



EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



DO DESIGN AO REDESIGN EM PESQUISAS: INSERINDO O GEOGEBRA NAS TAREFAS MATEMÁTICAS

Leonardo Martins¹

GD 06 – Educação Matemática, Tecnologia e Educação à Distância

Resumo: As tecnologias digitais fizeram parte de uma pesquisa de doutoramento desenvolvida pelo autor no Centro Universitário Anhanguera de São Paulo (UNIAN-SP), dentre elas destacamos o *software* de Matemática dinâmica GeoGebra. O texto em tela tem por objetivo apresentar como se deu a inserção do GeoGebra em um processo intervencionista, tendo como objeto matemático a trigonometria. Metodologicamente este estudo foi qualitativo, tipificado como *Design Experiment*, com aprovação em Conselho de Ética em Pesquisa, os participantes foram 14 alunos do Ensino Médio de uma escola estadual localizada em Linhares, cidade do estado brasileiro Espírito Santo. Em síntese, os resultados observados, ao longo da investigação se resumem em: apresentar as principais ferramentas do *software*; utilizar a versão *on-line*; disponibilizar links reduzidos; adaptar as construções aos objetivos do encontro e para o nível de conhecimento do *software*.

Palavras-chave: Trigonometria. *Software* de Matemática Dinâmica. Educação Matemática. Investigações Matemática. Design Experiment.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico, de origem no século XX e constantemente aprimorado no século XXI, expandiu-se globalmente, exercendo influência significativa sobre a vida em sociedade. Esse progresso transformou profundamente a maneira como as pessoas pensam, interagem, produzem, compartilham e difundem informações de diversas naturezas, abrangendo desde conversas cotidianas até a produção de trabalhos científicos no meio acadêmico.

No meio acadêmico as tecnologias digitais têm desempenhado importante papel, em especial nas escolas da rede estadual do Espírito Santo, é possível ter acesso à internet de forma aberta aos alunos, por sua vez, a maioria dessas escolas têm à disposição o Laboratório de Informática Móvel, composto equipamentos portáteis denominados de Chromebook, tendo como sistema operacional o *Chrome OS*, além disso, 60 mil alunos foram contemplados para receber o equipamento de forma individual (Espírito Santo, 2021).

Dessa forma, existem possibilidades de o professor desenvolver Tarefas Matemáticas inserindo a tecnologia digital nessas escolas. Dentre elas, destaca-se o *software* Matemática dinâmica GeoGebra, no qual o aluno poderá interagir, planejar, explorar, criar, projetar, conjecturar, validar ou refutar conceitos e, dentre outros, mobilizar conhecimentos matemáticos.

¹ Centro Universitário Anhanguera de São Paulo; Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática; Doutorado em Educação Matemática; professor@leomartins.net; orientadora: Nielce Meneguelo Lobo da Costa.

O GeoGebra é um *software* gratuito desenvolvido para uso em computadores, *smartphones* e pode ser utilizado na sua versão virtual. Seu *layout* é acessível a todos os níveis de escolaridade, no qual é possível construir e manipular os mais distintos objetos matemáticos, como por exemplo, na pesquisa em foco a trigonometria.

Dentro desse contexto tecnológico, desenvolvi em uma escola estadual do Espírito Santo uma investigação de doutoramento. Assim, diante das experiências no processo, buscamos responder ao seguinte questionamento: que aspectos, enquanto pesquisador em Educação Matemática, foram essenciais para inserir o GeoGebra no processo investigativo? Assim, temos por objetivo apresentar como se deu a inserção do GeoGebra em um processo intervencionista, tendo como objeto matemático a trigonometria.

A pesquisa desenvolvida pelo pesquisador foi fundamentada nos pressupostos metodológicos do *Design Experiment*. Por sua vez, a fundamentação teórica do estudo se deu no tripé por: 1) Trajetória Hipotética de Aprendizagem (THA); 2) Desdobramento do Ciclo de Ensino de Matemática; 3) Tarefas Matemáticas.

Os resultados da pesquisa demonstram que o GeoGebra cumpriu com sua finalidade na pesquisa e, como consequência houve a mobilização dos conhecimentos trigonométricos. Por sua vez, torna-se necessário o olhar atento do pesquisador em relação ao planejamento das tarefas envolvendo o GeoGebra, testes dos equipamentos e da rede de internet, viabilizar planos de contingências para falta de conexão à internet, bem como adequar as construções à realidade e nível de conhecimento dos alunos.

