



livro de atas
livro de atas

conference proceedings
conference proceedings

VI Encontro Internacional
de Formação na Docência

6th International Conference
on Teacher Education



INCERTEZAS E DESAFIOS
NA INVESTIGAÇÃO
EM EDUCAÇÃO

UNCERTAINTIES AND CHALLENGES
IN EDUCATIONAL RESEARCH



incte22
international
conference on
teacher education



Bragança . 2022



Título | Title

VI Encontro International
de Formação na Docência | Livro de Atas

6th International Conference
on Teacher Education | Conference Proceedings

Editores | Editors

Elisabete Mendes Silva, Cristina Mesquita, Manuel Vara Pires, Rui Pedro Lopes
Instituto Politécnico de Bragança

Editores de Comunicação e Design | Communication and Design Editors

Jacinta & Carlos Casimiro da Costa | Instituto Politécnico de Bragança

Publicação | Publisher

Instituto Politécnico de Bragança

Morada | Address

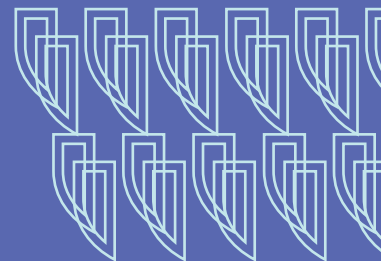
Escola Superior de Educação de Bragança
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança . Portugal
<http://incte.ipb.pt/>
incte@ipb.pt

ISBN + Handle

978-972-745-301-6 | <http://hdl.handle.net/10198/25401>

DOI

<https://doi.org/10.34620/incte.2022>



Presidência da Comissão Organizadora | Conference Chairs

Cristina Mesquita | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Elisabete Mendes Silva | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Manuel Vara Pires | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Comissão Organizadora | Organising committee

Adorinda Gonçalves | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Angelina Sanches | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Jacinta Costa | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Luís Castanheira | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Maria do Céu Ribeiro | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

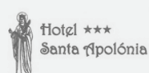
Paula Vaz | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Rui Pedro Lopes | Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Organizado por | Organised by





Apoios | Sponsors



Formação contínua de professores em STP: preocupações, conquistas e expectativas	904
<i>Olga Santos, Agostinho Sousa, Betina Lopes, Maria José Rodrigues</i>	
Gamificación y escape room en educación superior: experiencia de diseño y creación	913
<i>Paula Puente-Torre, Víctor Abella-García</i>	
La investigación como base del aprendizaje: proyectos de trabajo en la universidad	919
<i>Francisco José Pozuelos-Estrada, Francisco P. Rodríguez-Miranda, Francisco J. García-Prieto, Jose R. Mora-Marquez</i>	
Resultados de la implementación CLILHE en una asignatura de ingeniería gráfica	932
<i>M. Esther Baños-García, Esteban García-Maté, Carlos Melgosa</i>	
STE(A)M no futuro da educação	944
<i>Nelson Quina, Lucía Casal de la Fuente, Mário Cardoso</i>	
The portal smart-pedagog.kz as means of increasing digital competencies of future teachers	950
<i>Klara Buzaubakova</i>	
Uma experiência pedagógica com recurso ao GeoGebra	961
<i>Edite Cordeiro, Paula Maria Barros</i>	
Vozes em projeção: diálogos de leituras na escrita	973
<i>Ana Elvira Gebara, Sandra Moreira</i>	
¿Qué habilidades identifican los futuros maestros de educación infantil en una indagación?	984
<i>Yolanda Golías Pérez, Juan Carlos Rivadulla López, Óscar González Iglesias</i>	
“A Moleirinha” de Guerra Junqueiro no contexto atual do ensino superior: um desafio?	993
<i>Lídia Santos</i>	
Avaliação no ensino superior em tempos pandémicos: conhecimento construído versus exames . .	1003
<i>Marisa Batista</i>	
Índice de Autores	1017

Uma experiência pedagógica com recurso ao GeoGebra

A pedagogical experience using GeoGebra

Edite Cordeiro¹,  0000-0002-6026-1283, Paula Maria Barros^{1,2},  0000-0002-6297-0868
emc@ipb.pt, pbarros@ipb.pt

¹*Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*

²*Centro de Investigação em Educação Básica, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal*

Resumo

De acordo com a pirâmide de aprendizagem do psiquiatra William Glasser, as estratégias de aprendizagem ativa são mais efetivas. Diversos estudos apontam para a importância de o professor criar ambientes que envolvam mais os estudantes na construção e na partilha de conhecimento. Com o propósito de integrar diferentes conhecimentos e de fomentar o desenvolvimento de competências da área de matemática discreta, optou-se por experimentar uma aprendizagem por via da construção de aplicações com recurso ao software GeoGebra, com os estudantes que frequentavam a unidade curricular de Matemática Discreta, no âmbito de um curso de Engenharia Informática de uma instituição do norte de Portugal. Numa primeira fase da experiência, os estudantes acederam a aplicações em GeoGebra para visualizar e simular conceitos sobre tópicos específicos da matemática, tendo havido também a preocupação de os familiarizar com o *software*. Numa segunda fase, propôs-se a realização, em grupo, de uma tarefa que consistia na implementação de certos operadores/ algoritmos para automatizar procedimentos. Assim, os estudantes tiveram oportunidade de construir aplicações, através de raciocínios lógicos e da identificação da matemática a implementar. A experiência foi avaliada com base nas perceções das professoras, nas produções realizadas e em um questionário aplicado aos estudantes. Entre outros aspetos, pretendeu-se: a) identificar as dificuldades dos estudantes na concretização da tarefa e no reconhecimento da matemática a implementar; b) averiguar a relevância da utilização do GeoGebra na promoção da criatividade e da construção do conhecimento; c) compreender a importância de abordagens pedagógicas desta natureza. A trajetória dos estudantes, seguida de perto pelas professoras, mostrou que o desenvolvimento da tarefa assumiu conotações interdisciplinares e colaborativas. O *feedback* dos estudantes evidencia que o GeoGebra motiva o processo de construção do conhecimento matemático, incentiva à criatividade e promove a investigação experimental.

