

## POSSIBILIDADES COMUNICACIONAIS NA DISCIPLINA DE ÁLGEBRA LINEAR A DISTÂNCIA A PARTIR DO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

*Aparecida Santana de Souza Chiari  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
cidach@gmail.com*

*Marcelo de Carvalho Borba  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
mborba@rc.unesp.br*

### **Resumo:**

Este artigo tem como objetivo analisar possibilidades comunicacionais promovidas pelo uso de tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância. Noções como o coletivo seres-humanos-com-mídias, modos de descrição em Álgebra Linear e o papel da interação na modalidade a distância fornecem sustentação teórica ao trabalho. A metodologia pautou-se na Teoria Enraizada, em particular em suas codificações aberta e axial. Os dados foram produzidos a partir de observação em disciplinas de Álgebra Linear a distância, entrevistas com gestores e professores, projetos político-pedagógicos e notas da primeira autora desse artigo. Os resultados apontam para quatro propriedades associadas à variedade comunicacional promovida pelas tecnologias digitais: conteúdo, agentes, temporalidade e avaliação. Cada propriedade, assim como suas dimensões, foram analisadas e relacionadas, destacando-se um desequilíbrio na comunicação virtual em relação às dimensões da propriedade conteúdo, sendo que a dimensão geométrica parece estar em pouco favorecia.

**Palavras-chave:** UAB; Teoria Enraizada; Modos de descrição em Álgebra Linear.

### **1. Introdução**

Em outubro de 2015, a primeira autora deste trabalho defendeu sua tese de doutorado (CHIARI, 2015), sob orientação do segundo autor. A pesquisa teve como objetivo compreender o papel das tecnologias digitais (TD) nos processos educativos associados a disciplinas de Álgebra Linear de quatro cursos de Licenciatura em Matemática a distância vinculados à Universidade Aberta do Brasil (UAB). Tal tese fez parte de um projeto mais amplo, coordenado pelo segundo autor, que teve como objetivo analisar o uso de tecnologias digitais nas Licenciaturas em Matemática a Distância da UAB (BORBA; ALMEIDA, 2015)<sup>1</sup>.

A inspiração teórica que embasou a investigação veio de noções como o coletivo seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005), a distância transacional

---

<sup>1</sup> Ambos os trabalhos citados aqui estão vinculados ao GPIMEM, Grupo de Pesquisas em Informática, outras Mídias e Educação Matemática que há mais de 20 anos analisa questões ligadas às tecnologias e à Educação Matemática (BORBA; CHIARI, 2013).

(PETERS, 2003), o papel da interação e da colaboração na modalidade a distância (KENSKI, 2008; SILVA, 2000; VALENTE, 2010) e os modos de descrição em Álgebra Linear (HILLEL, 2000). Metodologicamente, o trabalho ancorou-se na Teoria Enraizada (STRAUSS; CORBIN, 2008).

Na análise de dados, duas categorias foram construídas. A primeira, objeto deste artigo, chama-se “tecnologias digitais como promotoras de variedade comunicacional” e a segunda, “tecnologias digitais na construção de materiais didáticos digitais”. Ambas foram posteriormente integradas em uma categoria central, a partir da qual levantou-se elementos para responder à pergunta de pesquisa, que foi “qual é o papel das tecnologias digitais nos AVAs de disciplinas de Álgebra Linear a distância?”.

Neste artigo trataremos dos resultados referentes à primeira categoria. Assim, o texto terá como objetivo analisar possibilidades comunicacionais a partir do uso de tecnologias digitais em Álgebra Linear. Para isso, organizamos a redação da seguinte forma: na seção 2, apresentamos elementos teóricos constitutivos dos temas que o trabalho envolve, com o objetivo de apresentar a área na qual ele se insere. Na seção 3 apresentamos a fundamentação metodológica. Na 4, discutimos a análise de dados para, na seção 5, apresentar algumas considerações.

## 2. Álgebra Linear, Tecnologias Digitais e EaD

Um breve olhar para o expressivo número de reprovações dos alunos que cursam a disciplina de Álgebra Linear é indicativo de que se trata de uma disciplina problemática. Tais problemas podem ter diversos motivos e, entre possíveis causas apontadas por alguns trabalhos, encontram-se o uso do formalismo, a grande quantidade de novas definições e teoremas, a falta de conexão com o que os alunos já sabem de matemática, o tipo de raciocínio necessário para entender que a disciplina conecta diferentes ramos da matemática, por meio do estudo de sua estrutura algébrica, entre outros (ANDRADE, 2010; CELESTINO, 2000; CHIARI, 2015; DORIER, 2000; FRANÇA, 2007).

