais para a implementação adequada da Educação Robótica nos jardins de infância; • Há a necessidade da adaptação de um currículo e materiais adequados; • A Educação Robótica deve ser inserida no currículo da Educação Pré-Escolar e os materiais a serem usados devem ser fornecidos pela entidade	fornecer formação aos educadores, material, currículo e possibilidade de adaptação ao contexto.	analisada com métodos qualitativos; • Este estudo deve ser replicado noutros países; • A Educação Robótica pode ser planeada e integrada no currículo da Educação Pré-Escolar; • Devem ser promovidos mais programas de formação de educadores em serviço e a Educação Robótica deve ser inserida na formação inicial de educadores de infância; • Os responsáveis políticos podem rever o contexto das salas Da Educação Pré-Escolar. Podem também fornecer <i>kits</i> robóticos gratuitos para as escolas.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				responsável pela educação do país; • Os educadores de infância admitem a existência de vantagens na Educação Robótica nas crianças; • Os educadores de infância sublinham o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades de pensamento e habilidades psicomotoras durante a implementação da Educação Robótica; • Os custos dos kits robóticos, o número de alunos por turma e os possíveis efeitos negativos na socialização são as desvantagens apontadas pelos educadores de infância na promoção de		

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				atividades com robótica; • A Educação Robótica é considerada positiva pelos educadores de infância. No entanto, é necessário que haja alternativas mais baratas e estudos de investigação sólidos que corroborem ou desmintam a existência dessas mesmas vantagens; • O educador de infância deve ter conhecimentos do conteúdo de robótica; • As estratégias de ensino sugeridas foram: ensinar com jogos, demonstração, aprender fazendo, usando recursos visuais, do simples ao complexo,		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				trabalho de grupo, aprendizagem baseada em projetos, <i>brainstorming</i>, drama e currículo integrado.; • Os educadores de infância sugeriram a necessidade de um ambiente de aprendizagem simples e flexível para a implementação da Educação Robótica; • A robótica deve ser realizada em ambientes diferentes, com uma sala apropriada e equipada com todo o material necessário e os alunos por turma devem ser reduzidos. • Devem ser dados, às crianças, materiais		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				inofensivos e tangíveis; Os educadores de infância têm uma visão positiva relativamente à Educação Robótica. No entanto, os responsáveis políticos devem fornecer formação aos educadores, material, currículo e possibilidade de adaptação ao contexto.		
8	Using Mathematical Modelling and Virtual Manipulatives to Teach Elementary Mathematics	Contribuir para a criação de condições favoráveis à autorregulação e co-regulação das aprendizagens dos alunos e que permitisse a estes assumir um papel ativo na construção do seu conhecimento matemático	- Educação STEM; - Práticas STEM; - Manipulativos virtuais; - Experiência de ensino; 26 alunos do 1.º CEB; - Duração: 8 Sessões.	- O professor pode ajudar os alunos a estabelecer conexões entre os conceitos matemáticos e a manipulação de <i>applet's</i>; - O ambiente de aprendizagem (trabalho individual e coletivo com ensino diferenciado) permitiu o trabalho	- É importante uma adequada integração da Tecnologia, nos processos de ensino e de aprendizagem; - Uma prática STEM, em contexto de ensino, permite que os alunos tenham oportunidade de se expressarem de forma criativa, permitindo-lhes construir	Os currículos da FIP devem ser revistos de forma a incluir, nas componentes prática e teórica, a Educação STEM.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
		relacionado com operações aritméticas elementares.		autónomo dos alunos e uma intervenção minimalista do professor estagiário; • O ambiente de aprendizagem promoveu situações de autorregulação e co-regulação de cognição, comportamento, motivação e emoções por parte dos alunos; • Implementar tarefas relacionadas com o quotidiano dos alunos, aumenta a motivação dos mesmos; • É importante que os professores em formação inicial tenham contacto com ambientes de aprendizagem que promovam uma adequada	competências que são transversais a outras áreas do saber; • É importante que a FIP comece a incluir a Educação STEM nos seus currículos com componentes teóricas e práticas. Desta forma, os futuros professores podem experienciar esta nova abordagem de ensino, acompanhada por especialistas, nas condições ideais para o desenvolvimento de conhecimento profissional. No futuro, estes futuros professores estarão mais predispostos a adotar Práticas STEM; • Os alunos, com esta nova abordagem, sentem-se mais	