Palavras-Chave: abordagem pedagógica, GeoGebra, matemática discreta, ensino superior.

Abstract

According to psychiatrist William Glasser's learning pyramid, active learning strategies are more effective. Several studies point to the importance of the teacher creating environments that involve students more in the construction and sharing of knowledge. With the aim of

integrating different knowledge and promoting the development of skills in the area of discrete mathematics, it was decided to carry out a pedagogical learning experience through the construction of applications using the GeoGebra software, with the students who attended the curricular unit of Discrete Mathematics of the Computer Engineering course of an institution in the north of Portugal. In a first phase of the experience, students accessed applications in GeoGebra to visualize and simulate concepts on specific topics in mathematics, which also allowed them to become familiar with the software. In a second phase, it was proposed that they carry out a group work, which consisted of the implementation of certain operators/algorithms to automate procedures. Thus, the students had the opportunity to build applications, through logical reasoning and the identification of the mathematics to be implemented. The experience was evaluated based on the teachers' perceptions, the productions carried out and a questionnaire applied to the students. Among other aspects, the aim was: a) to identify the students' difficulties in carrying out the task and in recognizing the mathematics to be implemented; b) to investigate the relevance of the use of GeoGebra in the promotion of creativity and the construction of knowledge; c) understand the importance of pedagogical approaches of this nature. The students' trajectory was assisted by the teachers and it was observed that the development of the task took on interdisciplinary and collaborative connotations. Student feedback shows that GeoGebra motivates the process of building mathematical knowledge, encourages creativity and promotes experimental research.

Keywords: pedagogical approach, GeoGebra, discrete mathematics, higher education.

1 Introdução

O século XXI é caracterizado por profundas mudanças sociais relacionadas com o acesso às tecnologias de informação e comunicação. As instituições de ensino superior não devem estar alheias a esta realidade, pelo que é importante que os professores recorram frequentemente à tecnologia para apoiar as atividades de ensino e aprendizagem. Em particular, a utilização de *software* específico na área de matemática, como por exemplo, programas de cálculo simbólico, calculadoras online ou sistemas de representação gráfica e simulação podem gerar novas formas de aprendizagem e de comunicação.

Neste estudo procuramos investigar a importância de modelar, visualizar e programar com as ferramentas do GeoGebra, no âmbito do ensino e aprendizagem de tópicos da matemática discreta. São objetivos deste trabalho identificar as dificuldades dos estudantes de cursos de licenciatura na área de engenharia informática no reconhecimento da matemática a implementar para a construção de aplicações que automatizam certos operadores matemáticos, averiguar a relevância da utilização do GeoGebra para melhorar as suas habilidades de pensamento criativo e para a construção do conhecimento e compreender a importância de abordagens pedagógicas desta natureza.

Nas secções seguintes, para além de fazermos um breve enquadramento teórico do tema, informamos sobre o método de pesquisa seguido no estudo, onde se inclui a exposição da experiência realizada e se fornecem exemplos de como a matemática discreta pode contribuir para o desenvolvimento de aplicações informáticas. Apresentamos, ainda, algumas produções dos estudantes e o *feedback* destes acerca da experiência realizada. Por fim, sintetizamos as principais conclusões do estudo.

2 Enquadramento teórico

O estudo de algoritmos e programação requer muitos conhecimentos de matemática discreta, pelo que a formação neste domínio é de grande relevância para os futuros profissionais da área de informática. Porém, os conceitos de matemática discreta são muitas vezes considerados demasiado abstratos, o que pode afetar a sua plena compreensão pelos estudantes. Com vista a resolver este problema, diversos autores discutem possíveis abordagens de ensino no sentido de reduzir os efeitos dessa abstração. Por exemplo, uma das recomendações de Power et al. (2011) é vincular a teoria à prática, com vista a estimular a curiosidade e o desejo de aprender dos estudantes. Corroborando essa ideia, Zhang e Zhang (2013) consideram ainda que essa vinculação treina a capacidade de os estudantes pensarem de forma autónoma.

O paradigma de ensino e aprendizagem tem vindo a mudar de um modelo em que os professores são a fonte da informação para um modelo em que assumem o papel de mentores, ajudando a selecionar a informação e apoiando os estudantes no seu estudo autónomo. Neste novo paradigma as tecnologias de informação e comunicação são fundamentais não só como meios para a transmissão do conhecimento, mas também como ferramentas que permitem a construção do próprio conhecimento. A formação dos estudantes poderá ser mais efetiva através da manipulação de modelos computacionais que fornecem explicações ao nível conceptual e lógico, estimulam a criatividade e demonstram a ligação entre a informática e a matemática. Por outro lado, a aplicação de conceitos para a automatização de certos operadores desenvolve habilidades do pensamento criativo e obriga a um pensamento inovador (Avsec & Sinigoj, 2016, Dourish et al., 2008, Rich et al., 2014).