Estudando a natureza epistemológica da disciplina, na busca por estratégias para enfrentar os problemas associados a ela, Hillel (2000) propôs três modos de descrição que coexistem, mas que não são, em absoluto, equivalentes. Cada modo de descrição possui notação, terminologia e representação específicas. O modo geométrico, por exemplo, usa linguagens e conceitos dos espaços bi e tridimensionais, como ponto, reta, plano, segmento

orientado,

transformações geométricas, etc. O modo algébrico utiliza linguagens e conceitos mais específicos do espaço vetorial  $\mathbb{R}^n$ , incluindo n-uplas, solução de sistemas lineares, matrizes e determinantes, etc. No modo formal, são usados conceitos e linguagens da teoria já formalizada, como espaços vetoriais, base e dimensão, transformações lineares, núcleo, etc.

Hillel (2000) defende que, além de ter um conhecimento dos conceitos da disciplina situado a cada um dos modos de descrição, o aluno precisa desenvolver a habilidade de movimentar-se entre eles. Há trabalhos que reforçam a importância desse movimento. Em Wawro, Sweeney e Rabin (2011), por exemplo, os pesquisadores reportam maneiras como os alunos definem o conceito de subespaço vetorial após cursarem parte da disciplina que trata desse assunto. No trabalho, eles reportam que apenas alunos que já manifestavam conhecimentos prévios sobre o tema associados aos modos de descrição geométrico e algébrico continuaram utilizando linguagem e representações características destes modos após consultarem a definição formal do conceito em um livro texto.

As tecnologias digitais podem ser utilizadas para promover o estudo dos distintos modos de descrição, bem como o movimento entre eles. Há diversos softwares e plataformas com suporte às linguagens e representações características de cada um dos modos de descrição. Nós partimos de um pressuposto de que o uso de computadores e outras tecnologias informáticas associadas promovem uma mudança qualitativa na atividade humana, em particular nos processos de produção de conhecimento (BORBA; VILLARREAL, 2005). Portanto, a presença desses atores nos processos educativos alteram a forma como os alunos produzem conhecimento matemático.

Borba e Villarreal (2005) propõem a noção de seres-humanos-com-mídias como a unidade básica de produção de conhecimento, uma vez que há uma relação dialógica entre humanos e não humanos. Eles utilizam a metáfora “seres-humanos-com-mídias” para destacar a produção coletiva de conhecimento além do papel das mídias nessa produção, às vezes subestimado. Para eles, as mídias, digitais ou não, condicionam a forma como os humanos podem pensar, mas não a determinam. Elas moldam os modos como os humanos pensam, assim como os humanos podem moldá-las, em um processo dialético ao qual denominaram moldagem recíproca (CHIARI, 2015, p. 39).

Na tese esta concepção foi utilizada para estudar a produção coletiva de conhecimento. No entanto, é importante destacar que apenas a presença das tecnologias não é suficiente para educar ninguém. Para Kenski (2007, p. 53), “as tecnologias digitais são igualmente geradoras

de novos problemas na educação”. A autora alerta para que não se leve o pêndulo para os extremos ao achar que ela é vilã ou solução de todos os problemas. Compartilhamos dessa visão buscando desenvolver um olhar crítico para as possibilidades que se abrem ao se explorar tais tecnologias no contexto da Educação a Distância.

Esta modalidade de ensino foi escolhida como foco de pesquisa por ser, ainda, um terreno pouco explorado em Educação Matemática e, ao mesmo tempo, representar parte expressiva do quantitativo de cursos de Licenciatura em Matemática no país (GATTI; BARRETO, 2009). Há diversos autores que colocam a interação como peça chave na modalidade (ALMEIDA, 2011; BORBA; MALHEIROS; AMARAL, 2011; VALENTE, 2010). Para Kenski (2008), interação pressupõe envolvimento e pode ter apoio ou não de ferramentas digitais.

Nesse sentido, podemos dizer que interagimos com pessoas, animais, plantas, com o ambiente que nos cerca, com um livro que lemos, com um professor, com várias pessoas de diferentes idades e formação, com o conteúdo oferecido na televisão, no rádio e no computador e em seus acessórios midiáticos (KENSKI, 2008, p. 123).

