

# O impacto do GeoGebra Classroom na atitude de alunos do 10.º ano perante a Matemática

Ana Cristina Martins, Agrupamento de Escolas João de Deus, Portugal,

[ana.martins@aejdfaro.pt](mailto:ana.martins@aejdfaro.pt)

Hélia Venda Jacinto, Instituto de Educação Universidade de Lisboa, Portugal,

[hjacinoto@ie.ulisboa.pt](mailto:hjacinto@ie.ulisboa.pt)

Neuza Guerreiro Pedro, Instituto de Educação Universidade de Lisboa, Portugal,

[nspedro@ie.ulisboa.pt](mailto:nspedro@ie.ulisboa.pt)

**Resumo:** Diversos estudos salientam que a aprendizagem por meio de uma estratégia que apela ao raciocínio indutivo, apoiado pelo GeoGebra, permite aumentar a motivação dos alunos em matemática e que a utilização de um ambiente de geometria dinâmica estimula a atitude exploratória dos alunos. Este estudo teve como objetivo analisar o impacto da utilização do GeoGebra *Classroom* no ensino e aprendizagem da Matemática, nomeadamente ao nível das atitudes de alunos do 10.º ano perante a disciplina. Para tal, desenhou-se e implementou-se uma experiência de ensino com recurso ao GeoGebra *Classroom* que envolveu tarefas exploratórias com incidência nos tópicos de transformação de funções, funções quadráticas, resolução de problemas e modelação. De forma a analisar o seu impacto, foi aplicado um instrumento designado Teste de Atitudes em relação à Matemática e à Tecnologia, antes e após a implementação da experiência de ensino com recurso ao GeoGebra *Classroom*. O teste compreende cinco subescalas: Confiança em Matemática, Confiança no uso de Tecnologia, Atitude para aprender Matemática com Tecnologia, Envolvimento Afetivo e Envolvimento Comportamental. A amostra incluiu 41 alunos distribuídos por duas turmas de 10.º ano de uma escola pública do Algarve. A análise estatística dos resultados obtidos no pré e no pós-teste permitiu concluir que a atitude global destes alunos perante a Matemática e a Tecnologia não se alterou. Contudo, apesar de a Atitude para

aprender Matemática com Tecnologia (GeoGebra) destes alunos se ter tornado menos positiva, o seu Envolvimento Afetivo revelou-se mais positivo após a experiência de ensino. Estes resultados são discutidos à luz da experiência de ensino e da literatura corrente, identificando-se algumas implicações tanto para a prática pedagógica como para futuras investigações na área.

*Palavras-Chave:* GeoGebra Classroom; atitudes; tecnologia; Matemática; Funções

**Abstract:** Several studies highlight that learning through a strategy that appeals to inductive reasoning, supported by GeoGebra, increases students' motivation in mathematics and that the use of a dynamic geometry environment stimulates students' exploratory attitude. This study aimed to analyze the impact of teaching and learning of Mathematics with GeoGebra Classroom on the attitudes of 10<sup>th</sup> grade students towards the subject. To this purpose, a teaching experiment was designed and implemented using GeoGebra Classroom, which involved exploratory tasks focusing on the topics transformation of functions, quadratic functions, problem solving, and modeling. In order to analyze its impact, the instrument Mathematics and Technology Attitude Scale was applied, before and after the implementation of the teaching experiment using GeoGebra Classroom. The test includes five subscales: Confidence in Mathematics, Confidence in using Technology, Attitude towards learning Mathematics with Technology, Affective Involvement, and Behavioral Involvement. The samples consisted of 41 students, distributed across two 10th grade classes at a public school in the Algarve. The statistical analysis of the results from the pre and post-test allowed to conclude that the overall attitude of these students towards Mathematics and Technology did not change. However, although these students' Attitude towards learning Mathematics with Technology (GeoGebra) became less positive, their Affective Involvement proved to be more positive after the teaching experiment. These results are discussed in terms of the teaching experiment features and the current literature, identifying some implications for both pedagogical practice and future research in the area.

Keywords: GeoGebra Classroom; attitude; technology; Mathematics; Functions

## 1. Introdução

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE, 2003), a proporção de alunos de 15 anos que manifestam atitudes positivas em relação à matemática é inferior a um terço. A revisão sistemática realizada por Wen e Dubé (2022) atesta que seria muito vantajoso encontrar métodos eficazes para melhorar as atitudes matemáticas dos alunos do ensino secundário. Os autores não só sublinham a importância destas atitudes, como destacam o risco de uma diminuição irreversível se não forem tomadas medidas apropriadas.

