

Abordagem STEAM e GeoGebra - Aprendizagem e ensino das Ciências na formação de professores de Cabo Verde

José Manuel Dos Santos Dos Santos¹

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto
inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação
Instituto GeoGebra de Portugal

Astrigilda Silveira

Universidade de Cabo Verde
Instituto GeoGebra da Universidade de Cabo Verde

Zsolt Lavicza

School of Education - Johannes Kepler University, Linz, Austria

RESUMO

O Instituto GeoGebra de Portugal e a Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação Ciência e Cultura desenvolvem ações de formação para professores de Matemática em: Cabo Verde, desde 2016; Moçambique, desde 2017; Angola, desde 2018. A formação inicial e contínua de professores envolve grupos de professores promotores da aprendizagem e do ensino da matemática com suporte em tecnologia, utilizando GeoGebra, numa rede colaborativa de instituições dos PLOP, que desenvolve dinâmicas transnacionais de apoio a comunidades de professores, na criação e implementação de experiências educativas. Com o financiamento da Fundação Calouste Gulbenkian, em 2019, o projeto de reforço de competências dos professores de Cabo Verde no ensino e aprendizagem da Matemática e das Ciências, orientou o foco do trabalho para a abordagem STEAM², uma estratégia de preparação dos cidadãos para os desafios do século XXI, integrando contextos das Ciências onde o GeoGebra é usado como ferramenta de produção de conhecimento e desenvolvimento de competências e abordagens multidisciplinares. O presente artigo pretende apresentar o contexto, o quadro teórico, iniciativas e os resultados do primeiro questionário aplicado aos participantes neste projeto de formação de professores.

Palavras-chave: Formação de professores; Ensino da Matemática; Tecnologia; STEAM; GeoGebra.

ABSTRACT

The GeoGebra Institute of Portugal and the Organization of Ibero-American States for Science and Culture Education develop training actions for mathematics teachers in: Cape Verde, since 2016; Mozambique, since 2017; Angola, since 2018. The initial and continuous training of teachers involves groups of teachers promoting the learning and teaching of mathematics supported by technology, using GeoGebra, in a collaborative network of PLOP institutions, which develops transnational dynamics to support communities of teachers, in the creation and implementation of educational experiences. With funding from the Calouste Gulbenkian Foundation, in 2019, the project to reinforce the skills of teachers in Cape Verde in the teaching and learning of Mathematics and Science, oriented the focus of the work towards the STEAM approach, a strategy to prepare citizens for the challenges of the 21st century, integrating science contexts where GeoGebra is used as a tool for producing knowledge and developing skills and multidisciplinary approaches. This article intends to present the context, the theoretical framework, initiatives, and the results of the first questionnaire applied to the participants in this teacher training project.

¹ Endereço de contacto: santosdossantos@ese.ipp.pt

² STEAM é o acrónimo de: Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics.

Keywords: Teacher training; Mathematics teaching; Technology; STEAM; GeoGebra.

1. Contexto

A formação de professores cabo-verdianos em GeoGebra tem por base o desenvolvimento de um processo iniciado em 2016 pelo Instituto GeoGebra Portugal (IGP) e pela Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação Ciência e Cultura (OEI).

Deste modo, a formação de formadores decorrida entre 2016 e 2017 caracterizou-se por combinar um modelo de formação baseado em sessões presenciais e a distância para além do desenvolvimento de experiências de ensino em sala de aula. A equipa de formação incluiu um formador visitante, do IGP, um formador residente da Universidade de Cabo Verde (Uni-CV), e um consultor de formação da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto (ESE-PP). Muitos dos trabalhos, produzidos no âmbito do Seminário de instalação do Instituto GeoGebra na Uni-CV (IGUni-CV), composto por 6 conferências (especialistas nacionais e internacionais), 5 painéis temáticos e 17 comunicações dos artigos produzidos e igualmente expostos através de *posters*, foram publicados em vários números na Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, sob o formato de artigos e relatos de experiências de aprendizagens. Consequentemente, o IGUni-CV foi reconhecido como mais um membro da comunidade do Instituto GeoGebra Internacional, tendo sido certificados 35 professores, 6 como *GeoGebra Users*, 25 como *GeoGebra Experts* e 4 como *GeoGebra Trainers*.

O resultado deste processo formativo captou interesse de outras comunidades dos países africanos de língua oficial portuguesa, aceitando a OEI o desafio de apoiar tal desejo, sendo parceira a Uni-CV, através do IGUni-CV. Ações formativas, em Moçambique, desde 2017, e Angola, desde 2018, possibilitaram a criação e instalação do Instituto GeoGebra nesses países, após a celebração de acordos de parceria entre a Uni-CV com a Universidade Pedagógica de Maputo e a Escola Superior Pedagógica do Bengo. Devido às especificidades locais, embora a formação se tenha efetivado, a capacitação de professores para a formação tem sido mais lenta, nos pressupostos dos processos encetados, estando ainda em curso. Foi possível trabalhar com um grupo de 107 professores em Moçambique e de 112 professores em Angola, visando criar uma rede colaborativa que conta também com a parceria estratégica do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (IGISP).

