

Formação de formadores e formação piloto de professores de Matemática com o GeoGebra em contexto STEAM

José dos Santos dos Santos¹

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

Astrigilda Silveira²

Instituto GeoGebra, Universidade de Cabo Verde

RESUMO

O trabalho a que se reporta o presente artigo faz parte do projeto “Reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa numa lógica STEAM & GeoGebra” que adotou como estratégia o desenvolvimento de formação em matemática, recorrendo ao uso da tecnologia com base no software GeoGebra. Pretende-se, com essa iniciativa, o reforço da formação dos 26 formadores GeoGebra cabo-verdianos, a partir dos Polos da Universidade de Cabo Verde da Praia, Mindelo e Assomada e a realização de oficinas piloto de formação de professores dos Ensinos Básico e Secundário, em diferentes concelhos das Ilhas de Santiago e São Vicente, como parte deste processo de certificação. Concomitantemente o projeto tem uma vertente de investigação, integrada no projeto de investigação “GeoGebra & STEAM - Formação de Professores - Ensino e Aprendizagem Matemática em contexto STEAM com o GeoGebra nos Países de Língua Oficial Portuguesa”, em desenvolvimento no Centro de Investigação e Inovação em Educação da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto. No âmbito deste artigo, faz-se um balanço dos trabalhos realizados, no contexto da COVID-19, para a preparação da primeira fase das sessões de formação de formadores.

Palavras-chave: Matemática; Pensamento computacional; Tecnologia; STEAM; GeoGebra.

ABSTRACT

The work referred to in this article is part of the project “Strengthening the training of mathematics teachers in Portuguese-speaking countries in a STEAM & GeoGebra logic” that adopted the development of mathematics training as a strategy, using technology with based on GeoGebra software. This initiative aims to reinforce the training of the 26 Cape Verdean GeoGebra trainers, from the Poles of the University of Cape Verde, Praia, Mindelo and Assomada and to conduct pilot training workshops for teachers in Basic and Secondary Education, in different municipalities of the Islands of Santiago and São Vicente, as part of this certification process. Concomitantly the project has a research aspect, integrated in the research project “GeoGebra & STEAM - Teacher Training - Teaching and Learning Mathematics in STEAM context with GeoGebra in Portuguese Speaking Countries”, under development at the Center for Research and Innovation in Education of the Higher School of Education of the Polytechnic Institute of Porto. Within the scope of this article, an assessment is made of the work carried out, in the context of COVID-19, for the preparation of the first phase of training sessions for trainers.

Keywords: Mathematics; Computational thinking; Technology; STEAM; GeoGebra.

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

² Endereço de contacto: astrigilda.silveira@docente.unicv.edu.cv

1. Enquadramento do Projeto

1.1. Introdução

Os desafios de mudança sistemáticas no contexto atual interpela-nos a refletir sobre a atividade docente com vista a adoção de abordagens contextualizadas que contribuam para uma aprendizagem significativa da matemática, numa perspetiva inter e multidisciplinar.

Esta perspetiva se enquadra na metodologia *Problem-based Learning* ou *Project-based Learning* (PBL), sendo está metodologia de ensino usada nas abordagens STEM³ ou STEAM⁴.

As práticas STEAM implicam mudanças curriculares, ancoradas no desenvolvimento de competências, de forma contextualiza e aplicados às diversas áreas de conhecimento, onde os conceitos e métodos da Matemática seguem os pressupostos da abordagem PBL, próximas do Ensino Exploratório, alicerçando-se numa perspetiva da aprendizagem baseada no Construtivismo e Construtivismo Social. Para a promoção de mudanças de abordagem da matemática, Simon (1995), defende que é necessário a adoção de modelos fundamentados nas teorias construtivistas da aprendizagem.

Por outro lado, as tecnologias, propiciam o trabalho dos alunos “em níveis mais elevados de generalização ou abstração” (NCTM, 2008, p. 29). E o software GeoGebra, assente na teoria construtivista, dadas as múltiplas representações geométricas e simbólicas que oferece dos conceitos matemáticos, associando a visualização e a interatividade, pode ser potenciadora de uma sólida aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Para programas de formação contínua de professores assente em práticas inovadoras, que façam uso da tecnologia como é o exemplo do GeoGebra, que melhor se adequa a perspetiva construtivista da aprendizagem, Silveira (2015) recomenda o iterativo-reflexivo, devendo o processo de formação ser integrado nas suas práticas letivas. Rocha (2010), considera que a *Oficina de Formação* constituiu um dos programas de formação que mais se adequa para propiciar situação de reflexão e ação em contexto escolar real.

É nesta lógica que se enquadra o projeto “*Reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa numa lógica STEAM & GeoGebra*”⁵. No âmbito deste projeto foi estruturado dois tipos de ação de formação, contemplando uma na modalidade de formação de formadores (FF) e outra na modalidade de oficina de formação inicial (OFI), numa lógica de formação contínua. Ambas as ações de formação decorrem em: i) três sessões presenciais, num total de três dias de formação cada; ii) duas sessões online síncronas; iii) duas sessões online assíncronas. Para além de capacitar os formandos como utilizadores do GeoGebra, estas ações têm como objetivo principal a criação de materiais que sejam suportes a experiências de ensino a serem aplicadas em sala de aula, no desenvolvimento da atividade letiva. Será a descrição, análise e avaliação destas experiências de ensino, vertidas em suporte escrito, em forma de artigo, o instrumento de avaliação do formando na ação de formação.

³ Acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics.

⁴ Acrónimo de Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics.

⁵ Este projeto conta com o apoio financeiro da Fundação Calouste Gulbenkian e cofinanciado pela Organização dos Estados Ibero-americanos - OEI, em Lisboa. É desenvolvido em parceria com a Universidade de Cabo Verde (Uni-CV), o Ministério de Educação de Cabo Verde (MECV) e o Estado Português. Conta, ainda, com parceiros técnicos e científicos o Instituto Politécnico do Porto, o Instituto GeoGebra de Portugal (IGP) na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto (ESEIPP), a Uni-CV, o Instituto GeoGebra na Universidade de Cabo Verde (IGUni-CV) e a Direção Nacional de Educação (DNE).

1.2. Referenciais Teóricas

Tecnologia, STEAM & GeoGebra

O papel do uso da tecnologia no ensino da matemática remonta aos trabalhos de Seymour Aubrey Papert (1928-2016) na década de setenta do século passado. Como o autor refere,

We find that the intention behind this [Mathematical Technologies for Children] is most effectively conveyed by a fantasy. One might dream of having children mathematics by giving them a ship to sail the ocean, a sextant to fix their position and, a cargo to trade with distant peoples. A large part of our work is directed at trying to make this dream come true (at least in principle) by creating mathematical instruments, more manageable than Ships and sextants but, which still allow the child to develop and exercise mathematical arts in the course of meaningful, challenging and personally motivated projects.

