

Experiências do ensinar e do aprender matemática ao operar as tecnologias digitais na educação superior

Experiences of teaching and learning mathematics when operating as digital technologies in college education

Daniel da Silva Silveira
dssilveira@furg.br

Débora Pereira Laurino
deboralaurino@furg.br

Tanise Paula Novello
tanisenovello@hotmail.com

Resumo

No presente artigo, buscamos compreender a percepção dos estudantes no operar das tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior. O campo empírico da pesquisa é constituído por duas turmas de graduação de uma Universidade Federal, ambas no primeiro semestre de 2015. Durante o semestre, os estudantes registraram em dois fóruns, em um ambiente digital, suas impressões acerca do uso da tecnologia digital no ensino de Matemática. Utilizamos a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) para analisar os registros e para compreender os sentidos das falas dos estudantes, o que resultou em três discursos coletivos: “Uso da tecnologia digital pelo olhar do estudante”, “Cultura no processo de ensinar”, e “Aprender matemática por meio das tecnologias digitais”. A análise desses discursos aponta que os estudantes perceberam a contribuição da tecnologia digital no processo de ensinar Matemática de forma motivadora, potente e com desafios e que os artefatos tecnológicos não foram utilizados apenas como recursos para executar tarefas, mas se constituíram em potencializadores de transformações cognitivas no aprender matemática. Pela pesquisa, evidenciamos como uma cultura digital vem sendo instituída no ensino da Matemática nos cursos superiores.

Palavras-Chave: Cultura digital; Ensinar e aprender matemática; Tecnologias digitais.

Abstract

In any article we search the perception of students not to operate on digital technologies by Mathematics professors in college Education. The empirical field of research is consisted of two graduation groups from a Federal University, both at the beginning of 2015. During the semester the students registered in two forms, in a digital ambience, their impressions on the use of digital technology in mathematics teaching. We used a Collective Subject Discourse (CSD) technique to analyze the records and senses of student failures, which resulted in three collective discourses: “Use of digital technology by the student’s view”, “Culture in the process of teaching”, And “Learning mathematics through digital technologies”. The analysis of these discourses shows that the students perceived the contribution of digital technology in the process of teaching Mathematics in a motivating, powerful and challenging way, and that technological artifacts were not only used as resources to perform tasks, but also to be potentiators of cognitive transformations in mathematical learning. By the research we evidenced like a digital culture without being instituted in the teaching of Mathematics in the graduations.

Keywords: Digital culture; Teaching and learning math; Digital technologies.

Introdução

As informações, as implicações de nossas ações, os impactos sociais e ambientais de nosso viver e atuar em sociedade, o que inclui nossas atividades profissionais, podem ser percebidas rapidamente devido à velocidade que a tecnologia digital permite, ocasionando a ampliação de nosso olhar e de nossa consciência sobre nossos atos e decisões. Profissionais das mais variadas áreas deparam-se com situações que requerem soluções criativas, atitudes inovadoras, utilização de tecnologias digitais em suas ações diárias, capacidade de planejar e de desenvolver estratégias para resolver conflitos e saber cooperar e conviver a fim de interagir na diversidade cultural.

O operar recorrente de tecnologias digitais, em confluência com a globalização econômica, política e social, gera outras formas de comunicação, novas construções culturais e uma diversidade de práticas sociais. Viver em uma sociedade em rede amplia o acesso e a produção da comunicação e do conhecimento, potencializa diferentes interações, alterando o cotidiano da vida dos indivíduos (CASTELLS, 2016).

O operar é entendido, a partir de Maturana e Varela (2001), como um mecanismo que gera uma conduta, um modo de viver, agir e entender. Neste trabalho estaremos nos referindo ao operar da tecnologia digital no ensino de Matemática na Educação Superior como uma forma de significar e compreender a tecnologia digital no ensino da Matemática. Esse operar da tecnologia pode potencializar processos de interação entre sujeitos, bem como transformar ou constituir outra cultura digital no ensino da Matemática. Incluir nos currículos dos cursos de graduação disciplinas ou práticas que explorem artefatos digitais no contexto das futuras profissões corrobora para o explicar argumentativo das compreensões, invenções, ideias e ações dos estudantes (MARIN, 2012).