Os elementos desta rede transcontinental (Figura 1), numa comunidade que se expressa numa mesma língua, apresentam traços comuns e se mostram fortemente engajados com atividades de formação inicial e contínua de professores. Todos estão associados a uma instituição superior de formação, com disponibilidade para acarinhar grupos de professores que promovam a aprendizagem e o ensino da matemática com suporte em tecnologia, nomeadamente o recurso ao software GeoGebra.

Figura 1. Rede de institutos GeoGebra em Países Africanos de Língua Portuguesa e Brasil



O uso do GeoGebra radica no seu carácter multifacetado, integrando uma comunidade internacional de professores investigadores, que colaboram na melhoria das aprendizagens das Ciências. Desta forma todos os elementos se articulam, formando uma rede colaborativa de instituições no espaço dos PLOP, e desenvolvendo dinâmicas transnacionais que permitem apoiar comunidades de professores, na criação e implementação de experiências em vários graus de ensino.

2. O projeto “Reforço de Competências de Professores em Matemática, numa lógica STEAM & GeoGebra, para Cabo Verde”

Relativamente ao grau de desenvolvimento da formação de formadores em GeoGebra, dentro da rede, Cabo Verde apresenta-se em melhores condições para avançar um processo de formação mais alargado de professores. Daí que, em 2019, a Fundação Calouste Gulbenkian se tenha associado ao trabalho, financiando o projeto de reforço de competências dos professores de Cabo Verde no ensino e aprendizagem da Matemática e das Ciências, gerido a partir do escritório da OEI de Lisboa.

Entre os objetivos do projeto destacamos: o reforço da formação dos formadores e a formação de professores dos Ensinos Básico e Secundário, na área de matemática e no uso do software GeoGebra em contexto STEAM; e o desenvolvimento de práticas que contribuam para a melhoria da aprendizagem dos alunos, através da formação de professores e da introdução do software GeoGebra na prática dos docentes, mediante abordagens contextualizadas e que estabelecem conexões intra e extra matemática. Decorrente disso, atualmente o foco do trabalho orienta-se pelo estudo da abordagem STEAM, integrando contextos das Ciências onde a Matemática é usada como ferramenta de produção de conhecimento.

3. Tecnologia e GeoGebra na aprendizagem da Matemática e das Ciências numa lógica STEAM

O "Princípio Ferramentas e Tecnologia", enunciado pelo Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM), é um dos seis princípios apontados para o desenvolvimento de uma educação matemática de alta qualidade: “Um programa de matemática de excelência integra o uso de ferramentas matemáticas e de tecnologia como recursos essenciais para ajudar os alunos a aprender e perceber as ideias matemáticas, raciocinar matematicamente e comunicar o seu raciocínio” (NCTM, 2017, p. 79).

Nos Princípios orientadores para a Matemática Escolar, este organismo defende que, para que haja uma aprendizagem significativa da matemática, é imprescindível a presença de ferramentas e tecnologias na sala de

aula (id) e ainda “os professores devem usar a tecnologia para melhorar as oportunidades de aprendizagem dos seus alunos, selecionando ou criando tarefas matemáticas que tirem partido do que a tecnologia pode fazer de forma eficiente e bem escrita, visualização e computação” (NCTM, 2007, p. 27).

O caso do GeoGebra, é um software de matemática dinâmica que integra um software de geometria dinâmica, uma folha de cálculo, um sistema de cálculo algébrico e simbólico dinâmico, num ambiente de múltiplas representações, transformando-o numa ferramenta tecnológica onde conceitos e relações matemáticas são mais facilmente percebidos e compreendidos, permitindo aos alunos um acesso mais fácil a conceitos matemáticos (Hohenwarter et al., 2008). Sendo ainda o GeoGebra um software mais singular uma vez que integra outras plataformas, tais como: GeoGebra *Materials*, uma plataforma de recursos partilhados online, que pode incluir aplicações dinâmicas do GeoGebra, blocos de texto, documentos pdf, imagens, vídeos ou links; o GeoGebra *Books*, que permite estruturar coleções de materiais GeoGebra em livros interativos publicados online, que pode ser descarregado para trabalhar offline; e o GeoGebra *Groups*, especialmente adequados para trabalhos assíncronos. Esta ferramenta também pode ser integrada em várias plataformas, como Moodle e a Google Classroom. Gradualmente, o GeoGebra institui-se com as potencialidades de um Ambiente de Aprendizagem Virtual da Matemática (Dos Santos & Trocado, 2016).

Recentemente, o GeoGebra acrescentou mais uma plataforma, o GeoGebra *Classroom*, criada no ano transato como um recurso para incentivar a participação dos estudantes de forma ativa e inclusiva (Zöchbauer & Hohenwarter, 2020). Contudo, apesar de o GeoGebra Classroom inicialmente ter sido pensado para funcionar como outro recurso em aulas presenciais, de modo a permitir a supervisão instantânea daquilo que os alunos faziam desde o computador do professor, rapidamente se tornou um recurso importante para o ensino online, nomeadamente dentro do ERE, no E@D, e noutras modalidades de ensino remoto no contexto da pandemia do COVID19, nomeadamente em processos de formação de professores (Dos Santos & Silveira, 2021).