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				integração da Tecnologia. Desta forma, os futuros professores tornam-se mais propensos e proficientes a usar Práticas STEM.	motivados e com forte entusiasmo nas tarefas e gosto pela descoberta, propondo soluções para os desafios apresentados.	
9	Short and long term impact of a high-tech STEM intervention on pupils' attitudes towards technology	• Identificar o efeito de uma intervenção educativa sobre as atitudes em relação à tecnologia; • Estimar o efeito para o qual esse efeito é diferente para os meninos e para as meninas.	• Práticas STEM; • Atitudes face à Tecnologia; • Projeto <i>The Techno Trailer</i>; • 75 professores e 1496 alunos do 2.º CEB; • Duração: 1 dia.	• Os alunos têm interesse moderado em Tecnologia como opção de carreira; • Os alunos revelam uma postura aberta em relação à neutralidade de género; • A Tecnologia é igualmente importante para meninos como para meninas; • As meninas vêem a Tecnologia como uma possibilidade de carreira menos interessante, menos relevante para a sociedade e mais aborrecida;	A intervenção revelou efeitos positivos na formação de atitudes favoráveis às tecnologias em termos de interesse, relevância e aspirações na carreira.	Outras pesquisas devem focar-se no impacto que esta e outras intervenções têm sobre os professores e explorar as possíveis mudanças nas suas atitudes em relação à Tecnologia e a sua disposição, autoconfiança e auto-eficácia em relação ao ensino da Tecnologia em sala de aula.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				• A intervenção contribuiu para que os alunos vissem a Tecnologia como uma opção de carreira, interessante, neutra em termos de gênero, relevante e menos aborrecida; • As meninas aumentam as suas aspirações de carreira nas áreas tecnológicas como os meninos; • O tédio das atividades tecnológicas é superior para as meninas do que para os meninos; • Os alunos que tiveram como professor, um profissional competente em Tecnologia, beneficiaram mais do <i>Techno Trailer</i>;		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				• Alunos de professores preparados em Tecnologia desenvolvem mais a sua capacidade tecnológica e não a acham aborrecida; • O questionário PATT é uma medida válida e confiável para estudar as atitudes em relação à Tecnologia dos alunos mais novos; • Pequenas mudanças nas aspirações de carreira das crianças pequenas podem influenciar as escolhas de estudos futuros, o que pode resultar no aumento do número de profissionais tecnológicos; • Registou-se um tédio inferior, nos alunos e um		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				aumento do interesse pela Tecnologia como disciplina escolar, o que consequentemente aumentou a alfabetização tecnológica;		
10	Work-in-Progress: Encouraging Girls in Science, Engineering and Information Technology	• Desenvolver Práticas STEM; • Implementar um curso de formação contínua para professores; • Criar um clube de Ciências e Astronomia; • Realizar oficinas práticas; • Promover feiras científicas e tecnológicas; • Organizar uma olimpíada Matemática; • Criar uma atividade de Ciência no cinema;	• Práticas STEM; • FIP em ensino de Ciências e Matemática; • Projeto <i>Encouraging Girls in Science, Engineering and Information Technology</i>; • 13 professores e 5 alunos; • Duração: n.d.	O estudo ainda está em desenvolvimento, mas pretende contribuir para o desenvolvimento de futuras mulheres profissionais ou cientistas nas áreas do estudo STEM, através do desenvolvimento de habilidades, de forma articulada com a construção de conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e formação de atitudes e valores.	Estudo em desenvolvimento.	Estudo em desenvolvimento.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
		Divulgar <i>chat's</i> com cientistas e engenheiros.				
11	Enabling Primary School Teachers to Deliver STEM Programmes with the Internet of Things: Challenges and Recipes for Success	Desmistificar os procedimentos em torno do desenvolvimento e implementação de uma plataforma, que os professores possam implementar soluções nas escolas, aplicá-las no currículo, demonstrando aos seus alunos as suas potencialidades.	- Práticas STEM; - Plataformas virtuais IoT; - Experiência de ensino; - Professores do 1.º CEB; - Duração: n.d.	- O professor do 1.º CEB reconhece o valor educativo e a aplicabilidade da IoT para essa Etapa Educativa; - Não é exigido nenhum trabalho técnico ao professor; - Todos os dispositivos ou componentes utilizados devem ser robustos, fáceis de configurar e usar, eliminando o risco de se partir em sala de aula; - A plataforma associada aos dispositivos ou componentes deve ser fácil de usar e robusta; - A utilização da plataforma deve ser compatível com o currículo e tem que se interligar às atividades educativas existentes.		Sugere-se uma expansão e melhoria desta abordagem, bem como do desenvolvimento de um conjunto de atividades relacionadas, divididas por idades e anos de escolaridade, dentro do 1.º CEB.
12	Mobile apps for Incorporating Science and Engineering Practices in K-12 STEM Labs	Analisar o que os planos de aula elaborados pelos professores e verificar o que revelam sobre sua compreensão das práticas de Ciência e Engenharia;	- Educação STEM; - Aplicativos móveis; - Experiência de ensino; - Professores do 1.º e 2.º CEB; - Duração: n.d.	- Foi criado um programa para usar aplicativos móveis na Educação STEM com professores e alunos do 1.º e 2.º CEB; - Este estudo ainda está em desenvolvimento;	Estudo em desenvolvimento.	Estudo em desenvolvimento.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
		• Verificar se a inclusão de exercícios de programação em todos os planos de aula melhora as habilidades nas áreas do estudo STEM; • Verificar se a integração de práticas de Ciência e Engenharia nos planos de aula do 1.º e 2.º CEB melhora a retenção de alunos em áreas do estudo STEM e relacionadas com STEM.		• Futuramente, serão usadas oficinas de professores que serão preparadas e realizadas para formar professores para o uso de aplicativos móveis em sala de aula.		
13	Bringing Geosciences to K-12 Classrooms: A Teacher Training Program Developed by	Auxiliar outros professores interessados em utilizar os materiais desenvolvidos neste estudo, habilidades e conhecimentos	• Práticas STEM; • Geociências; • Workshop GEO STEM; • Professores do 1.º e 2.º CEB; • Duração: 1 dia (6 horas).	• Os professores tiveram uma experiência positiva durante o programa e puderam utilizar os materiais na sua sala de aula; • Verificou-se um ganho de curto prazo na atitude perante as Práticas STEM; • Foi notória a atitude maioritariamente baixa para Matemática comparada com outras áreas do estudo STEM.		É fundamental que se criem momentos de partilha de experiências para que os professores divulguem métodos diferentes para trazer a Geociência para a sala de aula.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
	the Sterling Hill Mining Museum	nas suas salas de aula.				
14	Changing STEM and Entrepreneurial Thinking Teaching Practices and Pedagogy through a Professional Learning Program	Mudar a pedagogia da Educação STEM dos professores para gerar <i>insights</i> sobre as diversas respostas que as escolas podem ter para uma aprendizagem profissional nas áreas do estudo STEM e para o pensamento empreendedor.	• Educação STEM; • Pensamento empreendedor; • Projeto <i>The STEM and Entrepreneurship in Primary Schools</i>; • Professores o 1.º CEB; • Duração: n.d.	• Desenvolvimento do programa SEPS para a implementação de Práticas STEM; • O desenvolvimento deste programa desenvolveu um conjunto de habilidades que permitiu aos professores articularem os seus conhecimentos na Educação STEM de maneira mais significativa com outros colegas em formação. Esta partilha foi possível através: de apresentações em conferências de Educação STEM e em <i>maker faire's</i>; de diálogo com professores de outras escolas, através de reuniões	• Foi desenvolvido um programa de aprendizagem dos professores projetado especificamente para desenvolver a capacidade de projetar e oferecer programas primários nas escolas; • Foram criados novos programas, com vários níveis, para a mesma escola e novos programas de Educação STEM; • A estrutura dos programas criados pode ser usada no desenvolvimento de Práticas STEM a nível de escola ou usado o <i>design</i> da Educação STEM individualmente sem qualquer	Os futuros professores precisam de abordagens multifacetadas para poderem desenvolver-se e mudar os programas de aprendizagem.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				de escola; do foco na aprendizagem do aluno e vínculo dos seus programas curriculares; • Algumas habilidades destacadas são: resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade; • O pensamento empreendedor foi introduzido no currículo das escolas, tendo como foco a Educação STEM; • As escolas adaptaram-se, mudaram os currículos e os programas para otimizar a aprendizagem dos alunos; • Os professores não foram obrigados a desenvolver novas atividades para	contexto escolar. Este programa também pode ser uma ferramenta para facilitar a aprendizagem profissional dos professores da escola.	

