

Atitudes dos alunos face ao GeoGebra – Construção e validação de um inventário.¹

Students' Attitudes toward GeoGebra - Development and validation of an inventory.

MARIA JOÃO PERES²

JOSÉ MANUEL DOS SANTOS DOS SANTOS³

Resumo

Tendo em vista a construção autónoma de conhecimento matemático, é cada vez mais frequente o uso de aplicações de matemática dinâmica na sala de aula. Apesar do entusiasmo e adesão iniciais pela utilização de novas tecnologias, estudos anteriores (Santos e Fontaine, 2002) sugerem que, quanto mais profundo o uso da tecnologia, tanto mais esse ânimo tenderá a desaparecer, podendo mesmo assumir características inibidoras. Para aprofundar esta questão, o Instituto GeoGebra – Portugal entendeu desenvolver um inventário de atitudes dos alunos face ao GeoGebra. Este artigo apresenta o seu processo de construção e validação junto de 252 alunos. O inventário revelou-se fiável ($\alpha=0,908$) e válido, com base numa análise fatorial com rotação Varimax, mas suscita reflexão sobre o número de fatores a reter (três ou quatro).

Palavras-chave: GeoGebra; atitudes; alunos.

Abstract

Aiming at the autonomous construction of mathematical knowledge, the use of dynamic mathematics software has become common in the classroom. Students tend to show enthusiasm and adhere to new technologies, but previous studies (Santos and Fontaine, 2002) suggest that, the deeper is the use of technology, the more this mood tends to fade and even become inhibitory. In this context, the GeoGebra Institute – Portugal decided to develop an inventory of students' attitudes toward GeoGebra. This article presents its building and validation process, with 252 students. The inventory proved reliable ($\alpha=0,908$) and valid, based on a factor analysis with a Varimax rotation, but still raises the question on the number of factors to retain (three or four)

Keywords: GeoGebra ; attitudes; students.

Tecnologia: fator de motivação?

Ninguém duvida que a utilização de tecnologia é (e continuará a ser) um fator de mudança no ensino e aprendizagem da matemática. Sucessivos documentos normativos emanados pela tutela enfatizam há mais de duas décadas a importância e necessidade dos recursos tecnológicos na construção do conhecimento matemático e as orientações metodológicas do atual programa de matemática do ensino básico (2007, pp. 9-10) destacam que

¹ Instituto GeoGebra Portugal (IG-P)

² Agrupamento de Escolas de Águas Santas, IG-P, m.joao.peres@aescas.net

³ Escola Secundária D. Afonso Sanches, IG-P, santosdossantos@me.com

“[...] Ao longo de todos os ciclos, os alunos devem usar calculadoras e computadores na realização de cálculos complexos, na representação de informação e na representação de objetos geométricos. O seu uso é particularmente importante na resolução de problemas e na exploração de situações, casos em que os cálculos e os procedimentos de rotina não constituem objetivo prioritário de aprendizagem, e a atenção se deve centrar nas condições da situação, nas estratégias de resolução e na interpretação e avaliação dos resultados.”

Mas será que a utilização da tecnologia é igualmente um fator de motivação para os alunos? No SIEM XIII, Santos e Fontaine (2002, p. 12) deixaram no ar esta questão, ao apresentar dados que sugeriam atitudes diferenciadas dos alunos em função da frequência e do nível de utilização de recursos tecnológicos na sala de aula:

“Quando se dividiram os alunos, em função da utilização do laboratório em três grupos (nunca, raramente e sistematicamente) não se encontraram diferenças quanto a motivação face a matemática. Porém, analisando apenas o grupo que utilizou o laboratório sistematicamente, verificou-se uma evolução positiva da motivação em função do tempo de existência do projeto na escola. As melhorias na motivação dos alunos não pode ser interpretada apenas como um efeito da utilização de métodos mais atrativos. Com efeito, os alunos são sensíveis as alterações substanciais nas práticas das aulas de laboratório, exprimindo algum ânimo enquanto têm a percepção do uso da tecnologia a um nível superficial. Quando os alunos se apercebem de que o professor usa este instrumento para eles próprios promoverem a autoconstrução do seu conhecimento matemático, nível profundo do uso da tecnologia, este ânimo desaparece. Assim, a mudança pode também ter efeitos inibidores..”

Ou seja, o uso superficial da tecnologia enquanto elemento diferenciador de práticas pedagógicas parece motivar e estimular os alunos, enquanto o seu uso profundo numa perspectiva de autonomização no processo de construção do conhecimento parece induzir nos alunos atitudes de inibição e/ou de rejeição dessas mesmas tecnologias. Relatos da prática quotidiana de docentes continuam a apontar para a consistência das conclusões obtidas neste estudo há quase dez anos e para a necessidade de existência de instrumentos de avaliação das atitudes dos alunos face ao uso de tecnologias em matemática.

