

MEDIAÇÃO DO PROFESSOR NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS GEOMÉTRICOS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR

TEACHER MEDIATION IN THE USE GEOMETRIC RESOURCES IN TEACHING LINEAR ALGEBRA

MEDIACIÓN DOCENTE EL USO DE RECURSOS GEOMÉTRICOS EM LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA LINEAR

MARILUCE DE OLIVEIA SILVA^I

JOSÉ PAULO CRAVINO^{II}

J BERNARDINO LOPES^{II}

^IInstituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia (IFBA), Ilhéus/BA – Brasil

^{II}Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real – Portugal

RESUMO O foco desse trabalho é analisar a mediação do professor no uso de recursos geométricos e tecnológicos na aula de matemática. Acreditando que os estudantes interagem em ambientes virtuais com muito mais naturalidade, é possível obter um feedback em tempo real, o que facilita obter um ambiente de envolvimento e construção do conhecimento. Através do software *GeoGebra* em uma aula de álgebra linear, alunos do 1º ano de Licenciatura em Engenharia Elétrica irão trabalhar os algoritmos operacionais das matrizes. Utilizando como instrumento metodológico as Narrações Multimodais (NM), teremos dados relevantes na análise da mediação do professor em sala de aula, visto que essas narrações apresentam de maneira detalhada uma riqueza de detalhes atitudinais e comportamentais de professores e alunos. Por fim, considerou-se que alguns dos componentes que envolvem a mediação do professor são fundamentais no processo de aprendizagem; e que o *GeoGebra* impacta positivamente na aprendizagem dos alunos para facilitar a compreensão de uma operação que exige uma manipulação puramente algébrica.

PALAVRAS-CHAVE: MEDIAÇÃO DO PROFESSOR; RECURSOS GEOMÉTRICOS E TECNOLÓGICOS; APRENDIZADO.

ABSTRACT The focus of this work is to analyze the teacher's mediation in the use of geometric and technological resources in the math class. Believing that students interact in virtual environments much more naturally, it is possible to obtain real-time feedback, which facilitates an environment of involvement and knowledge construction. Through the *GeoGebra software* in a linear algebra class, students of the 1st year of Degree in Electrical Engineering will work on the operational algorithms of the matrices. Using Multimodal Narrations (NM) as a methodological instrument, we will have relevant data in the analysis of teacher mediation in the classroom, since these narrations present in a detailed way a wealth of attitudinal and behavioral details of teachers and students. Finally, it was considered that some of the components that involve the teacher's mediation are fundamental in the learning process and that *GeoGebra* positively impacts student learning to facilitate the understanding of an operation that requires purely algebraic manipulation.

KEYWORDS: TEACHER MEDIATION; GEOMETRIC AND TECHNOLOGICAL RESOURCES; LEARNING.

RESUMEN El enfoque de este trabajo es analizar la mediación del docente en el uso de los recursos geométricos y tecnológicos en la clase de matemáticas. Creyendo que los estudiantes interactúan en ambientes virtuales de manera mucho más natural, es posible obtener retroalimentación en tiempo real, lo que facilita un ambiente de involucramiento y construcción de conocimiento. A través del software *GeoGebra* en una clase de álgebra lineal, los alumnos de 1º de Grado en Ingeniería Eléctrica trabajarán los algoritmos operacionales de las matrices. Utilizando las Narraciones Multimodales (NM) como instrumento metodológico, tendremos datos relevantes en el análisis de la mediación docente en el aula, ya que estas narraciones presentan de manera detallada una gran cantidad de detalles actitudinales y conductuales de docentes y alumnos. Finalmente, se consideró que algunos de los componentes que involucran la mediación del docente son fundamentales en el proceso de aprendizaje; que *GeoGebra* impacta positivamente en el aprendizaje de los estudiantes para facilitar la comprensión de una operación que requiere manipulación puramente algebraica.

PALABRAS-CLAVE: MEDIACIÓN DOCENTE; RECURSOS GEOMÉTRICOS Y TECNOLÓGICOS; APRENDIZAJE.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo analisar a mediação do professor no uso de recursos geométricos, no processo de ensino de uma aula de Álgebra Linear, na turma de Engenharia Elétrica, utilizando um *software* interativo geométrico para trabalhar os algoritmos operacionais de matrizes.

