

# A TECNOLOGIA COMO FACILITADOR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Eulália Santos<sup>1</sup>, Margarida Freitas Oliveira<sup>2</sup>, Fernando Tavares<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ESECS, CI&DEI Politécnico de Leiria

<sup>2</sup> Coimbra Business School – ISCAC

<sup>3</sup> ISCET – Instituto Superior de Ciências Empresariais e do Turismo

## RESUMO

As experiências que o ser humano vivencia em sociedade ao longo da sua vida desempenham um papel muito importante na construção do seu conhecimento. A aprendizagem é, portanto, uma atividade socialmente mediada por diferentes intervenientes, entre os quais se destacam, os professores, os colegas de turma e o uso de tecnologias. Deste modo, pretende-se averiguar se o uso do *software* GeoGebra é um elemento facilitador na aprendizagem e de melhoria do desempenho dos estudantes na área de Matemática. Participaram neste estudo, 80 estudantes da licenciatura de Educação Básica. Os estudantes realizaram atividades em grupos com e sem a utilização de *software* e, participaram também no preenchimento de um questionário que analisava a sua perceção acerca do uso do referido *software*, no estudo de funções. Os resultados evidenciam que a perceção dos estudantes sobre a utilização do *software* é positiva e que o seu desempenho melhora significativamente quando o utilizam para a resolução de atividades em grupo, havendo interação entre o professor e os estudantes. Assim, constata-se que, no ensino com recurso a *software*, o professor desempenha um papel de facilitador do processo de aprendizagem e que, os estudantes enquanto futuros professores consideram também utilizar o *software* no ensino, pois consideram-no um instrumento potencializador da aprendizagem. Perante estes resultados, espera-se que os futuros professores recorram à utilização de tecnologias atuais, em contexto de sala de aula, de modo a melhorar a confiança e o entusiasmo dos estudantes na Matemática.

## PALAVRAS-CHAVE

GeoGebra; Tecnologia; *Software*; Aprendizagem; Ensino; Professor

## INTRODUÇÃO

Com os rápidos avanços da tecnologia, os professores veem a necessidade urgente de procurarem novos métodos de ensino da matemática (Shadaan & Leong, 2013), sempre com o objetivo de melhorar o ensino e a aprendizagem, tornando a matemática relacionável com a nova geração de estudantes. A incorporação da tecnologia dentro da sala de aula tem sido vista como uma opção para fazer esta mudança (Mudaly & Fletcher, 2019). Esta incorporação torna-se um desafio contínuo, uma vez que é necessário pesquisar as várias aplicações da tecnologia e identificar que ferramentas podem dar um bom benefício ao processo de aprendizagem dos estudantes (Masri et

al., 2016). A utilização adequada das tecnologias não só melhora as notas dos estudantes como também funciona como um elemento motivador para estudarem matemática (Chalaune & Subedi, 2020). O GeoGebra é um *software* poderoso que pode influenciar o desempenho matemático dos estudantes (Zulnaidi et al., 2020). Este *software*, interativo de matemática dinâmica, abrange uma vasta gama de campos em matemática, oferecendo a oportunidade dos professores e dos estudantes explorarem e visualizarem tópicos matemáticos abstratos e pode ser usado como uma abordagem metodológica moderna no ensino de matemática (Kamal & Maat, 2021).