O GeoGebra é uma multiplataforma que se encontra disponível online ou que podemos baixar através do link <https://www.geogebra.org>. Este software promove uma cultura de partilha e interação por meio de fóruns e blogs da comunidade e através da partilha de arquivos no GeoGebraTube. Trata-se de um repositório oficial de recursos matemáticos implementados em GeoGebra. De acordo com alguns estudos, dos quais destacamos Iranzo e Fortuny (2011), Pittalis et al. (2009) e Hutkemri (2014), as explorações interativas em GeoGebra facilitam a compreensão de conceitos matemáticos, através da experimentação e da visualização das múltiplas representações. Iranzo e Fortuny (2011) consideram que o uso do GeoGebra tem um impacto positivo nas estratégias de resolução de problemas matemáticos e Shadaan e Leong (2013) consideram tratar-se de uma excelente ferramenta motivacional, que promove o pensamento de nível superior. Tratando-se de um *software* que fornece uma ponte intelectual para conectar teorias específicas com estruturas de design instrucional, faz todo o sentido que se integre para uma melhor perceção de tópicos da matemática discreta, ao mesmo tempo que os estudantes têm a oportunidade de compreender a relevância desta matemática para a automatização de operadores ou processos. Construir modelos matemáticos pressupõe por parte dos estudantes um maior compromisso, pois obriga a que se realizem habilidades de pensamento de um nível superior, com vista a conjeturar possíveis protocolos de construção. A automatização de procedimentos contribui de forma positiva para a melhoria das habilidades do pensamento criativo. No âmbito desta investigação procuramos desenvolver insights sobre como o GeoGebra poderá fomentar o raciocínio criativo dos estudantes durante o processo de construção do conhecimento.

3 Metodologia

Nos subpontos seguintes apresentamos a experiência realizada e o seu contexto, fazemos uma breve descrição dos participantes e indicamos a metodologia adotada, no que diz respeito à recolha e à análise dos dados.

3.1 A experiência realizada e o seu contexto

O estudo foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular (UC) de Matemática Discreta do curso de Licenciatura em Engenharia Informática de uma instituição de ensino superior do norte de Portugal. Nesse curso, a UC é lecionada no 1.º ano do 2.º semestre e, em termos de conteúdos gerais, abarca os temas Lógica e Teoria de Conjuntos, Teoria de Números, Princípios Elementares de Contagem e Introdução à Teoria de Grafos.

Enquadradas na experiência realizada, podemos considerar duas fases principais:

- Fase 1: Visualização e simulação de conceitos em GeoGebra sobre tópicos específicos da matemática, e familiarização com o *software*;
- Fase 2: Trabalho de grupo em ambiente não letivo.

A fase 1, que pretendia constituir uma primeira abordagem ao *software* GeoGebra, foi realizada em sala de aula, onde começamos por fazer referência às três zonas onde os objetos matemáticos podem ser representados (zona gráfica, zona algébrica e folha de cálculo) e exploramos com os estudantes alguns dos comandos que integram a barra de ferramentas. Especificamente, introduzimos a ferramenta “seletor” para criar variáveis, que, no âmbito da matemática discreta, pretendemos utilizar em subconjuntos do conjunto dos números inteiros. Foi experimentada a ferramenta “inserir texto” e usamos a possibilidade de na escrita de texto incluímos variáveis predefinidas, tal como a imagem a seguir sugere (Figura 1).

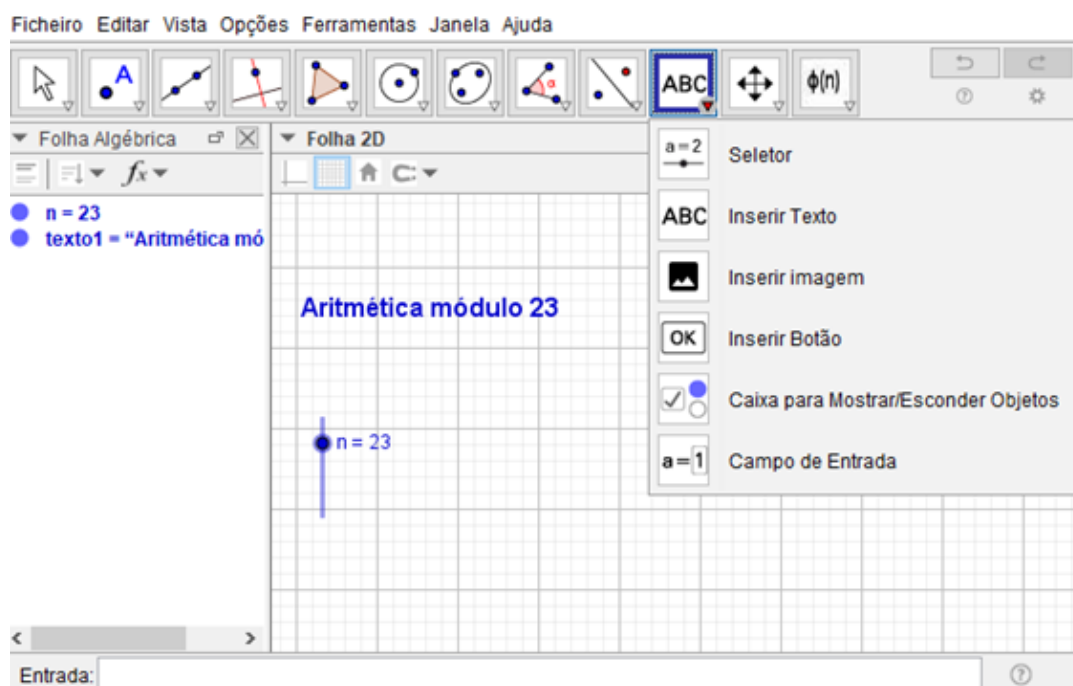


Figura 1: Variáveis e texto dinâmico.

Os estudantes experimentaram também usar o campo de entrada para explorar alguns comandos ou operadores predefinidos, tais como, por exemplo, o operador “Resto(<Número Dividendo>, <Número Divisor>)” e comando “Sequência(<Expressão>, <Variável>, <Valor inicial>, <Valor Final>)”.

Posteriormente, com o duplo objetivo de se familiarizarem com este *software* e de explorarem conceitos da aritmética modular, os estudantes puderam visualizar múltiplas partições de subconjuntos do conjunto dos números inteiros através da manipulação de uma aplicação dinâmica produzida pelas autoras (Figura 2).