Assim, no contexto do investimento de recursos humanos e materiais mobilizados pelo projeto GeoGebra (GGB) na criação de uma comunidade aberta que permita, entre outras iniciativas, oferecer materiais para o ensino e divulgação da matemática a todos os públicos, entendeu o Instituto GeoGebra - Portugal (IG-P) promover a construção e validação de um inventário de atitudes dos alunos face ao GeoGebra.

1. Construção do inventário e seleção de itens

A versão experimental do inventário de atitudes dos alunos face ao GeoGebra (IAAFG) foi construída com base nos 40 itens do Attitudes Towards Mathematics Inventory (ATMI) de Tapia e Marsh (2004), que identifica quatro dimensões caracterizadoras das atitudes face à matemática, a saber:

1. Confiança no uso da matemática;
2. Valor da matemática;
3. Prazer em “fazer” matemática;
4. Motivação para a matemática.

A tradução portuguesa do ATMI, foi previamente autorizada pelos autores, e respeitou, cronologicamente, as seguintes etapas:

- (a) tradução do ATMI de inglês para português pela investigadora;
- (b) sem conhecimento prévio da versão original do ATMI, retroversão dessa tradução para inglês por uma tradutora bilingue;
- (c) tradução do ATMI de inglês para português pela tradutora bilingue;
- (d) análise comparativa:
 - das traduções (a) e (c);
 - da versão original do ATMI e da retroversão (b);
- (e) elaboração de uma primeira versão portuguesa do ATMI;
- (f) aplicação dessa versão a uma amostra de 16 sujeitos com reflexão falada.

A análise comparativa concluiu pela inexistência de diferenças semânticas tanto entre traduções como entre retroversão e ATMI original.

A reflexão falada suscitou a introdução de correções pontuais, após as quais a tradução se considerou estabilizada.

Tendo como ponto de partida a tradução do ATMI feita pela investigadora, a equipa do IG-P considerou imprescindível a manutenção de itens no âmbito das quatro dimensões identificadas pelo ATMI, reformulando-os naturalmente em termos do GGB. Face às

informações recolhidas junto de professores utilizadores do GGB e formandos do IG-P, a equipa entendeu ainda, nesta primeira fase exploratória:

- a) reduzir o número de itens, com base numa análise de conteúdo e na supressão de itens com formulação muito semelhantes.;
- b) assegurar o mesmo número de itens positivos / negativos em cada dimensão (ao contrário do que ocorre no ATMI).

Obteve-se desta forma a seguinte distribuição de itens por dimensão e polaridade:

Dimensão Polaridade	Confiança no uso do GGB	Valor	Confiança no uso do GGB	Valor
Itens diretos	6	3	2	2
Itens invertidos	6	3	2	2
Total	12	6	4	4

Quadro 1. Distribuição de itens do IAAFAG por dimensão e polaridade

Exemplos de alguns itens (cf. Anexo A para versão completa do IAAFAG):

- a) Confiança no uso do GGB:
 - *Sinto-me nervoso(a) quando uso o GeoGebra.*
 - *O GeoGebra não me assusta nada.*
- b) Valor do GGB:
 - *O GeoGebra ajuda-me a aprender melhor a Matemática.*
 - *Acho que é inútil aprender a usar melhor o GeoGebra.*
- c) Prazer em usar o GGB:
 - *Em geral, tenho gostado de usar o GeoGebra nas aulas de Matemática.*
 - *O GeoGebra é cansativo e aborrecido.*
- d) Motivação para o GGB:
 - *Os desafios do GeoGebra atraem-me.*
 - *Não estou interessado em aprender mais GeoGebra.*

Para resposta a cada um dos itens do inventário foi considerada uma escala de concordância de tipo Lickert com cinco pontos, ordenados de forma crescente de “A – discordo totalmente” a “E – concordo totalmente”.

2. Aplicação do inventário e caracterização da amostra

A versão experimental do inventário foi aplicada no ano letivo de 2010/2011, tendo os dados sido recolhidos on-line e/ou em suporte papel junto de um total de 252 alunos por professores formandos do IG-P no âmbito da oficina de formação “Usar o GeoGebra para aprender e ensinar matemática”.

Para caracterização da amostra e posterior análise de dados consideraram-se as seguintes variáveis sociodemográficas:

- sexo;
- idade;
- escola frequentada;
- ano de escolaridade / curso frequentado;
- nível de ensino em que usou o GeoGebra
- tema programático em que usou o GeoGebra.

Verificou-se uma distribuição quase equitativa dos respondentes por sexo (127 raparigas e 125 rapazes), apresentando estes uma média de idades de 14,5 anos com desvio-padrão de 1,9 e diferença interquartis de 3 (cf. Quadro 2, página seguinte).

Todos os 252 respondentes pertenciam a escolas da zona norte de Portugal, a maioria dos quais do Porto / Grande Porto. A sua distribuição por estabelecimento de ensino era a seguinte¹:

- 36 (14,3%) no Escola A;
- 63 (25,0%) na Escola B;
- 54 (21,4%) na Escola C;
- 21 (8,3%) na Escola D;
- 17 (6,7%) na Escola E;
- 23 (9,1%) na Escola F;
- 38 (15,1%) na Escola G.