Para além do carácter multifacetado do GeoGebra, a opção pelo seu uso radica na extensa comunidade internacional de utilizadores que a compõem, incluindo professores, investigadores e estudantes, que colaboram com recursos e estratégias para a melhoria das aprendizagens da Matemática e outras Ciências junto de diferentes públicos, com diversos interesses, desde os educacionais aos da divulgação das ciências, numa visão multi e transdisciplinar onde se incluem múltiplas abordagens, nomeadamente a STEAM.

A educação STEAM designa uma abordagem para promover a aprendizagem que recorre a contextos das Ciências, da Tecnologia, da Engenharia, das Artes e da Matemática como ponto de partida para orientar a exploração\investigação, o diálogo e o pensamento crítico dos estudantes.

Esta visão consiste na preparação dos cidadãos para os desafios do século XXI, desenvolvendo competências e abordagens multidisciplinares. Consubstancia-se da intencionalidade do professor, que, com os seus alunos, parte de um problema ou modelo, sistematiza com eles as ideias de modo a construir ou desenvolver conhecimentos e competências.

Partindo desta premissa axiológica as metodologias a utilizar pelo professor podem ser diversas, mas têm de estar relacionadas com as características do ensino e aprendizagem exploratória. Como refere Ponte (2005, pp. 22-23), o professor não procura explicar tudo, mas deixa uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para ser realizada pelos alunos, o que não significa que tudo resulte da exploração dos mesmos, mas sim que esta é uma forma de trabalho marcante na sala de aula.

Planificar no sentido de implementar o ensino exploratório carece que o professor estabeleça uma trajetória hipotética de aprendizagem (THA) (Simon, 1995), onde ele equacione como poderá ocorrer o pensamento e a aprendizagem dos alunos perante as tarefas em que estes se têm de envolver. Esta trajetória é uma hipótese que poderá ser confirmada ou não, originado um ciclo de reflexão/ação essencial para melhoria dos processos de ensino e aprendizagem.

Deste modo, as tarefas de formação foram preparadas e validadas colaborativamente pela equipa de coordenação de formação e pelos formadores, onde, para além da capacitação para o uso do GeoGebra esteve sempre presente o conhecimento matemático do professor, seguindo o modelo TPACK para o conhecimento profissional do professor (Mishra & Koehler, 2006). Estas tarefas tiveram de ser entendidas pelos formadores que se aperceberam da extrema importância do estabelecimento de uma trajetória hipotética de aprendizagem ajustada e de utilidade extrema para a previsão do *feedback* a dar aos grupos de estudantes, ajudando-os a desenvolver na sala de aula uma aprendizagem baseada na resolução de problemas ou no desenvolvimento de projetos (Dos Santos & Silveira, 2021, p. 91) ou ainda numa abordagem exploratória do ensino e aprendizagem

da matemática. Como refere Ana Paula Canavarro, “o ensino exploratório da Matemática defende que os alunos aprendem a partir do trabalho sério que realizam com tarefas valiosas que fazem emergir a necessidade ou vantagem das ideias matemáticas que são sistematizadas em discussão coletiva” (Canavarro, 2011, p. 11).

A discussão coletiva das ideias dos alunos constitui um processo didático designado por orquestração. Stein et al. (2008) propõe um modelo composto por cinco práticas que, no seu entender, favorecem a preparação de uma discussão em aula:

através da preparação, os professores podem antecipar possíveis contribuições dos alunos, preparar respostas para lhes apresentarem, e tomar decisões acerca de como estruturar as apresentações dos alunos de modo a progredir em direção à sua agenda matemática para a aula. (Smith & Stein, 2011, p. 7)

Neste sentido as tarefas construídas em torno da reflexão dos pressupostos do projeto assentam no aprender fazendo, “*hands-on*”, a partir de um paradigma construtivista e construtivista social da aprendizagem (Vygotsky, 1978). Assim, deu-se particular atenção na elaboração das tarefas: a de zona de desenvolvimento proximal, onde a aprendizagem ocorre; ao papel dos mediadores no processo de aprendizagem, nomeadamente o mediador tecnológico oferecido pelo GeoGebra; a construção de andaimes, “*scaffolding*”, em particular na construção dos roteiros que as tarefas contêm.

Apesar da preparação das tarefas e a sua validação ter sido cuidada, passando por um processo longo de análise e reflexão, será na implementação das tarefas, na análise das produções dos estudantes em resposta as mesmas, e na análise das discussões coletivas em aula que residirá o maior volume de conhecimento gerado pelo projeto e contributos para a ação e intervenção. Este processo parte de uma perspectiva de ensino exploratório, onde a THA assume um papel relevante, carecendo de um processo de orquestração eficaz da aula.