Embora as potencialidades de ambientes dinâmicos e interativos de aprendizagem da Matemática, como o GeoGebra, estejam bastante documentadas na literatura, o design de tarefas para este contexto de trabalho é um tema ainda limitadamente explorado (Cevikbas & Kaiser, 2021). Entre os vários desafios que o professor enfrenta ao criar tarefas para este tipo de ambiente, identifica-se a inexperience dos alunos com estas ferramentas e as suas atitudes e crenças. Nesta linha, este estudo visa analisar a relação entre a utilização de tecnologia, como o GeoGebra *Classroom*, e a atitude dos alunos na disciplina de Matemática. Foi utilizada a *Mathematics and Technology Attitude Scale*, (MTAS, Pierce & Stacey, 2004; Pierce et al., 2007) que compreende 5 dimensões (subescalas), como será detalhado posteriormente. Formularam-se duas questões de investigação:

1. Qual o impacto da utilização do GeoGebra *Classroom* na atitude dos alunos face à Matemática e à utilização de tecnologia na aula de Matemática no estudo de funções?
2. Existe alteração significativa nalguma das dimensões estruturantes do conceito de atitudes?

## 2. Utilização do GeoGebra Classroom

Vários autores destacam a importância de aprender a utilizar a tecnologia de forma eficaz e a integrá-la no seu repertório de instrumentos para fazer e aprender matemática (Carreira et al., 2016, Jacinto & Carreira, 2017, 2021; Pierce et al., 2007; Pierce & Stacey, 2004). Nesses estudos, destacam-se questões cognitivas e afetivas fundamentais que podem ser úteis tanto para o planejamento do ensino como para o acompanhamento do progresso dos alunos na utilização da tecnologia.

O reconhecimento generalizado de que a Matemática é difícil, que exige esforço e persistência e é pouco apelativa para um número significativo de alunos (Niss, 2018) faz com que estudo das atitudes em torno desta área científica assumam uma especial importância, em particular no ensino secundário, no qual reconhecidamente as atitudes dos alunos face à matemática tendem a ser menos positivas. Como a literatura tem apontado que a utilização da tecnologia permite melhorar as competências matemáticas dos alunos desenvolvendo simultaneamente competências metacognitivas e aumentando a sua motivação (Bakar & Ismail, 2019), perspectivou-se que uma *experiência de ensino* com o GeoGebra *Classroom* poderia potenciar a aprendizagem e melhorar a atitude dos alunos face à Matemática.

Os Ambientes de Geometria Dinâmica, como o GeoGebra (GGB), permitem visualizar graficamente funções sem a necessidade de realização de cálculos pelo que liberta tempo e a atenção do aluno permitindo que este se centre na observação, reflexão e formulação de conjecturas. Este software tem diversas funcionalidades, nomeadamente, disponibiliza uma folha de cálculo, uma área de geometria 2D e de geometria 3D, uma calculadora científica, trabalha com realidade aumentada, animações. Para além disso, existe uma plataforma na qual é possível criar tarefas e livros (conjuntos de tarefas), que é de utilização partilhada entre alunos e professores através do designado GeoGebra *Classroom* que permite uma interação mais dinâmica. Nas tarefas propostas aos alunos podem ser incluídas imagens ou *applets* de geometria dinâmica que os alunos manipulam de modo autónomo. As tarefas permitem ainda incluir questões de tipo diverso,

como de escolha múltipla, completamento, resposta curta, resposta longa, entre outros (GeoGebra 2022a; 2022b).

### 3. Atitudes dos alunos face à matemática

A atitude do aluno é um construto importante para o ensino eficaz e aprendizagem significativa. As atitudes determinam o interesse do aluno pela disciplina, neste caso a matemática, e a sua disponibilidade para se envolver nas tarefas propostas. No entanto, a inexistência de uma definição clara e consensual do conceito de *atitude* torna difícil tirar conclusões dos estudos que a analisam o que, por sua vez impede os investigadores de tirar conclusões amplas sobre como melhorar as atitudes matemáticas dos alunos (Dubé & Wen, 2022).

Existem três técnicas comumente usadas no estudo de atitudes matemáticas: observações, entrevistas e métodos de autoavaliação (por exemplo, questionários ou escalas) (Panoura, 1961, citado por Dubé & Wen, 2022). Na literatura é possível identificar vários testes ou escalas de atitudes em relação à matemática e à sua aprendizagem. Na Tabela 1 apresentam-se os sete instrumentos encontrados para este efeito bem como as suas principais características.

#### Tabela 1

*Instrumentos para analisar as atitudes em relação à matemática*

<i>Instrumento</i>	<i>Dimensões</i>	<i>Itens</i>
Escalas de Gozo e Valor (escala E e escala V; Aiken, 1974)	Um conjunto de duas escalas	Escala de prazer (11) e Escala de valor (10)
Fennema-Sherman Atitude Matemática Escalas (FSMAS; Fennema & Sherman, 1976)	Um conjunto de nove subescalas	Escala de ansiedade matemática (12), atitude em relação a sucesso na escala de Matemática (12), confiança na aprendizagem da escala de Matemática (12), motivação de efetividade na escala de Matemática (12), escala de pai (12), escala de mãe (12), Matemática como domínio masculino (12), escala de professores (12), utilidade da escala de Matemática (12).