Na revisão de literatura efetuada por Yohannes e Chen (2021) constatou-se que há um número limitado de estudos sobre a integração do GeoGebra na educação matemática. Estes autores concluem ainda que a maioria dos estudos foi realizado em escolas secundárias, seguidas pelas instituições de ensino superior e poucos estudos foram realizados no ensino básico e nos níveis mais baixos do secundário. Outros autores também sugerem que devem ser realizados mais estudos a nível do ensino básico, secundário ou superior (Kamal & Maat, 2021; Wah, 2015). Deste modo, justifica-se a importância que este tema tem na literatura, e a importância da integração do GeoGebra em sala de aula nas licenciaturas de estudantes do ensino básico, que serão no futuro professores. Assim, se dermos a conhecer a este público as potencialidades do GeoGebra e a motivação necessária, eles com certeza o irão utilizar com confiança no futuro na lecionação das suas aulas e poderão efetuar mais estudos no ensino básico com a utilização deste *software*. Deste modo, pretende-se averiguar se o uso do *software* GeoGebra é um elemento facilitador na aprendizagem e de melhoria do desempenho dos estudantes na área de Matemática. Para o efeito, após esta introdução, segue-se uma revisão de literatura sobre o ensino-aprendizagem da matemática, evidenciando o papel da tecnologia como facilitador. Particular ênfase é dada ao uso do GeoGebra, suas características e benefícios no ensino da matemática. Seguidamente, apresenta-se a metodologia, onde se define a população e a amostra, descrevem-se os instrumentos de recolha de dados e os procedimentos utilizados ao longo da realização da investigação. Na secção dos resultados e discussão efetua-se uma análise estatística acompanhada de uma discussão tendo em conta a revisão de literatura explanada. Por fim, são apresentadas as conclusões, as limitações e sugestões para investigações futuras.

## REVISÃO DE LITERATURA

O ensino e a aprendizagem da Matemática não devem centrar-se em abordagens puramente teóricas, devem sim assentar numa variedade de abordagens de aprendizagem envolvendo a utilização de auxiliares pedagógicos comprovados para ajudar a estimular o interesse dos estudantes pela Matemática (Arbain & Shukor, 2015; Dahal et al., 2019). Luitel (2017) considera que, para motivar os estudantes, os professores precisam de mudar as suas pedagogias tradicionais para pedagogias modernas (e.g., aprendizagem baseada em atividade, pedagogia colaborativa, crítica, entre outros). Deste modo, e de acordo com Chalaune e Subedi (2020), para haver um ensino e aprendizagem eficazes, os professores de matemática precisam usar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Assim, os professores podem criar ambientes de aprendizagem mais ricos para os estudantes utilizando *software* matemático.

Para o ensino da matemática existem diversos programas que podem ser utilizados (e.g., GeoGebra, Desmos, Maple, Geometer's Sketchpad, entre outros), cabendo ao professor escolher o que mais se adequa aos conteúdos a abordar e tendo também em consideração a capacidade dos estudantes na utilização do mesmo (Kamal & Maat, 2021). Em relação aos estudantes, estes aceitam o computador e o uso de *software* não só como uma ferramenta que pode aumentar a atratividade da aula, mas também como uma ferramenta para a aprendizagem (Rybak, 2021).

Na teoria de construtivismo social de Vygotsky (entre 1923 e 1934), aprender é uma atividade socialmente mediada, isto é, qualquer interação social com qualquer pessoa pode muito bem levar à aprendizagem, esta não tem de ocorrer necessariamente na escola (Pritchard, 2017). Assim, nesta linha de pensamento, aprender é estar com o outro, que é mediador da cultura. A utilização de *software* permite ao professor e aos estudantes a oportunidade de trabalharem os conceitos juntos através da exploração e visualização (Shadaan & Leong, 2013), o que resulta numa interação ativa entre o professor e o estudante durante a aula (Zulnaidi et al., 2020). Realça-se que, a introdução de tecnologias em sala de aula não substitui o professor, mas facilita os estudantes na visualização e nos cálculos (Keskin, 2016). A implementação em sala de aula de tecnologia destaca o papel do professor como facilitador do uso tecnológico dos estudantes, sendo esse papel geralmente descrito como um movimento em direção à

instrução centrada no estudante e longe do papel mais típico do professor de direcionar as atividades em sala de aula (Means, 2010). O professor é então, um facilitador que oferece os desafios que os estudantes precisam para alcançar mais, envolve grupos e estudantes no diálogo e apoia o desenvolvimento da compreensão (Pritchard, 2017).

Tendo por base o construtivismo social, discutir com os pares e procurar a ajuda do professor cria oportunidades para os estudantes fazerem melhorias no seu conhecimento (Watson, 2001). Por outro lado, Zengin e Tatar (2017) concluem que a implementação do modelo de aprendizagem cooperativa baseado na teoria da aprendizagem construtivista apoiado com *software* de matemática dinâmica, em ambiente de sala de aula, tem um efeito positivo na realização dos estudantes, pois as atividades colaborativas realizadas pelos estudantes voltadas para a partilha do seu raciocínio uns com os outros melhoraram o seu raciocínio criativo (Granberg & Olsson, 2015).