Para Rosa (2010, p. 1), “Grande parte dos estudantes apresenta um sentimento de fracasso em relação à matemática, tendo em vista que esta é considerada, muitas vezes, uma disciplina baseada em técnicas repetitivas que utiliza uma simbologia desprovida de significação”. Esta afirmação torna-se mais evidente no ensino da álgebra, uma área da matemática que utiliza muitas manipulações mecânicas e normalmente descontextualizadas.

Pode-se dizer que a necessidade de abstração e generalidade levou matemáticos gregos a enfrentar problemas algébricos do ponto de vista geométrico (FERRARELO *et al.*, 2016), visto que, ao longo da história, é evidente que o desenvolvimento algébrico se dá pela necessidade de contextos geométricos mais complexos.

Muitos recursos pedagógicos como *softwares* educativos, materiais concretos e projetos interdisciplinares, vêm sendo implementados com o intuito de minimizar as dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem dos estudantes. O conhecimento que se constrói a partir da associação desses materiais propicia o surgimento de diferentes modos de pensar em conflitos que naturalmente surgirão em situações diferentes do mesmo problema. O uso do recurso digital tem uma importância relevante, pois tem o papel de reconstruir, desenvolver e facilitar o papel da aprendizagem no ensino da matemática. A familiaridade que os alunos têm com a tecnologia torna-os membros ativos, que antes não passavam de meros espectadores no modelo de aula de séculos na história.

Bittar (2015) afirma que, quando a situação envolve o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), é preciso refletir acerca de se e como a ferramenta tecnológica escolhida pode fazer parte do meio elaborado para favorecer a construção do conhecimento pelo aluno. Na perspectiva aqui defendida, o professor deve usar este e qualquer outro material em sua prática pedagógica, de modo a oferecer possibilidades de progressão aos alunos.

O uso de representações dinâmicas promove o pensamento geométrico e fornece suporte visual, algébrico e conceitual para a maioria dos estudantes, segundo Dockendorff (2018). A utilização do *GeoGebra* possibilita um recurso geométrico no ensino da álgebra; assim Bittar (2015) chama atenção sobre duas dimensões interessantes no uso do *GeoGebra*:

- A visualização de impacto e relevância adquirida ao usar o *GeoGebra* na sala de aula de matemática;
- Sua contribuição no desenvolvimento do conhecimento tecnológico de conteúdo pedagógico durante a aula.

Essas dimensões se tornam primordiais no ensino da matemática, principalmente em tópicos algébricos que são trabalhados de maneira tão mecânica e desvinculada da realidade ou outros temas que despertem o interesse dos estudantes.

Dockendorff (2018) garante que os ambientes de aprendizagem enriquecidos com tecnologia capacitam os alunos, aprimorando sua capacidade de explorar, reconstruir (ou reinventar) e explicar conceitos matemáticos, promovendo conexões entre representações gráficas e definições formais. Assim, propõem abordar a incorporação de tecnologia na sala de aula de matemática de uma perspectiva integral, considerando todos os seus componentes: cognitivo, didático, técnico e afetivo. Confiança, motivação e conhecimento em seu uso instrumental são aspectos centrais para uma futura integração bem-sucedida das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no contexto escolar.

A mediação do professor é um elemento essencial e muito complexo no processo de ensino, pois lida com muitos elementos da aprendizagem. Segundo Lopes, Cravino, Branco, Saraiva e Silva (2008), a mediação do professor possui seis componentes: i) ação; ii) linguagem; iii) procura de aprendizagem dos estudantes; iv) caminhos de desenvolvimento dos alunos; v) resultados da aprendizagem; e vi) intenções do currículo. Devido à sua complexidade, não é possível resumir todos os aspectos que determinam a mediação num

ambiente de sala de aula com professores e alunos, assim iremos propor alguns elementos que serão identificados e analisados neste trabalho, de acordo com a **Tabela 1**.

