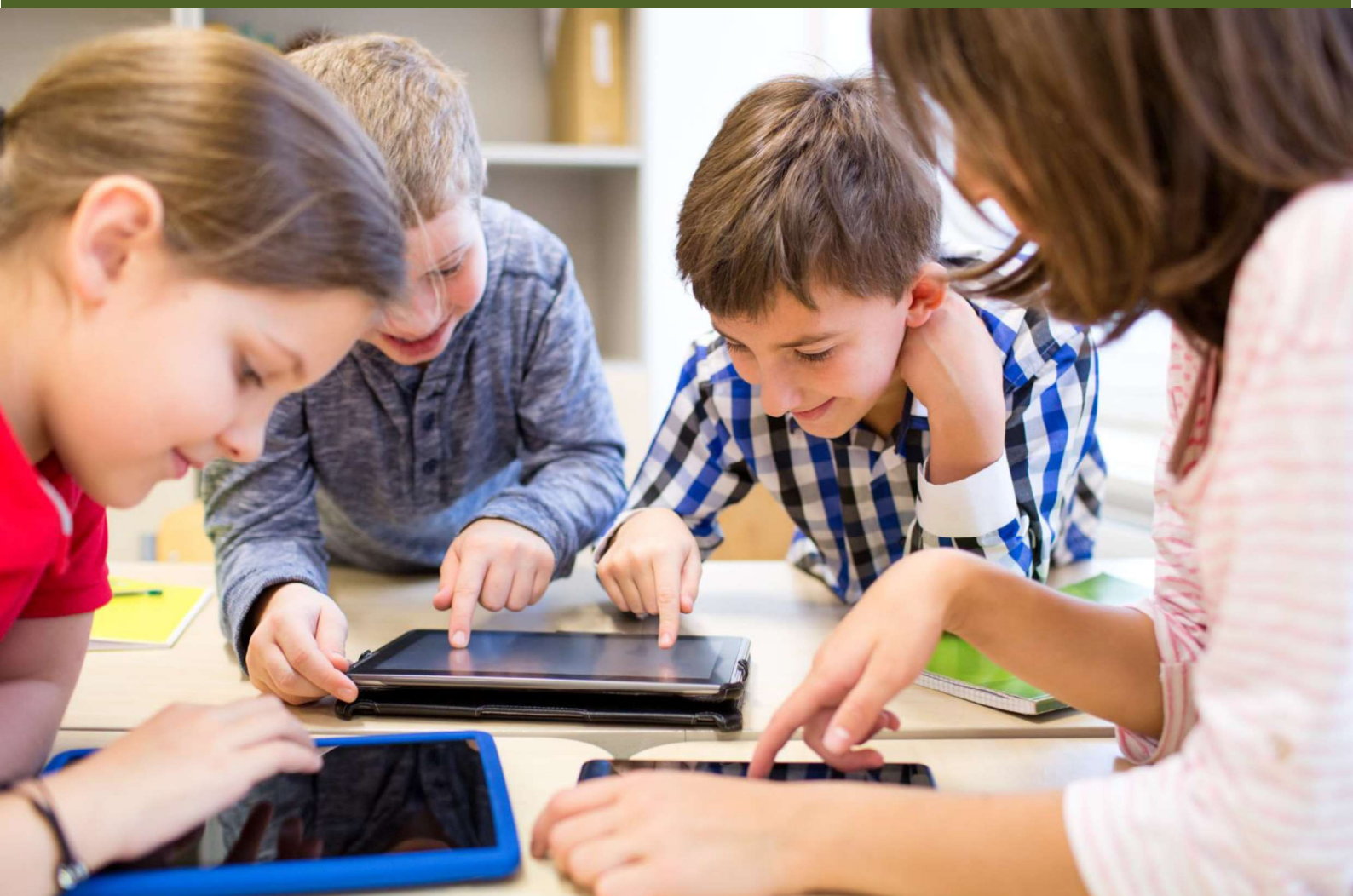


FERNANDO MARTINS
RICARDO PINTO
CECÍLIA COSTA
EDITORES

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 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

virgilor@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, conseqüentemente, 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.

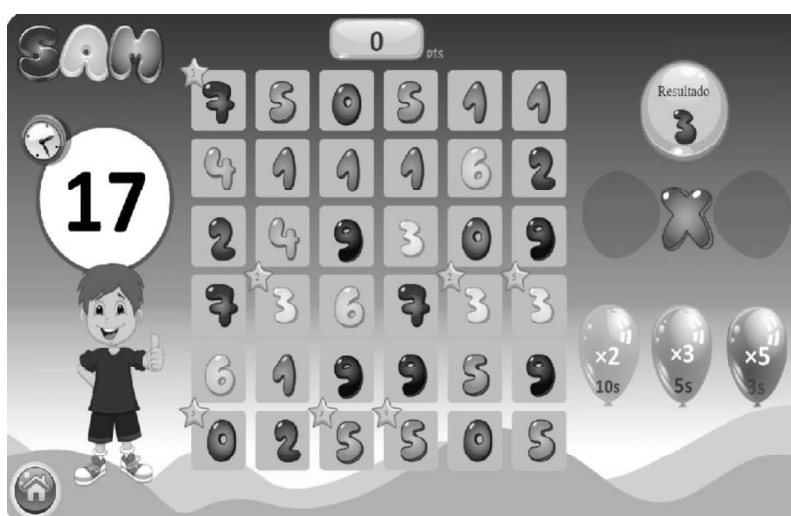


Figura 1. Representação de uma *frame* do jogo *SAM*

hyPATyMAT

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, selecionando 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/1FAIpQLSdLsFLXbj08-iy4NR8sF7QhsqbVTdcmTCLWXrsF9hwRJ_Vrg/viewform?usp=sf_link

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

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/1FAIpQLSdjM9GkOIKYU3p4L7w_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 $\alpha \geq 0.9$; 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%.

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, conseqüentemente, vai ser a motivação que fará com que o aluno mantenha o seu esforço, ao logo 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 perceção dos alunos, na fase pré-intervenção e na fase pós-intervenção, podemos constatar que houve uma evolução ao nível da perceção 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, conseqüentemente, 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 perceção 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 perceção 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 perceção de AA e que aumentaram significativamente a sua perceção 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, conseqüentemente, 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, Stanford, 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., & Marrison, 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-Pienda, 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 autorregulação da aprendizagem (IPAA)* (159-174), *Volume IV*, Coimbra: Almedina

- Rosário, P., Lourenço, A., Paiva, M., Núñez, J., González-Pienda, J., & Valle, A. (2012). Autoeficácia 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 Dissertation 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 Sources and Outcomes of Self-regulated Learning and Performance. In B.J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.), *Handbook of Self-Regulated Learning 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>