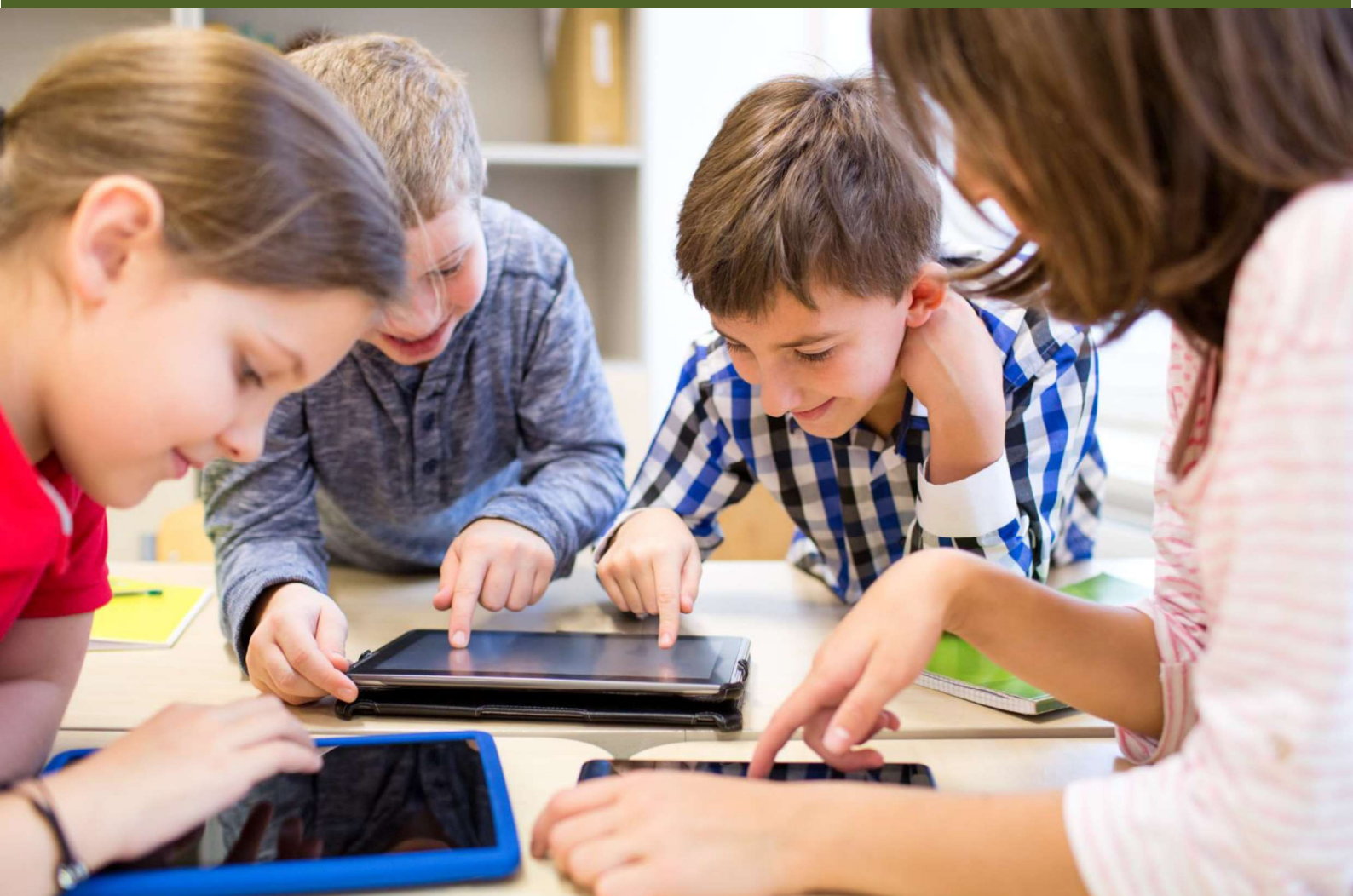


FERNANDO MARTINS
RICARDO PINTO
CECÍLIA COSTA
EDITORES

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 . rmnpslb@gmail.com)
(ESEC . i2A . NIEFI . Politécnico de Coimbra)

