



DESAFIOS E POSSIBILIDADES NA APROPRIAÇÃO DO *GEOGEBRA* PELOS PROFESSORES DO CURSO DE LICENCIATURA EM ENSINO DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE LICUNGO EM MOÇAMBIQUE

Teodósio de Jesus Cosme
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
jesus.cosme09@gmail.com
0000-0002-0831-6830

Jéssica Serra Corrêa da Costa
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
jessicamarilete@hotmail.com
0000-0002-3501-8724

Marilena Bittar
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
marilenabittar@gmail.com
0000-0001-9989-7871

Resumo:

Neste artigo apresentamos alguns elementos de uma pesquisa de doutorado em andamento, que tem como objetivo investigar desafios e possibilidades da apropriação do *GeoGebra* por parte de professores do curso de licenciatura em ensino de matemática da Universidade Licungo em Moçambique. Será oferecida uma formação continuada para nove professores de Matemática que lecionam naquele curso o que nos permitirá estudar o processo de apropriação da tecnologia por estes docentes. Como principais referenciais teóricos adotamos a Abordagem Instrumental (RABARDEL, 1995) e a Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 2008). O trabalho a ser desenvolvido com os professores seguirá a metodologia da Engenharia Didática (ARTIGUE, 1996), por favorecer a elaboração, realização e análise de sequências didáticas vivenciadas pelos participantes da formação. Assim, o trabalho realizado com os professores visa, por um lado, contribuir para o ensino de matemática por meio do *software* matemático (*GeoGebra*) e, por outro, oferecer elementos para que possamos investigar como os professores participantes da formação se apropriam da tecnologia em sua ação docente.

Palavras-chave: *GeoGebra*; Abordagem Instrumental; Teoria das Situações Didáticas; Formação de Professores.

1. Introdução

Com o surgimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no mundo, aliado à expansão do acesso à rede *Internet*, o sistema educativo está se adaptando a novos desafios no modo de ensinar. Assim, também é necessário adequar o modo de pensar sobre estes recursos, fato emergente após a pandemia da covid-19, em que o ensino passou a ser proposto em outra dinâmica dependendo das condições existentes nas diversas instituições educacionais.

Estas tecnologias de informação e comunicação têm um impacto crescente nas organizações sociais com implicações diretas na qualidade de vida, na segurança no trabalho e na educação dos jovens. No entanto,

para o sistema educativo e seus agentes o grande desafio consiste em compreender a chegada do tempo de tecnologias que dão oportunidades de redesenhar as fronteiras de uma escola aberta aos contextos sociais e culturais, à diversidade dos alunos, aos seus conhecimentos, experimentações e interesses, enfim, em instituir-se como uma verdadeira comunidade de aprendizagem. (SILVA, 2006, p.22).

Considerando a importância do uso de tecnologias digitais na educação, o presente estudo justifica-se que pelo fato de os professores de Matemática em exercício na Universidade Licungo em Moçambique, na África, não possuem treinamentos no uso de recursos tecnológicos específicos na área de Matemática¹. Como consequência disso, os professores de matemática formados nesta instituição de ensino superior terminam a sua formação sem reflexões sobre o uso de *softwares* e suas contribuições para o ensino e a aprendizagem da matemática. O único *software* utilizado no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Licungo é o *Statistic Package for the Social Science* (SPSS). Este é um *software* estatístico explorado e proposto pelos professores da disciplina de Estatística, que o empregam estritamente para a análise de dados estatísticos, não abrangendo outras áreas e disciplinas.

Para Oliveira, Menezes e Moreira (2001) e Jucá (2006) os *softwares* se enquadram em duas categorias: aplicativos, aqueles que não foram projetados para fins educacionais, mas que podem ser usados para este fim como, por exemplo, o uso do Excel em cursos de formação de professores de matemática, e; os educativos que são construídos para atender exigências educacionais, favorecendo os processos de ensino e de aprendizagem. Os *softwares* desta segunda categoria são projetados para favorecer o desenvolvimento do

¹ Tal cenário é constatado a partir da experiência do autor desta pesquisa, que trabalha na instituição de ensino superior, Universidade Licungo, como professor efetivo desde 2006.

conhecimento dos alunos sobre conteúdos. Um dos desafios para os professores do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Licungo, consiste em fazer uso das tecnologias considerando as especificidades de suas disciplinas. Além disso, entendemos que os professores formados pelos docentes da instituição devem ser capazes de explorar diversas possibilidades de ensino com o apoio de diferentes materiais pedagógicos em sala de aula, visando a aprendizagem de seus estudantes. Mas o que queremos dizer com isso? Será que dar uma aula no modelo magistral, apresentar um conceito e em seguida ilustrar com o uso de um software favorece a aprendizagem? Acreditamos que não e para apresentar nosso ponto de vista é necessário distinguir inserção de integração de tecnologia:

é importante explicitar a distinção que fazemos entre o professor inserir e integrar o computador em sua prática pedagógica. Inserir um novo instrumento na prática pedagógica significa fazer uso desse instrumento sem que ele provoque aprendizagem, usando-o em situações desconectadas do trabalho em sala de aula. Assim, a tecnologia é usada como um instrumento extra, um algo a mais que não está de fato em consonância com as ações do professor. Isso é o que acontece na maioria das vezes que um professor leva seus alunos ao laboratório de informática. A integração desse instrumento na prática pedagógica do professor significa que ele passa a fazer parte do arsenal de que o professor dispõe para atingir seus objetivos. Implica em fazer uso do instrumento de forma que este contribua com o processo de aprendizagem do aluno, que lhe permita compreender, ter acesso, explorar diferentes aspectos do saber em cena. (BITTAR, 2011, p. 159)

Nessa perspectiva, se queremos que os licenciandos se apropriem de tecnologias, é fundamental que seus professores integrem tecnologias em suas aulas e, para tanto, cremos que o oferecimento de uma formação continuada para os docentes que são parte do quadro efetivo da Universidade Licungo contribuirá com tal objetivo além de ser importante para que possam investigar o processo de apropriação da tecnologia por estes professores formadores. Assim, não é suficiente apenas uma abordagem inicial acerca das TIC, por isso é importante que os professores estejam devidamente preparados para integrar de modo adequado às tecnologias no processo pedagógico.

Integrar um *software* à prática pedagógica significa que o mesmo poderá ser usado em diversos momentos do processo de ensino, sempre que for necessário e de forma a contribuir com o processo de aprendizagem do aluno. (BITTAR, 2010, p.5).

Dada a necessidade de diversificar as possibilidades de ensino e de aprendizagem de material na prática pedagógica, seria necessário e pertinente identificar os meios, as dificuldades e limitações que os professores formadores se deparam na exploração e utilização de *softwares* e outros recursos tecnológicos. Diante do contributo das Tecnologias

da Informação e Comunicação, no que diz respeito ao desenvolvimento de pedagogias inovadoras, interessa-nos também conhecer os desafios que os professores se deparam na utilização do GeoGebra, dado ser um dos *softwares* proposto no plano de ensino do curso². Assim, temos como questão desta investigação: *Quais os desafios e possibilidades inferidos pelos professores do curso de licenciatura em ensino de Matemática na Universidade Licungo no processo de apropriação do GeoGebra?*

Assim, apontamos como objetivo geral desta pesquisa de doutorado em andamento “investigar os desafios e possibilidades no processo de apropriação do GeoGebra por professores do curso de licenciatura em ensino de matemática da Universidade Licungo em Moçambique”.

Neste sentido, organizamos este artigo da seguinte maneira: inicialmente abordamos os referenciais teóricos a serem utilizados na pesquisa com uma breve descrição dos mesmos. Posteriormente, apresentamos a metodologia a ser utilizada no processo de elaboração da formação, seguida de uma discussão em que apontamos algumas hipóteses como parte da metodologia utilizada. Por fim, trazemos algumas considerações finais reiterando a relevância desta proposta de pesquisa, bem como a reflexão acerca das possibilidades e desafios a serem considerados como hipótese no processo de elaboração da formação.

2. Referencial teórico

Os referenciais teóricos utilizados nesta pesquisa são a Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 2008) e a Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995). Acreditamos que as mesmas possibilitam atender os objetivos deste trabalho e trazem fundamentos que sustentam a nossa investigação.

2.1 Teoria das Situações Didáticas

Segundo Brousseau (2008), o objeto principal na Teoria das Situações Didáticas (TSD) é o estudo das situações didáticas. Neste estudo há uma relação entre o professor, aluno e o saber, considerando o *meio* em que a atividade se desenvolve os conhecimentos são construídos de maneira significativa nos intervenientes deste processo. Nesta teoria, as interações existentes entre o professor, aluno e saber convergem numa situação didática.

² No plano de ensino do curso de Licenciatura em ensino de Matemática está proposto que sejam explorados Excel, GeoGebra e Winplot e outros. No entanto, isso não acontece diante da ausência de profissionais que entendam os conteúdos para formar os futuros professores.