In our context the computer is not merely a device for manipulating symbols. It actually controls real, physical processes: motors that turn, trucks that Move; boxes that emit sounds. By programming it, the child is able to produce an endless variety of actions in a completely intelligible, controlled way. New mathematical concepts translate directly into new power for action. Self-generated projects induce an immediate and practical need to understand the mathematics of movements, the physics of moving bodies and the formal structure of sound Patterns. (Papert, 1971, p. 3)

Muitos dos seus trabalhos integraram-se nas ações do laboratório de Inteligência Artificial do MIT. Decorrido meio século desde os primeiros trabalhos de Papert, o uso da tecnologia na aula de matemática não é uma realidade na maioria das salas de aula, e pior tem sido as oscilações dos decisores governamentais, contrariando os dados da investigação, em relação ao uso da tecnologia. Contudo usar a tecnologia na aula de matemática tem de pressupor uma intencionalidade, necessitando o docente de definir objetivos e uma estratégia para a sua ação.

Em 1995, Martin Simon realça que o estabelecimento de objetivos de aprendizagem orienta o professor para um percurso hipotético para a aprendizagem do estudante e que o mesmo baliza a antecipação das dificuldades que os estudantes podem enfrentar. A trajetória hipotética de aprendizagem (THA) é uma previsão realizada pelo professor para o desenvolvimento e a realização das aprendizagens, nela são inventariados *a priori*, os processos de pensamento e a compreensão dos estudantes relacionados com um certo conjunto de tópicos (Simon, 1995, p.34). O princípio para construir uma trajetória de aprendizagem implica ensinar para a compreensão (id). Serrazina e Oliveira (2010) complementam que:

Uma trajetória hipotética de aprendizagem revela-se útil por providenciar um racional que sustenta a escolha de uma certa sequência de ensino sobre um tópico matemático. No planeamento de uma unidade, as escolhas que o professor faz em cada situação de ensino bem como as decisões que toma face às compreensões dos alunos são configuradas pela trajetória de aprendizagem. (p. 47)

Contudo, na THA a sequência de tarefas e a hipótese de processo de aprendizagem são interdependentes, de facto são uma hipótese de como se vai realizar o processo de aprendizagem dos estudantes e, deste modo, carece de uma análise *ongoing* baseada nos dados recolhidos (Simon, Kara, Placa, & Avitzur, 2018, p. 102-103), constituindo-se num objeto de investigação do professor ou investigador.

Em 2000, o NCTM (2000) apresenta a tecnologia como um dos princípios da matemática escolar. Contudo, surge, no início deste século, uma série de movimentos que defendem o trabalho inter e transdisciplinar que inclua o desenvolvimento das competências matemáticas articuladas com outras ciências, contextos diversificados e numa perspetiva de *hands-on* que parte de metodologias como o PBL.

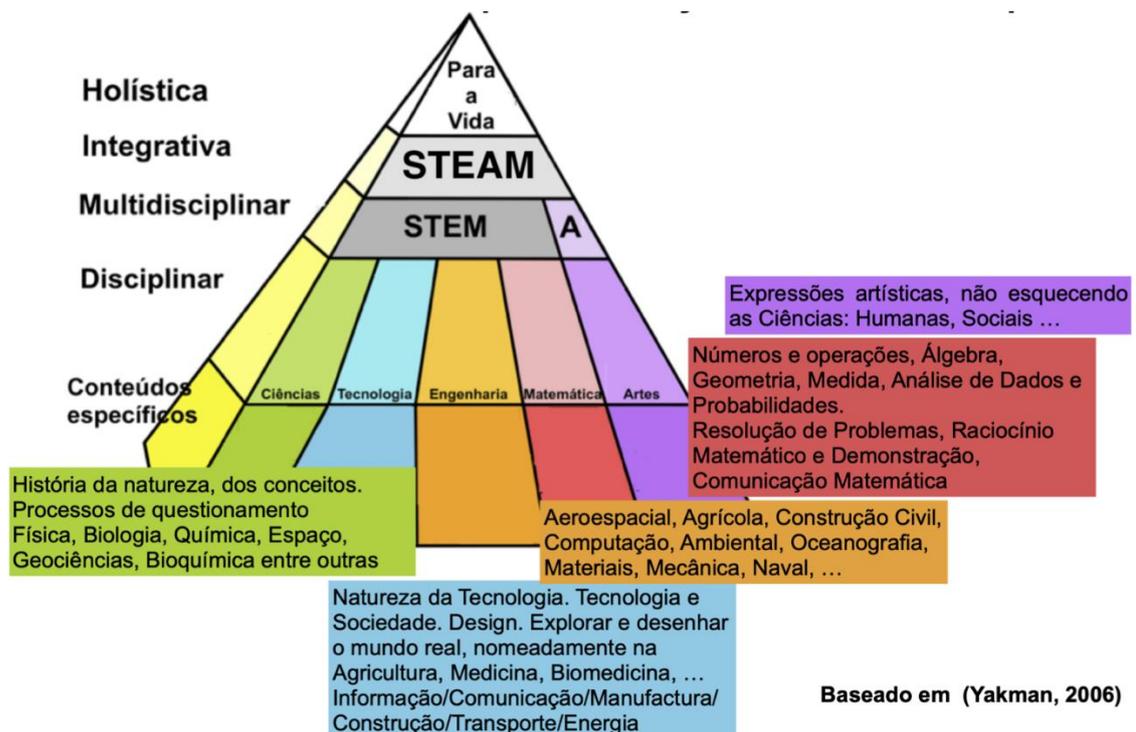
Segundo o Conselho Nacional de Pesquisa (NRS, 2013) dos Estados Unidos a visão para o ensino de ciências no século XXI é que todas as práticas devem ser utilizadas pelos educadores e os designers de currículo devem ter isso em mente ao delinear os instrumentos de implementação do currículo. Saliente-se nesta visão o papel

que assumem conceitos e métodos da Matemática, especialmente contextualizados e aplicados às diversas áreas de conhecimento que gravitam em torno das propostas apresentadas aos estudantes.