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				cumprimento do programa, mas foram encorajados a pensar como é possível desenvolver atividades ou programas existentes.		
15	Scaffolding design thinking in online STEM preservice teacher training	Investigar diferentes formas de evolução por <i>scaffold</i> que podem influenciar o desenvolvimento de competências de <i>design thinking</i> de professores STEM.	• Educação STEM; • <i>Scaffold</i> e <i>design thinking</i>; • 2.º ano da formação universitária em Tecnologia Educativa; • 24 alunos do Ensino Superior; • Duração: n.d.	• A turma que teve <i>scaffold</i> estáticos focava-se mais no processo de <i>design</i> da Educação STEM anterior; • A turma que teve <i>scaffold</i> adaptativos colocava maior ênfase na Educação STEM holística e nas soluções interdisciplinares do projeto; • O nível metacognitivo teve efeitos positivos no processo de resolução de problemas de <i>design</i> dos alunos, mas não teve efeitos significativos nos resultados de <i>design</i>; • As duas turmas não mostraram conhecimentos prévios da Educação STEM; • O projeto de Educação STEM colaborativo é um problema mal estruturado que exige mais do que um projeto formalizado. Exige identificação na resolução de conflitos e <i>design</i> criativo; • Os <i>scaffold</i> adaptativos e estático desempenham papéis diferentes e devem complementar-se para equilibrar a atenção à criatividade durante o <i>design</i>, com a necessidade de estruturar adequadamente		Os dados sobre comportamento de aprendizagem individual, como ler tarefas de <i>design</i> e materiais de aprendizagem, escrever relatórios de <i>design</i> e compartilhar recursos de aprendizagem, devem ser integrados para permitir a análise multimodal da prática holística do <i>design thinking</i> .