A partir da noção de interação, Peters (2003) propõe o conceito de distância transacional para discutir a distância em termos de comunicação em detrimento da distância física. Para ele, a distância transacional é máxima quando docentes e discentes não têm comunicação e quando o programa de ensino está programado sem respeitar necessidades individuais, ao passo que é mínima quando os programas apresentam-se mais flexíveis, não fixados, com diálogo frequente. Nosso foco, no trabalho, foi analisar a interação entre atores dos cursos, mediada por tecnologias digitais, acontecendo durante processos educativos na disciplina de Álgebra Linear. Assim, com a análise é possível refletir sobre a adequação da distância transacional a partir de um modelo que descreve a forma de uso de tecnologias digitais na referida disciplina.

### 3. Metodologia

Pela natureza do objetivo de pesquisa, optou-se por uma abordagem metodológica qualitativa. Mais especificamente, utilizamos uma vertente da pesquisa qualitativa conhecida como Teoria Enraizada (STRAUSS; CORBIN, 2008). Para os autores, a Teoria Enraizada permite que se construa, a partir dos dados, relações entre conceitos de modo a ser possível

compreender um fenômeno, uma instituição, uma ação, etc. Por ter esta característica, julgamos que a perspectiva metodológica se adéqua ao problema de pesquisa exposto.

O processo analítico segundo a Teoria Enraizada acontece a partir de três codificações, chamadas aberta, axial e seletiva. Na codificação aberta, o pesquisador separa os dados, os examina e compara buscando por semelhanças e diferenças. Eventos similares em natureza ou relacionados em significado são agrupados em conceitos abstratos chamados “categorias”.

As categorias são, então, desenvolvidas em termos de propriedades (suas características) e dimensões (como estas características variam), no processo de codificação axial. Em seguida, na codificação seletiva, é feito um entrelaçamento complexo intra e entre categorias. Esta rede construída, por um processo chamado integração, dá origem a uma categoria central que integra as demais categorias e a partir da qual o pesquisador busca meios para responder sua pergunta de pesquisa.

Quando se percebe lacunas, o pesquisador pode voltar a campo ou retornar aos dados brutos buscando elementos para supri-las, o que denomina-se amostragem teórica. O ir e vir entre análise e produção de dados cessa ao se atingir a saturação teórica, momento que consiste na falta de elementos novos que alterem significativamente o modelo construído.

No caso da pesquisa aqui relatada, os dados consistiram na observação de ambientes virtuais de disciplinas de Álgebra Linear de quatro cursos de Licenciatura em Matemática da UAB (UFMG, UFMS, UFU, UNEB<sup>2</sup>), entrevistas com gestores e professores, projetos político-pedagógicos e notas da pesquisadora. Como o presente artigo traz um recorte da pesquisa mais ampla desenvolvida ao longo do doutorado, aqui relatamos propriedades e dimensões de uma das categorias e analisamos, a partir disso, possibilidades comunicacionais na disciplina promovidas pelas tecnologias em uso nos quatro cursos.

#### **4. Análise de dados e discussão**

Como afirmado, uma das categorias de análise de Chiari (2015) chama-se “tecnologias digitais como promotoras de variedade comunicacional”. Estabelecer esta e a segunda categoria foi o resultado da codificação aberta. As técnicas utilizadas para se chegar a elas

---

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Universidade Federal de Uberlândia e Universidade do Estado da Bahia.

foram a microanálise (análise minuciosa de uma palavra, frase ou parágrafo, explorando todos seus possíveis significados e elegendo aqueles que melhor se adequam ao estudo), comparação constante (comparação entre eventos, entre conceitos, para destacar semelhanças e diferenças e assim facilitar o agrupamento de eventos) e uso de questionamentos (como: O quê? Quem? Quando? Onde? Por quê? Para quê? Como?, a fim de encontrar direcionamento nos dados).

Na codificação axial, ambas as categorias foram desenvolvidas em termos de propriedades e dimensões, que foram apresentadas com extratos dos dados brutos, seguidos de interpretações. Em relação à categoria objeto deste artigo, quatro propriedades foram destacadas: conteúdo, agentes, temporalidade e avaliação.