Analisando a distribuição por ano de escolaridade, 101 (40,1%) respondentes encontravam-se no 7º ano, 54 (21,4%) no 9º ano, 62 (24,6%) no 10º ano e 35 (13,9%) no 12º ano. Todos os alunos do 10º ano e 23 alunos do 12º frequentavam o curso de ciências e tecnologias; os restantes 12 alunos do 12º ano frequentavam o curso tecnológico de desporto.

A distribuição das medidas de localização relativas à idade dos respondentes por ano de escolaridade é a constante no Quadro 2.

	7º ano	9º ano	10º ano	12º ano	Global
Mínimo	12	13	15	17	12
Q ₁	12	14	15	17	13
Q ₃	13	15	16	18	16
Máximo	15	17	17	20	20

Média	12,6	14,4	15,6	17,8	14,5
Desvio-padrão	0,7	0,7	0,5	0,9	1,9

Quadro 2. Distribuição das medidas de localização da idade por ano de escolaridade

As respostas relativas ao nível de ensino sugerem ter sido este ano o primeiro em que a maioria dos respondentes terá usado o GeoGebra: 155 (61,5%) no ensino básico e 97 (38,5%) no ensino secundário; ou seja, pelo menos para os alunos do 7º e 10º anos (163 no total, correspondentes a 64,7%) terá sido esta a sua primeira experiência de utilização do GeoGebra.

Quantos aos temas em que o GeoGebra foi usado, os 252 respondentes fazem 321 referências, assim distribuídas por ordem decrescente do número de referências:

- 142 (44,2%) utilizações no âmbito do tema “geometria”;
- 118 (36,8%) utilizações no âmbito do tema “funções”;
- 51 (15,9%) utilizações no âmbito do tema “álgebra”;
- 5 (1,6%) utilizações no âmbito do tema “números e operações”;
- 5 (1,6%) utilizações no âmbito do tema “probabilidades e estatística”;

3. Tratamento dos dados

O tratamento estatístico dos dados foi feito com o SPSS 19.0.0., através dos seguintes procedimentos:

- estatística descritiva de cada um dos 26 itens;
- recodificação dos 13 itens invertidos;
- identificação dos 26 itens para análise: 13 diretos, 13 invertidos recodificados;
- cálculo do índice global IAAFG de cada respondente;
- análise fatorial da matriz de dados, com rotação Varimax;
- determinação de α -Cronbach global e por fator;
- análise do índice global IAFGG por:
 - sexo,
 - idade,
 - nível de ensino,
 - escola frequentada.

Posteriormente foi também analisado o perfil das respostas através do cálculo do coeficiente de congruência de Serafini, utilizando-se um ficheiro Excel construído para o efeito.

a. Estatística descritiva dos itens

A matriz inicial de dados apresentava 11 respostas em branco, que foram substituídas pela média, arredondada às unidades, do item a que se reportavam.

Tendo em vista o seu tratamento estatístico, as respostas foram recodificadas numericamente de acordo com o seguinte critério:

discordo totalmente	discordo	não concordo nem discordo	concordo	discordo totalmente
1	2	3	4	5

Apresenta-se no Anexo B a estatística descritiva detalhada dos 26 itens do IAAFG, indicando-se, para cada um deles, as frequências absolutas e relativas de cada uma das cinco modalidades de resposta, as suas média e desvio-padrão, bem como mínimo, 1º quartil, mediana, 3º quartil e máximo.

b. Recodificação dos itens invertidos

e A etapa seguinte consistiu na recodificação dos itens com polaridade negativa, a saber, os itens números 3, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 18, 19, 20, 22, 24 e 25. A recodificação foi feita com base no seguinte critério:

Codificação original	1	2	3	4	5
Recodificação	5	4	3	2	1

c. Índice IAAFG

O índice IAAFG, indicador da atitude de cada respondente face ao GeoGebra, foi definido como o somatório de 26 parcelas sendo:

- 13 parcelas correspondentes aos valores das respostas codificadas aos 13 itens com polaridade positiva;
- 13 parcelas correspondentes aos valores das respostas recodificadas dos 13 itens invertidos.

Tem-se assim que $26 \leq \text{IAAFG} \leq 130$.

Neste contexto, os valores calculados do IAAFG para a população do estudo variaram entre 34 (mínimo) e 128 (máximo), com uma média de 97,5 e desvio-padrão de 14,3.

A determinação dos quartis (respetivamente $Q_1=88$, $Med=99$ e $Q_3=107$) permitiu obter o seguinte diagrama de extremos e quartis:

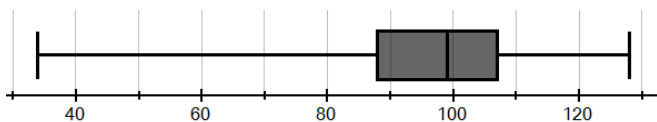


FIGURA 1: Diagrama de extremos e quartis do índice IAAFG.