Tabela 1- Elementos na mediação do professor.

| Elementos | Descrição |
|-------------------------------------|--|
| Apoio dado aos alunos | i) Dificuldades na compreensão do conteúdo; ii) Dificuldades com a manuseio de materiais utilizados durante as aulas; iii) Estimular os alunos na participação das aulas. |
| Utilização de recursos tecnológicos | Implementação de um software para melhor compreensão do tema a ser trabalhado. Bittar (2015) afirma que, quando a situação envolve o uso de TIC, a ferramenta tecnológica escolhida pode fazer parte do meio elaborado para favorecer a construção do conhecimento pelo aluno. |
| Uso de Conteúdos prévios | Utilizar habilidades adquiridas em aulas anteriores torna o conhecimento prévio um elemento de construção para o novo, dando significado ao aprendido. |
| Sensibilização do professor | Perceber possíveis problemas que precisem de uma tomada de decisão em tempo real durante a aula. |
| Resultado da ação do professor | É importante que alunos apresentem um feedback favorável a questões e abordagens feitas pelo professor. Essa ação pode ser um bom indicador para o professor, do trabalho que está sendo feito. |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A partir dessa reflexão surgiu o questionamento que fomenta a investigação deste trabalho: de que maneira a mediação do professor, utilizando artefatos geométricos e tecnológicos numa aula de álgebra, impacta na aprendizagem dos alunos?

A metodologia é um conjunto ordenado de procedimentos que se apresentou eficiente ao longo do tempo na busca do saber, sendo, portanto, um instrumento de trabalho onde o resultado depende do usuário.

Para tanto, com o objetivo de analisar a mediação do professor no uso de recursos geométricos e tecnológicos na aula de matemática, buscou-se classificar a abordagem analítica e seus níveis através do estudo de alguns episódios de uma narração multimodal. As subdimensões e categorias criadas no método de análise foram utilizadas na análise de recursos, a fim de expor de forma sucinta o tema abordado, optando-se pela pesquisa descritiva, tendo como aporte o software MAXQDA. Realizou-se a pesquisa qualitativa, pois foi realizada uma análise interpretativa.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ABORDAGEM ANALÍTICA

A abordagem analítica possui quatro níveis, a saber:

- i) Identificar a dimensão ou dimensões da mediação de professores:

- ii) Analisar e nomear sub-dimensões que permitam uma análise minuciosa;
- iii) Criar categorias para cada sub-dimensão identificando seus respectivos códigos;
- iv) Fazer análise interpretativa dos dados.

Será avaliada a mediação do professor a partir do uso de artefatos como software GeoGebra, anotações em quadro, a oralidade fazendo questionamentos e intervenções e feedback dos estudantes. Trata-se de uma turma do 1º ano de Licenciatura em Engenharia Elétrica (Faixa etária média 18 anos) de uma Instituição de Ensino Superior politécnico, durante uma aula de Álgebra Linear descrita no acervo de Narrações Multimodais (NM) presente em Lopes e Cravino (2017).

Nesta investigação foi feita a análise de uma NM, disponível no referido acervo, elaborada pelo próprio professor de Álgebra Linear de uma turma de 31 (trinta e um) alunos, em que estavam presentes 19 (dezenove) alunos, onde foram trabalhados os algoritmos operacionais das matrizes, explorando elementos geométricos e utilizando como recurso pedagógico o *software GeoGebra*. Ao referido professor foi atribuído o nome fictício de Rafael para preservar o seu anonimato.

2.2 Narração multimodal

A Narração Multimodal (NM) é um relato minucioso do que ocorre, geralmente, numa prática de sala de aula, preservando a natureza complexa do ensino e da aprendizagem. Segundo Lopes *et al.* (2014), a Narração Multimodal é baseada em dados independentes (gravação de áudio ou vídeo, documentos sobre planejamento ou produção de professores, produção de documentos dos alunos, tarefas, organização do espaço, salas de aula, fotos, artefatos usados, inscrições de lousa etc.) e incorpora trechos desses documentos independentes. A NM também incorpora os dados do professor (descrição do professor de suas intenções, decisões e descrições de atitudes, silêncios, gestos etc., do professor e dos alunos na sala de aula). Geralmente as narrações multimodais são feitas pelo próprio professor, mas há casos em que o escritor da NM ser um investigador que não seja o professor. Finalmente, todas as NM encontradas em Lopes e Cravino (2017), incluindo a que é usada neste estudo, foram validadas por um investigador que não elaborou a NM, levando em consideração as gravações (vídeo e áudio) e os demais dados disponíveis em sala de aula, e outros aspetos para assegurar o cumprimento do protocolo de uma NM apresentado em Lopes *et al.* (2014).