Sobre a primeira, “Conteúdo”, foi percebido uma variação do ponto de vista do conteúdo das mensagens comunicadas. Três tipos foram identificados: a) as comunicações com foco em elementos algébricos, envolvendo matrizes, determinantes, sistemas lineares, etc; b) aquelas em que destacavam-se conceitos de espaços e subespaços vetoriais, combinações lineares, dependência e independência linear, base, dimensão, etc., e c) as situações em que tais elementos eram discutidos com foco na representação gráfica analisando, por exemplo, soma de vetores bidimensionais.

Percebeu-se, também, que dependendo do tipo de conteúdo comunicado, determinados recursos tecnológicos eram mais adequados para se fazer as representações necessárias. Por exemplo, o uso de fotografias foi bastante recorrente na comunicação envolvendo a linguagem matricial, mais trabalhosa para digitar em algum software ou plug-in matemático específico. Assim, havia uma variação no uso de tecnologias digitais por essa propriedade, o que a tornou relevante diante do objetivo geral de pesquisa.

Como os tipos de conteúdo comunicado foram muito semelhantes aos modos de descrição geométrico, algébrico e formal (HILLEL, 2000), eles foram interpretados como dimensões da propriedade conteúdo, mas é importante destacar que, embora eles não sejam equivalentes, podem se manifestar de maneira sobreposta em um mesmo registro, como mostra a figura 1.

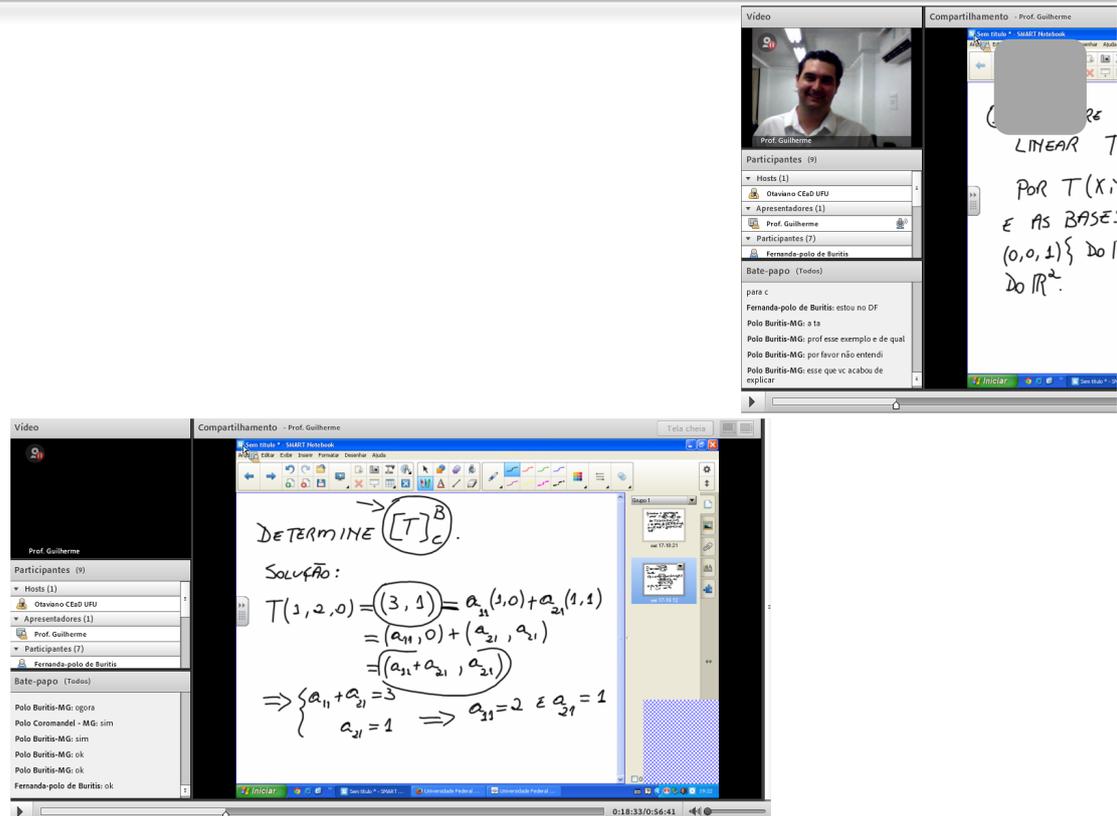


Figura 1 – Modos de descrição algébrico e formal durante webconferência

Fonte: AVA da UFU.