Na seção seguinte apresentamos os procedimentos Metodológicos relacionados ao presente estudo.

METODOLOGIA

Este estudo é classificado como qualitativo, uma vez que a preocupação está no aprofundamento das percepções em relação a um certo grupo, foco da pesquisa (Severino, 2013). Por vez, a pesquisa na qual originou este estudo é tipificada como *Design Experiment*, se apresentando em três fases, a saber: *prospectiva*, *reflexiva* e *retrospectiva* (Cobb *et. al.*, 2003).

Ao longo da fase *prospectiva* foi desenvolvida a proposta de intervenção, dos quais seis de um total de 13 encontros (incluindo a realização da tarefa diagnóstica), tiveram por objetivo



desenvolver tarefa matemáticas com investigações via o *software* GeoGebra. No Quadro 1 apresentamos a síntese dos cinco encontros envolvendo o GeoGebra.

Quadro 1 – Síntese dos encontros envolvendo GeoGebra

ENCONTRO	OBJETO MATEMÁTICO
3°	Razões Seno, Cosseno e Tangente
7°	Lei dos Cossenos
8°	Lei dos Senos
9°	Ciclo Trigonométrico Radianos como medida de ângulos
11°	Funções Periódicas (introdução)
12°	Função Seno e Função Cosseno

Fonte: Pesquisador (2023).

Observando as informações contidas no Quadro 1, destacamos as possibilidades diversas de inserir o GeoGebra em pesquisas, em tela observamos o objeto matemática Trigonometria, desde as razões trigonométricas, passando pela transição do triângulo para circunferência até alcançar as funções seno e cosseno. Não fez parte desse estudo a Função Tangente.

Ao longo da execução do planejamento inicial, ou seja, ao longo da fase *reflexiva* do *Design Experiment*, foi possível identificar as contingências do processo investigativos e adicioná-las ao experimento enquanto o mesmo ocorria, sendo essa uma das suas características dessa metodologia (Martins, 2023).

Em relação ao ambiente desta pesquisa, foi uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, na cidade de Linhares, localizada no estado brasileiro Espírito Santo. Na época da realização da pesquisa a escola tinha disponível: acesso à internet aos alunos; computadores portáteis com sistema operacional Chrome OS; salas com equipamentos de multimídia – som e projetor. A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética, sob CAAE: 246711221.5.0000.5493 e parecer nº 4.808.527, de 26 de junho de 2021.

Para o contexto deste artigo, considerando as explicações aqui apresentadas do *Design Experiment*, manteremos o foco nas Tarefas Matemática, apresentadas na próxima seção, tendo em vista a inserção do GeoGebra nas pesquisas em Educação Matemática pode ser dada via Tarefas.



AS TAREFAS MATEMÁTICAS

Martins (2023) apresenta tarefa como sendo algo prescrito no qual a pessoa deve realizar. Assim, no campo da sala de aula, observamos as tarefas como sendo algo indicado pelo professor, com intencionalidade pedagógica, no qual o aluno irá executar. Assim, as construções no GeoGebra, constituem-se como elementos meio da tarefa investigativa dos quais os alunos participantes irão realizar.

O pesquisador português Ponte (2014) enfatiza o ensino de Matemática focado na exposição de conteúdos por parte do professor desestimula a participação dos alunos. Em suas concepções teóricas o renomado pesquisador destaca as tarefas como “ferramentas de mediações fundamentais no ensino e na aprendizagem da Matemática” (Ponte, 2014, p. 16).

Dessa forma, a inserção do GeoGebra no contexto da sala de aula evita o foco no professor e estimula a participação ativa dos alunos em sala de aula, além disso, suas interações com o *software* de Matemática dinâmica os possibilita no desenvolvimento das Tarefas Matemáticas: realizar investigações com o GeoGebra; desenvolver conjecturas gerais e específicas; testar possibilidades; justificar suas deduções.

Em relação às Tarefas Matemáticas, Ponte (2014) propõe quatro tipos: exercícios, problemas, investigações e exploração. Relativo à aprendizagem matemática dos alunos, cada uma desempenha um papel fundamental. Assim, o professor precisará, diante do seu conhecimento pedagógico de conteúdo e conhecimento tecnológico, planejar Tarefas Matemáticas, envolvendo as tecnologias visando a aprendizagem dos alunos.

Nessa perspectiva, ao longo da realização das Tarefas Matemáticas por parte dos alunos é importante o professor e/ou o pesquisador: acompanhar o desenvolvimento atentamente, registrando as interações; desafiar os alunos; dar o apoio necessário; e, dentre outros, avaliar o progresso dos envolvidos nas tarefas (Martins, 2023).