As práticas propostas pelos *Next Generation Science Standards* - NGSS (NRS, 2013) para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem das ciências durante o ensino não superior são: i) fazer perguntas e definir problemas; ii) desenvolver e utilização de modelos; iii) planejar a realização de investigações; iv) analisar e interpretar os dados; v) usar matemática e pensamento computacional; vi) construir explicações e projetar soluções; vii) participar argumentos a partir de evidências; viii) obter, avaliar e comunicar resultados e informações. Ora estes roteiros de práticas implicam que o professor planifique a aula de um modo muito próprio, assumindo por parte do professor o estabelecimento de uma THA ajustada e que lhe será útil para fazer uma previsão do feedback que terá de dar aos grupos de estudantes, ajudando-o a desenvolver na sala de aula uma aprendizagem baseada na resolução de problemas ou no desenvolvimento de projetos. Claramente esta é uma abordagem integrada das ciências da tecnologia e da matemática, habitualmente designada pelo acrónimo inglês STEM, entendendo aqui as ciências no sentido de conhecimento teórico e técnico, no sentido do saber fazer. Se nesta abordagem incluímos o desenvolvimento da criatividade, da ética, da literacia linguística e das artes estaremos numa abordagem STEAM, que pode ser vista como uma extensão da abordagem STEM num contexto curricular mais amplo.

A partir de 2006 Georgette Yakman, propõe para a abordagem STEAM a estrutura que se sintetiza na Figura 1.

Figura 1. Estrutura da abordagem STEAM



A abordagem STEAM parte inicialmente da intencionalidade do professor. Em geral um problema ou um modelo é o ponto de partida, sendo importante ouvir os estudantes, sistematizar as suas ideias iniciais sobre o assunto ajudando ao processo de desenvolvimento de novos conceitos e competências integrando as já existentes ou evidenciadas. De facto, podendo existir algumas ligeiras variações, as práticas STEAM seguem os pressupostos da abordagem PBL, próximas do Ensino Exploratório, alicerçando-se numa perspetiva da aprendizagem baseada no Construtivismo e Construtivismo Social.

O uso da tecnologia nas práticas STEAM, em especial o GeoGebra, software de cariz predominantemente construtivista, dadas as múltiplas representações que o mesmo oferece dos conceitos matemáticos, pode apoiar no desenvolvimento de uma compreensão mais profunda da matemática, ser potenciadora para a exploração de situações problemáticas e investigativas, ser facilitadora para que argumentos e as evidências matemáticas sugam, mesmo que os estudantes não dominem exaustivamente os conteúdos matemáticos necessários às situações propostas. Por outro lado, a plataforma GeoGebra apresenta milhares de recursos partilhados e disponíveis para auxiliar o professor na concretização de práticas STEAM.

Contudo, o professor necessita de algum domínio do software para poder alterar os recursos em função das necessidades dos assuntos a estudar e dos grupos de estudantes com quem trabalha. Também o conhecimento e o nível de proficiência que o professor tem do software é fundamental para que se sinta confiante para o seu uso na aula, onde para além de manipularem e utilizarem as aplicações disponíveis sejam capazes de construir outras, estimulando a curiosidade e a criatividade dos estudantes. O NCTM (2017, p.87) acresce que “[... os professores deverão explorar formas inovadoras de terem os alunos a usar a tecnologia para descrever o seu pensamento matemático, em colaboração com os colegas”.

Matemática e pensamento computacional

Mais do que a utilidade da tecnologia, a prática V do NGSS ressalta a necessidade de o professor desenvolver práticas letivas que promovam nos estudantes o pensamento computacional de um modo integrado. Lu e Fletcher (2009) indicam que alguns pontos chave do pensamento computacional, são:

é uma forma de resolver problemas e projetar sistemas que se baseiam em conceitos, fundamental para a ciência da computação; b) significa criar e fazer uso de diferentes níveis de abstração, para entender e resolver problemas de forma mais eficaz; c) significa pensar algoritmicamente e com a capacidade de aplicar conceitos matemáticos para desenvolver soluções mais eficientes, justas e seguras; d) significa compreender as consequências da escala, não apenas por razões de eficiência, mas também por razões econômicas e sociais. (p.260)

Focando-nos apenas nas práticas mais comuns na aula de matemática, o pensamento computacional está muito relacionado com muitas das estratégias algorítmicas habitualmente usadas. Em Matemática, quando perante um problema genuíno se encontra uma solução acabamos por desenvolver um algoritmo, que poderá usar métodos diretos ou indiretos. No caso educacional explorar várias formas de resolver um exercício, problema ou uma tarefa proposta ao estudante, implica explorar várias estruturas algorítmicas de resolução. Por vezes os professores com os seus alunos usam a tecnologia no sentido de acelerar processos de cálculo. Por exemplo, usando o Cálculo Algébrico e Simbólico (CAS) numa calculadora gráfica ou do GeoGebra, e o fazem acertadamente pois a tecnologia permite-lhes

explorar melhor certas dimensões do pensamento, tanto pela sua capacidade de retenção de informação como pela sua velocidade, surgindo-nos como um instrumento que é uma espécie de telescópio da complexidade. De facto, se com o telescópio vemos mais longe, com o computador vamos mais longe na capacidade de lidar com o complexo. (Pereira, 1988; p. 7)

Acresce ainda que o uso da tecnologia permite validar de modo célere outros processos de resolução de um problema, permitindo aos professores e alunos refletirem sobre os processos mais eficientes, podendo-o fazer considerando duas perspetivas, a resolução mais ajustada ao nosso trabalho como humanos ou ao trabalho de uma máquina. Assim encontra-se o locus natural do pensamento computacional na sala de aula. Neste sentido a perceção do docente e a forma como pode contemplar o pensamento computacional é fundamental, considerado

como uma metodologia de resolução de problemas associada a um conjunto de conceitos e competências como abstração, pensamento algorítmico e decomposição estruturada dos problemas. O pensamento computacional não deve ser confundido com as chamadas competências

digitais ou literacia digital. (Canavarro, Albuquerque, Mestre, Martins, Silva, Almiro & Correia, 2020, p. 298)

Para além da urgência de considerar o pensamento computacional nas aulas de ciências e matemática, no início da terceira década deste século outro desafio espreita. A presença da Inteligência Artificial (IA) e aprendizagem da máquina já faz parte do quotidiano das sociedades tendo a escolas a responsabilidade de alertar e preparar os futuros cidadãos para esta realidade, preparando-os para a comunidade global que usa os conhecimentos da IA, e por vezes em interesses contrários aos do indivíduo. Por outro lado, os professores podem lucrar com a incorporação das técnicas de IA já disponíveis, nomeadamente ajudando em tarefas rotineiras, no desenvolvimento de atividades de feedback automático, na monitorização do ensino remoto, nomeadamente no contexto de educação em estado de emergência. Contudo, o contexto atual da IA é algo ambivalente, se por um lado a IA pode desempenhar um impacto nas atividades escolares, em geral, as propostas dos currículos dos sistemas educacionais pouco preparam os estudantes para o envolvimento neste tema, agravando-se a situação, pois atualmente, a generalidade dos profissionais de IA inicia a sua formação nesta área na sua vida adulta (Abar & Dos Santos, 2020).