Nesse extrato de uma webconferência da UFU, os conjuntos que formam os espaços vetoriais em questão são  $\mathbb{R}^3$  e  $\mathbb{R}^2$ . Assim, ao aplicar uma transformação linear, os elementos, tanto do domínio quanto do contradomínio, são elementos desses conjuntos. Dessa forma, podemos interpretar como um registro de modo de descrição algébrico, mas, além dele, é também um exemplo do modo de descrição formal, já que, na cena, os elementos da teoria formalizada também estão presentes.

A segunda propriedade associada à categoria 1 foi denominada “Agentes” e, como o nome indica, refere-se aos atores envolvidos na comunicação estabelecida. Silva (2000) afirma que, para que uma comunicação se estabeleça, é preciso que estejam presentes, pelo menos, um emissor, um receptor e uma mensagem a ser comunicada. Três dimensões foram identificadas nesta propriedade.

A primeira, chamada multidirecional, refere-se à comunicação estabelecida em rede, com vários atores discentes e docentes envolvidos, havendo troca e inversão constante nos papéis de emissor e receptor, de modo que, em determinados casos, eles chegam a se confundir (SILVA, 2000). Esta dimensão foi associada à noção de multiálogo, proposta por Borba, Malheiros e Amaral (2011). Para eles, multiálogo são “conversas realizadas

simultaneamente, sobre assuntos relacionados direta ou indiretamente com o foco principal do encontro, com participantes envolvidos, às vezes, em mais de uma discussão ou “saltando” de uma para outra” (BORBA; MALHEIROS; AMARAL, 2011, p. 42–43). Essa noção amplia a noção de diálogo ao associar a multiplicidade de diálogos que podem acontecer ao mesmo tempo e em diversas direções. A comunicação multidirecional foi identificada nos dados tanto em registros escritos, em fóruns, quanto em vídeos, nas webconferências gravadas.

A segunda dimensão da propriedade “Agentes” foi a comunicação bidirecional, da qual participam um emissor e um receptor. É importante destacar neste ponto que, para Silva (2000), para que a comunicação efetivamente se estabeleça, é preciso que o receptor tome para si parte da responsabilidade pela comunicação e participe ativamente da mesma. De acordo com o autor, no âmbito da informática, este é o paradigma da interatividade. Assim, ser receptor não é visto como algo passivo, pelo contrário.

Nos casos, principalmente nos fóruns, em que uma postagem foi feita sem nenhuma interação subsequente, considerou-se como exemplo de “comunicação unidirecional”, terceira e última dimensão da propriedade “Agentes”. As aspas foram utilizadas na expressão por ser até contraditório afirmar que a comunicação se dá em apenas uma direção, ou seja, sem receptor. No entanto, como a comunicação no fórum é assíncrona e fica registrada, pode ser que algum aluno, tutor ou professor tenha se efetivado receptor, mas a falta de registros nesse sentido não permite que uma inferência mais contundente seja feita.

A terceira propriedade, “Temporalidade”, teve duas dimensões: síncrona e assíncrona. Percebeu-se que ao se variar a temporalidade comunicacional, o uso de tecnologias variava também. Por exemplo, o recurso de anexar fotografias foi característico da comunicação assíncrona, mais associada a fóruns, até porque o tempo que se leva para registrar e fazer a postagem da foto inviabiliza o uso desse recurso em comunicações em tempo real. Nesse sentido Andrade (2010) alerta

[...] para a importância da comunicação síncrona para superação de problemas encontrados pelos alunos em relação a tópicos de Álgebra Linear. Por outro lado, o uso do fórum permite que o aluno reflita com mais calma sobre a questão, tente, erre e aprenda com seu erro. Essa é uma propriedade importante e suas duas variações possuem características específicas, não equivalentes e complementares em relação às possibilidades que trazem (CHIARI, 2015, p. 146).