Mesmo de forma sucinta, na seção seguinte apresentamos os resultados dessa discussão em uma situação real envolvendo pesquisador, tecnologia e os processos de *design* e *redesign* de uma pesquisa.



RESULTADOS

As inovações tecnológicas, disponíveis também para os espaços escolares, têm fornecido ao professor inúmeras possibilidades de realizar tarefas a serem desenvolvidas ativamente pelos alunos nos processos de ensino e aprendizagem. Ao longo do desenvolvimento da pesquisa de doutoramento do autor deste artigo, as tecnologias estiveram presentes, em especial no que diz respeito ao *software* de Matemática dinâmica GeoGebra.

Assim, visando atingir ao propósito deste texto, qual seja: apresentar como se deu a inserção do GeoGebra em um processo intervencionista, tendo como objeto matemático a trigonometria, apresentamos alguns aspectos relevantes para o sucesso da nossa intervenção.

Conhecimento Tecnológico do Pesquisador

Nonato (2023) destaca que uma das necessidades dos professores é integração das tecnologias e, para tanto, requer o conhecimento tecnológico. Para a pesquisadora “o conhecimento tecnológico, assim como a própria tecnologia, está em constante transformação, sendo difícil ao professor manter-se atualizado e até mesmo construí-lo [...]” (Nonato, 2023, p. 81).

Nesse sentido, tendo em vista a realização de uma pesquisa com o GeoGebra, busquei por desenvolver meus conhecimentos tecnológicos sobre o *software*. Assim, participei do Curso do GeoGebra, ofertado nacionalmente pela Unespar e coordenado pelo renomado professor Sérgio Carrazedo Dantas.

Enquanto aluno do curso, a participação no curso proporcionou aprofundar nos conceitos e desenvolver habilidades no *software*, uma vez que, a programação curricular do curso segue por uma sequência didática para visão ampla do programa. Enquanto Pesquisador, para além do uso, viabilizar construções focadas na proposta metodológica da pesquisa, sobretudo nas possibilidades de dúvidas dos alunos, das quais o pesquisador poderia ser questionado e, por falta de conhecimento tecnológico não ter condições de responder para o aluno, inviabilizando até mesmo maiores aprofundamentos em relação ao diálogo com o aluno.



Fase Prospectiva com o GeoGebra

Após a realização da tarefa diagnóstica pelos alunos, planejou-se os 12 encontro seguintes, sendo 11 considerados intervencionistas e um relacionado à tarefa final da pesquisa. Após autorização da escola o próximo passo foi organizar para a instalação do GeoGebra nos Chromebooks.

Seguindo o planejamento, no Quadro 2 apresentamos a síntese do planejamento inicial dos seis encontros envolvendo GeoGebra.

Quadro 2 – Síntese do planejamento dos encontros envolvendo GeoGebra

ENCONTRO	PLANEJAMENTO COM GEOGEBRA	FUNDAMENTAÇÃO
3°	Os sujeitos da pesquisa serão instruídos em construir segmentos de retas, formar ângulos com o GeoGebra e inserir textos dinâmicos com as razões informadas pelo professor.	Moura, Wielewski e Simão (2020)
7°	O pesquisador construirá o no GeoGebra a dedução da lei dos cossenos e apresentar aos sujeitos da pesquisa, possibilitando-os a compreensão a Lei dos Cossenos.	Santos (2019) e Alves (2012)
8°	O pesquisador construirá no GeoGebra a dedução da lei dos senos e apresentar aos sujeitos da pesquisa, possibilitando-os a compreensão a Lei dos Senos.	Santos (2019) e Alves (2012)
9°	O Pesquisador construirá duas animações: a primeira no GeoGebra, demonstrando o raio como medida de ângulos (radianos), observando que 180° corresponde a π . A segunda apresentando o Ciclo Trigonométrico e os valores de Seno e Cosseno.	Miashiro (2013)
11°	O Pesquisador apresentará a construção de um modelo do problema da Roda Gigante.	Miashiro (2013)
12°	Os sujeitos da pesquisa construirão, sob orientação do pesquisador, as funções seno e cosseno.	Figueiredo (2015), Fonseca (2015), Silva (2013),

Fonte: Pesquisador (2023).