2.3 MÉTODO DE ANÁLISE

A metodologia de análise escolhida foi a análise de conteúdo guiada pelas categorias segundo a abordagem de Bardin (1995 *apud* OLIVEIRA, 2003).

A análise de dados foi feita sobre a NM de uma aula da turma de Álgebra Linear do professor Rafael.

A análise foi feita a partir de um episódio onde o professor relata a construção do algoritmo da soma de matrizes feita com os alunos, utilizando um *software* interativo geo-

métrico. Inicialmente, selecionamos nos relatos todas as partes do texto relevantes à mediação do professor e, em seguida, analisamos cada uma dessas partes, buscando evidências conforme o explicitado na abordagem teórica sobre alguns elementos da mediação do professor na investigação deste trabalho, identificando:

- i) O apoio que o professor dá aos alunos;
- ii) A utilização dos recursos tecnológicos;
- iii) De que forma o professor utiliza os conteúdos prévios para fazer abordagem do novo conteúdo;
- iv) A sensibilidade do professor na tomada de decisão frente a alguns problemas que surgem durante a aula;
- v) O *feedback* dos alunos.

2.4 Técnica de análise

A análise, num contexto de análise de conteúdo, foi feita a partir de códigos das categorias com software MAXQDA (2020)¹. O *Software* auxilia a análise de dados qualitativos como entrevistas, transcrições, gravações em áudio/vídeo, revisões de literatura etc. Desenvolvido por pesquisadores, possui ferramentas para transcrever e analisar entrevistas, discursos e grupos focais.

2.5 Análise de recursos

Para analisar a mediação do professor utilizando recursos geométricos, tecnológicos, além de outros, como dimensão na mediação do professor na aula de matrizes, surgem subdimensões e categorias de acordo com as perspectivas citadas no tópico anterior na NM investigada.

Tabela 2- Descrição das subdimensões e categorias.

| Subdimensão | Categoria | Definição |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | Questiona assuntos prévios (Q_P) | Questiona conteúdo prévio, necessário para implementação do novo conteúdo. |
| Questionamento do Professor | Questiona assunto novo (Q_N) | Questiona sobre o assunto abordado à medida que utiliza recursos. |
| | Relaciona o prévio com o novo (Q_PN) | Questiona fazendo relações entre os tópicos já vistos e o tópico novo trabalhado em sala de aula. |
| | Atencioso (I_A) | Intervém aos alunos com um olhar cuidadoso pedindo atenção e criando um ambiente de aprendizado. |
| Intervenções do Professor | Intervenção nas respostas (I_R) | Durante as respostas dos alunos, o professor intervém, tentando ajudá-los ao resultado correto. |

¹ <https://www.maxqda.com/brasil/software-analise-qualitativa?>

| Subdimensão | Categoria | Definição |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Recursos Utilizados | Intervenção com os conteúdos (I_PN) | Faz intervenções fazendo relação entre os conteúdos já vistos e o novo conteúdo. |
| | Digitais (R_D) | Utiliza o <i>GeoGebra</i> , um software geométrico, para compreensão do algoritmo da soma de matrizes. |
| | Não digitais (R_N) | Utiliza o quadro para anotações e os alunos seus cadernos no desenvolvimento de exemplos. |
| | Oral (R_O) | Através da fala, o professor expõe o conteúdo dado, utilizando conteúdos já vistos. |
| Resultado da ação do professor | Positivo (F_P) | Os alunos respondem de maneira correta às perguntas feitas ou demonstram satisfação na compreensão do conteúdo. |
| | Negativo (F_N) | Os alunos respondem de maneira correta às perguntas feitas ou demonstram satisfação na compreensão do conteúdo. |
| | Neutro (F_n)* | Os alunos respondem de maneira correta às perguntas feitas ou demonstram satisfação na compreensão do conteúdo. |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

4. RESULTADOS

Com as descrições das categorias (siglas descritas na Tabela 3), segue abaixo a tabela identificando alguns exemplos com o código utilizado, o segmento, o trecho extraído do texto e as linhas onde são encontrados esses segmentos produzidos pelo MAXQDA (2020).