Movendo os seletores, pretendia-se que os estudantes compreendessem que a congruência modular módulo n determina exatamente n classes, tal que qualquer número inteiro está exatamente numa destas classes. Em simultâneo, debruçaram-se sobre o protocolo de construção a fim de compreender as ferramentas usadas e como foram condicionadas por via das suas propriedades. Em particular, foram encorajados a experimentar a ferramenta “Caixa para Mostrar/Esconder Objetos” e a condicioná-la de forma conveniente.

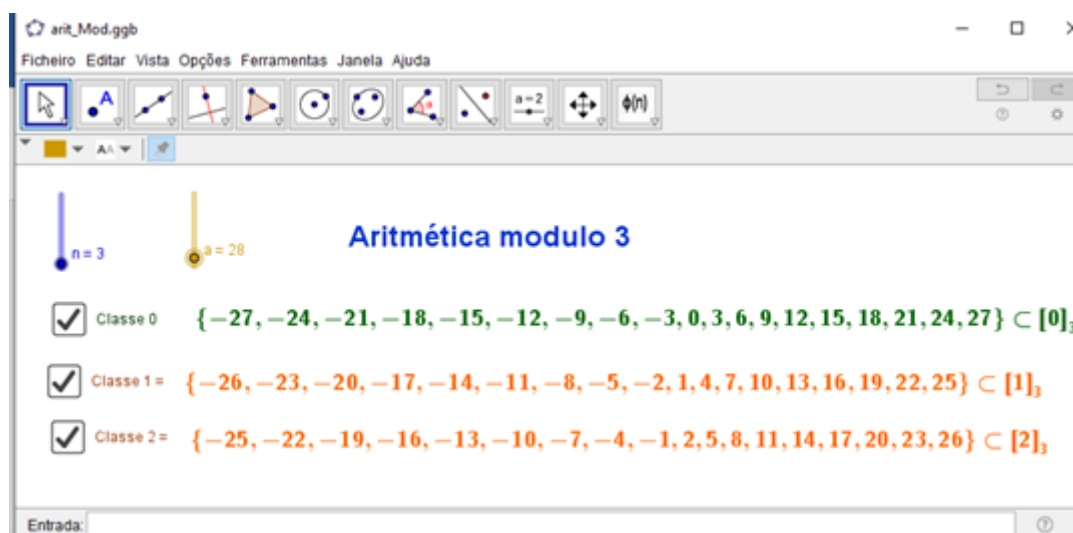


Figura 2: Exemplo da aplicação para $n=3$.

Imagens como a da Figura 2, provocaram nos estudantes curiosidade e interesse não só sobre a aritmética modular em causa, mas também sobre como se condicionaram os comandos para que a aplicação funcionasse.

Para prosseguir para a fase 2, solicitamos que os estudantes se organizassem em grupos a fim de realizarem uma construção em GeoGebra para automatizar um operador do âmbito da matemática discreta. Foram propostos temas como, por exemplo, “implementar o operador inverso módulo n ”, “programar a função de Euler de número natural, $\phi(n)$ ”, “Operar (adicionar e multiplicar) em conjuntos finitos, \mathbb{Z}_n ”, “criar uma aplicação que determine as combinações de n elementos por ordem lexicográfica” ou “criar uma aplicação que resolva equações diofantinas do tipo $ax + by = c$ ”, entre outros.

Foi pedido aos estudantes que se organizassem em grupos de trabalho de três ou quatro elementos, tendo-se formado doze grupos de trabalho. No texto os grupos são designados por Grupo i , com i a variar entre 1 e 12 inclusive. Os temas foram sorteados pelos grupos, para serem trabalhados e implementados em GeoGebra em ambiente extra-aula. Os estudantes puderam recorrer semanalmente às orientações/ sugestões da professora dentro

do horário estabelecido para o efeito, durante o período de quatro semanas acordado para a realização e entrega da aplicação. Após a entrega do trabalho, cada estudante teve, ainda, de preencher um formulário, indicando a matemática que implementou e os aspetos essenciais do protocolo de construção seguido para a realização da tarefa.

3.2 Os participantes

Os participantes do estudo foram os estudantes de Engenharia Informática que frequentavam a UC de Matemática Discreta, sendo os dados usados neste texto referentes aos 42 estudantes (no texto designados por E_i , com $E_i = 1, \dots, 42$) que realizaram o trabalho de grupo e responderam ao questionário final de avaliação da experiência.

Estes estudantes fizeram quase todos o ensino secundário em Portugal, à exceção de seis alunos, quatro dos quais estudaram em Cabo Verde, um em Angola e outro no Brasil. Quanto à área de estudos frequentada antes de entrar no ensino superior, 69% provém de um curso Científico Humanístico e os restantes de cursos profissionais ou similares.

A maior parte dos alunos (81%) estava a frequentar a UC pela primeira vez, tendo os restantes já frequentado a UC na Instituição e no mesmo curso.

No que concerne ao seu conhecimento sobre o GeoGebra, 83% dos estudantes nunca tinha trabalhado com ele, embora alguns já o conhecessem. Dos restantes, cerca de 5% já tinha trabalhado no ensino secundário e 12% já tinha realizado um trabalho na UC em anos anteriores.

3.3 Métodos de recolha e análise de dados

A avaliação da experiência foi efetuada com base nas perceções das professoras enquanto orientadoras do trabalho (estatuto de observador participante), nas produções realizadas pelos estudantes e num questionário aplicado no final do semestre.

Com o questionário, procurámos recolher informação relativa ao percurso académico dos estudantes e perceber a que se deveram as dificuldades em acompanhar as aulas. Mais diretamente relacionado com a experiência realizada, pretendemos conhecer a opinião dos estudantes sobre o funcionamento e organização do grupo, as dificuldades que tiveram na concretização do trabalho, o contributo deste para a sua aprendizagem e para a sua formação académica. Procurámos, ainda, averiguar se os estudantes conheciam *software* que considerassem mais adequado para a realização do trabalho proposto.