As influências que a tecnologia digital tem sobre os processos educacionais provocam outras mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do estudante e o conteúdo problematizado (KENSKI, 2007). A maneira como professores e estudantes operam as tecnologias digitais no ambiente educativo podem modificar o comportamento desses sujeitos e alterar a lógica da sala de aula. A organização do espaço e do tempo, o número de estudantes que fazem parte de cada turma e os objetivos do ensino precisam ser reconsiderados para que a tecnologia digital possa auxiliar nos processos interativos e de compreensão conceitual.

As universidades, por exemplo, têm passado por diferentes transformações nos últimos tempos. Os processos de organização da estrutura acadêmica, que incluem a criação de disciplinas, seu planejamento e desenvolvimento, tendo como tema as

tecnologias digitais no processo pedagógico e na formação do profissional, bem como o operar sobre diferentes ferramentas tecnológicas, têm sido repensados a fim de contemplar as demandas atuais dos sujeitos e da sociedade, o que pode possibilitar a construção de uma nova cultura.

Bonilla (2005) e Kenski (2007), apontam em seus estudos que os sujeitos que compõem os espaços educativos precisam aprofundar sua visão sobre as tecnologias digitais e o modo de utilizá-las, o que poderá possivelmente transformar a cultura digital nos espaços de ensino e de aprendizagem. Já Papert (2008), Lobo da Costa (2008), Rocha (2013), Batista e Barcelos (2013), apresentam modelos participativos de aprendizagem por meio da utilização das tecnologias digitais, os quais apontam que as práticas de ensino podem valer-se dessas ferramentas com os estudantes para mobilizá-los a refletir sobre o processo do aprender.

Para Maturana (2014), aprendemos ao experienciar, ao atuar, ao agir, ao reformular a experiência, ao explicar. Assim, provocar a reflexão nos cursos de Ensino Superior, na formação de professores e na formação dos bacharéis, a partir do vivenciar e do experienciar as tecnologias digitais para a construção/compreensão de um conceito, poderá provocar o estudante a perceber o potencial de uma simulação, de um vídeo, da manipulação ou da criação de uma imagem para a geração de argumentos explicativos, necessários em qualquer profissão.

Assim, temos por objetivo expor compreensões geradas pela interrogação: *como são operadas as tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior?*. Centramos o questionamento em como ocorre o processo de operar as tecnologias digitais, pois nossa intenção é compreender como se organiza uma experiência que constrói modos de viver, sentir e pensar (MARASCHIN, 2004). Sendo assim, neste artigo buscamos compreender a percepção dos estudantes no operar das tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior. A percepção, conforme Maturana e Varela (2014), é a associação, pelo observador, das regularidades de comportamento dos sujeitos em seu operar com o meio, que é própria dele e do que é observado a partir de suas experiências, compreensões e emoções.

Para explicar o procedimento metodológico dessa pesquisa, a seguir apresentamos a proposta desenvolvida em duas turmas de graduação de uma Universidade Federal. Além disso, descreveremos os sujeitos de pesquisa, o operar dos registros a partir da técnica de análise, bem como a discussão sobre suas percepções ao experienciar atividades de Matemática por meio das tecnologias digitais.

Proposta metodológica e técnica de análise

O desenvolvimento da prática docente aconteceu em duas turmas de graduação, nos Cursos de Sistemas de Informação e Licenciatura em Matemática, ambas no primeiro semestre de 2015.