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				a solução de <i>design</i> da Educação STEM complexa e integrada; • O <i>scaffold</i> estático instruiu <i>designers</i> em formação para o complexo processo de <i>design</i> de Educação STEM e destacou etapas críticas de <i>design</i> de Educação STEM para um discussão em grande grupo; • O <i>scaffold</i> adaptativo pode envolver elementos do grupo para compartilhar diferentes perspectivas e negociar com a finalidade de alcançar um resultado de <i>design</i> mais coerente; • Os diferentes <i>scaffold's</i> podem afetar os grupos de trabalho de várias maneiras; • Professores em formação têm dificuldades em projetar um plano de aula de Educação STEM complexo e criativo, que dependa de um suporte de níveis eficaz; • O <i>scaffold</i> estático, na forma de perguntas guiadas, permitia, no início da tarefa de <i>design</i>, rotinar o processo de <i>design</i> anterior e chamar à atenção do <i>designer</i> para etapas críticas e princípios de <i>design</i>. Consequentemente, promove-se a síntese de conhecimentos de <i>design</i> e melhora-se o pré-serviço, auto-eficácia e competência dos professores na área dos <i>design</i> da Educação STEM.		
16	An investigation of teachers' perception on	Avaliar as percepções dos professores sobre o programa de FIP	• Educação STEAM;	• Os professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB frequentaram os programas de	• Os métodos da FIP STEAM preferidos pelos professores foram as	É essencial realizar estudos sobre a formação de professores STEAM tendo em conta as Etapas

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
	STEAM education teachers' training program according to school level	da Educação STEAM dentro do nível de escolaridade para que se formam.	• Percepção da Educação STEAM; • Estudo exploratório; • 9986 professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário; • Duração: 1 mês.	formação com mais frequência que os professores do Ensino Secundário; • Os métodos de formação de professores STEAM preferidos pelos participantes foram os métodos: centrados em casos práticos, centrados em atividades formativas e no trabalho de campo; • Os professores do 2.º e 3.º CEB não privilegiaram a abordagem teórica, mas preferiram a abordagem centradas em atividades formativas e no trabalho de campo; • Foi notório o nível de satisfação global no que diz respeito ao programa de formação coletiva e ao curso de FIP	abordagens centradas em casos práticos em atividades formativas; • Os professores queriam novos conhecimentos, exemplos e programas educativos que os permitissem aplicar a Educação STEAM na sala de aula; • Os professores do 1.º CEB preferiam a formação teórica; • A satisfação dos professores foi maior para a formação coletiva do que a introdutória de formação à distância; • A satisfação com a formação de professores STEAM foi menor nos professores do Ensino Secundário	Educativas e investigar as mudanças correspondentes nas percepções, atitudes e níveis de satisfação dos professores.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				realizado à distância; • Muitos professores não estavam satisfeitos com a formação de professores STEAM existente; • É essencial que a formação em Educação STEAM seja desenvolvida e operada tendo em conta as necessidades dos professores; • Os professores do 2.º e 3.º CEB afirmam que a formação foi útil para o desenvolvimento de atividades STEAM em sala de aula; • São poucos os professores do 1.º CEB que afirmam serem capazes de compreender o material usado em Práticas STEAM;	que os professores de outras Etapas Educativas; • Os professores do Ensino Secundário estavam menos confiantes em reestruturar o currículo após a formação dada do que os outros professores de outras Etapas Educativas; • Os professores do 1.º CEB estavam mais confiantes no seu conhecimento em relação à reestruturação do currículo comparativamente com os professores do 2.º e 3.º CEB. Para isso contribuiu a colaboração com os colegas; • Registou-se falta de experiência e conhecimentos suficientes da	