Nesta primeira leitura, o conjunto destes resultados sugerem uma atitude tendencialmente muito positiva face ao GeoGebra por parte dos alunos inquiridos. De facto, pelo menos 75% da população situa-se acima de $97,5 - 14,3 = 83,2(x-\sigma)$ e, considerada a proximidade entre a média (97,5) e a mediana (99), pode afirmar-se que o índice IAAFG de quase metade da população se encontra acima da média.

d. **Validade do inventário**

A testagem da validade do inventário começou pela realização de uma análise fatorial com rotação Varimax, baseada em valores próprios maiores do que 1 e supressão de coeficientes com valor absoluto inferior a 0,20.

Obteve-se $KMO=0,899$ e o scree-plot apresentado na Figura 2, sendo 59,661% da variância total explicada pelos cinco primeiros fatores.

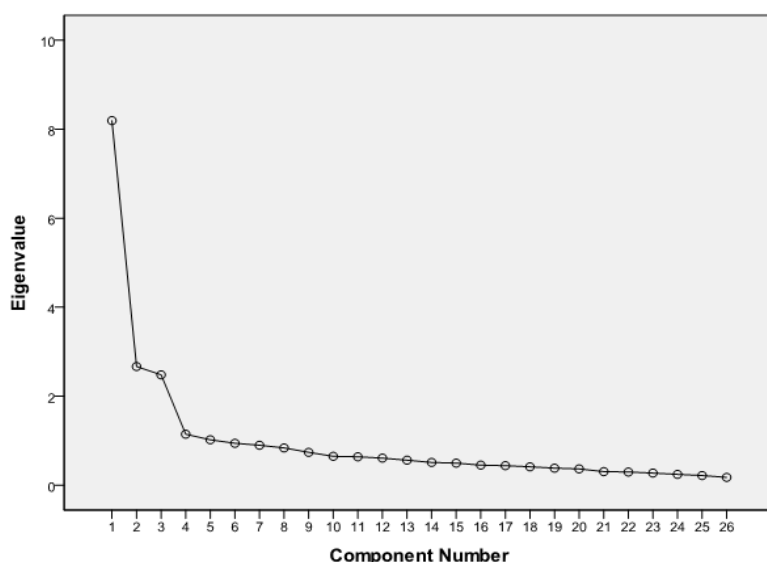


FIGURA 2: Scree-plot da matriz de dados.

Considerando o número de itens, a análise do scree-plot e o facto dos quatro primeiros fatores explicarem 51,777% da variância total, optou-se pela realização de uma segunda análise fatorial baseada na extração de apenas quatro fatores.

e. **Extração de quatro fatores**

Nesta segunda análise, a variância total explicada pelos quatro fatores aumentou para 55,728% e obteve-se a tabela de coeficientes constante no Anexo C. A análise desta tabela permitiu a seguinte distribuição de itens por fator, em que * designa um item invertido:

FATOR 1 (oito itens):

- Item 05*: O GeoGebra é um dos programas de que mais gosto.
- Item 08*: Não tenho um sentimento de aversão quando ouço a palavra “GeoGebra”.
- Item 14*: Nunca me sinto confuso(a) quando uso o GeoGebra.
- Item 18*: O GeoGebra não é cansativo nem aborrecido.
- Item 19*: Gosto de resolver tarefas com o GeoGebra.
- Item 20*: Não gostaria de deixar de usar o GeoGebra.
- Item 22*: Estou interessado em aprender mais GeoGebra.
- Item 25*: Não tenho vontade de faltar às aulas de Matemática em que é preciso usar o GeoGebra.

FATOR 2 (nove itens):

- Item 10: O GeoGebra não me assusta nada.
- Item 11: Tenho muita confiança em mim próprio(a) quando é preciso usar o GeoGebra”.
- Item 12: Sou capaz de usar o GeoGebra sem grande dificuldade.
- Item 15: Uso facilmente o GeoGebra.
- Item 16: Acredito que poderia aprender a usar o GeoGebra a um nível mais avançado.
- Item 26: Acredito que sou bom a usar o GeoGebra.
- Item 06*: Não me sinto nervoso(a) quando uso o GeoGebra.
- Item 07*: Usar o GeoGebra não me causa insegurança.
- Item 09*: Não fico nervoso(a) só de pensar em ter que resolver uma tarefa usando o GeoGebra.

FATOR 3 (cinco itens):

- Item 02: O GeoGebra ajuda-me a aprender melhor a Matemática.
- Item 04: O GeoGebra é muito útil em todos os temas da Matemática.
- Item 13: Espero ter melhores resultados por usar o GeoGebra.
- Item 03*: É necessário usar o GeoGebra para aprender Matemática.
- Item 24*: Eu acho que é útil aprender a usar melhor o GeoGebra.