O recente livro publicado por Conrad Wolfram (2020), *The Math(s) Fix: An Education Blueprint for the AI Age*, foca-se em como o uso Wolfram Language ou outros tipos de software podem ser a chave para uma educação baseada na resolução de problemas deixando o paradigma da matemática assistida pela computação (CAM), para o da matemática baseada na computação (CBM). Deste modo, poder-se-iam integrar nas experiências de PBL problemas mais complexos, mais próximos da realidade, e que contribuam de forma cabal para a consecução das normas da OCDE (2020) para a aprendizagem das ciências e da matemática no século XXI. Nas próximas provas de avaliação Matemática, a OCDE prevê para o próximo processo de avaliação PISA2021 um modelo de avaliação alicerçado em múltiplos contextos em que a maioria são exteriores a própria disciplina, mas onde os alunos terão de aplicar competências matemáticas. Relativamente as competências a ser avaliadas estão: o pensamento crítico; a criatividade; a investigação e pesquisa; a autodireção, iniciativa e persistência; a utilização de informação; o pensamento sistémico; a comunicação; e a reflexão.

Segundo a OCDE o pensamento computacional é assumido como parte da literacia matemática, razão pela qual a tecnologia vai ser testada no PISA2021.

2. Atividades desenvolvidas

Neste ponto reflete-se e sintetizam-se as ações desenvolvidas entre janeiro e outubro de 2020 no âmbito do Projeto, nomeadamente nos diferentes momentos de trabalho desenvolvidos e apresentando alguns dos seus resultados.

2.1. Sessões de coordenação com os parceiros

Visando estabelecer as condições para a gestão e implementação das atividades previstas no projeto, bem como a prossecução dos seus objetivos foram realizados vários encontros e diligências com as instituições parceiras entre janeiro até à presente data.

A 1ª Reunião de Coordenação do Projeto, entre a Uni-CV e OEI, efetivou-se no dia 20 de fevereiro, via Skype. Foram abordados assuntos relativamente às contrapartidas estipuladas no projeto e acordadas as datas de calendarização das atividades, tendo as duas instituições assumido o desenvolvimento de uma parceria no âmbito do referido projeto. Desde a data da 1ª reunião, a Uni-CV e a OEI têm trabalhado intensamente para atingir os objetivos preconizados no projeto, sendo que o acordo de cooperação entre as partes foi celebrado em meados de 2020.

Considerando o Ministério de Educação de Cabo Verde (MECV) um parceiro estratégico para a viabilização do projeto, foram realizados três encontros presenciais com a DNE, entre janeiro e fevereiro, e estabelecidos vários contactos por email visando a sensibilização da mesma para a importância da implementação de novas estratégias de ensino e aprendizagem da Matemática, suportadas pela tecnologia. Na sequência, a DNE

assumiu ser parceira do projeto, validou a calendarização das sessões de formação e as partes acordaram fazer diligências para viabilizar a sua implementação.

Contudo, face à situação provocada pela pandemia da COVID-19, que levou o Governo de Cabo Verde a decretar o estado de emergência no dia 28 de março de 2020, foi cancelada a realização das primeiras sessões de formação presencial que estavam previstas para 30-31 de março e 6-8 de abril.

As sucessivas prorrogações do estado de emergência, sendo a última com vigência de 15 a 29 de maio, e a manutenção as restrições na retoma das atividades nos diversos setores, implicaram uma sobrecarga de trabalho para a DNE que, recorrendo ao ensino remoto emergencial, viu-se obrigada a delinear estratégias para garantir o funcionamento do ano letivo 2019/20, resultando um atraso na continuidade dos trabalhos.

Na sequência, no dia 16 de julho, por orientação da DNE, realizou-se um encontro com os Delegados do Ministério de Educação (DME) e ficou acordado implementar a ação de formação: i) de formadores, no dia 10 de setembro, recorrendo ao e-Learning; ii) na modalidade de oficina de formação aos novos professores nos dias entre 23 e 25 de novembro, no regime presencial. Devido à necessidade de reforçar as competências dos formadores no uso das plataformas online do GeoGebra, com anuência dos DME, foi agendada um 2º momento de formação que se concretizou nos dias 29 e 30 do mês de outubro.

A comunicação entre a Equipa de coordenação do projeto e os DME manteve-se intensa, por email, e todas as atividades operacionalizadas foram conseguidas com o excelente apoio deles.

2.2. Sessões de preparação de ações de formação

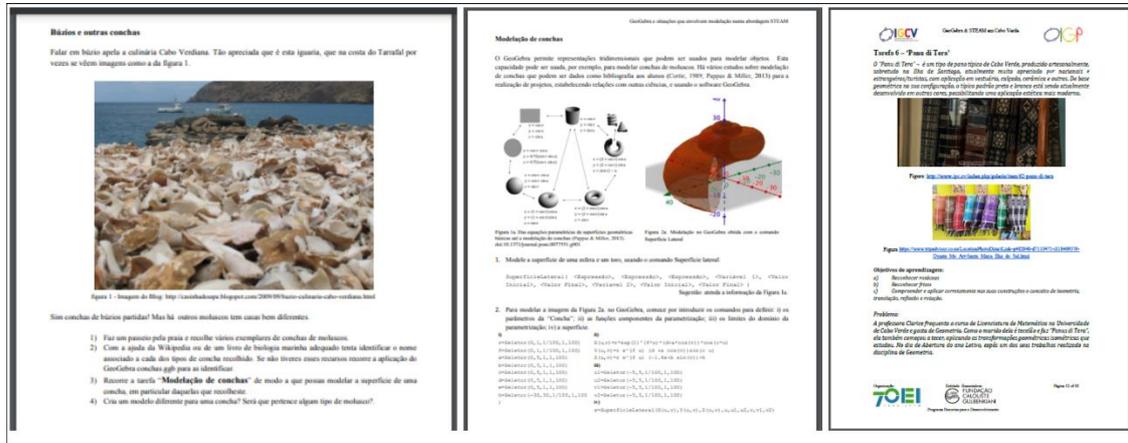
Entre janeiro e abril de 2020, foi desenvolvido um trabalho prévio pelo Coordenador Científico do Projeto relativamente à preparação de documentos teóricos de suporte das ações de formação, em estreita articulação com a Coordenadora Local do Projeto. Na sequência, foram produzidos alguns documentos com os seguintes assuntos: “Aprender fazendo”/”Hands-on”; Construtivismo e construtivismo social; Ensino Direto e Ensino Exploratório (Orquestração, Tarefas; Trajetória Hipotética de Aprendizagens); Aprendizagem baseada em Problemas, Abordagem STEAM).

No âmbito de preparação das ações de formação, foram realizadas 10 sessões de trabalho online entre a equipa de coordenação do projeto e os formadores, no período de 13 de maio a 21 de novembro. De realçar que as sessões iam acontecendo em pontos distintos do país e a partir das residências dos formadores.