## A última

propriedade analisada foi a “Avaliação”. Uma entre as quatro instituições tinha comunicação virtual avaliada (UNEB), por meio de fóruns avaliativos. Como observado em Chiari (2015), o fato de ter a comunicação avaliada parece influenciar a forma com que os alunos participam do fórum. Uma vez que o estudante precisa utilizar alguma ferramenta tecnológica para mediar sua comunicação, o uso de recursos digitais também sofre alterações quando tal avaliação é realizada. Em um primeiro momento, é de se esperar que em fóruns avaliativos a participação seja mais intensa e os recursos mais explorados do que em fóruns não avaliados. No entanto, a fala de uma das professoras do curso aponta que o que de fato ocorre difere do que foi inicialmente planejado:

Eu vejo que o fórum avaliativo hoje não funciona do jeito que eu acho que deveria funcionar, porque muitos alunos, assim, às vezes você tem uma dúvida de uma questão do fórum avaliativo. Em vez de trazer essa dúvida no fórum, que aí um aluno, tirando, por exemplo: um aluno levantando um questionamento é uma forma de participar do fórum avaliativo. Outro aluno tirando a dúvida desse aluno, ele está participando do fórum avaliativo e ele leva isso pro fórum de dúvidas [...] Então eu sempre peço: gente, questão do fórum avaliativo é pra ser discutido no fórum avaliativo, aí levo toda essa justificativa, mas [os tutores] [...] dizem: "ah não, porque os alunos não entram no fórum avaliativo, eles não veem o fórum avaliativo como deveria ser, eles veem como mais uma atividade que eles têm que postar lá e acabou, não entram mais, não participam ativamente do fórum.

Eu: E eles participam mais desse fórum de dúvidas?

Professora: [Isso], do fórum de dúvidas. O de dúvidas [...] [é como deveria ser] um fórum avaliativo, entendeu?

Eu: Entendi (CHIARI, 2015, p. 147).

As demais instituições não avaliam seus fóruns. Nos outros casos, eles constituem espaço para que os alunos tirem suas dúvidas, mas a participação é facultativa. Na UNEB, a nota de participação no fórum avaliativo compõe a média final. Nas demais, a avaliação é feita pelos materiais produzidos pelos estudantes ao desenvolverem trabalhos práticos, listas de exercícios ou provas presenciais. Com essa propriedade, a codificação axial da categoria sobre variedade comunicacional fica completa. A figura 2 resume essa etapa.

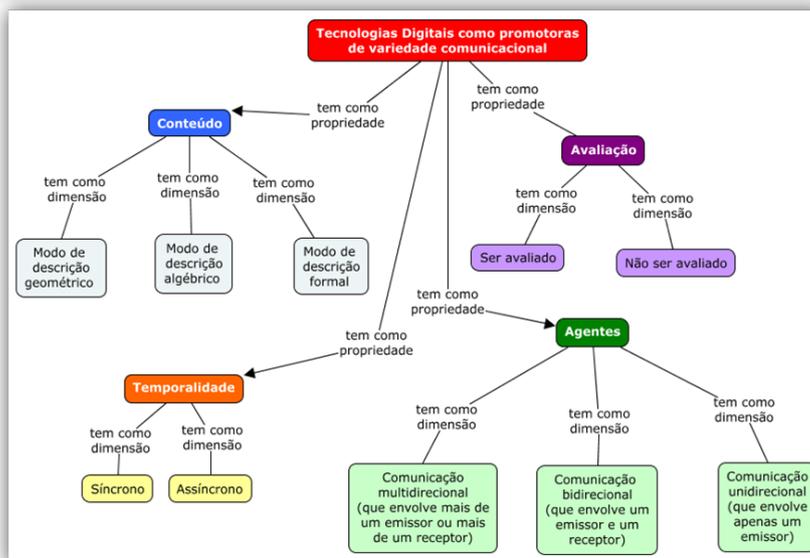


Figura 2 – Codificação axial da categoria Variedade Comunicacional

Fonte: (CHIARI, 2015, p. 148)

## 5. Considerações Finais

Esse texto apresenta uma das categorias discutidas em Chiari (2015), que está associada à variedade comunicacional promovida pelas tecnologias digitais na disciplina de Álgebra Linear de quatro cursos de Licenciatura em Matemática a distância da UAB. Três questões merecem, neste fechamento, um destaque adicional.

Em primeiro lugar, foi observado que há um uso recorrente de fotografias, talvez para facilitar o registro de símbolos mais complicados de serem digitados, como é o caso das matrizes. No entanto, as fotografias permitem que o professor possa ver até mais Matemática de seu aluno do que se o estudante utilizasse um software para fazer uma postagem, dentro de um mesmo modo de descrição.

Isto porque a fotografia registra as representações que o aluno constrói e não representações construídas para ele automaticamente por software a partir do uso adequado de comandos. No papel fotografado, o aluno pode inserir grifos, setas e outras representações que indicam sua forma de pensar e que, para serem registradas de forma semelhante em um computador, deveriam contar com uma mesa digitalizadora ou uma lousa digital (que simulariam uma folha em branco e um lápis), artefatos aos quais normalmente só os professores têm acesso. Assim, de certa forma, a fotografia democratiza as formas de expressão entre alunos, professores e tutores (CHIARI, 2015, p. 131).