FATOR 4 (quatro itens):

- Item 01: Dá-me muito prazer usar o GeoGebra.
- Item 17: Em geral, tenho gostado de usar o GeoGebra nas aulas de Matemática.
- Item 21: Sinto-me mais feliz nas aulas de Matemática em que se usa o GeoGebra do que nas outras.
- Item 23: Os desafios do GeoGebra atraem-me.

f. **Extração de três fatores**

A desigualdade na distribuição do número de itens por fator suscitou o interesse pela realização de uma terceira análise baseada na extração de três fatores. Estes configuraram uma variância acumulada de 51,313%, com a seguinte distribuição (cf. Anexo D):

FATOR 1 (dez itens):

- Item 06*: Não me sinto nervoso(a) quando uso o GeoGebra.
- Item 07*: Usar o GeoGebra não me causa insegurança.
- Item 08*: Não tenho um sentimento de aversão quando ouço a palavra “GeoGebra”.
- Item 09*: Não fico nervoso(a) só de pensar em ter que resolver uma tarefa usando o GeoGebra
- Item 14*: Nunca me sinto confuso(a) quando uso o GeoGebra.
- Item 18*: O GeoGebra não é cansativo nem aborrecido.
- Item 19*: Gosto de resolver tarefas com o GeoGebra.
- Item 20*: Não gostaria de deixar de usar o GeoGebra.
- Item 22*: Estou interessado em aprender mais GeoGebra.
- Item 25*: Não tenho vontade de faltar às aulas de Matemática em que é preciso usar o GeoGebra.

FATOR 2 (dez itens):

- Item 01: Dá-me muito prazer usar o GeoGebra.
Item 02: O GeoGebra ajuda-me a aprender melhor a Matemática.
Item 04: O GeoGebra é muito útil em todos os temas da Matemática.
Item 13: Espero ter melhores resultados por usar o GeoGebra.
Item 17: Em geral, tenho gostado de usar o GeoGebra nas aulas de Matemática.
Item 21: Sinto-me mais feliz nas aulas de Matemática em que se usa o GeoGebra do que nas outras.
Item 23: Os desafios do GeoGebra atraem-me.
Item 03*: É necessário usar o GeoGebra para aprender Matemática.
Item 05*: O GeoGebra é um dos programas de que mais gosto.
Item 24*: Eu acho que é útil aprender a usar melhor o GeoGebra.

FATOR 3 (seis itens):

- Item 10: O GeoGebra não me assusta nada.
Item 11: Tenho muita confiança em mim próprio(a) quando é preciso usar o GeoGebra”.
Item 12: Sou capaz de usar o GeoGebra sem grande dificuldade.
Item 15: Uso facilmente o GeoGebra.
Item 16: Acredito que poderia aprender a usar o GeoGebra a um nível mais avançado.
Item 26: Acredito que sou bom a usar o GeoGebra.

4. Fiabilidade do inventário

A fiabilidade do IAAFG foi testada através do coeficiente α de Cronbach. Os resultados obtidos, global e por fator relativo a cada uma das análises fatoriais efetuadas, foram os constantes no Quadro 3.

	Extração de 4 fatores				Extração de 3 fatores		
α -Cronbach global	0,908						
<i>Fator</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
α -Cronbach por fator	0,876	0,854	0,647	0,732	0,890	0,803	0,828

Quadro 3. Valores de α de Cronbach, global e por fatores

Todos estes valores são altamente satisfatórios e suportam a afirmação da fiabilidade do IAAFG.

5. O IAAFG como instrumento de medida

Todos os resultados obtidos através da aplicação desta primeira versão do IAAFG apontam no sentido da sua validade e fiabilidade enquanto instrumento de medida das atitudes dos alunos face ao GeoGebra.

No entanto, não nos parece absolutamente claro qual o número de fatores que melhor permitem interpretar os dados e definir as dimensões das atitudes dos alunos face ao GeoGebra. No contexto específico desta versão do IAAFG, com 26 itens, a extração de três fatores surge como a mais equilibrada e sugere as seguintes dimensões:

- Fator 1: Sentimentos face ao Geogebra;
- Fator 2: O Geogebra e a aprendizagem da matemática;
- Fator 3: Confiança no uso do Geogebra.

Dado que esta versão do inventário resultou da supressão de 14 itens do ATMI baseada exclusivamente na aparente similaridade semântica, sem aplicação de critérios de base científica ou enquadrados na literatura, parece-nos conveniente a construção e aplicação de uma nova versão do IAAFG com base nos 40 itens do ATMI para clarificação das dimensões caracterizadoras das atitudes dos alunos face ao Geogebra.

6. O IAAFG como instrumento de medida

Foram consideradas as seguintes hipóteses nulas:

- H_0 - A: A atitude dos alunos face ao GeoGebra não varia segundo o sexo.
- H_0 - B: A atitude dos alunos face ao GeoGebra não varia segundo a idade.
- H_0 - C: A atitude dos alunos face ao GeoGebra não varia segundo o nível de ensino.
- H_0 -D: A atitude dos alunos face ao GeoGebra não varia segundo a escola frequentada.