CECÍLIA COSTA

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



**Escola Superior
de Educação**

Politécnico de Coimbra

título

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

editores

Fernando Martins – *Instituto Politécnico de Coimbra*

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

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

revisores externos

Abílio Lourenço – *Universidade Fernando Pessoa, Portugal*

Ana Cristina Rosa – *Universidade de Coimbra, Portugal*

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

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

Cristina Martins – *Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*

Dina Loff – *Universidade de Coimbra, Portugal*

Floriano Viseu – *Universidade do Minho, Portugal*

Helena Albuquerque – *Universidade de Coimbra, Portugal*

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

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

Maria Olímpia Paiva – *Universidade do Minho, Portugal*

Nuno Martins – *Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal*

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

Pedro Tadeu – *Instituto Politécnico da Guarda, Portugal*

Rafael Pérez Galán – *Universidade de Málaga, Espanha*

Vanda Santos – *Universidade de Aveiro, Portugal*

editora

Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Educação de Coimbra

ISBN: 978-989-99491-5-7

suporte: Eletrónico

formato: PDF/PDF/A

data: dezembro de 2022

Copyright

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

Capítulo 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

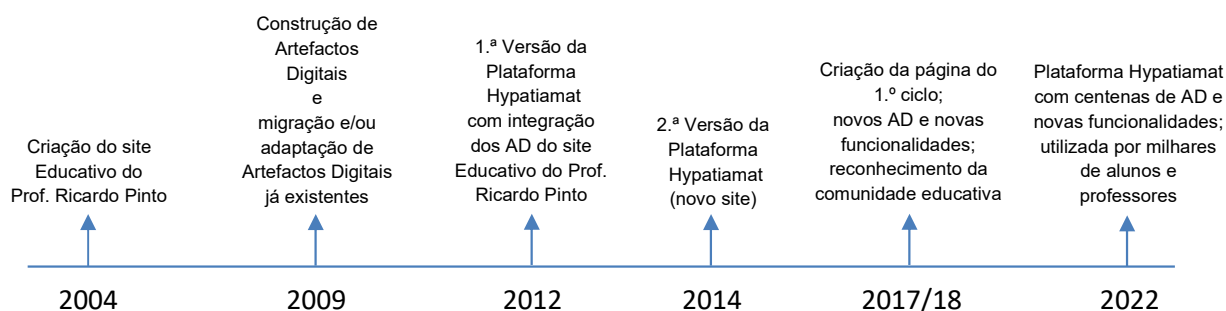
Em 2004, o Professor Ricardo Manuel Neves Pinto, criou um site educativo com inúmeros AD, atualmente desativado, para apoiar o ensino e aprendizagem da matemática e/ou para serem utilizados como ferramentas epistémicas (Monaghan et al., 2016). Entre eles, destacam-se as aplicações interativas baseadas 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.