A primeira parte das sessões foram trabalhados documentos com os suportes teóricos do projeto. Visando promover práticas de aulas inovadoras em diferentes contextos e situações que desafiam o pensamento dos alunos, a equipa de coordenação do projeto proporcionou aos formadores momentos de trabalho colaborativo e partilhado. Paralelamente e gradualmente, pretendeu-se incutir nos mesmos a importância de adoção de abordagens contextualizadas e estratégias associadas ao pensamento computacional para estimular a aprendizagem dos conceitos matemáticos, através do estabelecimento de conexões dentro e fora da matemática, com o uso do GeoGebra.

A análise e discussão sobre os manuais do 1º ao 8º ano do Ensino Básico de Cabo Verde, que estão disponibilizados no website do Ministério de Educação (<https://minedu.gov.cv/>) para consulta e download, algo que não acontece em Portugal, constituiu um momento ideal para abordar a visão STEAM. Os contributos recolhidos auxiliaram a construção das primeiras tarefas pela equipa de coordenação do projeto. A título de exemplo ilustramos na figura seguinte com duas tarefas. Na primeira sobre “Búzios e outras conchas na costa do Tarrafal”, partindo de uma pesquisa no terreno, o estudante é levado a fazer modelação de conchas e moluscos e a estabelecer a conexão entre a matemática e as ciências, através do GeoGebra. Na outra, uma situação-problema sobre um pano típico de Cabo Verde designado “*Panu di Tera*”, o estudante tem a oportunidade de estabelecer conexões entre os conteúdos de Geometria e a cultura cabo-verdiana (ver Figura 2).

Figura 2. Imagens de algumas das tarefas desenvolvidas

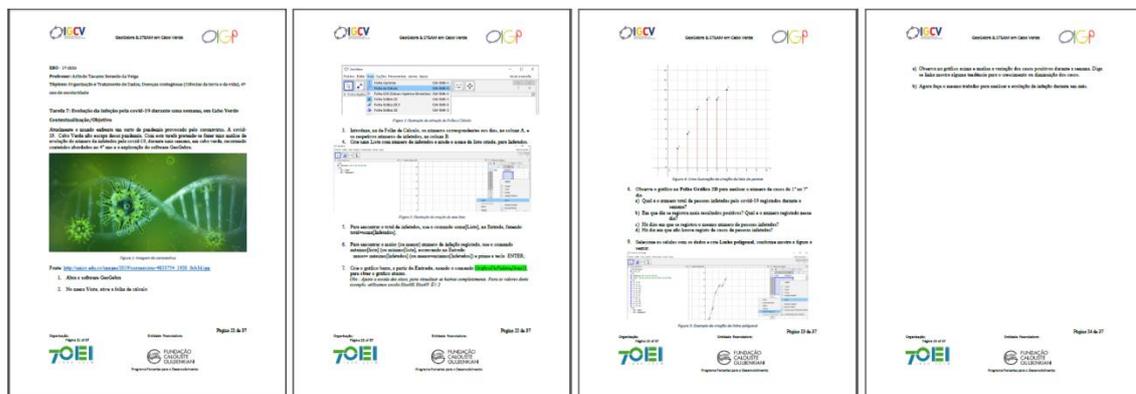


Na apresentação das tarefas pretendeu-se levar os formadores a observar a relação dos conceitos matemáticos envolvidos com o contexto, a conceber a THA com vista à compreensão e construção dos conceitos em estudo, anteendo as questões num determinado problema e promovendo reflexão sobre as atividades realizadas e os seus resultados.

Quando desafiados pela equipa de coordenação do projeto para prepararem pelo menos três tarefas, à luz dos pressupostos do projeto, os formadores mostraram total disponibilidade e abertura. Contudo, quando partilhado e discutido no seio do grupo, o primeiro conjunto de tarefas realizadas, constatou-se que a maioria carecia de identificação dos objetivos de aprendizagem, de uma contextualização, de formulação de questões para desafiar o pensamento dos estudantes e desenvolvimento da comunicação matemática, na lógica STEAM com uso do GeoGebra.

Mais tarde, começamos a ter mais envolvimento dos formadores e apropriação gradual da visão STEAM, pelo que surgiram novas propostas de tarefas e adequações das anteriores aos pressupostos do projeto, que foram validadas nos diversos momentos proporcionados para análise e discussão das mesmas no seio do grupo. Por exemplo, uma das tarefas apresentadas incide no contexto da COVID-19 para abordar o tema Organização e Tratamento de Dados com conexão às Ciências da Terra e da Vida (ver Figura 3). Com esta tarefa os estudantes são levados a fazer uma análise de evolução do número de infetados pela COVID-19 em Cabo Verde, durante uma semana, recorrendo a conteúdos abordados no 4º ano e à exploração do GeoGebra.

Figura 3. Protocolo da tarefa sobre a infeção do COVID-19



No decorrer das sessões de trabalho, notou-se um progresso notável dos formadores, nomeadamente, na construção de tarefas que podem proporcionar uma aprendizagem integrada de conteúdos de forma contextualizada através do trabalho prático e com recurso ao uso do GeoGebra (Figura 4).

Figura 4. Imagens de algumas das tarefas criadas pelos formadores

Tarefa 8: Elabore um plano de negócio, baseado em taxa custo, rendimento e preço de venda, usando conceitos de percentagem e função afim.

Contextualização:

O Miguel Gualou é um financiamento para fazer revenda de frutas, no programa "empreendedorismo jovem", levado a cabo pela Câmara Municipal do seu concelho. Para responder às exigências levadas ao contrato, o jovem Miguel pretende fazer um plano de negócio que lhe permita analisar o rendimento, em função da taxa e do custo do produto, de modo a poder definir o preço de venda acessível à sua clientela, baseado nos seguintes parâmetros:

1. O valor de venda de cada produto é acrescido de uma taxa sobre o valor do custo do produto.
2. Conforme a época, a taxa pode variar, não podendo ultrapassar 30% do custo nem ser inferior a 15%.
3. O rendimento do valor de financiamento será em 10% do rendimento obtido em cada produto, a partir de 17º mês de atividade?

Previsão o uso do software GeoGebra para simular o plano de rendimento e preço de venda, permitindo a visualização algébrica e gráfica, de acordo com as variações do custo ou da taxa.



Figura 7 - Fotografia tirada no Instagram em Alentejo

Tarefa 9 - Parquímetro

Na nova programação dos parquímetros da cidade da Praia a EMEP (Empresa de Mobilidade e Estacionamento da Praia) fez uma atualização nos preços de estacionamento, passando a ser cobrado 50€ por hora, e ainda possui uma outra opção em que o cliente pode comprar um selo no valor de 400€ com o qual passa a pagar 10€ por hora.