O tema das funções é bastante flexível para permitir a introdução de outros métodos de ensino, como abordagens baseadas em tecnologia, em particular o uso do GeoGebra, que facilita a exploração, representação e análise de funções (Mushipe & Ogbonnaya, 2019). O *software* GeoGebra pode ser então usado complementarmente no ensino da matemática para melhorar a realização dos estudantes (Kamal & Maat, 2021), pois tem provado ser uma ferramenta eficaz na melhoria do ensino e aprendizagem de matemática (Chalaune & Subedi, 2020; Shadaan & Leong, 2013).

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica adequado para todos os níveis de ensino. Ele reúne geometria, álgebra, folha de cálculo, gráficos, estatística e cálculo num único motor (GeoGebra, 2022). O GeoGebra é gratuito e a sua utilização torna o ensino e aprendizagem mais prática, fácil e simples de entender, isto é, oferece aos professores e estudantes uma nova forma de usar a tecnologia com recursos visuais para ajudar os estudantes a interagir com os conceitos matemáticos individualmente, em grupo na sala de aula, em casa, ou em qualquer outro local apropriado de acordo com as necessidades dos professores e estudantes (Charles-Ogan & Ibibo, 2018).

Carnaúba e Blikstein (2020) argumentam que o GeoGebra é uma ferramenta flexível e permite que os professores planeiem experiências de aprendizagem muito variadas e de diferentes níveis: (i) utilização do *software* conduzida pelo professor sem haver interação dos estudantes com o software; (ii) o estudante seguindo guias passo a passo

pode implementar uma rotina, havendo uma resposta certa para a rotina efetuada; (iii) o estudante usa o *software* para resolver uma tarefa matemática, não havendo uma resposta certa para a tarefa efetuada; e (iv) o estudante cria um objeto matemático à escolha usando o *software*. Segundo Dahal et al. (2019) os estudantes, de qualquer nível de conhecimento matemático, podem ser encorajados a estudar matemática utilizando o GeoGebra, o que leva a que o *software* possa também funcionar como auxiliar de ensino, isto é, não ser apenas utilizado em contexto sala de aula, mas também fora do horário de ensino e aprendizagem, por exemplo, na resolução de exercícios de trabalho de casa ou enquanto estudam para um teste. Ele permite uma aprendizagem indireta e construtiva, onde o estudante se torna um indivíduo que constrói ativamente o seu próprio conhecimento através da exploração do *software* (Dahal et al., 2019; Kamal & Maat, 2021).

O Geogebra dá significado visual a ideias simbólicas, juntamente com as melhores possibilidades dinâmicas (Khalil et al., 2019). Nos últimos tempos, a visualização ganhou destaque como propriedade do GeoGebra (Gökçe & Güner, 2022). As ajudas visuais como método de ensino estimulam o pensamento e melhora o ambiente de aprendizagem numa sala de aula (Shabiralyani et al., 2015). O GeoGebra permite utilizar seletores e deste modo alterar um parâmetro de forma dinâmica numa determinada função e os estudantes têm a possibilidade de observar o que vai acontecer ao gráfico da função e deste modo compreender melhor as transformações das funções. Assim, o GeoGebra pode fornecer um melhor suporte para os estudantes no campo da visualização dos gráficos de funções em vez de papel e lápis (Jokić & Takači, 2020). Embora o GeoGebra tenha muitos benefícios, em conteúdos mais difíceis, o professor deve começar por fazer a exposição do tópico antes de o explorar no *software* (Kamal & Maat, 2021).

Os futuros professores de matemática do ensino secundário do estudo realizado por Tatar e Zengin (2016) consideram que o uso do GeoGebra proporciona um ambiente divertido e interessante com elementos de aprendizagem dinâmica, proporciona visualização e oportunidades para aprender matemática através da prática e exercícios, permite uma compreensão e explicação profunda das competências, e abre caminho para a aprendizagem conceitual em vez de memorizar.