Atitudes em relação A ao Inventário Matemático (ATMI; Tapia & Marsh, 2002)	Quatro subescalas ou dimensões	Uma escala de 40 itens com: autoconfiança (15), valor (10), prazer (10), motivação (5)
Mathematics and Technology Attitude Scale, (MTAS; Pierse et al., 2004)	Cinco subescalas ou dimensões	Uma 20 itens repartida em cinco subescalas de 4 itens cada: confiança em matemática [CM], confiança no uso de Tecnologia [CT], atitude para aprender matemática com tecnologia [AMT], envolvimento afetivo [EA] e envolvimento comportamental [EC].
Versão abreviada do Inventário de Atitudes em relação à Matemática (curta ATMI; Lim & Chapman, 2013)	Quatro subescalas ou dimensões	Uma versão de ATMI encurtada de 19 itens com: prazer (5), motivação (4), autoconfiança (5), valor percebido (5).
SATMAS Scale for assessing attitudes towards mathematics in secondary education (Yáñez & Villardón, 2016)	Três subescalas ou dimensões	Uma escala de 19 itens: Autoconceito matemático do aluno (7), Utilidade percebida da matemática (5), Interesse pela matemática (7).
Questionário de Atitudes Face à Matemática (QAFM) (Silva & Candeias, 2013)	Cinco dimensões	Um teste constituído por 50 afirmações (25 favoráveis e 25 desfavoráveis), distribuídas por a competência percebida (12), o valor percebido (10), o interesse (12), as emoções/sentimentos (10) e a ansiedade (6).

Constata-se uma diversidade de escalas (com subescalas ou dimensões) de atitudes face à matemática. Uma das consequências da diversidade de abordagens teóricas sobre o conceito de atitude e da inexistência de uma definição teórica consensual sobre o conceito de atitudes face à matemática é a profusão de escalas e das suas dimensões ou componentes.

Embora nenhum destes instrumentos tenha sido desenvolvido ou adaptado para analisar as atitudes face à matemática de alunos do ensino secundário em Portugal, a escala Mathematics and Technology Attitude Scale (MTAS; Pierse et al., 2007) afigura-se com potencial para esse efeito.

#### 4. Metodologia

Este é um estudo de cariz quantitativo, do tipo descritivo e comparativo, adotando-se um design pré-experimental (Grupo único com pré e pós-teste), onde se procurou descrever condições existentes num dado contexto e averiguar a forma como se relacionam as variáveis em estudo. Desenvolveu-se em três etapas: i) a fase de diagnóstico, durante a qual se realizou a pré-testagem; ii) a fase de implementação da experiência de ensino; iii) a fase de avaliação após a experiência de ensino na qual se realizaram os pós-testes. A Tabela 2 apresenta de forma sumária vários aspetos deste estudo, nomeadamente, os participantes que integraram a amostra e os instrumentos utilizados.

**Tabela 2**

*Quadro resumo de investigação*

Questões	Conceitos-chave	Operacionalização Amostra	Instrumentos
<p>1. Qual o impacto da utilização do GeoGebra Classroom nas atitudes dos alunos face à matemática e à utilização da tecnologia na aula de matemática no estudo de funções?</p> <p>2. Existe alteração significativa nalguma das dimensões estruturantes do conceito de atitudes?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atitude</li> <li>• Tecnologia na aprendizagem</li> <li>• Função quadrática</li> <li>• Transformação de funções</li> <li>• GeoGebra Classroom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alunos do Ensino Secundário - 10.º ano.</li> <li>• 41 alunos de duas turmas do presseguimento de estudos de Ciências e Tecnologia.</li> <li>• Amostra por conveniência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação inicial da escala de atitudes.</li> <li>• Experiência de ensino.</li> <li>• Aplicação final da escala atitudes.</li> </ul>

Atendendo ao número de alunos e ao tempo disponível para realizar a recolha de dados, optou-se pela aplicação da escala *Mathematics and Technology Attitude Scale* (MTAS; Pierce et al. 2007). A escala de atitudes original, traduzida para Português, foi aplicada duas vezes com recurso a questionário on-line com Google Forms (antes e após a experiência de ensino).

Esta escala é constituída por 20 questões de resposta fechada, em escala de Lickert de 5 pontos, repartidas em cinco subescalas: confiança em matemática [CM] (de concordância), confiança no uso de Tecnologia [CT], atitude para aprender matemática com tecnologia [AMT], envolvimento afetivo [EA] e

envolvimento comportamental [EC] (de frequência) por conter subescalas para analisar as atitudes face à tecnologia e à sua utilização no ensino aprendizagem da Matemática.

Os resultados foram analisados com recurso ao Microsoft Excel e ao SPSS da IBM, versão 29.0, para elaboração de gráficos e realização de estatísticas descritivas e inferenciais.