Figura 1 - <https://www.google.com/maps/@37.148118,-13.073513,15.317177m/data=!3m1!1e3!1m1!1sEmprego+de+estacionamento+em+Praia>

- Com base nas informações acima.
1. Escreva uma equação para cada situação de pagamento.
 2. Com recurso ao GeoGebra faça o gráfico das duas funções em um mesmo sistema de coordenadas.
 3. Através do gráfico determine a partir de quantos dias passa a ser vantajoso comprar o selo promocional.
 4. Crie uma nova opção de pagamento em que após 10 estacionamentos os clientes ficarão satisfeitos.

Tarefa 10 - Perspectiva

Na Figura 1, podemos ver a mesma atleta fotografada cinco vezes diferentes durante uma corrida infantil realizada este ano no Estádio Nacional. A perspectiva faz parecer maior quando está mais perto de nós e menor quando ela está longe. Se um objeto estiver longe o suficiente, para que visualizarmos sob um ângulo de visão abaixo de 30°, o produto do tamanho e da distância do objeto será aproximadamente constante. Outra maneira de expressar a mesma relação é dizer que tamanho é inversamente proporcional à distância.



Figura 1 - De de Janet Kull, Thomas Lindqvist: Mathematical Modeling: Applications with GeoGebra, 2016, p. 20.

1. Procure outros exemplos de perspectiva e fotografia, pelo menos, 3 vezes e confirme as ideias do texto acima.
2. Se a distância da atleta em sua instância mais próxima for de 3 metros, a que distância ela estava na instância mais distante?
3. Envolva-se numa experiência semelhante, fotografando e medindo as distâncias com fitas métricas. Que resultados obtiveram?

No final, o trabalho colaborativo proporcionado pela Equipa de Coordenação do Projeto junto dos Formadores resultou na produção de 30 tarefas incidindo sobre diversos temas matemáticos e adequados a diferentes níveis de ensino. Com base no trabalho desenvolvido foram selecionadas as tarefas e conteúdos temáticos para as sessões de formação (Figura 5). No âmbito da oficina de formação foi produzido um roteiro para ser utilizado por todos os formadores que foi explorado e validado no seio do grupo. A partir do roteiro foi desenvolvido um livro no GeoGebra Classroom. Infelizmente, por via dos constrangimentos provocados pela COVID-19, a oficina de formação destinada aos novos professores em regime presencial foi adiada para janeiro de 2021.

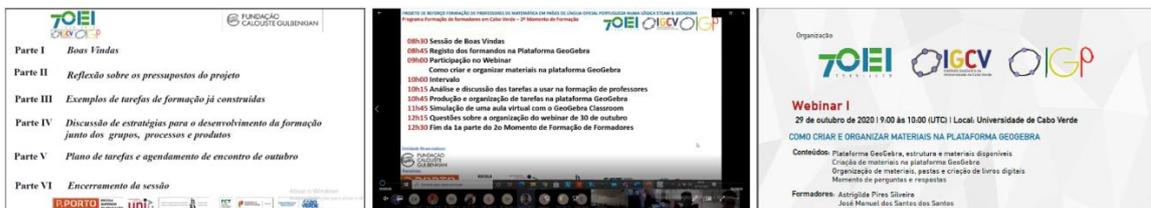
Figura 5. Imagens das sessões à distância



2.3. Sessões de formação de formadores na modalidade de projeto

Foram realizados dois momentos de sessões de formação de formadores online suportadas pelas Plataformas do GeoGebra e TEAMS. O 1º, no dia 10 de setembro, que contou com a participação das Equipas de Coordenação do Projeto e de Formadores, dos DME e dos Estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Uni-CV, de alguns Coordenadores de Matemática dos Ensinos Básico e Secundário, de professores e especialistas de Angola, Moçambique e da Diretora do Escritório da OEI, em Lisboa, através de uma mensagem de vídeo de boas vindas. O 2º, nos dias 29 e 30 de outubro, com uma duração de 3h30 cada. A agenda destes encontros consta da Figura 6.

Figura 6. Imagens das agendas dos momentos de formação de formadores



O 2.º dia do segundo momento de formação, aberto ao público, além dos participantes do 1º dia, contou com convidados da OEI, Diretora do Instituto GeoGebra de São Paulo e representantes das entidades parceiras do projeto. O programa contemplou: o Webinar II com duas partes, sendo a 1ª intitulada “*O papel dos recursos da Plataforma GeoGebra e do GeoGebra Classroom*” e a 2ª sobre o “*Projeto Reforço da formação de professores de matemática em países de Língua Oficial Portuguesa, numa lógica STEAM & GeoGebra - A visão dos parceiros e financiador do projeto*”.

Durante o processo de formação de formadores, foram construídas tarefas pela equipa de formação, inicialmente testadas e analisadas com os formadores e para serem posteriormente propostas nas ações de formação com os professores nas escolas. Mais do que a execução das tarefas com o GeoGebra, a equipa de coordenação da formação estava interessada em desenvolver: competências no uso das plataformas online do software; o entendimento das mesmas como instrumentos de desenvolvimento do raciocínio matemático e, concomitantemente, do pensamento computacional; o papel das tarefas no desenvolvimento de experiências de ensino baseadas numa abordagem exploratória e com práticas STEAM.

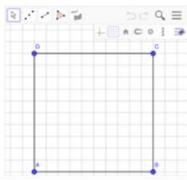
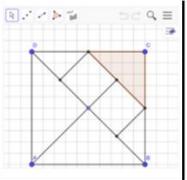
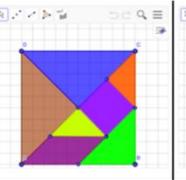
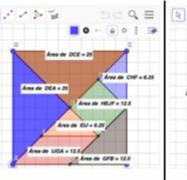
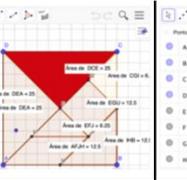
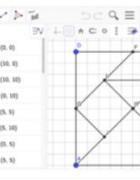
A abordagem exploratória é condicionada pela natureza das tarefas escolhidas, a forma de trabalhar, o tipo de comunicação desenvolvida e a organização promovida pelo professor na sala de aula (Ponte, 2020, p.817). Assim, as propostas iniciais das tarefas de formação careciam que os formadores as realizassem, entendessem o seu papel no desenvolvimento de conteúdos matemáticos e computacionais e as explorassem como instrumentos didáticos, tal como enunciado no modelo TPACK para o conhecimento profissional do professor (Mishra, & Koehler, 2006).