Tabela 3- Exemplo de alguns trechos codificados na análise feita pelo MAXQDA

| Código | Segmento | Linha |
|------------|---|-------|
| R-O | - Pretendia uma abordagem em cima do que os alunos já sabiam. | 23 |
| | - Estabeleci, então, que a adição de matrizes se aproximava da adição de vetores, ou, de outra forma, que quem sabia adicionar vetores também saberia adicionar matrizes. | 47 |
| R-N | - Continuei no quadro a escrever uma expressão. | 39 |
| | - Decidi começar por escrever no quadro duas matrizes de diferente dimensão. | 48 |

| Código | Segmento | Linha |
|---------------|--|--------------|
| R-D | - Projetei a janela de visualização do software <i>Geogebra</i> . | 24 |
| | - Recorri novamente ao <i>GeoGebra</i> , abrindo outra janela de visualização. | 51 |
| Q-P | - Quais são as coordenadas aqui do vetor u ? | 29 |
| | - A seguir, perguntei aos alunos o nome de uma regra que podia acrescentar na representação para chegar à adição de vetores. | 39 |
| Q-N | - Perguntei se a adição era possível. | 48 |
| | - Uma matriz linha ou coluna? | 35 |
| Q-PN | - O vetor u em termos da linguagem das matrizes, como é que escrevo? | 45- 46 |
| I-R | - Contudo, fui eu a avançar o nome da “regra do paralelogramo”, sem esperar por uma resposta. | 42 |
| I-A | - Pedi aos alunos que já conheciam esses algoritmos, porventura os repetentes, que não participassem nesta fase da aula. | 23 |
| I-PN | - Conduzi os alunos a transporem as operações com vetores para as operações com matrizes. | 29 - 30 |
| F-P | - Os alunos iam respondendo corretamente, inclusive falando em termos de suas coordenadas. | 51 |
| F-N | - Alguns alunos disseram que não se lembravam. | 42 |
| | - Mas os alunos se mantiveram calados. | 39 |
| F-N* | - Entre uns “sins” e uns “nãos” quase imperceptíveis e o silêncio da maioria dos alunos. | 29 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com a análise descrita, percebeu-se que a reação dos alunos se dá de acordo com o nível das perguntas. Perguntas com um nível de complexidade baixa são respondidas imediatamente por um ou mais alunos, havendo sempre participação por parte da turma.

Em perguntas mais complexas, como aconteceu duas vezes, os alunos não se manifestam, havendo sempre a intervenção na resposta pelo professor. Foi percebido também a insistência do professor em algumas perguntas repetidamente, por vezes para estimular a turma a responder, mas também para que os alunos estivessem convictos das respostas dadas.

4.2 Flashes da aula

4.2.1. Excerto 1 da NM do professor Rafael: (Respostas imeditas)

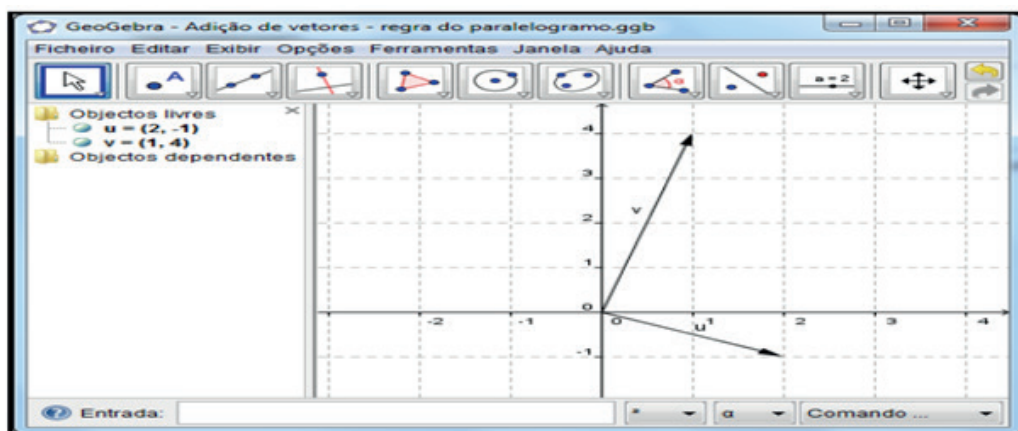


Figura 1: Ambiente do *Geogebra* com representação de 2 vetores (imagem exibida na aula).