## **5. Experiência de ensino**

As tarefas da *experiência de ensino* foram elaboradas tendo em consideração que:

i) o GGB *Classroom* é um ambiente atrativo, claro, organizado e confiável sendo importante fornecer aos alunos pistas/sugestões ao longo das tarefas (Zöchbauer et al., 2021), ii) aprender por meio de uma estratégia que apela ao raciocínio indutivo auxiliado pelo GGB permite aumentar a motivação dos alunos em matemática (Abdullah et al., 2020), iii) a utilização de um AGD estimula a atitude exploratória dos alunos e ajuda-os a atribuir significado aos conceitos e à tarefa (Baccaglioni-Frank, 2021), iv) a articulação com o GGB *Classroom* no estudo de funções aumenta a eficácia da aprendizagem (Monalisa et al., 2021). Assim, a experiência de ensino privilegiou a aprendizagem com recurso à tecnologia, através do GGBC, e foi composta por seis *tarefas de exploração* (Ponte, 2005) pois encerram um certo grau de desafio e são relativamente abertas (Figura 1).

Estas tarefas foram realizadas ao longo de um período de 4 semanas, num total de 12 aulas de 50 minutos, não consecutivas, tendo sido intercaladas com resolução de problemas e exercícios de aplicação. A primeira aplicação da escala decorreu e anteriormente à experiência de ensino e a segunda aplicação teve lugar duas semanas após a finalização da experiência de ensino.

### **Figura 1**

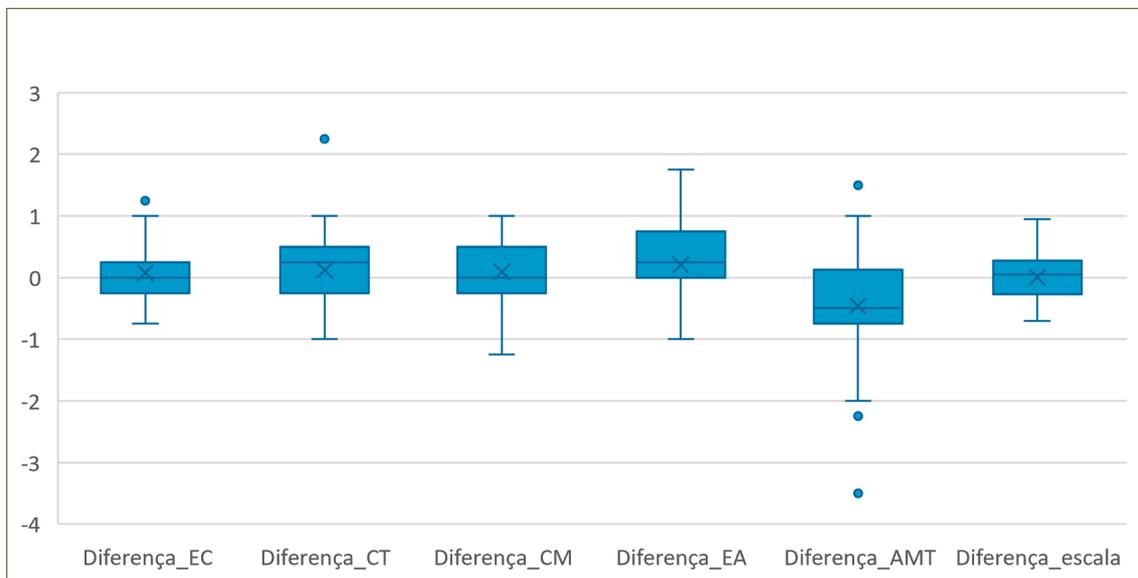
Conjunto de tarefas da experiência de ensino



A análise dos resultados comparativos das duas aplicações da escala e suas subescalas com recurso à diferença dos resultados (Tabela 3) torna evidente que nas subescalas EC, CT e CM, não existe diferença substancial em relação aos dois momentos de aplicação estando os valores da diferença distribuídos em torno do zero, o mesmo acontecendo quando se considera toda a escala. No entanto, parece haver uma subida generalizada na atitude EA, envolvimento afetivo dos alunos que se traduz em 75% de melhoria nesta subescala. Verifica-se uma diminuição da subescala AMT, atitude para aprender matemática com tecnologia, com perto de 75% das diferenças a ocorrer em sentido negativo como se pode verificar pela observação direta do gráfico apresentado na Figura 2.

**Figura 2**

*Diagrama de extremos e quartis das diferenças entre as Aplicações da Escala*



## Estatística Inferencial

Existiu a necessidade de recorrer aos testes de normalidade através do teste de Shapiro-Wilk de modo a confirmar este requisito para aplicação de testes paramétricos. Foi analisada a simetria e curtose em todos estes parâmetros, tendo sido verificado que os valores são aceitáveis para distribuições normais (inferior,

em valor absoluto a 3 e 7 respetivamente), os diagramas de extremos e quartis também indiciam que estas distribuições são normais.

Para verificar se estas diferenças são significativas, realizaram-se os testes estatísticos de comparação da média de amostras emparelhadas. Nos casos em que os testes de normalidade permitiam aceitar a normalidade da distribuição dos resultados, aplicou-se o teste paramétrico Teste-t para amostras emparelhadas. Nos casos em que não se pode garantir a referida normalidade, aplicou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon. Consideraram-se as hipóteses apresentadas na Tabela 4.