As hipóteses A e C foram sujeitas ao teste de Mann-Whitney e, em ambos os casos, confirmou-se a hipótese nula, ou seja, a atitude dos alunos face ao GeoGebra é a mesma sejam rapazes ou raparigas, sejam alunos do ensino básico ou secundário.

Para testar a hipótese B utilizaram-se primeiro os dados brutos e depois uma partição, tão equitativa quanto possível, dos alunos por classes etárias. Obtiveram-se assim três classes:

- [12, 13], com 93 efetivos,
- [14, 15], com 83 efetivos,

- [16, 20], com 76 efetivos.

Em ambos os casos, o teste de Kruskal-Wallis confirmou a hipótese nula: não existe diferença na atitude dos alunos face ao GeoGebra em função da idade.

Finalmente, o teste de Kruskal-Wallis infirmou a hipótese nula D: a atitude dos alunos face ao GeoGebra diferencia-se de acordo com a escola frequentada. A tabela 1 apresenta a distribuição da média e do desvio-padrão por escola. Verifica-se que a média do índice IAAFG dos alunos das escolas A, C e E é superior aos dos alunos das escolas B, D, F e G.

Tabela 1: IAAFG – médias e desvios-padrão por escola

Escola	Nº alunos	Média	Desvio-padrão
A	36	102,56	11,01
B	63	95,63	14,16
C	54	100,50	12,98
D	21	91,86	10,04
E	17	102,41	13,02
F	23	90,48	17,03
G	38	96,39	17,22
Total	252	97,45	14,33

Importaria averiguar possíveis razões explicativas deste facto, nomeadamente temas/tarefas em que o GeoGebra foi utilizado e de que forma(s). Importaria também averiguar qual a possível importância do professor nesta diferenciação.

7. Perfil de respostas ao IAAFG

Finalmente, procedeu-se à análise do perfil das respostas através do cálculo do coeficiente de congruência simples de Serafini (C). Este coeficiente permite quantificar a distância entre o perfil médio, obtido a partir das respostas ao IAAFG, e o perfil ideal, configurado a partir dos valores máximos da escala.

O perfil apresentado na Figura 3 foi construído a partir das médias das respostas a cada um dos itens. A polaridade dos itens invertidos foi corrigida através da diferença 6-média.

FIGURA 3: IAAFG - perfil médio de respostas

Por aplicação da fórmula

$$\frac{\sqrt{\sum_1^p (x_i - x_N)^2}}{T\sqrt{p}}$$

em que

x_i – média das respostas coletivas ao item de ordem i

x_N – valor normativo (máximo da escala)

T – amplitude da escala

p – número de itens / variáveis

obteve-se $C = 0,68$, valor que sugere uma congruência tendencialmente forte com o perfil ideal.

Compreensivelmente, o item 3, “*É necessário usar o GeoGebra para aprender Matemática*”, foi o que se revelou mais afastado do máximo ideal (5), com uma média de 2,92: de facto, do ponto de vista dos alunos a aprendizagem da matemática não estará dependente da utilização do GeoGebra.

Com média de 3,09, o item 23 “*Os desafios do GeoGebra atraem-me*” situou-se praticamente no ponto médio da escala (3). Este resultado sugere alguma neutralidade dos alunos face aos desafios propostos pela utilização do GeoGebra, que não parecem ser particularmente motivantes ou desmotivantes.

Estes resultados sugerem alguma convergência com as conclusões de Santos e Fontaine, anteriormente referidas, sobre uma possível inibição dos alunos face à utilização mais intensiva de aplicações de matemática dinâmica.

Referências

- Chamberlin, S. A. (2010). A review of Instruments Created to Assess Affect in Mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 3(1), 167-182.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*. London: SAGE.
- Freire, T. & Almeida, L.S. (2001). Escalas de Avaliação: Construção e Validação. In E. M. Fernandes & L. S. Almeida (Eds.), *Métodos e Técnicas de Avaliação – Contributos para a prática e investigação psicológicas*. (pp. 109-128). Braga: Universidade do Minho/CEEP
- Ponte, J.P et al (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação / DGIDC.
- Santos, J.M. & Fontaine, A.M. (2002). Fatores de mudança na motivação para a matemática e resultados escolares. *Atas XIII. SIEM* (pp. 205-217). Viseu. APM.
- Serafini, O. (s.d.). Indicadores quantitativos de la distancia evaluativa: coeficientes de congruência simples e ponderado. Texto policopiado.
- Tapia, M., & Marsh II, G. E. (2002). Confirmatory Factor Analysis of the Attitude Toward Mathematics Inventory. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, Chattanooga, Tennessee, U.S.A.
- Tapia, M., & Marsh II, G. E. (2010). An Instrument to Measure Mathematics Attitudes. *Exchange Organizational Behavior Teaching Journal*, 8(2), 1-6.