Tarefas semelhantes a estas tinham sido trabalhadas em situações presenciais pelos formadores, num curso anterior de certificação de formadores em GeoGebra, mas era urgente familiarizar os professores com o uso de aplicações de GeoGebra em suportes online, mais próximas dos ecossistemas relacionados com dispositivos móveis, nomeadamente smartphones e tablets. Assim, foi usado o GeoGebra Groups e o GeoGebra Classroom. Esta última o lançamento foi antecipado em maio de 2020 fruto do ensino em estado de emergência que se veio a desencadear em virtude da crise pandémica. No GeoGebra Groups, no primeiro momento de formação, foi apresentada uma série de tarefas com o intuito de provocar alguma reflexão nos formadores sobre questões relacionadas com a Geometria Dinâmica e o ensino e aprendizagem da Matemática. Também foi simulada uma tarefa com o GeoGebra Classroom, preparando os formadores para poderem eles próprios usar estes dispositivos nos grupos de formação de professores, incentivando os seus formandos ao uso destas plataformas com os seus alunos.

Na construção destas tarefas, a equipa de coordenação de formação teve de desenvolver uma THA, testada num primeiro momento com os formadores, num segundo momento com os professores nas sessões de formação nas escolas, e num terceiro momento pelos professores envolvidos na formação junto dos seus alunos. As THA definidas serão obviamente sujeitas a uma análise *ongoing* (Simon et. al, 2018) mas no nosso caso com características multinível e objetivos didáticos múltiplos dado o público-alvo dos três campos de ação do projeto, a saber, formar professores formadores, professores em geral e, em última análise, contribuir para o desenvolvimento do conhecimento e competências em crianças e jovens.

Vejamos o exemplo da THA definida para uma das tarefas e os resultados da mesma no nosso primeiro nível de análise. No sentido do desenvolvimento do raciocínio geométrico, com o uso de tecnologia, neste caso uma aplicação online do GeoGebra, e solicitada a divisão de um quadrado, de dez unidades de área, em polígonos à semelhança do tangram. Para além da construção são colocadas duas questões, a primeira pede para escrever os passos da construção, e a segunda solicita a área da peça menor (Figura 7).

Figura 7. Tarefa 6, tipologia das respostas obtidas e frequência

Tarefa 6 - Explique como construir um Tangram?					
Use a aplicação na plataforma GeoGebra para desenhar um Tangram de 100 unidades de área					
					
Questão 1 Escreva todos os passos do processo de construção.	Não responde	Usei a ferramenta do ponto médio	Marcar os pontos médios e traçar os polígonos de acordo com o desenho de Tangram	Centro do quadrado; (O é o centro do quadrado) Pontos médios de [AB], [BC]; Pontos médios de [AO], [OC] e traçar os polígonos.	Diagonal [AC] Ponto médio de [AC] - Ponto E Segmento [EB] Pontos F e G, médios de [AD] e [DC], respetivamente. Segmentos [FG] Pontos, J e K, médios de [AE] e [EC], respetivamente. Traçar os segmentos [JG], [EL],[LK]
Questão 2 Qual é a área da peça menor?	Não responde	Não responde	A sua área é 6.25	6,25	25/4
Respostas:	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Frequência	4	2	3	4	2

Ao pedir-se a construção geométrica pretendia-se recentrar a reflexão em procedimentos sequenciais inerentes à construção de uma representação do Tangram em Geometria Dinâmica, mas a partir de um conjunto de ferramentas limitadas, a saber, as ferramentas: Mover, ; Ponto Médio, ; Semento de Reta, ; Polígono, , e Medida da Área, .

Em relação à primeira questão, ao pedir-se explicitamente para escrever todos os passos do processo de construção, pretendia-se criar um momento para a utilização da comunicação matemática escrita. Posteriormente na discussão coletiva das respostas para além da validação coletiva e conhecimentos e estratégias matemáticas utilizadas, pretendia-se também o desenvolvimento da oralidade como peça importante da comunicação matemática inerente ao processo de ensino e aprendizagem, nomeadamente, na aula de matemática.

Finalmente, na terceira questão perguntava-se o valor da área da peça menor. Neste caso, a resposta podia ser dada através da medida da área com a ferramenta do GeoGebra, ou explicitada por um número racional na forma de razão. Esta segunda estratégia indiciaria, no caso de não ter sido usado a ferramenta área, que a resposta teria sido obtida analisando relações entre a área da peça e a área de todo o quadrado inicial.

Da tarefa foram obtidas várias respostas (Figura 7), que puderam ser classificadas em cinco tipos. Nas respostas de tipo 1 são apresentadas construções parcialmente corretas ou incorretas, mas sem resposta explícita às questões colocadas, sendo a análise das construções que permitiu analisar os procedimentos usados. No caso das respostas de tipo 2 temos construções praticamente corretas, verificando-se implicitamente ou explicitamente que se reconhece o papel da ferramenta ponto médio para responder à primeira questão, não respondendo à segunda questão. As respostas de tipo 3 temos construções corretas, com uma explicação da construção sem recorrer à escrita matemática formal na primeira questão, e em relação à segunda questão é apresentado o valor da área implicitamente pelo uso da ferramenta área, ou explicitando o valor na resposta à questão. Nas respostas de tipo 4 e 5 são apresentadas construções corretas, respostas à primeira questão usando escrita matemática formal, com mais detalhe nas respostas de tipo 5, sendo diferenciador a resposta dada à segunda questão, uma vez que nas respostas de tipo 5 não é utilizada a ferramenta área, o que indicia que se responde utilizando uma análise da relação parte todo.

Em conclusão, analisando a THA delineada para a tarefa 6, face aos resultados obtidos, podemos dizer que os formandos se concentraram na construção da figura e negligenciaram, na maioria, as respostas explícitas às questões colocadas. Quase um terço das respostas à tarefa (ver frequências dos tipos de resposta que constam da Figura 7), não explicitaram os passos da construção, essencial no nosso entender para desenvolver estratégias associadas ao pensamento computacional, pelo que foi necessário refletir neste ponto com os formandos, e que estes o terão de fazer ainda com maior acuidade junto dos professores nas escolas de modo a não negligenciarem o trabalho desta competência junto dos seus alunos. Verifica-se também que é necessário o investimento no trabalho da comunicação matemática escrita, incluindo vários níveis de formalidade, em função do nosso público-alvo com a tarefa. A resposta à segunda questão em plenário, apesar da sua simplicidade, indicia formas diferentes de resolver a tarefa implicando níveis distintos de raciocínio matemático, pelo que a discussão e validação de estratégias, em plenário, é um instrumento fundamental para a construção de habilidades e competências.