#### **Tabela 4**

##### Testes de hipóteses

Hipóteses na aplicação do teste paramétrico – Teste-t de amostras emparelhadas:	
H0: As duas médias obtidas pelas duas aplicações da escala (ou subescala correspondente) são (estatisticamente) iguais.	Ha: As referidas médias são estatisticamente diferentes.
Hipóteses na aplicação do teste não paramétrico – Teste de Wilcoxon de amostras emparelhadas:	
H0: As duas medianas obtidas pelas duas aplicações escala/subescala correspondente são (estatisticamente) iguais.	Ha: As referidas medianas são estatisticamente diferentes.

Considerando a Escala completa verificaram-se que os pressupostos de normalidade são garantidos segundo o teste de Shapiro-Wilk ( $p=0,140$ ,  $p=0,636$  e  $p=0,726$ , todos superiores a  $0,050$ , pelo que se aceita a normalidade da distribuição), realizou-se posteriormente o Teste-t para amostras emparelhadas ( $t(40)=0,085$  com  $p=0,933$ , valor superior a  $0,050$ ) pelo que se conclui não existir diferença significativa entre os valores da média das duas recolhas (Tabela 5).

#### **Tabela 5**

##### *Teste-t para amostras emparelhadas - Aplicação às Escalas*

		Diferenças emparelhadas					t	df	Significância	
		Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença				Unilateral p	Bilateral p
					Inferior	Superior				
Par 1	Apli. Inicial Escala Total - Apli. Final Escala Total	-,004878	,367220	,057350	-,120787	,111031	-,085	40	,466	,933

No teste de Kolmogorov-Smirnov apenas um valor de  $p$  é menor que 0,050 que corresponde aos dados do pós-teste da subescala de Envolvimento Afetivo ( $p=0,000$ ). Assim, foi possível utilizar um teste paramétrico para amostras emparelhas nas restantes subescalas, o Teste-t.

		Diferenças emparelhadas					t	df	Significância	
		Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença				Unilateral p	Bilateral p
					Inferior	Superior				
Par 1	A Inicial Escala EC - A Final Escala EC	-,079268	,445249	,069536	-,219806	,061270	-1,140	40	,131	,261
Par 2	A Inicial Escala CT - A Final Escala CT	-,109756	,596995	,093235	-,298191	,078679	-1,177	40	,123	,246
Par 3	A Inicial Escala CM - A Final Escala CM	-,091463	,499237	,077968	-,249042	,066115	-1,173	40	,124	,248
Par 4	A Inicial Escala AMT - A Final Escala AMT	,529268	,914807	,142869	,240520	,818017	3,705	40	<,001	<,001

**Tabela 6**

*Teste-t para amostras emparelhadas – Subescalas: EC, CT, CM e AMT*

Considerando os valores de  $p$  encontrados para o Teste-t aplicado às subescalas de EC, CT e CM verificou-se que não existiu uma alteração significativa dos valores das médias ( $p=0,122$ ;  $p=0,246$  e  $p=0,248$  respetivamente, todos claramente superiores a 0,050), pelo que se conclui que existe igualdade de resultados nas duas aplicações da escala (Tabela 6) Inversamente, na subescala AMT, existiu uma diminuição significativa, ( $p<0,001$ ), sendo a média da aplicação final da escala significativamente inferior à aplicação inicial desta subescala.

Para analisar os resultados da subescala EA, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk sendo que é possível considerar esta distribuição normal ( $p=0,057$  superior a 0,050), pelo que se aplicou o Teste-t. Na tabela 7 verifica-se que a média aumentou sendo este aumento considerado significativo ( $t(40)=-2,076$ ,  $p=0,022<0,050$ ).

**Tabela 7**

*Teste-t para amostras emparelhadas - subescala EA*

		Diferenças emparelhadas					t	df	Significância	
		Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença				Unilateral p	Bilateral p
					Inferior	Superior				
Par 1	Aplicação Inicial Escala EA - Aplicação Final Escala EA	-,201220	,620533	,096911	-,397084	-,005355	-2,076	40	,022	,044

Assim, da aplicação inicial para a final, verificaram-se pequenas subidas na escala MTAS, não estatisticamente significativas, o mesmo acontecendo nas subescalas EC, CT e CM, (Tabela 8). Existiu uma diminuição estatisticamente significativa na subescala AMT e um aumento estatisticamente significativo na subescala EA.