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				- Os professores do 2.º e 3.º CEB tinham uma perceção mais negativa relativamente às Práticas STEAM em comparação com os professores do 1.º CEB; - A maioria dos professores do 1.º, 2.º e 3.º CEB mostraram-se confiantes ou mais confiantes.	Educação STEAM e isso afetou negativamente a reconstrução dos currículos em todas as Etapas Educativas.	
17	Teachers' Perceptions of Professional Development in Integrated STEM Education in Primary Schools	- Analisar as expectativas dos professores em relação ao DP dos professores; - Desenvolver um modelo conceitual de DP dos professor para a Educação STEM integrada.	- Educação STEM; - Práticas STEM; - Perspetivas e expectativas; - Experiência de ensino; 8 professores do 1.º CEB; - Duração: n.d.	- Foram analisados os desafios dos professores a partir de aspetos intrínsecos e extrínsecos; - Os desafios intrínsecos para frequentar o DP dos professores residem: na falta de conhecimento sobre como aplicar o conhecimento aprendido no ensino prático; nas diferentes	- Os desafios dos professores que frequentaram o DP de professores residiu: no desafio intrínseco de falta de conhecimentos de como aplicar os conhecimentos aprendidos e no ensino prático; das necessidades e habilidades dos alunos; valores e perspetivas; - Os desafios extrínsecos	- Os métodos de avaliação do progresso dos professores em DP devem ser mais discutidos para identificar os professores com bom desempenho para observação de colegas; - São necessários mais estudos relativos à análise das perspetivas dos professores em relação às Práticas STEM e à compreensão da Educação STEM.

n	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				necessidades e habilidades e nos seus valores e perspetivas; • É importante que as atividades de DP dos professores tenham uma conexão mais forte com o conhecimento prático; • As atividades de DP dos professores devem ser desenhadas tendo por base a compreensão das necessidades dos professores; • Os desafios extrínsecos para frequentar o DP dos professores residem: na falta de orientação dos professores; falta de orientação profissional; na falta de cultura escolar de apoio e	atenderam: à falta de apoio; à falta de decisão escolar e à falta de orientação da direção; • Para se desenvolverem mais ações de formação de Educação STEM é necessário que surjam sugestões com foco no conteúdo e conhecimento pedagógico em assuntos da Educação STEM.	

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				na falta de apoio dos pares; • A implementação da prática STEM exige conhecimento: do conteúdo e pedagógico das áreas do estudo STEM; de atividades práticas e de contextualização; • Devem ser realizadas atividades práticas para os professores aprenderem fazendo. Assim, permite-se aos professores experienciarem todo o processo de aprendizagem e terem uma melhor compreensão das possíveis reações dos alunos. Os professores são incluídos na criação das aulas e no ensino real,		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				melhorando as suas experiências.		
18	Expert Blind Spot Among Pre-service and In-service Teachers: Beliefs About Algebraic Reasoning and Potential Impact on Engineering Education	Analisar o <i>Expert Blind Spot</i> (EBS) entre professores em formação e em serviço, num programa de FIP envolvendo problemas de representação algébrica.	• Educação STEM; • EBS; • FIP em Matemática ou Ciências; • Experiência de ensino; • 82 professores em formação e 39 professores do Ensino Secundário em formação contínua; • Duração: n.d.	• Os professores com experiência nas suas áreas específicas podem não ser os melhores a analisarem as habilidades dos alunos; • Os professores (em formação e em serviço) com experiência em Matemática avançada preveem que os alunos de álgebra seriam melhores a resolver equações e muito melhor bem-sucedidos em resolver corretamente problemas de História com relações matemáticas semelhantes subjacentes;	• Os programas de EBS de professores devem abordar o EBS, bem como os equívocos dos professores da FIP ou em serviço sobre as perceções dos alunos no que diz respeito à difícil aprendizagem na área de álgebra; • Os professores agem através de modelos implícitos de desenvolvimento do aluno. No entanto, é fundamental saber quais são e como é que afetam a instrução e os resultados dos alunos.	São necessárias mais investigações onde se analise as implicações de potenciais EBS noutras disciplinas, bem como quais as estratégias a usar outros especialistas a consciencializarem desses EBS's e encontrarem alguma forma de colmatar as necessidades de aprendizagem dos alunos em formação inicial.