Anexo A- Inventário de Atitudes Face ao GeoGebra

Instruções:

A lista que se segue é constituída por afirmações sobre atitudes face ao Geogebra. Não há respostas certas ou erradas.

Leia atentamente cada item, pense como se sente perante a afirmação feita e assinala com a letra que melhor descreve esse seu sentimento. Por favor, assegure-se que assinala TODOS os itens.

	Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
1. Dá-me muito prazer usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
2. O GeoGebra ajuda-me a aprender melhor a Matemática.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
3. Não é necessário usar o GeoGebra é para aprender Matemática.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
4. O Geogebra é muito útil em todos os temas da Matemática (Geometria, Funções, Estatística).	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
5. O GeoGebra é um dos programas de que menos gosto.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
6. Sinto-me nervoso(a) quando uso o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
7. Usar o GeoGebra causa-me insegurança.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
8. Tenho um sentimento de aversão quando ouço a palavra “GeoGebra”.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
9. Fico nervoso(a) só de pensar em ter que resolver uma tarefa usando o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
10. O GeoGebra não me assusta nada.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
11. Tenho muita confiança em mim próprio(a) quando é preciso usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
12. Sou capaz de usar o GeoGebra sem grande dificuldade.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
13. Espero ter melhores resultados por usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
14. Sinto-me sempre confuso(a) quando uso o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
15. Uso facilmente o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
16. Acredito que poderia aprender a usar o GeoGebra a um nível mais avançado.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
17. Em geral, tenho gostado de usar o GeoGebra nas aulas de Matemática.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
18. O GeoGebra é cansativo e aborrecido.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
19. Não gosto de resolver tarefas com o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
20. Gostaria de deixar de usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
21. Sinto-me mais feliz nas aulas de Matemática em que se usa o GeoGebra do que nas outras.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
22. Não estou interessado em aprender mais GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
23. Os desafios do GeoGebra atraem-me.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
24. Eu acho que é inútil aprender a usar melhor o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
25. Tenho vontade de faltar às aulas de Matemática em que é preciso usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E
26. Acredito que sou bom a usar o GeoGebra.	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

Anexo B - IAAFG - Estatística descritiva por item

	IAAFG.01		IAAFG.02		IAAFG.03		IAAFG.04		IAAFG.05		IAAFG.06	
Discordo totalmente	5	2,0%	6	2,4%	15	6,0%	3	1,2%	56	22,2%	146	57,9%
Discordo	12	4,8%	20	7,9%	53	21,0%	18	7,1%	98	38,9%	62	24,6%
Não concordo nem discordo	87	34,5%	38	15,1%	109	43,3%	74	29,4%	72	28,6%	30	11,9%
Concordo	112	44,4%	145	57,5%	47	18,7%	110	43,7%	16	6,3%	11	4,4%
Concordo totalmente	36	14,3%	43	17,1%	28	11,1%	47	18,7%	10	4,0%	3	1,2%
Média	3,6		3,8		3,1		3,7		2,3		1,7	
Desvio-padrão	0,9		0,9		1,0		0,9		1,0		0,9	
Mínimo	1		1		1		1		1		1	
1º quartil	3		3		2		3		2		1	
Mediana	4		4		3		4		2		1	
3º quartil	4		4		4		4		3		2	
Máximo	5		5		5		5		5		5	

	IAAFG.07		IAAFG.08		IAAFG.09		IAAFG.10		IAAFG.11		IAAFG.12	
Discordo totalmente	132	52,4%	130	51,6%	133	52,8%	9	3,6%	5	2,0%	8	3,2%
Discordo	69	27,4%	63	25,0%	71	28,2%	11	4,4%	11	4,4%	14	5,6%
Não concordo nem discordo	41	16,3%	41	16,3%	32	12,7%	27	10,7%	93	36,9%	79	31,3%
Concordo	7	2,8%	11	4,4%	9	3,6%	57	22,6%	88	34,9%	105	41,7%
Concordo totalmente	3	1,2%	7	2,8%	7	2,8%	148	58,7%	55	21,8%	46	18,3%
Média	1,7		1,8		1,8		4,3		3,7		3,7	
Desvio-padrão	0,9		1,0		1,0		1,1		0,9		0,9	
Mínimo	1		1		1		1		1		1	
1º quartil	1		1		1		4		3		3	
Mediana	1		1		1		5		4		4	
3º quartil	2		2		2		5		4		4	
Máximo	5		5		5		5		5		5	