4. O modelo formativo proposto

Assumindo que a formação dos professores deverá ser constante e integrada nas suas práticas letivas, para proporcionar reflexões sistemáticas sobre a prática profissional bem como provocar mudanças de postura e atitudes em busca de novos conhecimentos, o processo de formação que tem sido implementado assume o modelo de formação contínua interativo-reflexiva visando promover o desenvolvimento profissional do professor, através da reflexão sobre a sua prática. Neste sentido, considerando os resultados da investigação de doutoramento realizada por Silveira (2015), e não havendo até ao momento uma legislação específica para formação contínua em Cabo Verde, as sessões de formação levadas a cabo consideram o modelo reflexivo da formação profissional (Wallace, 1991, p. 15) – que estabelece a relação entre o conhecimento recebido e o conhecimento experiencial prévio com base na reflexão sobre a prática para o desenvolvimento da competência profissional do formando (ver Figura 2), e o modo de trabalho pedagógico de tipo *apropriativo*, centrado na inserção social do indivíduo de Lesne (1984), onde o formador deve praticar a mediação na formação e assumir a apropriação cognitiva do real como ponto de partida e de chegada.

Figura 2. O modelo reflexivo da formação profissional (Wallace, 1991, citado por Silveira, 2015, p. 81)



A reflexão pode consistir num processo de repensar sobre a experiência vivida e o conhecimento construído para descobrir formas sistemáticas de ter a consciência do passado visando complementar e corrigir o futuro (Maarof, 2007). O referido autor relaciona o conceito de reflexão com o de meta-cognição argumentando que a sua proveniência engloba ideias dos domínios da psicologia, educação, filosofia e artes e debatidas pelos primeiros filósofos e pensadores como Platão, Aristóteles e Locke.

Hatton e Smith (1994), apresentam quatro dimensões de reflexão e consideram que o professor deve evoluir da primeira a última: i) Descritiva – não é reflexiva; ii) Reflexão descritiva – na descrição dos acontecimentos a reflexão é limitada; iii) Reflexão dialógica – o autoquestionamento incide nas causas e opções de explorar acontecimentos, experiências e ações. iv) Reflexão crítica – existe uma plena consciência de poder e argumentação nas tomadas de decisões das experiências ou dos acontecimentos, assumindo-se que a reflexão é indissociável de ação e de conhecimento.

Já, Lalanda e Abrantes (1996), consideram que “a reflexão-ação constitui uma atitude docente indispensável e subjacente às práticas educativas capaz de provocar alterações fundamentadas das metodologias e estratégias conducentes a um ensino de qualidade” (pp. 57-58).

Por sua vez, Schön (1992) distingue três modalidades diferentes: a reflexão na ação – para reorganizar a própria ação; a reflexão sobre a ação – implica a reconstrução do pensamento sobre tal ação visando a análise de um resultado inesperado; e a reflexão sobre a reflexão na ação - incide sobre as reflexões anteriores na e sobre a ação com vista a modelar ações futuras e contribuir para o desenvolvimento profissional.

Neste âmbito, a formação já realizada e em desenvolvimento orienta-se por três princípios: da territorialização; da colaboração; da investigação na ação. A estrutura de coordenação abrange professores das regiões de barlavento e sotavento, quer pela criação das equipas de formação/investigação, uma necessidade imperativa pela insularidade do território onde se desenvolve, equipas estabelecidas ao nível da gestão da formação e ao nível dos grupos de formação.

Pelo princípio da colaboração estas equipas trabalham de modo articulado, partilhando espaços comuns de debate. Nas sessões de formação presencial, estão disponíveis à distância elementos da equipa de coordenação de formação, no caso de existirem grupos de formação com a mesma calendarização, estes também estão em linha, fortalecendo o sentido de pertença orgânico entre os participantes, partilhando dúvidas, entendimentos e construindo conhecimento e reflexão em comum. No trabalho assíncrono a partilha faz-se através do GeoGebra *Groups*, nesta plataforma para além dos *posts* e suas respostas, os participantes podem partilhar tarefas criadas em GeoGebra, como materiais isolados, arquivados na plataforma GeoGebra *Materials*, ou materiais organizados em livros, na plataforma GeoGebra *Books*, ou ainda como materiais organizados para encetar uma aula virtual na plataforma GeoGebra *Classroom* (Zöchbauer & Hohenwarter, 2020), recente criada e amplamente utilizada por muitos utilizadores durante os confinamentos originados pela pandemia de COVID-19.

Finalmente, o princípio de investigação na ação é um pilar, pois todos os formadores e formandos refletem em conjunto para a ação e sobre a sua ação, visto que o instrumento fundamental de análise surge da avaliação *ongoing* das experiências de ensino em curso (Cobb, 2000).

5. Participantes

O processo formativo associado a este projeto visa assegurar a formação dos professores nos Agrupamentos Escolares das Ilhas de Santiago e de São Vicente de Cabo Verde. Os formadores, 14 em Santiago e 10 em São Vicente (ver Figura 3), que dinamizam a formação mostram-se motivados para o aprofundamento da sua própria formação obtendo ou melhorando a sua certificação no uso do GeoGebra.