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				• A EBS dos professores especialistas (em formação e em serviço) preveem de forma imprecisa a dificuldade de resolução de problemas dos alunos; • Os dados deste estudo sugerem uma capacidade de repetir padrões e retórica profissional quando os participantes afirmam que certas equações são mais fáceis para os alunos resolverem; • Os professores revelam a sua EBS quando identificam equações que consideravam fáceis com base no seu <i>symbol precedence view</i> (SPV) e perceberam os		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				problemas da História como mais difíceis para os alunos; • A explicação dada para as EBS's dos professores em FIP e em serviço baseiam os seus pontos de vista na experiência subjetiva anterior na resolução de problemas de álgebra. Assim, não há reflexão sobre o que torna o problema difícil ou fácil; • Os problemas de História são vistos, pelos participantes, como os mais difíceis para os alunos com especialidade em Matemática; • Só a experiência profissional é insuficiente para ver uma relação		

<i>n</i>	Título	Objetivos	Intervenção	Resultados	Conclusões	Sugestões
				entre a EBS e a álgebra; • Há uma inconsciência entre as explicações explícitas e tácitas dos professores em serviço sobre que problemas os alunos acham difíceis de resolver.		

4. Considerações finais

Esta revisão sistemática da literatura caracterizou os estudos identificados nas bases de dados SCOPUS e Web of Science que seguem os critérios pré-definidos. O foco centrou-se na última década e nos estudos que desenvolveram a Educação STE(A)M e implementaram Práticas STE(A)M. Assim, limitando os estudos existentes aos termos de pesquisa selecionados e aos critérios de exclusão e inclusão que aplicámos, podemos concluir que existem evidências de que a comunidade científica tem desenvolvido estudos no âmbito da Educação STE(A)M e das Práticas STE(A)M a partir de 2018. Os resultados também mostram que são publicados mais estudos de desenvolvimento da Educação STEM e das Práticas STEM em comparação com a Educação STEAM e Práticas STEAM. As Práticas STEM foram desenvolvidas sob uma abordagem multidisciplinar organizada tematicamente em torno das áreas do saber da Matemática e das Ciências, mais especificamente na Física, Tecnologia e Robótica. Já as Práticas STEAM foram desenvolvidas sob uma abordagem transdisciplinar de ensino através do processo de resolução de problemas.

Em Portugal, nesta revisão da literatura, apenas foi selecionado e analisado um estudo que desenvolve Práticas STEM não dando conta de registos relativos ao desenvolvimento de Práticas STEAM em contexto português.

Conclui-se também que há uma preocupação em compreender a didática das Práticas STE(A)M e como se podem promover aprendizagens significativas nos alunos. Verifica-se ainda que há uma preocupação comum de DP de professores e educadores em Educação STE(A)M ligados à compreensão dos seus conceitos e aplicabilidade. Esta apreensão começa desde a FIP à formação contínua.

Em suma, podemos afirmar quem, globalmente, a Educação STEAM é um conceito recente para os professores ao invés da Educação STEM. Para os professores, tanto as Prática STEM como as Práticas STEAM são reconhecidas como alternativas ao ensino tradicional. No entanto, reconhecem que é insuficiente o investimento realizado na sua aplicabilidade ao nível da formação (inicial e contínua). Para que estas Práticas sejam eficazes e valorizadas, a comunidade científica necessita que desenvolver mais investigação elas.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/CED/00194/2019, UIDB/00194/2020 (CIDTFF) e UIDB/50008/2020 (IT). 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

- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences* 2020, Vol. 10, Page 384, 10(12), 384. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI10120384>
- Boeve-de Pauw, J., Ardies, J., Hens, K., Wullemen, A., Van de Vyver, Y., Rydant, T., De Spiegeleer, L., & Verbraeken, H. (2020). Short and long term impact of a high-tech STEM intervention on pupils' attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/S10798-020-09627-5>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/J.1949-8594.2011.00109.X>
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35. <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909>
- Christenson, J. (2011). *Ramaley coined STEM term now used nationwide*. Winona Daily News. https://www.winonadailynews.com/news/local/ramaley-coined-stem-term-now-used-nationwide/article_457afe3e-0db3-11e1-abe0-001cc4c03286.html
- Chung, C. C., Huang, S. L., Cheng, Y. M., & Lou, S. J. (2022). Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2), 905–941. <https://doi.org/10.1007/S10798-020-09643-5>
- Dan, Z. S., & Gary, W. K. W. (2018). Teachers' perceptions of professional development in integrated STEM education in primary schools. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2018-April*, 472–477. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363268>
- Gonzalez, H., & Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- Green, M. (2007). Science and engineering degrees: 1966-2004. In (NSF 07–307). Arlington, VA: National Science Foundation. https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsf07307
- Higgins, J., & Thomas, J. (2021). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. The