Para a análise dos dados do questionário foram utilizadas técnicas de estatística descritiva, nomeadamente o cálculo de frequências organizadas em tabelas como forma de estruturar e sintetizar a informação. No caso das respostas abertas, definiram-se categorias *a posteriori*, de acordo com as respostas dadas pelos estudantes.

4 Apresentação de resultados

Nesta secção apresentamos produções relativas ao trabalho realizado por alguns grupos, abordando as dificuldades que observámos durante a sua realização e aquando da sua correção. Expomos também as opiniões dos estudantes sobre a experiência realizada, mais especificamente sobre a identificação da matemática a implementar, os procedimentos a realizar em GeoGebra, a forma como decorreu o trabalho em grupo e os constrangimentos sentidos para a sua realização.

4.1 Trabalho realizado pelos estudantes

Tal como já foi referido, ao longo de quatro semanas, os grupos de trabalho foram desenvolvendo o tema que lhes foi atribuído, fora da componente letiva. Semanalmente tinham um período de contacto com a professora para ultrapassar eventuais dificuldades sobre a componente matemática a implementar ou sobre possíveis comandos do GeoGebra para automatizar procedimentos. Nesses contactos, numa primeira fase, alguns estudantes começaram por revelar dificuldades em situar os conceitos e propriedades relacionadas que teriam de implementar, sendo que outros apenas pretendiam confirmar se certa matemática era suficiente para conseguir uma aplicação eficiente. Depois, começaram por surgir questões relacionadas com a implementação em GeoGebra da matemática já identificada.

No final do período estabelecido para a realização da tarefa, todos os grupos entregaram a construção que obtiveram. Constatou-se que alguns grupos apresentaram aplicações que não funcionavam, ou faltava aplicar propriedades relevantes para uma automatização mais eficiente, ou ainda, não respondiam ao que se pedia. Por exemplo, ao Grupo 8 coube-lhe o tema “Implementar o conjunto dos divisores primos de um número inteiro”, mas construiu uma aplicação que determina o conjunto de todos os divisores de um número natural (primos ou não). A construção apresentada revela que este Grupo apenas explorou alguns comandos relacionados com o conceito de divisibilidade, que se encontram predefinidos neste *software*, tal como podemos observar na Figura 3.

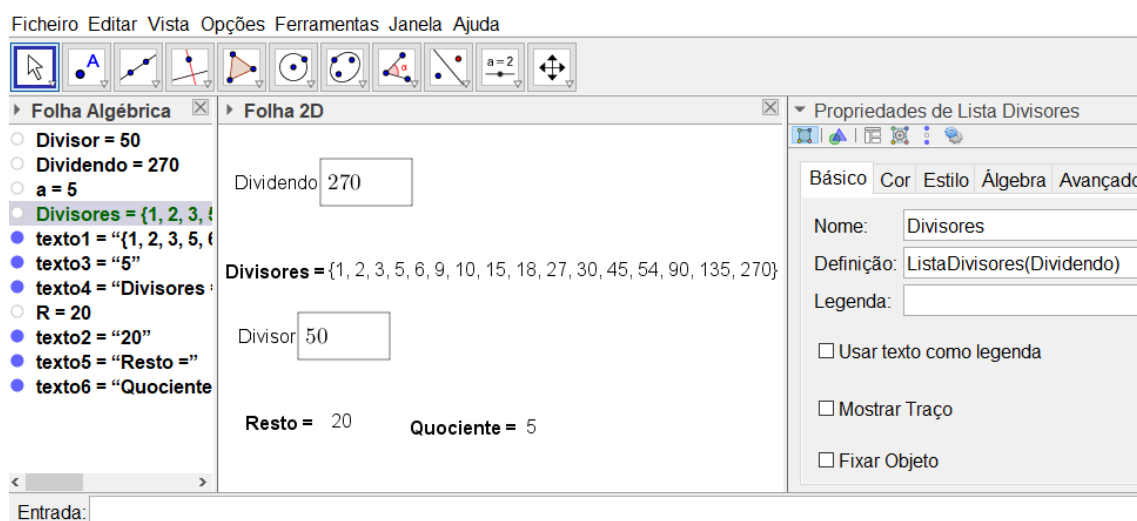


Figura 3: Excerto do trabalho do Grupo 8.

Neste caso, faltou averiguar uma parte dos conceitos a implementar, a fim de que se obtivesse a funcionalidade pretendida.

No entanto, a grande maioria dos grupos conseguiu construir funcionalidades que automatizam corretamente os operadores no âmbito da tarefa que lhes foi proposta. Por exemplo, o Grupo 1 programou a designada função de Euler de número natural, $\phi(n)$, apresentando uma construção (Figura 4), com recurso a variáveis (seletores) e texto dinâmico e que inclui no seu protocolo os seguintes comandos:

Lista1= Sequência (Se(MDC(n, i) $\hat{=}$ 1, i), i, 1, n - 1)

Lista2= RemoverIndefinidos(Lista1)

$\Phi = \text{ContarSe}(x < n, \text{Lista2})$

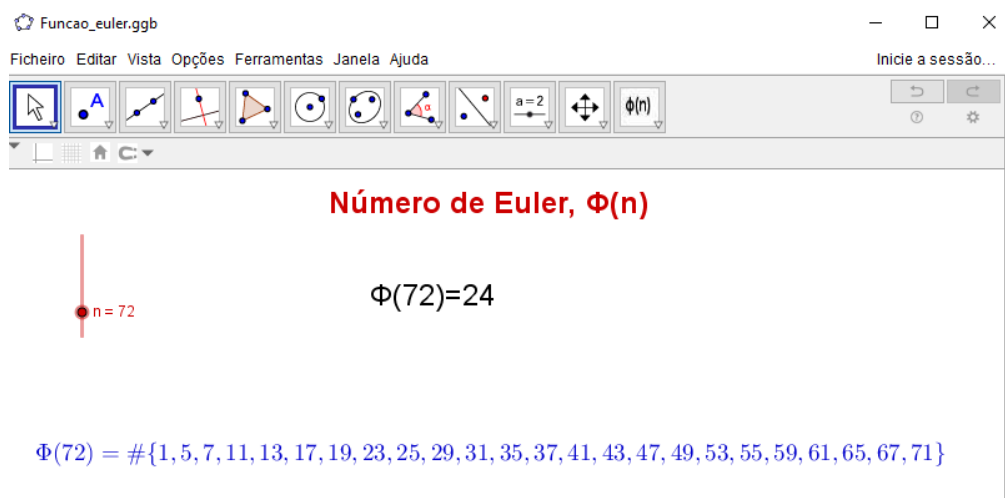


Figura 4: Excerto do trabalho do Grupo 1.