Figura 3. Zonas de intervenção em Cabo Verde



O processo formativo contempla cerca de uma centena de novos formandos, professores em todos os Municípios da ilha de Santiago (9) e todos os agrupamentos (9) e duas Escolas não agrupadas (2) da ilha de São Vicente.

6. O que pensam os participantes no início do processo de formação

Ao analisar o questionário inicial aplicado aos 97 formandos percebemos, da realidade dos seus contextos, no acesso a tecnologia para a sua prática pois 58% referem que não é fácil aceder a uma sala com recursos informáticos para as suas aulas, nomeadamente na disciplina de matemática, apesar de 54% (52) referir que já frequentaram formação sobre a utilização de softwares educativos para a Matemática.

Dos 46% dos formandos que nunca participaram de uma formação desta natureza, apenas 35 apresentaram as suas razões para nunca ter participado em formação sobre o uso de softwares educativos para a Matemática (ver Tabela 1), sendo que alegam “falta de oportunidade” (9), “nunca tive oportunidade” (6) e “falta de oferta formativa” (4).

Tabela 1. Razões para não frequência de formação sobre o uso de softwares educativos para a Matemática

Razões apontadas pelos professores	<i>n</i>
Ainda não tinha havido possibilidade	1
Falta de oferta.	4
Falta de oportunidade.	9
Indisponibilidade pessoal e profissional.	1
Não apareceram oportunidades.	1
Não foi convocado.	1
Nunca tive oportunidade.	6
Não foi convocado.	1
Não foi dada nenhuma formação.	1
Não tive oportunidade.	2
Nunca fui chamado para frequentar.	1
Nunca houve oportunidade.	2
Nunca tinha sido abordada.	1
Nunca tinha sido programado antes e o recinto escolar afeto não dispõe de condições (sobretudo informáticas) para tal.	1
O ministério nunca fez essa proposta.	1
Por não serem ministradas na escola.	1
Sou professor há três anos.	1

Nota: *n* corresponde a frequência das razões apontadas, num total de 35 respostas registadas.

Algumas respostas apontam ainda para algumas condicionantes específicas do contexto cabo-verdiano, a formação em geral é convocada pelos órgãos ministeriais que nem sempre correspondem às necessidades ou expectativas dos professores, e não existe uma legislação específica que institua a formação contínua. Realçamos que duas respostas, codificadas na Tabela 1 como “*Nunca tive oportunidade*”, apresentam condicionantes:

Nunca tive oportunidade e também porque sou da área de Ciências da Terra e da Vida.

Casos como este são contemplados neste processo formativo, pois as sessões de formação/oficinas destinam-se a professores de matemática e das ciências:

Nunca tive oportunidade de participar, porque estava na ilha de Boa Vista.

Nesta segunda condicionante, este processo formativo ainda não contempla todas as ilhas do arquipélago cabo-verdiano, de acordo com a Figura 2, pelo que corresponde às expectativas da equipa de investigação poder estender futuramente a experiência às outras ilhas.

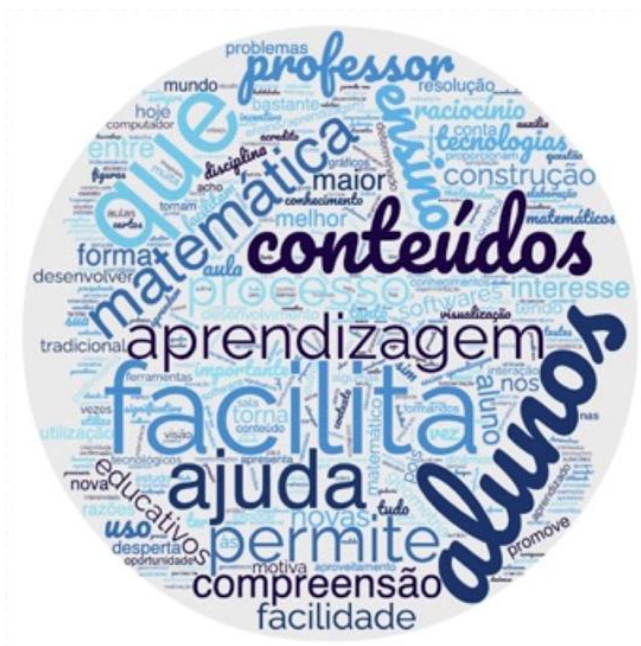
Quando se questiona os participantes se já tiveram formação em algum software de matemática, são citados vários, com a frequência apresentada na Tabela 2, salientando-se que 79 % (41/52) referem o uso do GeoGebra, sendo as outras ocorrências pouco expressivas.