- Cochrane Collaboration. <https://training.cochrane.org/handbook>
- Kim, W., & Lee, Y. (2018). An investigation of teachers' perception on STEAM education teachers' training program according to school level. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 9(9), 664–672. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.01076.8>
- Lasa, A., Abaurrea, J., & Iribas, H. (2020). MATHEMATICAL CONTENT on STEM ACTIVITIES. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 333–346. <https://doi.org/10.22342/JME.11.3.11327.333-346>
- Lasa, A., Iribas, H., Belletich, O., & Wilhelmi, M. R. (2022). Teacher Degree Students Attitudes Towards STEM Activities in two Spanish Universities. *U.Porto Journal of Engineering*, 8(1), 34–50. https://doi.org/10.24840/2183-6493_008.001_0005
- Lee, H., Ham, H., & Kwon, H. (2022). Research trends of integrative technology education in South Korea: a literature review of journal papers. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2), 791–804. <https://doi.org/10.1007/S10798-020-09625-7/TABLES/7>
- Lopes, J. B., & Costa, C. (2021). Converting Digital Resources into Epistemic Tools Enhancing STEM Learning. *Communications in Computer and Information Science*, 1384, 1–18. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03503-6>
- Ma, Y. (2021). Reconceptualizing stem education in china as praxis: A curriculum turn. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/SU13094961>
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., & Mateos-Núñez, M. (2022). Development of STEM Instructional Resources for Teaching Optics to Teachers-in-Training: Influence on Learning and Teacher Self-Efficacy. *Education Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI12030186>
- Mystakidis, S., & Christopoulos, A. (2022). Teacher Perceptions on Virtual Reality Escape Rooms for STEM Education. *Information*, 13(3), 136. <https://doi.org/10.3390/info13030136>
- National Commission on Excellence in Education. (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform A Report to the Nation and the Secretary of Education United States Department of Education by The National Commission on Excellence in Education.*
- NSF. (1998). *Committee on Equal Opportunities in Science and Engineering*. Biennial Report to The United States Congress. <https://www.nsf.gov/pubs/2000/ceose991/ceose991.html>
- Oppermann, E., Vinni-Laakso, J., Juuti, K., Loukomies, A., & Salmela-Aro, K. (2021). Elementary school students' motivational profiles across Finnish language, mathematics and science: Longitudinal trajectories, gender differences and STEM aspirations. *Contemporary Educational Psychology*, 64. <https://doi.org/10.1016/J.CEDPSYCH.2020.101927>

- Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264026407-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/S13643-021-01626-4>
- Pasani, C. F., & Amelia, R. (2021). Introduction of the integrative STEAM approach as a learning innovation in the COVID-19 pandemic in South Kalimantan. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012029>
- Petrosino, A. J., & Shekhar, P. (2018). Expert blind spot among pre-service and in-service teachers: Beliefs about algebraic reasoning and potential impact on engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 34(1), 97–105.
- Rivera, S., Banavar, M. K., & Barry, D. (2019). Mobile apps for Incorporating Science and Engineering Practices in K-12 STEM Labs. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2018-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8659105>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sauer, L. Z., Reis, C. E. R. Dos, Dall’Acua, G., Lima, I. G. De, Giovannini, O., & Villas-Boas, V. (2020). Work-in-progress: Encouraging girls in science, engineering and information technology. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2020-April*, 28–32. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125310>
- Silva, A., Bernardino Lopes, J., & Costa, C. (2021). Doing Math with Music - Instrumental Orchestration. *Communications in Computer and Information Science*, 1384 CCIS, 111–123. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_8
- Silva, R., Costa, C., & Martins, F. (2021). Using Mathematical Modelling and Virtual Manipulatives to Teach Elementary Mathematics. *Communications in Computer and Information Science*, 1384 CCIS, 75–89. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_6
- Song, H., & Zhou, M. (2021). STEM Teachers’ Preparation, Teaching Beliefs, and Perceived Teaching Competence: a Multigroup Structural Equation Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 394–407. <https://doi.org/10.1007/S10956-020-09881-1>
- Taylor, E., & Taylor, P. C. (2017). Breaking down enlightenment silos: From STEM to ST2EAM education, and beyond. In L. A. Bryan & K. G. Tobin (Eds.), *Thirteen Questions: Reframing Education’s Conversation: Science* (pp. 455–472). Peter Lang Publishing.