Neste trabalho, pretende-se formar uma sequência didática à luz da TSD para a formação dos professores em exercício da Universidade Licungo em Moçambique. Assim, as propostas da sequência didática estão sendo pensadas de forma a desafiar os professores e tornar a formação mais cativante a partir de problemas (situações) propostas pelo pesquisador sem, no entanto, interferir diretamente sobre o *saber em jogo*. Neste contexto, para que o professor em formação trabalhe de maneira independente as propostas, deve tornar o problema como sendo seu. Essa atitude, Brousseau chama de *devolução*.

Uma vez aceito o desafio proposto pelo professor, o aluno começa a fazer uma reflexão tentando caminhos ou procedimentos que permitam encontrar a solução da atividade proposta. Essa fase é denominada de *ação*. Feito isso, prossegue com a fase de *formulação* onde ocorre a troca de informação entre o aluno e o meio através da utilização de uma linguagem razoavelmente organizada, mas sem que necessariamente seja formal, podendo até ocorrer linguagens não bem estruturadas. É nesta fase onde os alunos procuram modificar a linguagem que utilizam frequentemente tentando adequar as informações que pretendem passar. Na etapa seguinte, a de *validação*, é onde os alunos tentam convencer os participantes da veracidade das suas resoluções, tentando mostrar provas que consideram ser verdadeiras. Nesta fase há muitas discussões entre grupos onde cada um deles tenta trazer evidências que convençam os colegas com argumentos, demonstrações, premissas que possibilitaram atingir o objetivo proposto. É importante ressaltar que não se trata de caminhos lineares: há idas e vindas entre ação, formulação e validação durante todo o processo, até que finalmente seja obtida a resposta desejado ao problema proposto.

As situações apresentadas no parágrafo anterior são denominadas de situações adidáticas, nas quais, apesar da responsabilidade sobre a produção do conhecimento ser do aluno, o professor não fica de fora em todas essas etapas, mas ocupa a função de um agente mediador, um orientador, um moderador do processo. O professor não oferece o caminho da resolução, mas, cria mecanismos de modo que o aluno não se perca nos objetivos que pretende alcançar.

Uma vez que os estudantes chegam a uma resposta considerada satisfatória por eles, o professor retoma a responsabilidade sobre a produção do conhecimento, que antes era cedida aos alunos: chegamos à *institucionalização*. Este momento é de grande importância pois é aqui onde o professor retoma elementos das produções dos alunos e define os objetos do estudo através de formalização e generalização. É nesta etapa que o saber é identificado, sistematizado e reconhecido.

A vivência de situações adidáticas permite ao estudante construir conhecimentos atribuindo-lhes significados e é nessa perspectiva que propomos o trabalho a ser realizado com os professores formadores de professores da Licenciatura em Matemática da Universidade de Licungo. Neste caso, ocuparemos o papel de professor, responsável pela mediação, e os docentes em formação o papel de aluno.

2.2 Teoria da Instrumentação

A Teoria de Instrumentação (RABARDEL, 1995) tem por finalidade estudar a ação do sujeito mediado por instrumento. Esta teoria investiga não só o uso de tecnologias em contexto escolar, mas também em outros domínios além deste. Este autor descreve as relações que existem entre o sujeito, a ferramenta (ou artefato) e os esquemas de utilização e, que se faz importante descrever brevemente. Rabardel (1995) compreende o sujeito como indivíduo ou grupo de indivíduos que desenvolvem a ação ou são escolhidos para o estudo; artefato como um dispositivo que pode ser material (lápiz, computador etc.) ou simbólico (uma figura, um gráfico etc.), e esquemas de utilização como, Vergnaud (1996), sendo uma organização invariante de comportamentos para classes de situações.

Para a formação de professores, estes elementos teóricos também nos fundamentaram para compreender o processo de apropriação do GeoGebra. Nesta perspectiva:

S Consideremos um professor para o qual o software é desconhecido. Ao entrar em contato com este material que não conhece, não sabe manipular nem mesmo as ferramentas básicas, este software é, para este professor, um artefato. À medida que ele começa a desvendar o material, descobrir como ele funciona e elaborar situações de uso do software, o professor está desenvolvendo e agregando ao artefato esquemas de utilização e, então, o artefato é transformado, para este professor, em instrumento. Quanto mais ele usar este instrumento, mais esquemas podem ser construídos, agregados ao software e o professor terá, então, um novo instrumento (BITTAR, 2011. p. 161).