	IAAFG.13		IAAFG.14		IAAFG.15		IAAFG.16		IAAFG.17		IAAFG.18	
Discordo totalmente	10	4,0%	61	24,2%	8	3,2%	9	3,6%	8	3,2%	67	26,6%
Discordo	27	10,7%	99	39,3%	21	8,3%	25	9,9%	15	6,0%	92	36,5%
Não concordo nem discordo	88	34,9%	61	24,2%	84	33,3%	92	36,5%	52	20,6%	65	25,8%
Concordo	92	36,5%	22	8,7%	105	41,7%	79	31,3%	116	46,0%	18	7,1%
Concordo totalmente	35	13,9%	9	3,6%	34	13,5%	47	18,7%	61	24,2%	10	4,0%
Média	3,5		2,3		3,5		3,5		3,8		2,3	
Desvio-padrão	1,0		1,0		0,9		1,0		1,0		1,0	
Mínimo	1		1		1		1		1		1	
1º quartil	3		2		3		3		3		1	
Mediana	4		2		4		3,5		4		2	
3º quartil	4		3		4		4		4		3	
Máximo	5		5		5		5		5		5	

Anexo B (cont.)

IAAFG - Estatística descritiva por item

	IAAFG.19		IAAFG.20		IAAFG.21		IAAFG.22		IAAFG.23		IAAFG.24	
Discordo totalmente	78	31,0%	94	37,3%	16	6,3%	65	25,8%	26	10,3%	55	21,8%
Discordo	86	34,1%	71	28,2%	24	9,5%	92	36,5%	37	14,7%	103	40,9%
Não concordo nem discordo	64	25,4%	67	26,6%	93	36,9%	71	28,2%	96	38,1%	62	24,6%
Concordo	16	6,3%	10	4,0%	67	26,6%	14	5,6%	74	29,4%	18	7,1%
Concordo totalmente	8	3,2%	10	4,0%	52	20,6%	10	4,0%	19	7,5%	14	5,6%
Média	2,2		2,1		3,5		2,3		3,1		2,3	
Desvio-padrão	1,0		1,1		1,1		1,0		1,1		1,1	
Mínimo	1		1		1		1		1		1	
1º quartil	1		1		3		1		3		2	
Mediana	2		2		3		2		3		2	
3º quartil	3		3		4		3		4		3	
Máximo	5		5		5		5		5		5	

	IAAFG.25		IAAFG.26	
Discordo totalmente	135	53,6%	12	4,8%
Discordo	59	23,4%	20	7,9%
Não concordo nem discordo	37	14,7%	119	47,2%
Concordo	9	3,6%	73	29,0%
Concordo totalmente	12	4,8%	28	11,1%
Média	1,8		3,3	
Desvio-padrão	1,1		0,9	
Mínimo	1		1	
1º quartil	1		3	
Mediana	1		3	
3º quartil	2		4	
Máximo	5		5	

Anexo C - Análise fatorial – matriz extração de quatro fatores

Rotated Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
IAFG01_P+	,304	,210	,302	,510
IAFG02_V+			,706	
IAFG04_V+	,202		,643	
IAFG10_C+	,297	,575		
IAFG11_C+		,712		,225
IAFG12_C+		,812		
IAFG13_C+		,203	,595	,386
IAFG16_M+		,502	,318	
IAFG17_P+	,423	,387	,219	,386
IAFG21_P+	,226		,207	,622
IAFG23_M+		,245		,671
IAFG26_C+		,726	,200	
IAFG15_C+		,815		
IAFG03_Vi			,641	
IAFG05_Ci	,560		,334	,262
IAFG06_Ci	,487	,431		-,421
IAFG07_Ci	,561	,519		-,311
IAFG08_Ci	,671			-,290
IAFG09_Ci	,480	,485		-,452
IAFG14_Ci	,586	,474		
IAFG18_Pi	,727			
IAFG19_Pi	,807			
IAFG20_Mi	,750		,226	
IAFG22_Mi	,714		,343	
IAFG24_Vi	,484		,223	
IAFG25_Pi	,640			

**Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.**

^a Rotation converged in 9 iterations.

Anexo D - Análise fatorial – matriz extração de três fatores

Rotated Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
IAFG01_P+		,640	,213
IAFG02_V+		,521	
IAFG04_V+		,576	
IAFG10_C+	,388		,525
IAFG11_C+			,714
IAFG12_C+		,203	,814
IAFG13_C+		,657	,228
IAFG16_M+		,339	,491
IAFG17_P+	,294	,531	,364
IAFG21_P+		,637	,211
IAFG23_M+		,585	,290
IAFG26_C+		,214	,734
IAFG15_C+			,806
IAFG03_Vi		,463	
IAFG05_Ci	,427	,563	
IAFG06_Ci	,672		,332
IAFG07_Ci	,707		,419
IAFG08_Ci	,742		
IAFG09_Ci	,684		,383
IAFG14_Ci	,617		,395
IAFG18_Pi	,624	,444	
IAFG19_Pi	,702	,459	
IAFG20_Mi	,637	,502	
IAFG22_Mi	,599	,547	
IAFG24_Vi	,403	,352	
IAFG25_Pi	,552	,233	

**Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.**

^a Rotation converged in 14 iterations.

ⁱ Para garantia de anonimato, optou-se pela designação por letras das escolas envolvidas no estudo.