Conforme apresentado no Quadro 2, apresentamos os encontros no qual foram propostos com a inserção do GeoGebra, percebe-se uma sequência lógica relacionada com a mobilização de conceitos trigonométricos, essa escolha do pesquisador é influenciada diretamente pelo conhecimento pedagógico do conteúdo (Nonato; Lobo da Costa, 2021).

Outra influência nessa organização diz respeito a um elemento que antecede o desenvolvimento das intervenções e, inclusive também faz parte da fase *prospectiva* no *Design Experiment*, a Revisão de Literatura (Martins; Lobo da Costa, 2021). Assim, observamos a necessidade do pesquisador em descrever, ao longo do texto da proposta investigativa relações com sua Revisão de Literatura, essa retomada destaca as influências na construção do processo



intervencionista, inclusive possibilita demonstrar a validade do instrumento já proposto ou até mesmo aplicado por outros pesquisadores.

Fase Reflexiva com o GeoGebra

Apesar da difusão global das tecnologias, nem sempre é possível obter somente resultados positivos. Por se tratar de elementos fora do controle do pesquisador, cabe atentar-se a pequenos detalhes dos quais podem fazer a diferença para execução da proposta intervencionista utilizando recursos digitais, em especial o GeoGebra.

Nesta fase do *Design Experiment* é possível realizar adequações na proposta do *design* inicial da pesquisa, no qual a denominamos de *redesign da pesquisa* ou somente *redesign*. É relevante o pesquisador destacar as contingências ocorridas e como foram absorvidas pelo projeto inicial.

Nos procedimentos que antecederam o início das investigações, identificou-se a impossibilidade de instalação do GeoGebra nos equipamentos portáteis, devido à bloqueios no sistema dos equipamentos escolares ocorria a rejeição da instalação do *software*, mesmo os compatíveis com o Sistema Operacional em questão. Diante da constatação, utilizou-se as construções no formato *on-line*, pelo *site* oficial da aplicação digital.

Tendo em vista a inviabilidade de se trabalhar com construções no formato *off-line*, tornando-se obrigatório o uso do *site*, foi providenciado pacotes adicionais de internet móvel para caso de falta de conexão de internet na escola, viabilizar o compartilhamento da rede móvel para os equipamentos portáteis utilizados na investigação. Mesmo com todo planejamento antecipado, a internet da escola ficou estável ao longo da intervenção.

Após analisado a tarefa diagnóstica e contato inicial com os participantes da pesquisa, notou-se a ausência de conhecimento tecnológico deles. Em relação direta aos planejamentos realizados inicialmente com o GeoGebra, observou-se a necessidade de as construções dos objetos serem realizadas pelo pesquisador, tendo em vista o tempo de execução da proposta e o nível de dificuldade para alunos de Ensino Médio que desconheciam o *software* GeoGebra.

O primeiro encontro dos sujeitos da pesquisa com o GeoGebra já mostrou que a decisão de apresentar a construção pronta pelo pesquisador foi assertiva, uma vez que ocupou todo o tempo do planejamento projetado para o encontro, justificado pela necessidade de orientar os participantes sobre como utilizar as principais ferramentas do GeoGebra. Impactando, por sua vez,



a segunda tarefa prevista para esse encontro, no qual teve de ser adiada para outro dia, tornando-se necessário adicionar um encontro, passando a ter 13 encontros totais ao invés dos 12 planejados inicialmente.

Dessa forma, foi necessário o *redesign* pesquisador, assim as construções foram disponibilizadas no repositório do próprio *site* do GeoGebra. Para facilitar o acesso às construções, disponibilizou-se os *links* de acesso com o próprio domínio (*site*) do pesquisador, evitando dependência de terceiros e possibilitando a disponibilidade das construções a qualquer tempo de forma *on-line*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias digitais pensadas para os espaços escolares, são normalmente, fontes inesgotáveis para o desenvolvimento de Tarefas Matemáticas em sala de aula. A presença das tecnologias tem feito professores repensarem suas práticas, se atualizarem e buscarem, além do domínio pedagógico do conteúdo, o domínio tecnológico.

Em relação ao *software* de Matemática dinâmica GeoGebra, diversas são as possibilidades para o professor ou pesquisado propor tarefas no qual insira tal tecnologia. Assim, o presente estudo visou apresentar como se deu a inserção do GeoGebra em um processo intervencionista, tendo como objeto matemático a trigonometria.

Diante dos procedimentos metodológicos baseados no *Design Experiment*, adequados à realização da pesquisa, o pesquisador lançou mão das possibilidades de *redesign* das tarefas propostas, descrevendo as contingências ocorridas ao longo do processo, bem como enfatizando o que foi feito para absorver tais condições.