Tamam e Dasari (2021) enumeram alguns impactos positivos da utilização do GeoGebra na aprendizagem da matemática: (i) é uma ótima ferramenta para melhorar a qualidade da aprendizagem, particularmente para explorar, visualizar e construir conceitos matemáticos, (ii) melhora as capacidades matemáticas dos estudantes, (iii) e é genuinamente útil tanto para estudantes como para professores, sendo de fácil utilização. Claro que, quando os estudantes começam a utilizar o GeoGebra alguns dos recursos não são utilizados corretamente nas primeiras atividades, mas os erros vão sendo minimizados com o decorrer do tempo, isto é, com a experiência na realização de mais atividades (Nobre et al., 2016), pelo que as experiências melhoram o conhecimento.

Com base na revisão de literatura efetuada, segundo os autores Yohannes e Chen (2021), a maioria dos estudos adotam estratégias de aprendizagem baseadas em atividades/tarefas para realizar, recorrendo ao GeoGebra. As tarefas de aplicações interativas no GeoGebra, mostraram-se eficazes no desenvolvimento da compreensão conceitual e procedimental dos estudantes (Sumartini & Maryati, 2021; Zulnaidi & Zamri, 2017) para além de inspirar os estudantes para aprender mais, tanto na escola como em casa (Radović et al., 2020; Wassie & Zergaw, 2019).

Em alguns estudos são utilizados dois grupos, o grupo de controlo ensinado recorrendo a métodos tradicionais de ensino e o grupo experimental ensinado recorrendo ao GeoGebra (Chalaune & Subedi, 2020; Kamal & Maat, 2021; Mushipe & Ogbonnaya, 2019; Övez, 2018; Zulnaidi & Zakaria, 2012). Os resultados dos referidos estudos revelaram que os estudantes submetidos ao ensino com uso de GeoGebra obtêm desempenhos significativamente melhores do que os estudantes submetidos ao uso do método tradicional de ensino. Övez (2018) mostrou que os estudantes do grupo experimental obtiveram um melhor desempenho na construção da relação entre expressões algébricas e gráficos, e foram mais bem-sucedidos na interpretação de gráficos. Zulnaidi e Zakaria (2012) concluíram que o ensino utilizando o GeoGebra pode melhorar o conhecimento conceitual e procedimental dos estudantes. A aprendizagem conceitual envolve a compreensão e interpretação de conceitos e as relações entre os conceitos, enquanto a aprendizagem procedimental envolve apenas memorizar operações sem compreender os seus significados (Arslan, 2010). A abordagem prática e interativa do *software* GeoGebra teve um efeito positivo no desempenho e na realização

dos estudantes no estudo das funções lineares e permitiu que os estudantes entendessem conceitos muito melhor do que os que não foram expostos à utilização do *software* (Mushipe & Ogbonnaya, 2019).

A meta-análise efetuada por Juandi et al. (2021) mostrou que o *software* GeoGebra tem um impacto significativo nas competências matemáticas dos estudantes em comparação com a aprendizagem tradicional.

No estudo de Wah (2015) não foram utilizados dois grupos, mas os mesmos estudantes foram testados em dois momentos, inicialmente utilizaram o método de ensino tradicional e depois foram submetidos ao método de ensino usando o GeoGebra. Neste estudo, verificaram-se melhorias significativas no desempenho dos estudantes e na motivação com a implementação do método de ensino usando o GeoGebra.

O *feedback* dos estudantes mostrou um efeito positivo na utilização do GeoGebra na aprendizagem de matemática (Chalaune & Subedi, 2020; Joshi & Singh, 2020; Kamal & Maat, 2021; Shadaan & Leong, 2013). O estudo de Joshi e Singh (2020), evidenciou que os estudantes apresentam um nível de percepção elevado, mais especificamente, gostaram de usar o GeoGebra na aprendizagem de equações lineares. O *software* foi ainda útil para aprender conceitos matemáticos, visualizar conteúdos matemáticos, sendo essencial e importante para a aprendizagem da matemática o que tornou os estudantes mais criativos, divertidos e confiantes. Os estudantes que participaram no estudo de Dahal et al. (2019), consideraram o *software* GeoGebra fácil de usar.