De realçar que este grupo teve o cuidado de especificar o conjunto do qual se pretendia saber o seu cardinal.

Também a tarefa do Grupo 6 (Figura 5) foi totalmente conseguida.

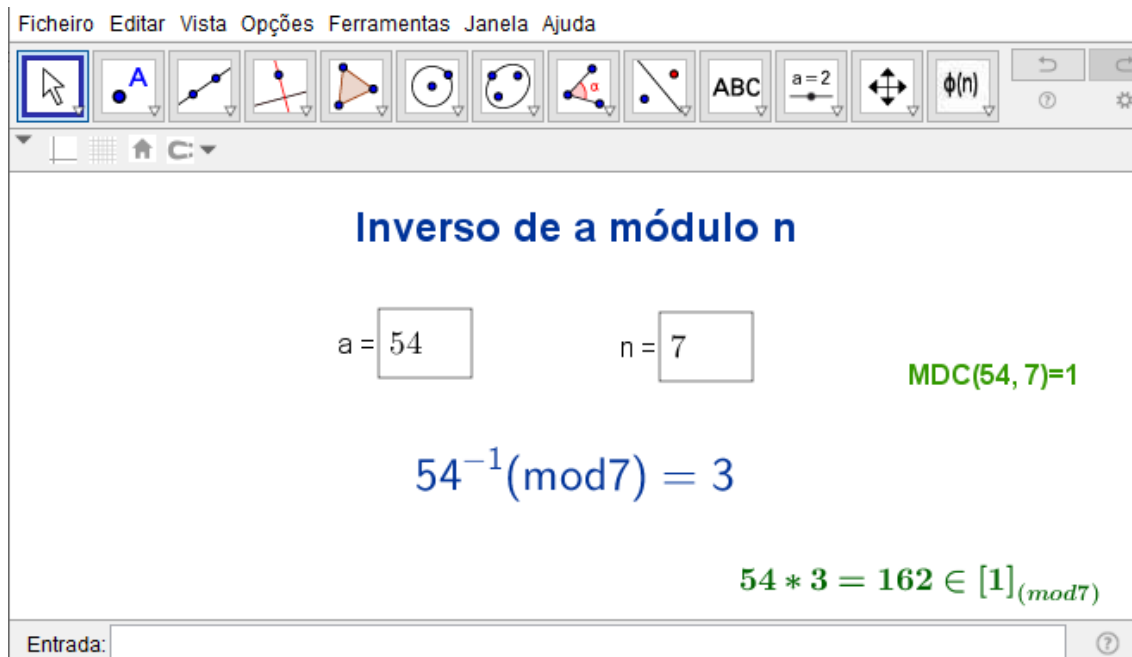


Figura 5: Excerto do trabalho do Grupo 6.

Tratou-se de implementar o operador “Inverso módulo n”. Nesta construção, para além de terem sido consideradas variáveis associadas a campos de entrada, condicionou-se a visibilidade de texto dinâmico em face do máximo divisor comum dos valores de a e n. O protocolo incluía ainda os seguintes comandos:

lista1=Sequência (Se(Resto(a i, n) \neq 1, i), i, 1, n - 1)

lista2=RemoveIndefinidos(lista1)

mdc=MDC(a, n)

inverso=Elemento(lista2, 1)

Resumindo, nove das doze tarefas propostas foram realizadas com sucesso, sendo que as três restantes resultaram em construções que, ou não respondiam ao que era pedido ou nem sequer funcionavam.

4.2 As opiniões dos estudantes

No que diz respeito à implementação do tema (Figura 6), como seria de esperar, os estudantes assumem que tiveram algumas dificuldades – 40,5% concorda ou concorda totalmente que foi difícil identificar que matemática usar e 23,8% considera não ter obtido uma aplicação eficiente. No entanto, a maioria dos estudantes concorda ou concorda totalmente que a tarefa realizada teve vantagens, já que contribuiu para promover o estudo de conteúdos (76,2%), a análise de procedimentos (85,7%), a sistematização de conceitos (64,3%) e o desenvolvimento da capacidade de abstração (61,9%), tendo, ainda, permitido relacionar matemática discreta com informática (71,4%).