Dessa forma, um instrumento é o artefato acrescido de esquemas e, o processo que transforma o artefato em instrumento é denominado Gênese Instrumental. Este último é composto por duas dimensões: a instrumentalização e a instrumentação. Rabardel (1995) diferencia estas duas dimensões onde:

A instrumentalização concerne a emergência e a evolução dos componentes artefato do instrumento: seleção, reagrupamento, produção e instituição de funções, transformações do artefato [...] que prolongam a concepção inicial dos artefatos. A instrumentação é relativa à emergência e à evolução dos

esquemas de utilização: sua constituição, seu funcionamento, sua evolução assim como a assimilação de artefatos novos aos esquemas já constituídos (RABARDEL, 1999, p. 210).

Entendemos que a Teoria da Instrumentação nos dá subsídios para compreender o processo de apropriação do GeoGebra pelos professores em formação. Isso porque o *software* em voga inicialmente ocupa a posição de artefato para os professores que não o conhecem e, à medida que entrarão em contato com software e iniciarão o processo de reflexão sobre seu uso, terá início o processo de gênese instrumental que é contínuo: a cada novo esquema construído pelo sujeito o instrumento se transforma em novo instrumento.

Dessa forma, cremos que a teoria da instrumentação oferece ferramentas para estudar o processo de apropriação do software geogebra pelos professores que participarão da ação que oferecemos, descrita brevemente a seguir.

3. Metodologia

A metodologia de pesquisa adotada para este estudo é a engenharia didática (ARTIGUE, 1996), que se caracteriza como um esquema experimental baseado em realizações didáticas em sala de aula. Artigue (1996, p. 37) reitera que “A metodologia da Engenharia Didática também é caracterizada, em comparação com outros tipos de pesquisas a partir da experimentação em sala de aula, pelo registro em que se localiza e pelas formas de validação à qual está associada”. A ED está estruturada em 4 etapas: i) análises prévias; ii) concepção e análises *a priori*; iii) experimentação e iv) análises *a posteriori* e validação.

Segundo Artigue (1996), a análise prévia consiste do estudo epistemológico do objeto de pesquisa, da forma como é abordado em sala de aula e de estudos (pesquisas anteriores) da compreensão dos alunos e suas dificuldades sobre o tema.

Na presente proposta faremos uma análise do programa de ensino de matemática da Universidade Licungo bem como as propostas metodológicas apresentadas nestes programas. Nesta fase buscaremos estudar concepções dos professores e os obstáculos que marcam a evolução quanto ao processo de ensino e aprendizagem no conteúdo (por definir).

Na fase da concepção e análise *a priori*, de acordo com Artigue (1996), indica o modo de ação do pesquisador sobre uma determinada e específica quantidade de variáveis do sistema não fixadas, denominadas variáveis de comando, que tal investigador supõe serem variáveis pertinentes para o problema estudado. A autora ainda indica a distinção de dois tipos de variáveis de comando: 1) as variáveis globais (ou macrodidáticas) que são relacionadas a

organização geral da engenharia; 2) as variáveis locais (ou microdidáticas), que são relacionadas a uma sessão ou fase da engenharia.

Em nossa pesquisa, a análise *a priori* para além da proposta das atividades apresentadas pelo professor formador, na análise preliminar será administrado um questionário aos professores buscando identificar dentre várias questões, os conteúdos didáticos que pretendem que sejam abordados durante a formação uma vez que os professores lecionam disciplinas diferentes dentro do curso. Os resultados deste questionário e da proposta das atividades propostas pelo professor formador serão a base das discussões da formação.

A experimentação é composta pelo tempo de aplicação e experimentação das atividades planejadas na fase anterior, produzindo dados relacionados à pesquisa.

Posteriormente, trata-se da análise dos resultados obtidos, em que se baseia na análise do conjunto dos dados produzidos na experimentação à medida que as sessões forem realizadas, assim como produções de dados dentro ou fora de sala.

Na análise *a posteriori* e validação, são considerados todos os dados obtidos na experimentação. Desta forma, a análise a partir da engenharia didática considera os questionários, os testes, as anotações do diário de campo, as filmagens, as produções dos estudantes ou quaisquer outras ferramentas que forem pertinentes. E é no confronto entre essas duas análises, a *a priori* e a *a posteriori*, que essencialmente se fundamenta a validação das hipóteses envolvidas na investigação (ARTIGUE, 1996).

Para o desenvolvimento desta pesquisa propomos uma formação com professores que lecionam no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Licungo, explorando o *software* GeoGebra, a ser desenvolvida nos moldes da engenharia didática, e na perspectiva teórica da teoria das situações didáticas. Acreditamos que, vivenciar situações didáticas no processo de apropriação da tecnologia, é fundamental para que os professores integrem tecnologias à sua prática pedagógica.