Os resultados da pesquisa de Mudaly e Fletcher (2019) revelaram que o uso do GeoGebra ajudou os estudantes a descobrir com sucesso as propriedades dos gráficos de funções lineares. Os autores concluíram também que, os estudantes gostaram de trabalhar com a tecnologia e o seu uso criou entusiasmo, permitindo que aprendessem conceitos através de tentativas e erros. A maioria dos estudantes sentiu que preferia trabalhar em grupos porque lhes permitia consultar uns aos outros quando em caso de dúvida ou quando não conseguiam compreender um determinado conceito. Este tipo de atividade de grupo permitiu a interação entre pares e a subsequente colaboração entre pares. Arbain e Shukor (2015) e Dahal et al. (2019) entendem que o GeoGebra deve ser usado pelos professores de Matemática com o objetivo de os estudantes explorarem o mundo da matemática num horizonte mais alargado, proporcionando aos estudantes pensar de forma crítica e criativa.

Em suma, o *software* GeoGebra é uma ferramenta eficaz para aumentar o desempenho e a realização; promover a curiosidade e a criatividade; dar sentido claro aos conceitos; e incentivar a aprendizagem global dos estudantes em matemática (Chalaune e Subedi, 2020).

## **METODOLOGIA**

O presente estudo é de natureza quantitativa, sendo a população composta pelo conjunto de estudantes da Licenciatura em Educação Básica da Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Politécnico de Leiria, inscritos na unidade curricular de Tópicos de Álgebra e Funções. Utilizou-se a técnica de amostragem intencional, sendo a amostra constituída por 80 estudantes que frequentaram as aulas no decorrer do semestre.

No tema funções, as aulas iniciaram usando o método tradicional e abordando conceitos sobre generalidades de funções. Durante estas aulas os estudantes foram realizando atividades com *feedback* na plataforma Moodle sem a utilização do GeoGebra. Depois foram lecionadas as funções afim e quadráticas e os estudantes realizaram atividades com *feedback* na plataforma Moodle com recurso ao GeoGebra. Ambas as atividades foram realizadas em grupos de dois elementos, formando-se 40 grupos. No final do semestre, em julho de 2022, os estudantes foram convidados a responder a um questionário que analisava a perceção em relação ao uso do *software* GeoGebra no estudo de funções. O questionário é constituído por 13 itens adaptados dos estudos de Chalaune e Subedi (2020), Pierce et al. (2007) e Shadaan e Leong (2013) e mensurados numa escala de Likert de cinco pontos (1- "*discordo totalmente*" a 5- "*concordo totalmente*"). O valor do alfa de Cronbach dos 13 itens que avaliam a perceção em relação ao uso do *software* GeoGebra no estudo de funções é de 0.98, o que revela uma muito boa consistência interna (Pestana & Gageiro, 2014).

A aplicação dos questionários foi efetuada recorrendo ao Google Forms. Os participantes foram informados dos objetivos do estudo, do anonimato e da confidencialidade dos dados, sendo garantido que estes seriam apenas utilizados para fins estatísticos na realização do presente estudo. Para efetuar a análise estatística recorreu-se ao *software* IBM SPSS *Statistics* 26. Para analisar os dados recorreu-se às técnicas de estatística descritiva, ao cálculo do alfa de Cronbach e à inferência

estatística, mais especificamente ao teste *t* de Student para comparação de amostras emparelhadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que através da aplicação do teste *t* de Student existem diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos grupos de estudantes nas atividades realizadas sem e com a intervenção do *software* GeoGebra ( $t = -4.28, p < 0.01$ ). Assim, quando os grupos de estudantes utilizam o GeoGebra para resolver as atividades apresentam melhores desempenhos ( $M = 17.1, DP = 2.05$ ) comparativamente a quando não o utilizam ( $M = 15.1, DP = 3.02$ ). Estes resultados corroboram com o estudo de Wah (2015) que obtiveram melhorias significativas no desempenho dos estudantes e na motivação após o ensino recorrendo ao GeoGebra, e também está no alinhamento com os estudos de Chalaune e Subedi (2020), Kamal e Maat (2021), Mushipe e Ogbonnaya (2019), Övez (2018) e Zulnaidi e Zakaria (2012) que mostraram que os melhores desempenhos foram obtidos no grupo experimental, em que os estudantes foram ensinados recorrendo ao GeoGebra.