Tabela 2. Softwares utilizados pelos participantes em processos formativos anteriores

Software	Frequência
GeoGebra	41
The Geometer's Sketchpad	3
Cabri-Géomètre	4
Cabri-Géomètre 3D	1
Desmos	1
Maple	6
MathLab	5
Access	1
SPSS	5
Cinderella	2
Tux of mach	1
Poly	2
Mathematica	2
Winplot	1
Octave	1
Linguagem R	1
Derive	1
Mathtype	2
Outros	6
Total	86

A esmagadora maioria considera ser importante o uso de softwares educativos em Matemática, totalizando 96%. Os 4% que respondem pela negativa argumentam pelo desconhecimento da utilidade do software. Das respostas afirmativas à questão, os participantes apresentaram a sua opinião sobre a relevância do uso de softwares educativos em Matemática. Do conjunto das afirmações dos participantes foi obtida a nuvem de palavras que consta da Figura 4, elaborada pelos autores a partir da aplicação online disponível em <https://www.wordclouds.com/>.

Figura 4. Nuvem de palavras: Importância do uso de softwares educativos em Matemática



A nuvem revela que as razões apresentadas pelos participantes destacam a centralidade dos alunos, que o uso da tecnologia pretende ser um facilitador, potenciando a aprendizagem e a compreensão, auxiliando o

professor no ensino dos conteúdos. Saliente-se ainda que a aplicação suprarreferida destaca que as sequências de palavras “processo de ensino e aprendizagem”, “para o desenvolvimento do raciocínio matemático” e “facilita o processo de ensino aprendizagem”, correspondem às que ocorrem com maior frequência nas respostas dos participantes.

Entre as respostas obtidas pelos participantes a esta questão salientamos as seguintes:

É importante a utilização de softwares educativos em matemática...

pois auxilia o processo de ensino aprendizagem, os alunos interagem entre si aperfeiçoando o seu conhecimento, quebrando o paradigma tradicional da utilização apenas do quadro e giz.

permite abordar alguns conteúdos num contexto mais experimental. Permite ao aluno construir e desenvolver as suas competências em certos conteúdos de forma mais autónoma e intrínseca. Nos permite ter uma visão diferente (nova) e pertinente de certos conteúdos matemáticos que são muitas vezes abstratos para alguns.

porque esses recursos auxiliam muito na aprendizagem da mesma, uma vez que o uso de software proporciona aos alunos uma aprendizagem significativa, ou seja, facilita a aprendizagem dos conteúdos teóricos que às vezes são bastante abstratos.

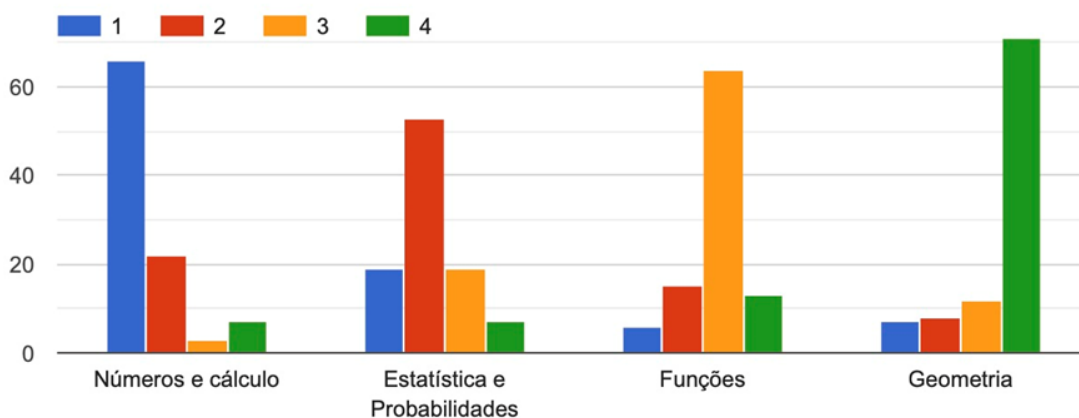
São evidentes as preocupações didáticas dos professores, interessados em apresentar um ecossistema de aula ajustado aos alunos de hoje, que lhes permita a apropriação de conteúdos e competências, apesar de se ter registado uma opinião ligeiramente diferente:

Embora se vive numa era bastante e tecnologicamente avançada, acho que o uso deste software provocaria uma "dependência" nos alunos. Mas trabalhar nesse software não deixa de ser uma boa experiência para quem sabe bem explorar.

Contudo, apesar do seu ceticismo, o participante respondeu ser importante o uso de software caucionado pelo conhecimento tecnológico e didático do professor.

É interessante verificar em que unidades temáticas os participantes sentem mais necessidade de utilizar um software para facilitar a aprendizagem dos seus alunos, quando lhes foi pedido para as ordenarem por ordem de prioridade obtendo-se os resultados da Figura 5 obtida a partir do relatório do Google forms, onde 1 corresponde a menos necessidade e 4 a mais necessidade.