### Tabela 8

*Estatística descritiva de médias emparelhadas por subescala entre as duas aplicações da escala*

		Média	N	Desvio Padrão	Erro de média padrão
Par 1	A Inicial Escala Total	3,65000	41	,596553	,093166
	A Final Escala Total	3,65488	41	,681800	,106479
Par 2	A Inicial Escala EC	3,95122	41	,785055	,122605
	A Final Escala EC	4,0305	41	,83328	,13014
Par 3	A Inicial Escala CT	3,89634	41	,743672	,116142
	A Final Escala CT	4,006	41	,7363	,1150
Par 4	A Inicial Escala CM	3,40854	41	,916440	,143124
	A Final Escala CM	3,5000	41	,93374	,14583
Par 5	A Inicial Escala EA	3,76829	41	,812770	,126933
	A Final Escala EA	3,9695	41	,81047	,12657
Par 6	A Inicial Escala AMT	3,29756	41	,915557	,142986
	A Final Escala AMT	2,7683	41	1,20984	,18895

A questão de investigação colocada dizia respeito à existência de diferença entre os resultados da aplicação da escala de atitudes antes e depois da realização da experiência de ensino com o GGBC. Os resultados do estudo apontam para uma resposta negativa: não existe diferença significativa nos resultados das duas aplicações da escala, ou seja, não houve alteração significativa das atitudes dos alunos face à matemática e à tecnologia, de um modo geral.

É reconhecido que as atitudes influenciam de forma previsível o comportamento dos indivíduos. No entanto, esta relação entre atitudes e comportamentos não é sempre consistente. A tendência para que os comportamentos correspondam às atitudes aumenta quando estas são estáveis, enraizadas nas crenças pessoais,

relacionadas com áreas de conhecimento familiar ao indivíduo, baseadas em experiências pessoais significativas e percebidas como importantes pelo próprio (Fiske & Taylor, 2008). Por outro lado, Hannula (2002) argumenta que as atitudes e as mudanças comportamentais associadas derivam de emoções, associações, expectativas e valores, podendo alterar-se rapidamente. Uma atitude negativa em relação à matemática, por exemplo, pode ser uma estratégia de defesa eficaz para manter um autoconceito positivo. Assim, observa-se que, até na estabilidade das atitudes, existem divergências.

As atitudes analisadas neste estudo são especificamente relativas a três domínios: (1) a matemática como domínio disciplinar, abrangendo três subescalas (confiança em matemática [CM], envolvimento afetivo [EA] e envolvimento comportamental [EC]), (2) a utilização da tecnologia em geral, nomeadamente a subescala confiança no uso de tecnologia [CT], e (3) o uso de ferramentas tecnológicas, o GGBC, no processo de ensino aprendizagem da matemática, representado pela subescala atitude para aprender matemática com tecnologia [AMT].

O resultado relativo à descida da média da subescala AMT está em linha com o que foi observado em sala de aula bem como com as dificuldades expressas pelos alunos, que referem a dificuldade de retirar conclusões e a insegurança sobre quais seriam as conclusões pretendidas. Os alunos não estavam habituados a resolver tarefas de natureza exploratória, tinham pouca experiência de utilização anterior do GGB, e esta experiência de ensino foi a primeira em que os alunos das turmas usaram o GGB *Classroom*. A diminuição da atitude positiva em relação à aprendizagem de Matemática com tecnologia pode ser resultante de uma falta de regularidade de utilização de tarefas exploratórias bem como a inexperiência com o GGBC.

A literatura também indicia que esta diminuição tende a ser comum em alunos com elevado sucesso escolar quando expostos a novas metodologias e a novas ferramentas tecnológicas, sendo que este fenómeno é conhecido por *expertise reversal effect* (Kalyuga et al., 2003; Reed et. al, 2010).

No que diz respeito ao uso da tecnologia na aprendizagem da matemática, os alunos podem desenvolver atitudes gerais sobre a sua natureza e valor, bem como acerca das suas próprias capacidades e interesse em fazê-lo (Boekaerts & Simons, 2003, citados por Kirschner et al., 2010) com base nas suas experiências anteriores com ferramentas tecnológicas matemáticas. Estas atitudes podem ser influenciadas pela utilização pessoal de computadores e tablets, mesmo sem experiência direta com a tecnologia específica. No entanto, a falta de experiência pessoal significativa, especialmente com ferramentas como o GeoGebra Classroom, pode resultar em atitudes menos preditivas e estáveis em relação ao comportamento.

Por outro lado, a experiência dos indivíduos em situações de aprendizagem influencia as suas atitudes e a perceção da própria competência para cumprir as tarefas. Conforme referido por Boekaerts e Simons (2003, citados por Kirschner et al., 2010) quando os alunos acreditam que podem satisfazer as exigências das tarefas, tendem a ativar uma intenção de aprendizagem, demonstrando disposição para investir esforço em comportamentos de aprendizagem orientados para objetivos. Por outro lado, dúvidas sobre a capacidade de atender às exigências podem levar à ativação de uma intenção de enfrentamento, com comportamentos de evasão ou desinvestimento, priorizando o bem-estar em detrimento do processo de aprendizagem.

Salienta-se ainda que a experiência de ensino decorreu num espaço temporal inferior a dois meses, pelo que não era provável obter alterações significativas ao nível das atitudes dos alunos em análise. De facto, em áreas mais familiares aos alunos (e.g., aprendizagem matemática e domínio tecnológico) as alterações observadas não foram significativas, mas revelou-se significativa a alteração na subescala que aprecia a utilização do GeoGebra Classroom, relativamente ao qual os alunos estavam pouco familiarizados.