**Tabela 1. Comparação entre o desempenho nas atividades realizadas no estudo de funções**

	Mínimo	Máximo	<i>M</i>	<i>DP</i>	Teste <i>t</i>
Atividades sem o uso de GeoGebra	7.90	20	15.10	3.02	-4.28**
Atividades com o uso de GeoGebra	11.92	20	17.10	2.05	

\*\* $p < 0.01$

Na Tabela 2 verifica-se que os estudantes percecionam de forma positiva o uso do *software* GeoGebra no estudo de funções, pois todos os valores médios se encontram acima do ponto médio da escala utilizada. O *feedback* positivo por parte dos estudantes na utilização do GeoGebra na aprendizagem de matemática também foi confirmado nos estudos de Chalaune e Subedi (2020), Joshi e Singh (2020), Kamal e Maat (2021) e Shadaan e Leong (2013).

O item com maior nível médio é “O professor tem um papel de facilitador quando aparece alguma dificuldade na utilização do GeoGebra” ( $M = 4.13, DP = 0.99$ ). O papel do professor como facilitador também tem sido destacado nos trabalhos de Means

(2010) e Pritchard (2017). De acordo com Kamal e Maat (2021) para garantir a eficácia do professor como facilitador tecnológico devem realizar-se estudos de acompanhamento que examinem as competências dos professores na utilização do GeoGebra.

O segundo item com nível médio mais elevado é *“Sinto que há interação do professor com os estudantes na resolução de atividades com o uso do GeoGebra”* ( $M = 4.11$ ,  $DP = 0.98$ ), o que vai ao encontro do preconizado por Shadaan e Leong (2013), Zulnaidi et al. (2020) e Watson (2001).

O terceiro item com nível médio mais elevado é *“O GeoGebra permite ler e interpretar gráficos de forma muito simples”* ( $M = 3.93$ ,  $DP = 1.06$ ). A visualização é uma propriedade do *software* GeoGebra que tem um grande destaque (Gökçe & Güner, 2022), e tem sido evidenciada também em outros estudos (Mudaly & Fletcher, 2019; Jokić & Takači, 2020), onde o *software* ajudou os estudantes a descobrir com sucesso as propriedades dos gráficos de funções.

Realça-se também o item *“Tenciono usar o GeoGebra com os meus futuros estudantes”* ( $M = 3.88$ ,  $DP = 1.03$ ), como sendo importante a mudança de pedagogias tradicionais para as pedagogias modernas (Luitel, 2017).

O item que apresenta o menor nível médio é *“Sinto-me confiante em resolver problemas da vida real usando o GeoGebra”* ( $M = 3.25$ ,  $DP = 1.18$ ). Este facto pode ser justificado pelo *software* apenas ter sido utilizado no estudo de apenas um tópico. Uma maior experiência com o *software* tornará os estudantes mais confiantes para a resolução de problemas.

**Tabela 2. Percepção em relação ao uso do *software* GeoGebra no estudo de funções**

Itens	<i>M</i>	<i>DP</i>
O professor tem um papel de facilitador quando aparece alguma dificuldade na utilização do GeoGebra	4.13	0.99
Sinto que há interação do professor com os estudantes na resolução de atividades com o uso do GeoGebra	4.11	0.98
O GeoGebra permite ler e interpretar gráficos de forma muito simples	3.93	1.06
Tenciono usar o GeoGebra com os meus futuros estudantes	3.88	1.03
O GeoGebra ajuda-me a entender mais facilmente as funções	3.79	1.14
O GeoGebra permite a investigação dinâmica das propriedades das funções	3.77	1.06
Sinto que há interação entre os colegas na resolução de atividades quando se usa o GeoGebra	3.77	1.06
Gosto de aprender matemática usando o GeoGebra	3.63	1.29