Figura 5. Unidades temáticas e prioridade dos participantes no uso de software no ensino e aprendizagem



Os participantes priorizam no geral o uso de software na Geometria, seguindo-se os Números e Cálculo, as Funções e finalmente a Estatística e Probabilidades. Saliente-se que o GeoGebra abrange todas estas áreas,

as folhas gráficas ajustam-se à Geometria (em 2D e 3D) e às Funções; em relação aos Números e Cálculo, as capacidades da janela CAS (Cálculo Algébrico e Simbólico) são relevantes, e finalmente a Folha de Cálculo do GeoGebra ajusta-se ao desenvolvimento dos conteúdos da Estatística e Probabilidades. Porém, convém salientar que todas estas janelas se intercomunicam e os objetos e variáveis são integrados, pelo que o GeoGebra cria um ecossistema que facilita o estabelecimento de conexões entre tópicos matemáticos. Ainda, o software tem a capacidade de modelar diferentes tipos de fenómenos, favorecendo as conexões entre tópicos matemáticos e de outras áreas científicas, característica útil considerando a abordagem STEAM que o processo formativo pretende desenvolver.

O software que os participantes conhecem e mais usaram no processo de ensino e aprendizagem foi sem dúvida o GeoGebra, facto que era expectável pois os participantes que já frequentaram formação para o uso de softwares de matemática já tinham referido ser esta ferramenta a mais utilizada na formação realizada anteriormente, salvaguardando-se que na Uni-CV é ministrada uma disciplina onde o GeoGebra é utilizado nos cursos de formação em Matemática e ensino há mais uma década.

Aos participantes foi questionado se utilizaram, no processo educativo da Geometria, algum software entre uma lista que inclui a maioria dos softwares educativos disponíveis, e, nesse caso, solicitou-se que assinalassem se os conheciam e/ou se já os tinham utilizado. Os resultados obtidos constam da Tabela 3, evidenciando que o GeoGebra é o software mais conhecido e mais utilizado pelos participantes.

Tabela 3. Conhecimento e utilização de softwares educativos de Geometria dos participantes

Conhecimento ou utilização	Softwares educativos de Geometria						
	Maple	Cinderela	Cabri-Géomètre	Cabri-Géomètre 3D	The Geometer's Sketchpad	GeoGebra	Outro(s)
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>
Conheço.	17	14	14	16	15	25	17
Já utilizei.	5	3	5	4	5	20	4
Conheço e já utilizei.	11	2	4	5	6	32	16
Não seleciona nenhuma alternativa.	64	78	74	72	71	20	60

Nota. *n* corresponde a frequência das razões apontadas, num total de 97 respostas registadas.

Os participantes que referem nunca ter usado software, no processo de ensino e aprendizagem da Geometria nas suas práticas alegam várias razões, sendo que as mais frequentes são a falta de conhecimento sobre o uso de software. Também é referida a falta de condições nas escolas, existindo uma resposta interessante de um dos participantes: *Falta de oportunidade e de exigências do currículo.*

Em relação aos participantes que dizem conhecer e já ter utilizado o GeoGebra nas suas práticas destacamos algumas respostas:

Foi utilizado sobretudo para construções geométricas, permitindo ao aluno ter uma visão mais real do conteúdo e permitindo ao aluno trabalhar as suas competências na geometria.

Este argumento mostra que o professor valoriza as múltiplas representações do GeoGebra e os efeitos que a visualização propicia no processo de ensino e aprendizagem da Geometria;

Utilizei GeoGebra no ensino aprendizagem da Geometria e no estudo de função afim, apresentando alguns objetos geométricos e o comportamento de função afim e pouco mais. Tudo isto, tanto em sala de aula como na preparação das aulas e para estudos pessoais.

Para ajudar os alunos a perceber a interpretação geométrica de derivadas e limites e a geometria em 2D e 3D.

No caso destas duas respostas, os professores valorizam a interação entre as diferentes janelas do GeoGebra, que neste caso evidenciam as conexões entre a Geometria e a Álgebra, notando-se num dos casos que o software constitui uma mais-valia para o seu desenvolvimento profissional e pessoal;

Utilizei o GeoGebra no estudo da Geometria. Dependendo do conteúdo, construí na janela de visualização 2D e por conseguinte na do 3D e sua respetiva projeção, desenvolvendo a interpretação, expressão das opiniões e conclusões dos estudantes.

Aqui o uso do software é apresentado como um facilitador de competências matemáticas, nomeadamente o desenvolvimento da visualização espacial e da comunicação matemática em sala de aula;

O software GeoGebra foi utilizado durante o período do estágio pedagógico para o ensino dos conteúdos da geometria, Números e operações. A experiência foi muito boa porque os alunos ficam mais motivados com as apresentações e as explorações feitas na sala sobre um determinado conteúdo.

Os softwares foram utilizados em contexto de sala de aula como aluno e como professor.

Nestas duas respostas destaca-se a importância que os formandos colocam na utilização do software na sua própria aprendizagem, sendo esta primeira experiência importante no encetar de processos educativos nas suas práticas profissionais. Observe-se que as questões aqui analisadas serão colocadas novamente no fim da formação, podendo os investigadores retirar mais conclusões sobre a eficácia do processo formativo desenvolvido e possíveis pistas para tornar mais eficazes os processos de ensino e aprendizagem da Matemática e das Ciências em sala de aula com o GeoGebra, nomeadamente na visão STEAM.