A turma de Métodos Numéricos Computacionais, relacionada ao curso de graduação em Sistemas de Informação, era composta de 28 estudantes matriculados. Essa disciplina compõe o segundo ano do currículo do curso e os registros referem-se ao primeiro semestre em que foram estudados os métodos não algébricos para resolução de Sistema de Equações, Erros Numéricos, Aritmética de Máquinas Digitais e Equações Polinomiais e Transcendentes, ou seja, métodos que podem ser implementados computacionalmente por meio da execução de algoritmos numéricos.

Já a disciplina de Geometria Dinâmica I faz parte do primeiro semestre do currículo do Curso de Licenciatura em Matemática e possuía 63 estudantes matriculados. Essa disciplina tem como proposta entender a importância histórica de alguns problemas de construção geométrica que ocasionaram um excepcional crescimento e alcance da Matemática como parte integrante da cultura universal, bem como, resolver problemas de geometria usando a tecnologia digital para a construção e simulação de objetos.

O movimento de análise relacionado ao grupo de graduandos partiu dos registros que emergiram de dois fóruns no Moodle, nessas duas disciplinas, os quais apresentavam os entendimentos e discussões dos estudantes sobre o operar da tecnologia digital pelos seus professores. Para compreender a percepção dos estudantes no uso da tecnologia digital no ensino de Matemática, criamos um fórum em cada disciplina no Moodle, com os questionamentos que seguem no Quadro 1. Para a disciplina de Métodos Numéricos Computacionais denominamos o fórum de Matemática e Tecnologia; para a disciplina de Geometria Dinâmica I, intitulamos de Geometria e Tecnologia.

Quadro 1: Questões contidas nos fóruns das disciplinas

Fórum: Matemática e Tecnologia – FMT	Fórum: Geometria e Tecnologia – FGT
1) Como os professores das disciplinas de matemática utilizam as tecnologias digitais? 2) Que diferença percebes nas tuas compreensões quando o professor utiliza as tecnologias digitais?	
3-M) Resolver um exercício da lista de SELAS utilizando uma planilha eletrônica foi diferente do que usando o papel e a calculadora? Por quê?	3-G) Construir o triângulo retângulo e suas medidas utilizando o software GeoGebra foi diferente do que usando o papel, régua e compasso? Por quê?

Partindo desses questionamentos, buscamos, por meio da opinião dos estudantes, sistematizar e construir um discurso coletivo sobre o uso da tecnologia no ensino de matemática. Nesse sentido, trazemos a técnica criada por Lefèvre e Lefèvre (2003), denominada de Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) para analisar os registros. A metodologia do DSC, de acordo com Lefèvre e Lefèvre (2012, p. 27),

É uma técnica de pesquisa empírica que tem como objeto o pensamento de coletividades, que permite iluminar o campo social pesquisado, resgatando nele o universo das diferenças e semelhanças entre as visões dos atores sociais ou sujeitos coletivos que o habitam.

O DSC é organizado estruturalmente através de figuras metodológicas definidas como: expressões-chave (E-Ch); ideia central (IC); ancoragem (AC) e o discurso do sujeito coletivo (DSC), propriamente dito. Essas operações procedimentais de análise possibilitam um processo de significação dos depoimentos dos sujeitos de pesquisa que constituem o pensamento coletivo sobre a temática investigada.

Nesta pesquisa, as expressões-chave foram retiradas dos depoimentos dos estudantes, a partir dos fóruns disponibilizados no Moodle nas duas disciplinas, com o propósito de sintetizar suas ideias e falas. As E-Ch são interpretadas de acordo com seus sentidos e significados, levando em conta o contexto no qual estão inseridas, transformando discursos de sentido semelhante em um único discurso como algo dito pelo sujeito coletivo (LEFÈVRE; LEFÈVRE, 2003).