Sinto-me confiante em resolver problemas de funções usando o GeoGebra	3.57	1.26
A matemática é mais interessante quando se usa o GeoGebra	3.55	1.22
O GeoGebra ajuda-me a participar na discussão em sala de aula	3.52	1.08
Gosto de estudar matemática usando o GeoGebra	3.50	1.24
Sinto-me confiante em resolver problemas da vida real usando o GeoGebra	3.25	1.18

## CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que o uso do *software* GeoGebra melhora o desempenho dos estudantes quando estes realizam atividades em grupo. A percepção dos estudantes sobre a utilização do GeoGebra é positiva. Realçando-se que, no ensino com recurso ao GeoGebra, o professor desempenha um papel de facilitador do processo de aprendizagem, que há interação do professor com os estudantes na resolução de atividades e que, os estudantes enquanto futuros professores consideram também utilizar o *software* no ensino, pois consideram-no um instrumento potencializador da aprendizagem.

Uma das limitações deste estudo foi o facto de os desempenhos dos estudantes serem avaliados apenas em atividades realizadas em grupo. Assim, futuramente tenciona-se efetuar um estudo semelhante, onde os desempenhos dos estudantes sejam também avaliados individualmente e em diferentes tópicos da Matemática.

Tendo em atenção as conclusões deste estudo, espera-se que os resultados obtidos ajudem os atuais professores e os futuros professores de matemática a melhorar os padrões e a qualidade das práticas educativas com a utilização do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

## BIBLIOGRAFIA

- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The effects of GeoGebra on students achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 172, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
- Arslan, S. (2010). Traditional instruction of differential equations and conceptual learning. *Teaching mathematics and its applications: An International Journal of the IMA*, 29(2), 94-107. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrq001>
- Carnaúba, F., & Blikstein, P. (2020). The use of GeoGebra in Brazil from a constructionist perspective. *In Proceedings of the 2020 Constructionism Conference* (pp. 112-113).
- Chalaune, B. B., & Subedi, A. (2020). Effectiveness of GeoGebra in teaching school mathematics. *Contemporary Research: An Interdisciplinary Academic Journal*, 4(1), 46-58. <https://doi.org/10.3126/craiaj.v4i1.32729>
- Charles-Ogan, G., & Ibibo, G. (2018). GeoGebra: A Technological Soft Ware for Teaching and Learning of Calculus in Nigerian Schools. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 6(3), 115-120. DOI: 10.12691/ajams-6-3-5.

- Dahal, N., Shrestha, D., & Pant, B. P. (2019). Integration of GeoGebra in teaching and learning geometric transformation. *Journal of Mathematics and Statistical Science*, 5, 323-332.
- GeoGebra (2022, setembro 02). What is GeoGebra? Consultado em: <https://www.geogebra.org/about>
- Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5301-5323. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1>
- Granberg, C., & Olsson, J. (2015). ICT-supported problem solving and collaborative creative reasoning: Exploring linear functions using dynamic mathematics software. *The Journal of Mathematical Behavior*, 37, 48–62. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.11.001>
- Jokić, M., & Takači, Đ. (2020). Efficiency of dynamic computer environment in learning absolute value equation. *Symmetry*, 12(3), 473. <https://doi.org/10.3390/sym12030473>
- Joshi, D. R., & Singh, K. B. (2020). Effect of using GeoGebra on eight grade students' understanding in learning linear equations. *Mathematics Teaching Research Journal*, 12(3), 76-83.
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of GeoGebra software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go?. *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Kamal, N. M., & Maat, S. M. (2021). Keberkesanan Penggunaan Perisian GeoGebra dalam Pembelajaran Fungsi dan Graf Terhadap Pencapaian Pelajar Matrikulasi Jurusan Perakaunan. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(9), 294-309. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i9.1035>
- Keskin, I. (2016). Evaluation of effectiveness of an enriched curriculum prepared using GeoGebra software. *European Journal of Educational and Social Sciences*, 1 (1), 1-10.
- Khali, M., & Khalil, U. (2019). Geogebra as a Scaffolding Tool for Exploring Analytic Geometry Structure and Developing Mathematical Thinking of Diverse Achievers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 427-434. <https://doi.org/10.29333/iejme/5746>
- Luitel, L. (2017). Activity based instruction (ABI) for motivating the children in mathematics learning. In *Proceedings of National Conference on History and Recent Trends on Mathematics, Kathmandu, Nepal*. ISSN: 2594-3375, 104–110
- Masri, R. M., Ting, S. H., Zamzahir, Z., & Ma'amor, R. L. Z. R. (2016). The effects of using GeoGebra teaching strategy in Malaysian secondary schools: A case study from Sibul, Sarawak. *Geografia*, 12(7), 13-25.
- Means, B. (2010). Technology and education change: Focus on student learning. *Journal of research on technology in education*, 42(3), 285-307. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782552>
- Mudaly, V., & Fletcher, T. (2019). The effectiveness of GeoGebra when teaching linear functions using the iPad. *Problems of Education in the 21st Century*, 77(1), 55.
- Mushipe, M., & Ogbonnaya, U. I. (2019). GeoGebra and Grade 9 learners' achievement in linear functions. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(8), 206-219.
- Nobre, C.N, Meireles, M.R.G, Junior, N.V, Resende, M.N, Costa, L.E & Rocha, R.C. (2016). The use of GeoGebra software as a calculus teaching and learning tool. *Informatics in Education*, 15(2), 253–267. <https://doi.org/10.15388/infedu.2016.13>
- Övez, F. T. D. (2018). The Impact of Instructing Quadratic Functions with the Use of GeoGebra Software on Students' Achievement and Level of Reaching Acquisitions. *International Education Studies*, 11(7), 1-11. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n7p1>
- Pestana, M. H. & Gageiro, J. N. (2014). *Análise de dados para ciências sociais*. Lisboa Portugal: Edições Sílabo.
- Pierce, R., Stacey, K., & Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48(2), 285-300. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.01.006>