7. Considerações finais

As várias ações de formação contínua levadas a cabo, nos diversos momentos, permitiram-nos refletir sobre a atividade docente e o papel da formação contínua no desenvolvimento profissional do professor. A aposta deve continuar na adoção de abordagens contextualizadas que contribuam para uma aprendizagem significativa da matemática, numa perspetiva inter e multidisciplinar.

Persiste como eficaz a implementação de programas de formação contínua de professores, assentes em práticas inovadoras, que façam uso da tecnologia como é o exemplo do GeoGebra, e tendo por base a perspetiva construtivista da aprendizagem (Vygotsky,1978), defendendo-se o uso do modelo iterativo-reflexivo, com oficinas de formação, devendo o processo de formação ser integrado nas práticas letivas dos professores, de modo a que o desenvolvimento de competências nos estudantes esteja no centro das preocupações educacionais e didáticas do professor.

Um ponto forte do trabalho desenvolvido foi o estabelecimento da rede intercontinental de professores que se preocupam por levar um ensino da matemática significativo e com o uso da tecnologia. Saliente-se que o uso da tecnologia na aprendizagem da Matemática, e referida como um pilar curricular já desde o fim do século XX, e agora com a inclusão do Pensamento Computacional no currículo da Matemática, nomeadamente no Brasil (BNCC, 2018) e em Portugal (ME/DGE, 2021), é um imperativo, pois a Automação é uma das fases inerentes ao Pensamento Computacional, carecendo do uso da tecnologia. O GeoGebra proporciona múltiplas representações, associadas às suas diferentes janelas de visualização, uteis na abordagem STEAM, bem como a oportunidade de contribuir significativamente para o desenvolvimento do

Pensamento Computacional, nomeadamente na fase da automação, sendo este um dos grandes desafios para o futuro e para o projeto em curso.

Referências

- Base Nacional Comum Curricular: *Educação é a base*. Brasília: MEC/CNE. (2018). Consultado a 12 de fevereiro de 2021 em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- National Council of Teachers of Mathematics (2007). *Princípios e normas para a matemática escolar*. (tradução do inglês). Associação de Professores de Matemática.
- National Council of Teachers of Mathematics (2017). *Princípios para a ação: assegurar a todos o sucesso em matemática*. Associação de Professores de Matemática.
- Canavarro, A. P. (2011). Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios. *Educação e Matemática*, 115, 11-17.
- Cobb, P. (2000). Conducting classroom teaching experiments in collaboration with teachers. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 307–334). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Dos Santos, J. D. S., & Silveira, A. (2021). Formação de formadores e formação piloto de professores de Matemática com o GeoGebra em contexto STEAM. *Sensos-e*, 8(1), 88-100. <https://parc.ipp.pt/index.php/sensos/article/download/3805/1700>
- Dos Santos, J., & Trocado, A. (2016). GeoGebra as a learning Mathematical Environment. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 5(1), 05-22. ISSN 2237-9657. <https://revistas.pucsp.br/IGISP/article/viewFile/26795/19963>
- Hatton, N., & Smith, D. (1994). *Facilitating reflection: Issues and research*. Paper presented at the Conference of the Australian Teacher Education Association (July 3-6, 1999). Consultado a 16 de março de 2012 em <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED375110.pdf>
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2008). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of geogebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135–146.
- Lalanda, M. C., Abrantes, M. M. (1996). O conceito de reflexão em J. Dewey. In I. Alarcão (Org.), *Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão* (pp. 41-61). Porto Editora (Coleção CIDInE).
- Lesne, M. (1984). *Trabalho pedagógico e formação de adultos*. Fundação Calouste Gulbenkian (Ed. Original 1977).
- Maarof, N. (2007). Telling his or her story through reflective journals. *Education Journal*, 8(1), 205-220. Consultado a 1 de março de 2012 em <http://ehlt.fiinders.edu.au/education/iej/articles/v8n1/Maarof/paper.pdf>
- Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (2021). *Aprendizagens essenciais da disciplina de Matemática*. Disponível em <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica> (Documentos curriculares que entram em vigor em Portugal no ano letivo 2022/23 para os 1º, 3º, 5º e 7º anos de escolaridade, Despacho no 8209/2021).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). APM.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseo de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Paidós. ISBN – 84-7509-730-8
- Silveira, A. P. R. (2015). *O GeoGebra na formação e aprendizagem de transformações geométricas isométricas no plano euclidiano*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing Mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Smith, M., & Stein, M. K. (2011). *Five practices for orchestrating productive mathematics discussions*. NCTM.

- Stein, M., Engle, R., Smith, M., & Hughes, E. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wallace, M. (1991). *Training foreign language teachers. A reflective approach*. OUP.
- Zöchbauer, J., & Hohenwarter, M. (2020, February). Developing a collaboration tool to give every student a voice in a classroom discussion. In *Seventh ERME Topic Conference on Language in the Mathematics Classroom*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02970629/document>