Em seguida, nos debruçamos a encontrar a IC que, conforme Lefèvre e Lefèvre (2003, p. 17), “é um nome ou expressão linguística que revela e descreve, de maneira mais sintética, precisa e fidedigna possível, o sentido de cada um dos discursos analisado”. Ao analisarmos as inúmeras expressões-chave, emergiram quatro ideias centrais que denominamos de: *utilização das tecnologias; relação das tecnologias digitais com o conteúdo; paradigma de ensino; e relação com o aprender.*

A ancoragem é outra operação dessa técnica que possibilita a constituição do discurso coletivo. Essa operação expressa linguisticamente ideologias, teorias e valores dos sujeitos pesquisados, desde que estejam apontadas explicitamente como um pensamento geral. No que tangencia nossos registros, percebemos o surgimento de três ancoragens designadas: *tecnologia digital; cultura de ensino; e aprender matemática.*

No decorrer do processo, ao aplicar as operações do DSC, ocorre a constituição de um ou mais discursos coletivos. Nesse sentido, Lefèvre e Lefèvre (2003) apontam que o discurso coletivo é a síntese que deriva das etapas de extração das E-Ch e das IC, no conjunto dos discursos. Além disso, os autores acrescentam que o discurso coletivo representa a manifestação de um grupo de sujeitos, ou seja, que em seu conjunto de

ideias ou expressões, tal discurso é representativo do pensamento de todos. Por esta razão, o que se busca

é reconstruir, com pedaços de discursos individuais, como em um quebra-cabeça, tantos discursos-síntese quantos se julgue necessário para expressar uma dada *figura*, ou seja, um dado pensar ou representação social sobre um fenômeno (LEFÈVRE; LEFÈVRE, 2003, p. 19).

Após realizarmos todas as operações do método, construímos por meio das E-Ch e IC três discursos coletivos, os quais intitulamos de: *Uso da tecnologia digital pelo olhar do estudante*; *Cultura no processo de ensinar*; e *Aprender matemática por meio das tecnologias digitais*. Estes discursos são apresentados e analisados na próxima seção.

Um modo de compreender o operar da tecnologia digital nos discursos dos estudantes

O discurso coletivo “Uso da tecnologia digital pelo olhar do estudante” (DSC1) traz para a discussão a percepção dos discentes das disciplinas estudadas, sobre o operar da tecnologia pelos seus professores de Matemática.

Quadro 2: DSC1 – Uso da tecnologia digital pelo olhar do estudante.

Meu primeiro contato com elas [tecnologias] foi com essa disciplina, pois só tive aulas de geometria com a utilização de tecnologia. Porém, percebi que há uma inclinação considerável dos professores em utilizar cada vez mais tecnologias digitais: uso diverso de recursos digitais como Moodle, data show e software para a resolução de exercícios. Também disponibilizar o material relacionado à aula e material de apoio é muito útil para que possamos realizar os trabalhos em casa com mais tranquilidade, porque posso acessar o conteúdo online posteriormente. Além disso, percebo que quando utilizada de forma correta (explicativa), faz com que o conteúdo ganhe uma cara nova, além de ampliar nossos conhecimentos. Os professores de matemática utilizam as tecnologias digitais através de software e aplicativos pertinentes à Matemática como GeoGebra; plataformas, como o Moodle; para demonstrar como o uso de ferramentas computacionais auxiliam nos métodos, como foi o uso de Excel; para tirar dúvidas dos alunos; disponibilizar gráficos 3d; lista de e-mail da turma para o repasse de exercícios e tirar dúvidas mesmo que a distância. Ademais, utilizar o aplicativo GeoGebra, sem dúvidas, foi uma experiência diferente, porque torna possível experimentar um aplicativo dinâmico, sendo uma ferramenta auxiliar que, quando o professor usufrui de forma inteligente, se torna notória a importância de seu uso no dia a dia.

O DSC do estudante aponta a tendência para o uso de tecnologias digitais como artefato que remonta à organização pedagógica: “[...] *uso diverso de recursos digitais como, Moodle, data show e software para a resolução de exercícios*”. Essa prática de reorganizar a ação educativa com a inclusão de recursos digitais é recorrente quando se inicia o uso da tecnologia pedagogicamente. Percebemos, por nossa experiência com o uso desses recursos, que repensar as formas de ensinar alterando a dinâmica da sala de aula de instrutiva para formativa, pela ação cooperativa usando as tecnologias para potencializar esse processo, é uma atitude que requer apropriação da tecnologia e compreensão de como se aprende.