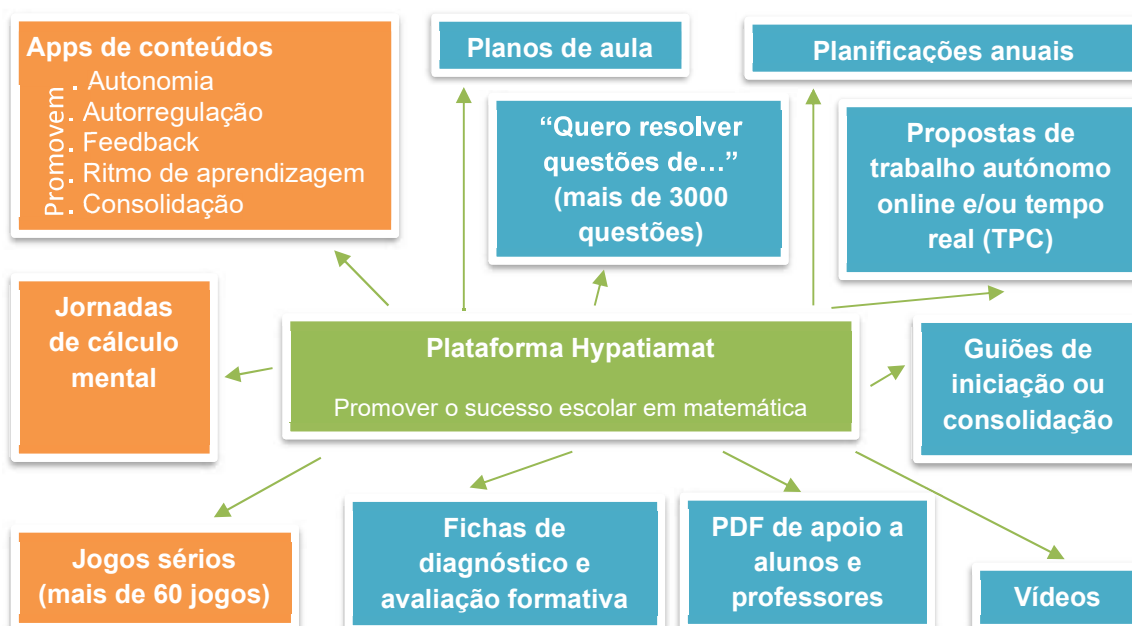
Daremos, agora, uma visão holística dos principais recursos existentes na PLH e as principais vertentes do PH.

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 7197 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.

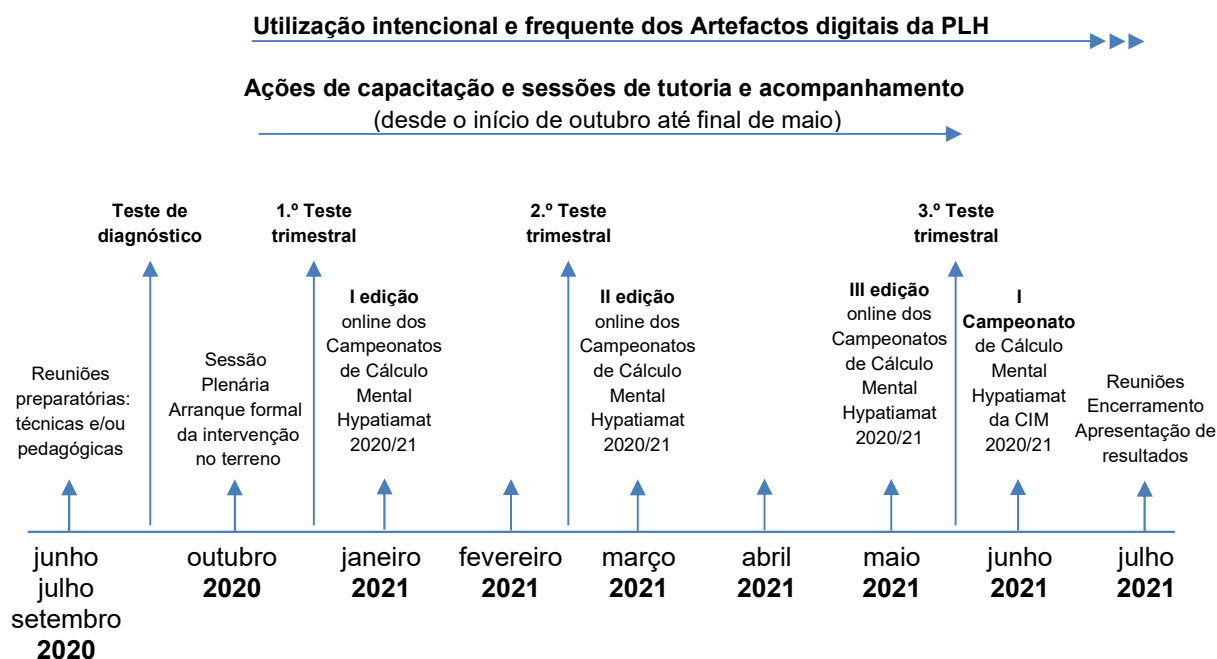
6. O Projeto Hypatiamat numa Comunidade Intermunicipal

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.ese.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, acessado 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>