Fonte: Lopes e Cravino (2017, p. 1650).

(Professor) - O vetor u , em termos da linguagem das matrizes, como é que eu escrevo?

(Aluno) - Coluna – respondeu logo o Daniel.

(Professor) - Uma matriz linha ou coluna? Insistiu o professor, percorrendo com o olhar a turma.

(Alunos) - Coluna – respondeu a maioria dos alunos, sendo que alguém ainda disse linha.-

O excerto 1 da NM analisada ilustra como o professor usa um recurso digital para dar suporte visual ao que pretendia ensinar envolvendo os alunos com respostas diretas.

4.2.2. Excerto 2 da NM analisada (Intervenção do professor na resposta)

(Professor) - Como é que vou adicionar estes dois vetores? Eu posso por o *GeoGebra*... faz isto ... aqui, nesta entrada, só vou escrever ... já sabem quem é o u e o v ... só vou por u mais v ... enter ... é o w !

“Perguntei aos alunos o nome de uma regra que podia acrescentar na representação para chegar à adição de vetores. Mas os alunos mantiveram-se calados. Ainda se insisti quais as regras e se sabiam o nome delas.”

“Continuei questionando aos alunos sobre quais as coordenadas do vetor \vec{w} obtido e insisti no nome de uma regra para adicionar vetores, inclusive falando em “tracejados”. Contudo, fui eu a avançar com o nome “regra do paralelogramo”, sem esperar por uma resposta”.

O excerto 2 da NM analisada ilustra como o professor usa um recurso digital para questionar os alunos sobre como usar o *GeoGebra* para efetuar determinadas operações algébricas, procurando envolver os alunos e uma intervenção do professor dando a resposta.

Nas quatro subdimensões descritas na **Tabela 2** (Questionamento do Professor/ Intervenção do Professor/ Recursos Utilizados/ Resultado da ação do Professor), três delas são referentes à ação do professor e uma delas referente à reação do aluno. Além disso, é predominante ação do professor durante a aula na NM, com poucas ações e interações dos alunos.

De 52 (cinquenta e dois) termos codificados no texto, segue a frequência dos códigos na narrative referentes a ação do professor e a ação dos alunos na mediação do professor.

Tabela 4 - Frequência dos códigos – Ações do Professor.

| Ações do Professor | Código | Quantidades |
|-------------------------------|---------------|--------------------|
| Utilização de Recursos | R-O | 3 |
| | R-N | 8 |
| | R-D | 5 |
| Questionamentos | Q-P | 8 |
| | Q-N | 3 |
| | Q-NP | 1 |
| Intervenções | I-R | 3 |
| | I-A | 4 |
| | I-PN | 1 |
| | Total | 36 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 5- Frequência dos códigos – Reações dos Alunos.

| Reações do Aluno | Código | Quantidades |
|-------------------------|---------------|--------------------|
| Positiva | F_P | 13 |
| Negativa | F_N | 1 |
| Neutra | F_n* | 2 |
| | Total | 16 |

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Entende-se, a partir do exposto na **Tabela 5**, que o número de reações positivas (entusiasmo para participar aula ou responder aos questionamentos do professor corretamente ou expressar algum elogio), sobressai às negativas (respostas incorretas, repostas sem nenhuma segurança) e neutras (permaneciam calados) na mediação do professor. Foi observado ainda, que mesmo com a falta de lembrança a respeito do nome da regra da soma de vetores, foi natural para os alunos compreenderem um tópico novo associado a um já visto. Relacionar as operações de matrizes às operações com vetores pareceu algo muito natural, como demonstrado na **Figura 1** e na **Figura 2**, respectivamente:

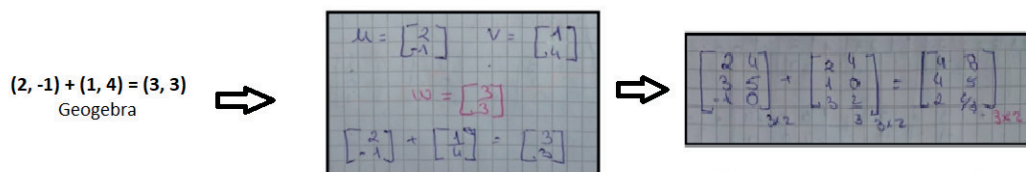


Figura 2: Relação feita pelos alunos - entre as linguagens vetorial e matricial.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de imagens do Lopes e Cravino (2017, p. 1650, 1651).