Assim, a proposta inicial de intervenção foi modificada enquanto a mesma estava sendo aplicada; com a impossibilidade de instalar o GeoGebra nos Chromebooks da escola, foi necessário a disponibilização *on-line* das construções para os alunos; ao invés de instruir os participantes da pesquisa para construir os objetos no GeoGebra, foi entregue para eles o *link* para acessar a construção, padronizando assim para todos e evitando outros atrasos no processo de pesquisa; mesmo não sendo utilizado, pacotes adicionais de internet móvel ficaram à disposição caso a rede de internet da escola deixasse de funcionar.

Apesar da confiabilidade proporcionada pela tecnologia, torna-se necessário aceitar suas possibilidades de falhas e, inclusive, sua indisponibilidade. Ao longo de um processo



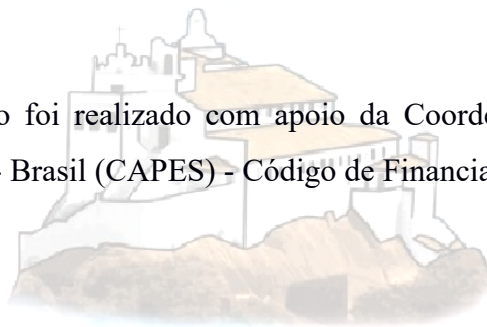
intervencionista o pesquisador ao inserir recursos tecnológicos, como no caso o GeoGebra, pode aparecer situações inesperadas. Para tanto, torna-se necessário o conhecimento tecnológico do pesquisador. Para além disso, é essencial espaço no planejamento para as adversidades, bem como, evidenciar e disponibilizar outros recursos para substituir.

Desse modo, apresentamos possibilidades de *design* e *redesign*, ao longo do texto. Contemplou-se as duas primeiras fases do *Design Experiment*, demonstram a importância da descrição fidedigna dos procedimentos metodológicos e das alterações ocorridas enquanto a pesquisa é realizada.

Na pesquisa conduzida por Martins (2023), sob orientação de Lobo da Costa, foram apresentadas várias instâncias de *redesign* ocorridos ao longo da pesquisa. Além disso, o estudo aprofundou-se na fase *retrospectiva* do *Design Experiment*, um componente ausente nas seções deste extrato de pesquisa.

APOIO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001



REFERÊNCIAS

COBB, P.; CONFREY, J.; DISESSA, A.; LEHRER, R; SCHAUBLE, L. (2003): ‘Design Experiments in Educational Research’. **Educational Researcher**; Jan/Feb 2003; 32(1); p. 9-13.

ESPÍRITO SANTO, Secretaria de Estado da Educação. **Governador inicia entrega dos 60 mil chromebooks para alunos da Rede Estadual**. 2021. Disponível em: <<https://sedu.es.gov.br/Not%C3%ADcia/governador-inicia-entrega-dos-60-mil-chromebooks-para-alunos-da-rede-estadual>>. Acesso em 09 set. 2023.

MARTINS, L.; LOBO DA COSTA, N. M. O papel da Trajetória Hipotética de Aprendizagem em pesquisas: uma revisão bibliométrica. **III Seminário de Pesquisa de Pós-graduação Stricto Sensu**. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/37611>>. Acesso em 10 set. 2023.

MARTINS, L. **Trajetória Hipotética de Aprendizagem em Trigonometria**: conhecimentos mobilizados por um grupo de estudantes. 2023. Tese (Doutorado) – Curso de Educação Matemática, Centro Universitário Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/61999>> .acesso em: 10 set. 2023.



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.

NONATO, K. J. **Tecnologias Digitais e as Marcas no Currículo da Formação Inicial de Professores de Matemática**. 2023. Tese (Doutorado) – Curso de Educação Matemática, Centro Universitário Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/52540>>. acesso em: 10 set. 2023.

NONATO, K. J.; COSTA, N. M. L. da. Currículo Experimentado por Licenciandos: o uso educativo das TDIC. **Revista Espaço do Currículo**, [S. l.], v. 15, n. 3, pp. 1–21, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/rec/article/view/64667>>. Acesso em: 09 set 2023.

PONTE, J. P. Tarefas no ensino e na aprendizagem da Matemática. *In*: PONTE, J. P. (Org.). **Práticas profissionais dos professores de Matemática**. Lisboa. 2014. 13-27.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.



XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.