Quanto ao aumento da pontuação da subescala Envolvimento Afetivo é um resultado interessante, já que esta subescala reflete a predisposição emocional para a matemática e traduz o envolvimento afetivo, pelo que a sua melhoria é um

resultado muito positivo desta intervenção. Este aumento indicia que os alunos poderão estar mais interessados em aprender conteúdos novos em matemática, que consideram aprender matemática mais agradável, que se sentem mais satisfeitos quando resolvem problemas de matemática, ou que se sentem recompensados pelo seu esforço na disciplina. Desta forma, é possível concluir que o recurso ao GGBC teve um impacto positivo na relação afetiva que estes alunos mantêm com a disciplina de matemática.

De acordo com Pekrun (2006) as emoções de realização positiva, como a fruição, reforçam comportamentos de aprendizagem (e.g., rever os conteúdos abordados) e podem conduzir a um melhor desempenho. Em contrapartida, emoções de realização negativa, como a ansiedade, fazem diminuir a motivação (e.g., alunos evitam a tarefa) o que pode diminuir o desempenho. Deste modo o aumento da subescala EA, poderá ser explicado pela existência de emoções positivas ao longo da experiência de ensino, que conduziram ao surgimento destas alterações de envolvimento afetivo, e poderá reforçar comportamentos de aprendizagem, como fazer uma revisão das tarefas ou dos conteúdos, e conduzir a um melhor desempenho.

## **7. Conclusões**

Este estudo pretendia analisar o impacto de uma experiência de ensino com recurso ao GeoGebra nas atitudes dos alunos do 10.º ano perante a matemática e a tecnologia. A experiência de ensino teve como foco o estudo da função quadrática com recurso sistemático ao ambiente de geometria dinâmica GeoGebra através da plataforma GeoGebra Classroom.

Os resultados mostram que a utilização do GeoGebra Classroom na experiência de ensino não alterou significativamente as atitudes dos alunos perante a matemática e a tecnologia. Contudo, observou-se uma alteração significativa em duas subescalas do MTAS: a AMT (Atitude para aprender Matemática com Tecnologia) e o EA (Envolvimento Afetivo).

Verificou-se uma diminuição estatisticamente significativa na subescala AMT. Estes resultados são particularmente interessantes, considerando que os alunos tiveram, ao longo da sua experiência escolar, pouca utilização de tecnologia na sala de aula de Matemática. A literatura explica que esta diminuição pode ser comum em alunos de alto desempenho quando são expostos a novas metodologias ou novas ferramentas tecnológicas.

Verificou-se também um maior envolvimento afetivo com a disciplina. O aumento significativo do envolvimento afetivo, num nível de ensino onde diversos estudos indicam uma tendência para a deterioração da atitude face à matemática, destaca-se como um resultado notável neste estudo. No entanto, a diminuição da atitude dos alunos em relação à utilização da tecnologia GGBC no ensino/aprendizagem da Matemática, que pode ser uma consequência da presença de um grupo significativo de alunos com alto desempenho na disciplina, pode ter contribuído para um aumento menos expressivo na escala geral. A experiência de ensino foi realizada num curto espaço de tempo. Caso tivesse a mesma duração, mas a intervenção fosse distribuída por um período mais alargado, é possível que o impacto fosse maior dado o maior espaçamento temporal entre as duas aplicações do teste de atitudes. Esta investigação recorreu a uma amostra de conveniência, de reduzida dimensão e, sem um grupo de controlo, pelo que estas condições limitam a possibilidade de generalizar os resultados obtidos. No entanto, a expansão deste estudo para incluir diversas escolas e professores, com uma amostra aleatória e, idealmente, com grupo de controlo, poderia permitir uma generalização mais ampla das conclusões alcançadas. A inexistência de estudos, em Portugal, que utilizem a escala MTAS representa, por um lado, uma fragilidade devido à falta de comparação e certificação específica desta escala para a população portuguesa. Todavia, por outro lado, constitui uma vantagem pois permitiu pela primeira vez a obtenção e análise de resultados utilizando esta escala no ensino secundário em Portugal. Portanto, torna-se essencial a realização de um estudo mais abrangente e detalhado que valide a escala MTAS no contexto educacional português. Este estudo não só enriqueceria o conhecimento existente, mas também proporcionaria ferramentas cruciais para avaliar o impacto do uso

da tecnologia na aprendizagem e no ensino da matemática em Portugal, especialmente em relação às atitudes dos alunos face à disciplina. Entende-se que esta é uma etapa fundamental para potenciar e otimizar o uso da tecnologia educacional, de forma a alinhar a sua integração em sala de aula com as necessidades e especificidades dos estudantes portugueses.