5. DISCUSSÃO

Nesta secção discutimos os resultados obtidos para responder à questão de investigação (De que maneira a mediação do professor, utilizando artefactos geométricos e tecnológicos numa aula de álgebra, impacta na aprendizagem dos alunos?). Na análise da NM foi feito um estudo da mediação do professor a partir de artefactos utilizados em sala de aula e o modo como ela impacta a aprendizagem dos alunos. Segundo Lopes *et al.* (2008), a mediação do professor possui seis componentes que associadas ao ambiente de sala de aula torna muito complexa a sua análise. Neste trabalho foram criadas quatro perspectivas, citadas na introdução, que contemplam essas componentes: questionamento do professor, intervenções do professor, recursos utilizados; e o resultado da ação do professor.

A mediação do professor (em termos de Questionamento do professor, Intervenções do professor, Recursos utilizados) num ambiente de aprendizagem centrado no professor, utilizando artefactos geométricos e tecnológicos numa aula de álgebra no ensino superior, impacta na aprendizagem dos alunos em termos do seu envolvimento na aprendizagem. Em particular verifica-se que os alunos estão envolvidos ativamente na aprendizagem (pois respondem de maneira correta às perguntas feitas ou demonstram satisfação na compreensão do conteúdo – categoria F-P) devido à mediação do professor que cria um ambiente de aprendizagem favorável à sua participação (categoria I-A), usa recursos de forma intensiva e intencional (categorias R-D e R-N) e através de um questionamento de modo a mobilizar conhecimento prévio (categoria Q-P).

O uso do *GeoGebra* exigiu dos alunos conhecimentos em geometria vetorial já visto por eles em aulas anteriores. Na **Tabela 3** e nos *flashes* demonstrados no **item 4.2**, boa parte das perguntas feitas aos alunos foram respondidas de imediato, faltando questões que

exigissem reflexão e raciocínio para serem respondidas. Salienta-se, assim, que a trajetória dos alunos com outros conteúdos foi preponderante nesse processo. Além de usar o recurso digital geométrico, objeto da nossa investigação, como facilitador para compreensão e interação dos alunos, o professor utiliza conhecimentos já vistos nas aulas anteriores de álgebra linear para trabalhar novos conteúdos. Isso se torna evidente por Dockendorff (2018), que garante ambientes de aprendizado enriquecidos com tecnologia capacitam os alunos, aprimorando sua capacidade de explorar, reconstruir (ou reinventar) e explicar conceitos matemáticos, promovendo conexões entre representações gráficas e definições formais.

Quando observamos na **Tabela 5**, existem 16 (dezasseis) trechos referentes à reação dos alunos, 13 (treze) positivos, 02 (dois) neutros e 01 (um) negativo. Na reação negativa, os alunos expressam não lembrar o nome da regra do paralelogramo (na soma de vetores), o que não compromete o entendimento da relação da soma de vetores para a soma de matrizes.

Finalmente, relevar a importância dos recursos digitais (neste caso, o *GeoGebra*) na mediação do professor e no modo como o usa para envolver os alunos em aprendizagens novas. Por exemplo que os alunos conseguiram identificar rapidamente as coordenadas do vetor soma a partir da visualização do posicionamento dos vetores quando apresentado pelo professor no *GeoGebra*. Bittar (2015) ressalta duas dimensões no uso do *GeoGebra*: visualização de impacto e contribuição no desenvolvimento do conhecimento tecnológico. Esse recurso geométrico foi fundamental no resultado positivo da reação dos alunos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo analisou-se como a mediação de um professor de álgebra no ensino superior impacta a aprendizagem dos alunos recorrendo à análise de uma Narração Multimodal de uma aula desse professor.