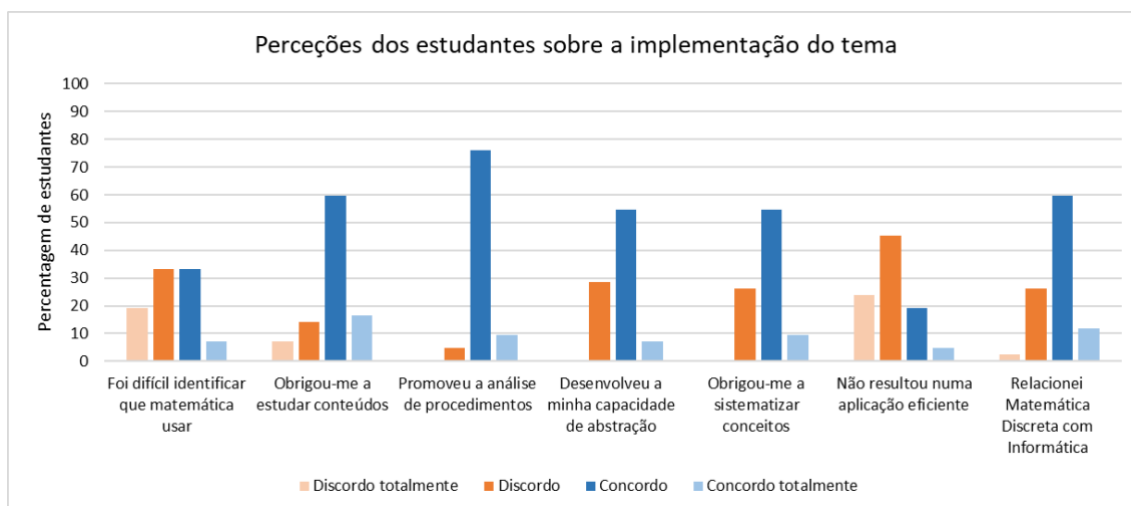


Figura 6: Resultados relativos às perceções dos estudantes sobre a implementação do tema.

Relativamente ao GeoGebra, alguns estudantes (54,8%) consideram que não foi fácil familiarizarem-se com a sua interface e, embora para a maioria tivesse sido fácil identificar os comandos para concretizar a tarefa, aproximadamente um terço (31%) manifesta ter tido dificuldades nesse âmbito. Mesmo assim, a maioria concorda ou concorda totalmente que o GeoGebra é útil para implementar operadores ou algoritmos (76,2%), motiva o processo de construção do conhecimento (64,3%), incentiva a criatividade (64,3%) e promove a investigação experimental (88,1%) (Figura 7).

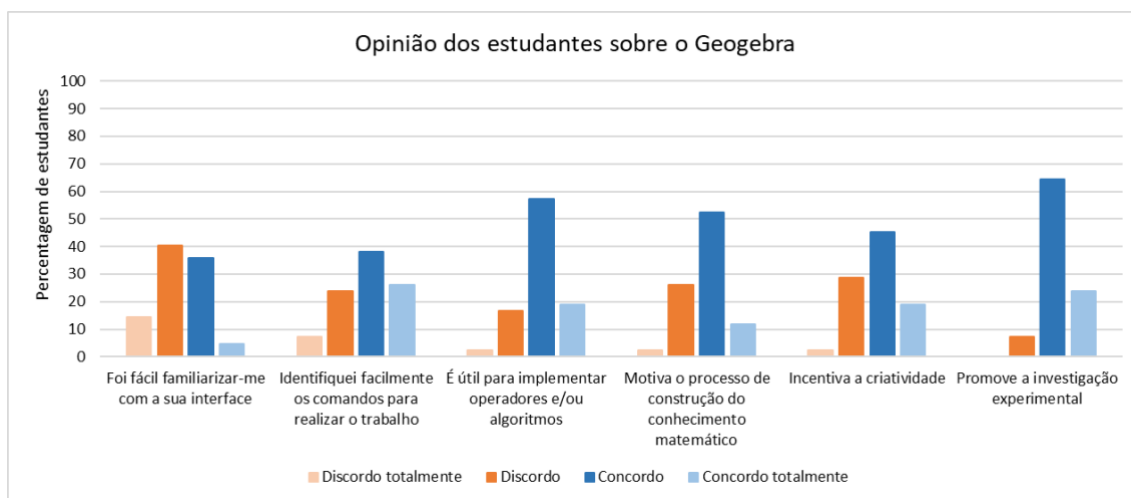


Figura 7: Resultados relativos à opinião dos estudantes sobre a utilização do GeoGebra.

Quanto ao trabalho em grupo (Figura 8), alguns estudantes (40,5%) consideram ter tido dificuldades em se organizarem para desenvolver o trabalho, o que se compreende pelo facto da maior parte do trabalho ter de ser realizado extra-aula e em tempo de algumas restrições devido à pandemia. À parte deste aspeto, a maioria dos estudantes concorda ou concorda totalmente que o facto de trabalhar em grupo os motivou para a realização da tarefa (71,4%) e ajudou-os a ultrapassar dificuldades (66,7%). No que diz respeito à forma de trabalho, apenas 40,5% dos estudantes refere que no seu grupo pesquisaram em conjunto possíveis caminhos para implementar a tarefa e grande parte (90,5%) considera que primeiro houve um trabalho individual e que só depois reuniram para produzir a aplicação. Embora estas duas situações não sejam incompatíveis, aliadas aos problemas de organização mencionados permitem concluir que os trabalhos de grupo extra-aula geram alguns problemas de logística, o que pode fazer com que não se atinja o potencial pretendido relativamente ao debate de ideias e à aprendizagem com os pares.

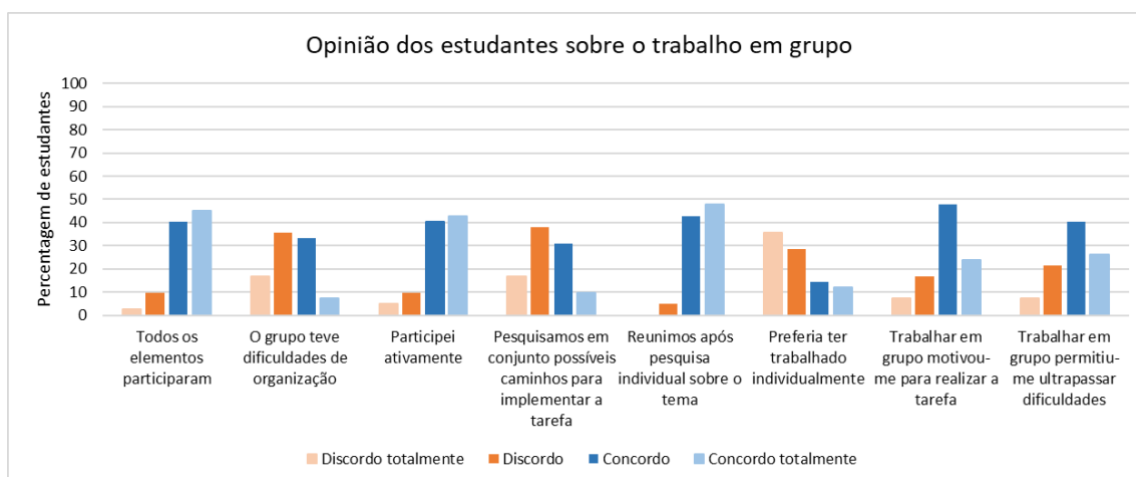


Figura 8: Resultados relativos às perceções dos estudantes sobre o funcionamento do grupo de trabalho.