<http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/36643>

- Tillinghast, R. C., Petersen, E. A., Kroth, W., Powers, G., Holzer, M., Osowski, J., & Mansouri, M. (2019). Bringing Geosciences to K-12 Classrooms: A Teacher Training Program Developed by the Sterling Hill Mining Museum. *2019 9th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2019*, 69–75. <https://doi.org/10.1109/ISECON.2019.8882052>
- Uğur-Erdoğan, F. (2021). How Do Elementary Childhood Education Teachers Perceive Robotic Education in Kindergarten? A Qualitative Study. *Participatory Educational Research (PER)*, 8(2), 421–434. <https://doi.org/10.17275/per.21.47.8.2>
- Vakaloudis, A., Delaney, K., Cahill, B., & Kehoe, J. (2019). Enabling primary school teachers to deliver STEM programmes with the internet of things: Challenges and recipes for success. *ACM International Conference Proceeding Series*, 80–83. <https://doi.org/10.1145/3369255.3369312>
- Veiga, I. (1992). *A prática pedagógica do professor de didática* (2ª Edição). Papirus.
- Wu, B., Hu, Y., & Wang, M. (2019). Scaffolding design thinking in online STEM preservice teacher training. *British Journal of Educational Technology*, 50, 2271–2287. <https://doi.org/10.1111/bjet.12873>
- Xu, L., Campbell, C., & Hobbs, L. (2019). Changing STEM and entrepreneurial thinking teaching practices and pedagogy through a professional learning program. *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*, 139–155. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0768-7_9
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education Near Environments (more than Fashion) View project STEAM Education View project. September*. <https://www.researchgate.net/publication/327351326>

Sobre os editores

Fernando Manuel Lourenço Martins

Doutorado na Área Científica de Matemática, pela Universidade da Beira Interior, desde 2007 e Agregado em Estudos da Criança (Especialidade: Infância, Desenvolvimento e Aprendizagem), pela Universidade do Minho, desde 09/04/2021. É Professor Coordenador do IPC-ESEC desde 2022.

◆ Ciência ID: 8512-5BB4-6DFD; ORCID ID: 0000-0002-1812-2300; Scopus Author ID: 57217191490.

Ricardo Manuel Neves Pinto

Doutorado na Área Científica de Tecnologia Educativa, pela Universidade Minho, desde 2014. É Professor do Ensino Básico e Secundário desde 1996. É coordenador nacional do Projeto Hypatiamat e presidente da Associação Hypatiamat.

◆ Ciência ID: 3510-C9C9-0177; ORCID ID: 0000-0002-2483-1250;

Maria Cecília Rosas Pereira Peixoto da Costa

Doutorada na Área Científica de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas Matemática, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), desde 2000 e Agregada em Didática de Ciências e Tecnologia (Especialidade: Didática de Ciências Matemáticas), pela UTAD, desde 23/01/2013. É Professora Associada da UTAD-ECT desde 2021.

◆ Ciência ID: E116-E756-3152; ORCID ID: 0000-0002-9962-562X; Scopus Author ID: 7201473794.

Agradecimentos

Este *ebook* é o resultado da atividade de professores, investigadores e estudantes da formação pós-graduada (Mestrado e Doutoramento) na área de Formação de Professores. Neste sentido os editores expressam o seu agradecimento a todos os autores dos capítulos pela qualidade do trabalho apresentado que em muito engrandece o contributo para a temática deste *ebook*. Além disso, agradece-se também aos revisores externos e especialistas nas respetivas temáticas dos capítulos, dado que foram determinantes e fulcrais na revisão que efetuaram e com esta terem contribuído para a melhoria da sua qualidade final.

Ao Dr. Vítor Pedroso e à Dr.^a Teodolinda Magro por terem construído um prefácio que permite ao leitor ter uma visão mais clara e sustentada da importância deste *ebook* no âmbito da temática envolvida.

Em termos institucionais, os editores agradecem o apoio das seguintes instituições:

- Instituto Politécnico de Coimbra / Escola Superior de Educação de Coimbra / Instituto de Investigação Aplicada / Núcleo de Investigação, Educação, Formação e Intervenção
- Instituto de Investigação Aplicada do Politécnico de Coimbra no âmbito da Dispensa para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020)
- Instituto Politécnico de Coimbra / Instituto de Investigação Aplicada / Laboratório ROBOCORP / Unidade de Investigação Aplicada em Ciências do Desporto
- Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, financiado pela FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável cofinanciado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/50008/2020
- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro / Escola de Ciências e Tecnologia / Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
- Associação Hypatiamat

ARTEFACTOS DIGITAIS, APRENDIZAGENS E CONHECIMENTO DIDÁTICO

CONTRIBUTOS PARA PROMOVER A COMPREENSÃO DA MATEMÁTICA