## 8. Referências

- Abdullah, A. H., Misrom, N. S., Kohar, U. H. A., Hamzah, M. H., Ashari, Z. M., Ali, D. F., & Abd Rahman, S. N. S. (2020). The effects of an inductive reasoning learning strategy assisted by the GeoGebra software on students' motivation for the functional graph II topic. *IEEE Access*, 8, 143848-143861. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014202>
- Aiken, L. R. (1974). Two scales of attitude toward mathematics. *Journal for research in Mathematics Education*, 5(2), 67-71. <https://doi.org/10.2307/748616>
- Baccaglioni-Frank, A. (2021). To tell a story, you need a protagonist: how dynamic interactive mediators can fulfill this role and foster explorative participation to mathematical discourse. *Educational Studies in Mathematics*, 106(2), 291-312. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10009-w>
- Bakar, A. A. & Ismail, N. (2019) Preparing to teach mathematics with technology: review of an integrated approach to develop student's metacognitive skills. *Journal of mechanics of continua and mathematical science*, 14(6), 99-126. <https://doi.org/10.26782/jmcms.2019.12.00009>
- Bedada, T. B. & Machaba, F. (2022). The effect of GeoGebra on STEM students learning trigonometric functions. *Cogent Education*, 9(1), 2034240. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2034240>
- Canavarro, A. P. (2011). Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios. *Educação e Matemática*, 115, p. 11-17. <http://hdl.handle.net/10174/4265>
- Carreira, S., Jones, K., Amado, N., Jacinto, H., & Nobre, S. (2016). *Youngsters solving mathematics problems with technology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24910-0>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2021). A Systematic Review on Task Design in Dynamic and Interactive Mathematics Learning Environments (DIMLEs). *Mathematics*, 9, 399. <https://doi.org/10.3390/math9040399>
- Chapman, E. (2003). Development and validation of a brief mathematics attitude scale for primary-aged students. *Journal of Educational Enquiry*, 4(2), 63-73.
- Dubé, A. K., & Wen, R. (2022). Identification and evaluation of technology trends in K-12 education from 2011 to 2021. *Education and information technologies*, 27(2), 1929-1958. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10689-8>
- Fennema, E., & Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-336. <https://doi.org/10.2307/748467>

- Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (2008). *Social Cognition: From Brains to Culture*. McGraw-Hill Higher Education.
- GeoGebra. (2022a). Descubra a Matemática com o GeoGebra. Recolhido a 8 de junho de 2022. <https://www.geogebra.org/?lang=pt-PT>
- GeoGebra. (2022b) Learn GeoGebra Classroom Recolhido a 8 de junho de 2022. <https://www.geogebra.org/m/hncrgruu>
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational studies in Mathematics*, 49(1), 25-46. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016048823497>
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2017). Mathematical problem solving with technology: The techno-mathematical fluency of a student-with-GeoGebra. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 1115-1136. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9728-8>
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2021). Digital Tools and Paper-and-Pencil in Solving-and-Expressing: How Technology Expands a Student's Conceptual Model of a Covariation Problem. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 113-132. <https://doi.org/10.22342/jme.12.1.12940.113-132>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23–31.
- Kirschner, P. A., Reed, H., & Drijvers, P. (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools. *Computers & Education*, 55(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.012>
- Lim, S. Y., & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational studies in mathematics*, 82, 145-164. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10649-012-9414-x.pdf>
- Monalisa, L. A., Fatahillah, A., Prihandini, R. M., Hussen, S., & Fajri, E. D. R. (2021, March). The development of online interactive learning media by using google classroom assisted by GeoGebra software on the quadratic function material. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1832, No. 1, p. 12-59). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012059>
- Niss, M. (2018). Learning difficulties in mathematics. What are their nature and origin, and what can we do to counteract them? *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 13(17), 127–140.
- OCDE. (2003). *Relatório Anual da OCDE de 2003*. Editora da OCDE, Paris. [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-annual-report-2003\\_annrep-2003-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-annual-report-2003_annrep-2003-en)
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Education Psychology Review*, 18, 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- 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>
- Pierce, R., & Stacey, K. (2004). A framework for monitoring progress and planning teaching towards the effective use of computer algebra systems.

- International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 59-93.  
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Ponte, J. P. D. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Eds.) *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). APM.  
<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/3008>
- Reed, H. C., Drijvers, P., & Kirschner, P. A. (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools. *Computers & education*, 55(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.012>
- Tapia, M., & Il Marsh, G. E. (2002). Confirmatory factor analysis of the attitudes toward mathematics inventory. Chattanooga: Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED471301.pdf>
- Wen, R., & Dubé, A. K. (2022). A Systematic Review of secondary students' attitudes towards mathematics and its relations with mathematics achievement. *Journal of Numerical Cognition*, 8(2), 295-325.  
<https://jnc.psychopen.eu/index.php/jnc/article/view/7937>
- Yáñez-Marquina, L., & Villardón-Gallego, L. (2016). Attitudes towards mathematics at secondary level: Development and structural validation of the scale for assessing attitudes towards mathematics in secondary education (SATMAS). *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 14(3), 557-581. <https://www.redalyc.org/pdf/2931/293149308008.pdf>
- Zöchbauer, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2021). Evaluating GeoGebra Classroom with Usability and User Experience Methods for Further Development. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 28(3), 183-191. [https://doi.org/10.1564/tme\\_v28.3.08](https://doi.org/10.1564/tme_v28.3.08)