A mediação do professor numa aula de álgebra no ensino superior, apesar de ocorrer num ambiente de aprendizagem centrado no professor, impacta positivamente na aprendizagem dos alunos quando estão a aprender conhecimento novo. Neste processo algumas componentes da mediação do professor são fundamentais para o referido impacto: criar um ambiente de aprendizagem favorável à participação dos alunos, usar recursos de forma intencional (em particular artefactos geométricos e tecnológicos) e fazer um questionamento de modo a mobilizar conhecimento prévio dos alunos.

Apesar de utilizar apenas um episódio da Narração Multimodal nesta investigação, é possível identificar como o *GeoGebra* impacta positivamente na aprendizagem dos alunos. O recurso digital aparece como um elemento visual manipulado pelo professor para facilitar a compreensão de uma operação que exige uma manipulação puramente algébrica. Ainda assim, é perceptível o progresso dos estudantes na compreensão e entendimento dos algoritmos operacionais das matrizes.

Durante toda aula, na sua mediação, o professor busca a participação dos alunos utilizando elementos geométricos que permitem com que os alunos façam associações e cheguem a resultados de maneira mais natural. O uso do *GeoGebra* mobilizou os conhecimentos prévios dos alunos em geometria vetorial abordados em aulas anteriores e facilitou a compreensão de operações algébricas.

Sugerem-se novas pesquisas para dar continuidade a este trabalho:

- i) Estender para outros níveis de ensino, visto que este trabalho está no contexto do ensino superior;
- ii) Propor ferramentas para a melhoria na mediação do professor no ensino da álgebra.
- iii) Propor formas de mediação que integrem questões mais elaboradas, que obriguem os estudantes a pensar de maneira mais reflexiva e aprofundada.

REFERÊNCIAS

BITTAR, Marilena. Uma proposta para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica de professores de matemática. **EM TEIA-Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, [SI], Pernambuco, v. 6, n. 3, 2015.

DOCKENDORFF, Monika; SOLAR, Horacio. ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: the case of GeoGebra. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, Chile, v. 49, n. 1, p. 66-84, 2018.

FERRARELLO, Daniela; MAMMANA, Maria Flavia; PENNISI, Mario. From geometry to algebra: the Euclidean way with technology. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 47, n. 4, p. 597-605, 2016.

LOPES, B. J. *et al.* Mediation of student learning: dimensions and evidences in science teaching. **Problems of Education in the 21st Century**, São Paulo, v. 9, 2008. 42 p.

LOPES, J. B. *et al.* Constructing and using multimodal narratives to research in science education: contributions based on practical classroom. **Research in Science Education**, Portugal, v. 44, n. 3, 2014. 415-438 p.

LOPES, J. B., & CRAVINO, J. P. **Práticas de Ensino de Ciências e Tecnologia - Acervo de Narrações Multimodais**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. <http://multimodal.narratives.utad.pt> ISBN (versão electrónica): 978-989-704-253-9, 2017. 1636-1662 p.

MAXKDA - SOFTWARE PARA A ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS

Disponível em: <https://www.maxqda.com/brasil/software-analise-qualitativa?> Acessado em: 2020.

OLIVEIRA, Eliana *et al.* Análise de Conteúdo e Pesquisa na Área da Educação1. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 9, 2003. 11-27 p.

ROSA, Aline Fraga. O Uso Associado de Recursos Manipulativos Digitais e Não-Digitais para o Ensino-Aprendizagem de Matemática. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, 2010.

TATAR, Enver; ZENGIN, Yilmaz. **Conceptual understanding of definite integral with Geogebra**. Computers in the Schools, Estados Unidos da América, v. 33, n. 2, p.120-132, 2016.

DADOS DOS AUTORES

MARILUCE DE OLIVEIRA SILVA

Professora de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia (IFBA). Doutoranda em Didática de Ciências e Tecnologias com especialidade de Ciências Matemáticas na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). E-mail: mosmat2014@gmail.com

JOSÉ PAULO CRAVINO

Pró-reitor de Inovação Pedagógica da UTAD. Investigador do Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Educação de Formadores” (CIDTFF) da Universidade de Aveiro. E-mail: jcravino@utad.pt

J BERNARDINO LOPES

Diretor do Doutoramento em Ciências Físicas Aplicadas da UTAD. Investigador do Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Educação de Formadores (CIDTFF) e Coordenador de um laboratório de investigação deste centro. E-mail: blopes@utad.pt

Submetido em: 07-01-2021

Aceito em: 07-02-2022