Em segundo

lugar, é de se destacar que a natureza de registro automático dos AVAs favorece a ocorrência de multiálogo (BORBA; MALHEIROS; AMARAL, 2011) e comunicação multidirecional (SILVA, 2000), já que uma postagem registrada no fórum faz com que qualquer pessoa com acesso ao mesmo ambiente seja potencial receptor. Além disso, o registro automático garante que a tentativa de comunicação não se perca, como ocorre em comunicações orais. Promover comunicação multidirecional pode ser um dos meios para se ajustar a distância transacional (PETERS, 2003) nos cursos, caso seja percebido que ela não esteja adequada aos objetivos institucionais e pedagógicos.

Em terceiro lugar, ao estudar propriedades e dimensões associadas à comunicação nos quatro cursos analisados, foi possível notar um expressivo desequilíbrio na propriedade “Conteúdo”. Percebeu-se que as dimensões formal e algébrica são muito mais recorrentes do que a geométrica. Há algumas conjecturas possíveis para isso, entre elas, duas antagônicas: pode ser que dimensão geométrica esteja em segundo plano porque os espaços de comunicação virtuais ainda não contemplam de forma adequada a linguagem e notações necessárias nesta dimensão ou, por outro lado, pode ser que os espaços com essa característica não sejam buscados porque o foco realmente está nas dimensões algébrica e formal.

De uma forma ou de outra, é preciso colocar em debate a necessidade de se promover o movimento entre as dimensões o que, acreditamos, será facilitado ao se dar mais ênfase à dimensão geométrica. Entender a forma como as tecnologias digitais podem ajudar nesse processo é um desafio a ser enfrentado.

## 6. Agradecimentos

À FAPESP e à CAPES, pelo financiamento deste trabalho. À Hannah Dora de Garcia e Lacerda, pela leitura crítica e sugestões realizadas em versão prévia.

## 7. Referências

ALMEIDA, M. E. B. Educação, ambientes virtuais e interatividade. *Educação Online: teorias, práticas, legislação e formação corporativa*. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2011. .

ANDRADE, J. P. G. *Vetores: interações à distância para aprendizagem de Álgebra Linear*. 2010. 125 f. Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

- BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. *As Licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB): uma visão a partir da utilização das Tecnologias Digitais*. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- BORBA, M. C.; CHIARI, A. S. S. *Tecnologias Digitais e Educação Matemática*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.
- BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; AMARAL, R. B. *Educação a Distância online*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer, 2005. v. 39.
- CELESTINO, M. R. *Ensino-aprendizagem da álgebra linear: as pesquisas brasileiras na década de 90*. 2000. 114 f. PUC, São Paulo, 2000.
- CHIARI, A. S. S. *O papel das tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância: possibilidades, limites e desafios*. 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2015.
- DORIER, J. L. (Org.). *On the teaching of linear algebra*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- FRANÇA, M. *Conceitos fundamentais de Álgebra Linear: uma abordagem integrando geometria dinâmica*. 2007. 139 f. Dissertação – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2007.
- GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S. *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Brasília: UNESCO, 2009.
- HILLEL, J. Modes of description and the problem of representation in Linear Algebra. In: DORIER, J. L. (Org.). *On the teaching of linear algebra*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 191–208.
- KENSKI, V. M. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. 1. ed. Campinas: Papirus, 2007.
- KENSKI, V. M. *Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância*. 6. ed. Campinas: Papirus, 2008.
- PETERS, O. *A educação a distância em transição*. São Leopoldo: Unisinos, 2003.
- SILVA, M. *Sala de aula interativa*. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. *Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- VALENTE, J. A. O papel da interação e as diferentes abordagens pedagógicas de Educação a Distância. In: MILL, D.; PIMENTEL, N. M. (Org.). *Educação a distância: desafios contemporâneos*. São Carlos: EdUFSCar, 2010. p. 25–42.

WAWRO, M.;

SWEENEY, G. F.; RABIN, J. M. Subspace in linear algebra: investigating students' concept images and interactions with the formal definition. *Educational Studies in Mathematics*, v. 78, n. 1, p. 1–19, 2011.