Os estudantes atribuem as suas dificuldades na concretização da tarefa ao facto de terem contactado pela primeira vez com o GeoGebra ou não dominarem as suas

funcionalidades, à falta de conhecimentos sobre a temática do trabalho e a questões mais do foro logístico, como a falta de tempo ou de gestão do grupo, como podemos verificar pelos seus comentários:

“Falta de conhecimentos acerca do software (E16); “Dificuldade em perceber o funcionamento da interface do GeoGebra” (E28). “Descobrir como aplicar os conhecimentos da UC na ferramenta de software” (E7); “Perceber que comandos utilizar com outros comandos para produzir o resultado final ou passo intermédio” (E9); “A criação das funções, porque não conhecia o software” (E22); “Não conseguir criar uma lista e acabou por não se completar o trabalho” (E37); “Encontrar os comandos que mais se adequam à formulação do tema e implementação dos operadores de forma correta” (E40).

“Falta de conhecimento sobre o tema dado” (E11); “A falta de conhecimento sobre a matéria” (E32); “O tema do trabalho ser um pouco complicado” (E41).

“A constituição do grupo e a falta de tempo” (E24); “Encontrar um horário comum a todos” (E27).

5 Discussão dos resultados e conclusões

Embora os estudantes se tivessem deparado com várias dificuldades para a execução do trabalho, sendo que algumas das quais não foram ultrapassadas (houve grupos que não conseguiram obter uma aplicação eficiente), considera-se que a experiência realizada teve efeitos positivos, quer na aprendizagem de tópicos específicos da Matemática Discreta, quer na sua formação geral. Com efeito, de acordo com o formulário preenchido pelos estudantes, onde mencionavam a matemática que implementaram e os aspetos do protocolo da construção, verificou-se que a grande maioria ficou mais consciente dos conceitos matemáticos envolvidos na tarefa e compreendeu que, automatizar procedimentos matemáticos pressupõe considerar variáveis em universos discretos e limitados e usar operações lógicas para condicionar certos objetos matemáticos. De realçar que a maioria dos estudantes concorda ou concorda totalmente que a implementação do tema contribuiu para promover o estudo de conteúdos, a análise de procedimentos, a sistematização de conceitos e o desenvolvimento da capacidade de abstração. Consideraram igualmente que o GeoGebra é útil para implementar operadores ou algoritmos, motiva o processo de construção do conhecimento, incentiva a criatividade e promove a investigação experimental. Este *feedback* dos estudantes vai ao encontro das conclusões obtidas por Rich et al. (2014), no contexto de tarefas que envolvem programação computacional.

Quanto às dificuldades, tal como já foi referido, elas centraram-se mais em aspetos de familiarização com o GeoGebra e com a identificação da matemática a implementar. Estes são aspetos a que se pode estar atento em experiências futuras, ainda que existam constrangimentos relacionados com a gestão da componente letiva presencial, em face do programa a lecionar.

Em suma, a implementação de operadores não só fornece contexto para explorar conceitos matemáticos como implica a construção de sequências de conteúdo em linguagem lógica proficiente, avançando-se para a compreensão de uma linguagem formalizada. Este estudo permite reafirmar que aplicar matemática para realizar cálculo

automático pode aumentar a motivação e o interesse dos estudantes pela matemática, algo já afirmado por Zhang e Zhang (2013).

6 Referências

- Avsec, S., & Šinigoj, V. (2016). Proactive technical creativity: mediating and moderating effects of motivation. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(4), 540-545.
- Dourish, P., Hayes, G. R., Irani, L., Lee, C. P., Lindtner, S., Nardi, B., Patterson, D. J., & Tomlinson, B. (2008). Informatics at UC Irvine. In M., Czerwinski, & A., Lund (Eds.), *CHI'08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3651-3656). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1358628.1358907>
- Hutkemri, E. Z. (2014). Impact of using GeoGebra on students' conceptual and procedural knowledge of limit function. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(23), 873-881. <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n23p873>
- Iranzo, N., & Fortuny, J. M. (2011). Influence of GeoGebra on problem solving strategies. In L. Bu, & R. Schoen (Eds.), *Model-Centered Learning: Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra* (pp. 91-103). Sense Publishers.
- Rich, P. J., Bly, N., & Leatham, K. R. (2014). Beyond cognitive increase: investigating the influence of computer programming on perception and application of mathematical skills. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 33(1), 103-128. <https://www.learntechlib.org/p/41965>
- Pittalis, M., Mousoulides, N., & Christou, C. (2009). Levels of sophistication in representing 3D shapes. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonides (Eds.), *Proc. of 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 377-384). Thessaloniki.
- Power, J. F., Whelan, T., & Bergin, S. (2011). Teaching discrete structures: a systematic review of the literature. In T. J. Cortina, & E. L. Walker (Eds.), *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 275-280). <https://doi.org/10.1145/1953163.1953247>
- 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. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1086434>
- Zhang, Y., & Zhang, H. (2013). Discussion Reform of Education on Course of Discrete Mathematics. In X. Qiu (Org.), *Conference on Educational Technology and Management Science (ICETMS 2013)* (pp. 21-24). Atlantis Press. <https://www.atlantispress.com/article/6999.pdf>