Será ainda conveniente referir que houve constrangimento de tempo à realização da tarefa, dado que foi uma das últimas tarefas de uma sessão online de 4 horas de duração. Quando analisada a gravação de vídeo verifica-se que o tempo de realização dispensada foi muito superior ao dedicado as outras tarefas. Neste ponto a THA definida tem de ser ajustada, a tarefa exigia mais tempo quer para o trabalho individual quer para o trabalho coletivo. Convém ainda referir que a tarefa foi realizada online, colocando dificuldades à interação entre quem a realizava. Em situações futuras e se a situação o permitir seria ideal que a sua realização fosse em diáde, pois acreditamos que numa situação de trabalho em pares as respostas poderão ter outra configuração. Esperamos ainda voltar a analisar a THA associada a esta tarefa e às restantes, quando do trabalho em b-learning a realizar com os professores nas escolas e, posteriormente, no trabalho que estes professores realizem com os seus alunos. Perspetiva-se que esta tarefa contemple a construção de outras dissecções do quadrado, criando outros puzzles, concretizando assim o desenvolvimento do saber fazer e a criatividade a desenvolver nos alunos, característicos de uma abordagem STEAM.

3. Considerações finais

No sentido de implementar uma abordagem STEAM suportada pelo GeoGebra, foram produzidos alguns materiais de suporte teórico às sessões de formação e construído um conjunto de tarefas, apoiando-se em roteiros com algumas indicações das ferramentas e comandos a usar, que se debruçaram sobre vários temas matemáticos. Estas tarefas serão ajustadas aos contextos dos formandos envolvidos e testados nas suas salas de aula.

De notar que é necessário a realização de um trabalho contínuo junto dos professores para apropriação dos mesmos da visão STEAM, fundamental para desenvolver práticas letivas que promovam este pensamento nos estudantes, de forma integrada, criativa e inovadora.

Ficou a noção clara que é preciso dispensar mais tempo para a monitorização dos trabalhos para garantir o registo dos procedimentos de construções utilizadas e notação por escrito das suas ideias, pelo que nas próximas sessões de trabalho deve-se dar mais atenção à comunicação matemática.

A fase mais complexa e naturalmente mais rica no âmbito da realização dos trabalhos previstos foi o desafio que fomos confrontados com o contexto da pandemia COVID-19, o que nos levou a realizar a maioria dos encontros à distância e a mudar de estratégia para realizar as sessões online que estavam previstas para serem desenvolvidas em regime presencial.

Os processos que se mostraram mais eficazes na promoção do ensino em estado de emergência passaram pelo uso das tecnologias e de plataformas que dispunham de dispositivos que permitem que o processo de ensino aprendizagem se desenvolva para além do espaço formal da sala de aula com a orientação do professor. A utilização das plataformas do GeoGebra e da Plataforma TEAMS foram de extrema importância no atual momento pandémico. Pois, a experiência de ensino à distância da Uni-CV contribuiu para que tivéssemos profissionais preparados para esta modalidade e o acesso a estas plataformas, tornado possível a efetivação das primeiras atividades nesta modalidade.

Com o envolvimento dos diversos intervenientes na preparação e na realização das primeiras sessões de formação pode-se considerar que os objetivos preconizados foram, por ora, alcançados, o que nos leva a ter expectativas elevadas para os resultados finais delineados no projeto.

Espera-se que o material em construção em formato digital possa constituir um dispositivo técnico didático de elevado valor e de fácil difusão em Cabo Verde e na Comunidade dos Países de Língua Oficial Portuguesa.

Referências

- Abar, C., & Dos Santos, J. (2020). *Pensamento computacional na Escola Básica na era da inteligência artificial: Onde está o professor?* In 1º Congresso de Inteligência Artificial da PUC-SP. São Paulo.
- Canavarro, A. P., Albuquerque, C., Mestre, C., Martins, H., Silva, J. C., Almiro, J., & Correia, P. (2020). *Recomendações para a melhoria das aprendizagens dos alunos em Matemática. Versão Final.* Lisboa: Ministério da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Estudos_Relatorios/gtm_27_03_2020_relatorio_final.pdf
- Dos Santos, J. M., Silveira, A., & Trocado, A. (2020). *Formação de formadores em GeoGebra para Cabo Verde, 2016-2017 — Tarefas e resultados.* Organização de Estados Ibero-Americanos para a Educação a Ciência e a Cultura (OEI)— Escritório de Lisboa, 12/06/2020 - 128 páginas.
- Dos Santos, J. M., Silveira, A., & Trocado, A. (2019). *GeoGebra e situações que envolvem modelação numa abordagem STEAM.* Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.22/14852>
- Lu, J., & Fletcher, G. (2009). Thinking about computational thinking. In *Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 260-264.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States.* Washington, DC: The National Academies Press. Disponível em <https://doi.org/10.17226/18290>.
- NCTM (2008). *Princípios e normas para a Matemática escolar (2.ª Edição).* Lisboa: APM. (Texto original publicado em inglês em 2000). ISBN: 978-972-8768-24-9.
- National Council of Teachers of Mathematics (2017). *Princípios para a ação: Assegurar a todos o sucesso em Matemática.* Lisboa: Associação de Professores de Matemática. (Obra original em inglês publicada em 2014).
- OCDE (2020). *PISA 2021 Enquadramento da Matemática.* Disponível em <https://pisa2021-maths.oecd.org/pt/index.html#Overview>
- Papert, S. A. (1971). *A computer laboratory for elementary schools.* Disponível em https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/5834/AIM-246.pdf?sequence=2&origin=publication_detail
- Pereira, L. M. (1988). Inteligência artificial: mito e ciência. *Revista Colóquio-Ciências*, 3, 1-13. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Luis_Pereira5/publication/237130636_Inteligencia_Artificial_Mito_e_Ciencia/links/00463527ca46b52079000000.pdf
- Ponte, J. P. (2020). A didática da matemática e o trabalho do professor. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(3). DOI: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i3.11831>
- Rocha, M. I. (2010). *Contribuições de um programa de formação contínua em Matemática para o desenvolvimento profissional dos professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico* (Tese de Doutoramento não publicada). Universidade de Extremadura, Badajoz, Espanha.
- Serrazina, L., & Oliveira, I. (2010). Trajectórias de aprendizagem e ensinar para a compreensão. *O professor e o programa de matemática do Ensino Básico*, 43-59.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for research in Mathematics Education*. 26(2), 114-145.
- Silveira, A. (2015). *O GeoGebra na formação e aprendizagem de transformações geométricas isométricas no plano euclidiano* (Tese de Doutoramento não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- STEAM presentation for the World Maker Education Alliance – CEEIC Conference Nanjing & Nanning China - 17th - 19th Nov. 2016 Prepared by: G. Yakman
- Wolfram, C. (2020). *The math(s) fix: An education blueprint for the ai age.*
- Simon, M. A., Kara, M., Placa, N., & Avitzur, A. (2018). Towards an integrated theory of mathematics conceptual learning and instructional design: The learning through activity theoretical framework. *Journal of Mathematical Behavior*, 52, 95-112.