- Pritchard, A. (2017). *Ways of learning: Learning theories for the classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315460611>
- Radović, S., Radojičić, M., Veljković, K., & Marić, M. (2020). Examining the effects of GeoGebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments*, 28(1), 32-49. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1512001>
- Rybak, A. (2021, June). Effectiveness of teaching and learning in technology-supported mathematics education. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1946, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Shabiralyani, G., Hasan, K. S., Hamad, N., & Iqbal, N. (2015). Impact of Visual Aids in Enhancing the Learning Process Case Research: District Dera Ghazi Khan. *Journal of education and practice*, 6(19), 226-233.
- Shadaan, P., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of Using GeoGebra on Students' Understanding in Learning Circles. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1-11.
- Sumartini, T. S., & Maryati, I. (2021, April). GeoGebra application for quadratic functions. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1869, No. 1, p. 012138). IOP Publishing.
- Tamam, B., & Dasari, D. (2021, May). The use of GeoGebra software in teaching mathematics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Tatar, E., & Zengin, Y. (2016). Conceptual understanding of definite integral with GeoGebra. *Computers in the Schools*, 33(2), 120-132. <https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1177480>
- Wah, L. K. (2015). The effects of instruction using the arcs model and GeoGebra on Upper secondary students' motivation and achievement in learning combined transformation. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 30(5), 141-158.
- Wassie, Y. A., & Zergaw, G. A. (2019). Some of the potential affordances, challenges and limitations of using GeoGebra in mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8), em1734. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>
- Watson, J. (2001). Social constructivism in the classroom. *Support for Learning*, 16(3), 140-147. <https://doi.org/10.1111/1467-9604.00206>
- Yohannes, A., & Chen, H. L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Zengin, Y., & Tatar, E. (2017). Integrating dynamic mathematics software into cooperative learning environments in mathematics. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(2), 74-88.
- Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies*, 25(1), 51-72. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y>
- Zulnaidi, H., & Zakaria, E. (2012). The effect of using GeoGebra on conceptual and procedural knowledge of high school mathematics students. *Asian Social Science*, 8(11), 102-106. <http://doi.org/10.5539/ass.v8n11p102>
- Zulnaidi, H., & Zamri, S. N. A. S. (2017). The effectiveness of the GeoGebra software: The intermediary role of procedural knowledge on students' conceptual knowledge and their achievement in mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2155-2180. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01219a>