A escolha do *software* GeoGebra se deve por este ser “um *software* dinâmico de matemática para todos os níveis de educação que reúne geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatísticas e cálculos em uma única plataforma” (GEOGEBRA, 2022, p.1). Dessa forma, possibilita o trabalho de conceitos matemáticos podendo favorecer a aprendizagem tanto de professores como de estudantes. Outro fator considerado é que o GeoGebra é um *software* livre, de fácil acesso para instalação e pode ser utilizado tanto em computadores como em smartphones.

4. Algumas possibilidades

No atual momento, estamos no processo de estudo para aprofundamento das teorias e elaboração das sequências didáticas. De forma paralela, também estamos estudando acerca de algumas possibilidades, que dizem respeito às análises prévias da metodologia a ser utilizada.

Assim, neste momento o GeoGebra tem sido objeto de estudo do pesquisador/formador. Para tanto, tem-se buscado estudar atividades propostas em um curso de formação sobre o GeoGebra e pesquisas já realizadas com o *software*.

Como hipótese, acerca das dificuldades a serem encontradas podemos mencionar, com base na experiência como professor do curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Licungo, algumas possíveis:

i) interesse em diferentes conteúdos - os professores lecionam diferentes disciplinas, por vezes as mesmas por longos períodos, logo haverá uma gama de conteúdos diferentes a serem propostos para o trabalho;

ii) definição de conceitos matemáticos - diante do que foi afirmado no item anterior, pode haver certa dificuldade para lembrar sobre determinados conceitos matemáticos que serão parte das situações propostas;

iii) familiarização com as ferramentas do GeoGebra - algum constrangimento na exploração e manipulação do *software*.

Para tanto as propostas da sequência didática serão pensadas de forma que o professor seja autônomo na busca do saber, a partir das situações propostas pelo pesquisador - que não deve interferir diretamente na realização das atividades. Durante a formação, pretendemos estabelecer um diálogo permanente procurando identificar as dificuldades e avanços conforme vão ocorrendo.

Dentro das possibilidades inferimos que os professores participantes da formação terão outros modos de planejar e desenvolver suas aulas, uma vez que passem a explorar o GeoGebra tendo-o como *instrumento*. Além disso, poderão utilizar nas diferentes disciplinas que lecionam no curso, uma vez que são diversas as possibilidades de uso e aplicação do *software* em questão.

5. Desafios a serem enfrentados

Este texto apresenta os primeiros passos de uma pesquisa de doutorado em andamento, portanto, neste momento, ao invés de falar em conclusões, preferimos falar em desafios que advém do trabalho realizado até aqui.

Nesta investigação pretendemos analisar o processo de integração de tecnologia, mais especificamente do *software* GeoGebra, à prática docente de professores que atuam na formação inicial de professores de matemática na Universidade Licungo em Moçambique. Para que este objetivo seja alcançado, o professor participante da formação deve aceitar o desafio das situações como sendo seu e, para isso, devem ser criadas condições que coadunem com os referenciais teórico e metodológico adotados. Estes professores lecionam disciplinas como Cálculo Diferencial e Integral, Estatística e Geometria e é importante que a formação permita que reflitam sobre possibilidades de uso do GeoGebra em suas aulas.

Assim, um dos nossos desafios é justamente a elaboração desta formação uma vez que queremos abordar temas que permitam aos professores refletirem sobre diferentes campos da matemática, como a álgebra e a geometria. É importante refletir com eles a partir de um leque diversificado de temas, para que possam ter elementos que lhes auxiliem nas diferentes disciplinas que lecionam.

Além disso, desenvolver a formação na perspectiva da teoria das situações didáticas, favorecendo a vivência de situações adidáticas, deve contribuir para que estes professores agreguem às suas práticas pedagógicas algumas das características de tais situações. Desta forma, os futuros professores de matemática deverão ser beneficiados, indiretamente, não somente pelas reflexões sobre o uso de tecnologia para a aprendizagem matemática, como pelas reflexões sobre a importância de vivenciar situações adidáticas.

Referências

ARTIGUE, M. Engenharia didáctica. In J. Brun, **Didáctica das matemáticas** (M. J. Figueiredo, Trad., pp. 193-217). Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**. Curitiba: Editora UFPR, v.1, pp.157 - 171, 2011.

GEOGEBRA. **O que é o GeoGebra?** Disponível em <https://www.geogebra.org/about>. Acesso em 24 de jul. de 2022.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995.

RABARDEL, P. Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. **Actes de la Xème Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques**. Houlgate, vol I, 203-213, 1999.

SILVA, B. Tecnologias, Ecologias da Comunicação e Contextos Educacionais. **Lição das Provas de Agregação**. Braga: Universidade do Minho, 2006.

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. In: Jean Brun (Ed.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