Dependendo da condição em que ocorre o encontro entre as ferramentas digitais, os professores e os estudantes, das disponibilidades operativas e das mediações pedagógicas, podemos ampliar o conhecimento, conforme dito no discurso “[...] *percebo que quando utilizada de forma correta (explicativa), faz com que o conteúdo ganhe uma cara nova, além de ampliar nossos conhecimentos*”. Para Maturana (1998) conhecer é uma operação efetiva que se realiza no domínio de existência do ser vivo, é uma qualidade inerente a esse sujeito, portanto, um processo cognitivo. Ao agir mutuamente com a tecnologia digital, os conceitos e os procedimentos em uma determinada atividade, o estudante estabeleceu novas conexões e, com isso, novos processos cognitivos emergiram, o que amplia seu conhecimento.

Maturana (2006, p. 37, tradução nossa) nos diz que:

Vivemos um mundo que enfatiza o uso da tecnologia na educação. As consequências dessa ênfase não são triviais. Há muitas habilidades sensório-efetadoras que se pode aprender em espaços virtuais. [...] O corpo presente não é apenas um corpo presente: é corpo, alma e tempo. A temporalidade não é um relógio, é processo; a corporalidade não é matéria, é dinâmica relacional; a alma não é fantasia, é o fluir relacional reflexivo. Corpo, tempo e alma são na reflexão, existem no perguntar-se, dar voltas, propor uma visão alternativa, conectar, reperguntar-se, voltar a propor novas visões, voltar a se conectar, etc. Há um conjunto de processos que leva muitos minutos e que não se pode saltar. A reflexão não é uma destreza racional, é uma operação na emoção e se aprende no conviver.

Como dito no DSC1 “[...] *disponibilizar o material relacionado à aula e material de apoio é muito útil para que possamos realizar os trabalhos em casa com mais tranquilidade, porque posso acessar o conteúdo online posteriormente*”. O que ora é vivido pelo conversar em sala de aula, ora é vivido no conversar com o colega, ora é vivido em casa, ora é vivido em um fórum virtual, em uma troca de e-mail, ou seja, na correlação de vivências e convivências pautadas em uma emoção (de querer, de

necessidade, de satisfação, ...) que leva ao operar da reflexão.

Nesse mesmo DSC o estudante aponta para a trama que se forma e que é potencializada pelas tecnologias digitais: “*Os professores de matemática utilizam as tecnologias digitais através de software e aplicativos pertinentes à Matemática como GeoGebra; plataformas, como o Moodle; para demonstrar como o uso de ferramentas computacionais auxiliam nos métodos, como foi o uso de Excel; para tirar dúvidas dos alunos; disponibilizando de gráficos 3d; lista de e-mail da turma para o repasse de exercícios e tirar dúvidas mesmo que a distância.*” Essa trama se constitui no processo do educar, ela não é pré-estabelecida, mas é intencional e de acordo com o entendimento do professor sobre o aprender.

Do ponto de vista da construção do conhecimento matemático, as tecnologias digitais auxiliam na realização de diferentes simulações, representações de sistemas dinâmicos de um fenômeno ou conceito matemático, e isso foi observado pelo discurso do estudante: “[...] utilizar o aplicativo GeoGebra, sem dúvidas, foi uma experiência diferente, porque nos torna possível experimentar um aplicativo dinâmico, sendo uma ferramenta auxiliar que, quando o professor usufrui de forma inteligente, se torna notória a importância de seu uso no dia a dia”. Com simulações, podemos, junto com o estudante, construir modelos matemáticos através da exploração de comportamentos de objetos e fenômenos. Outro ponto relevante ao fazermos uso das simulações é que o tempo se amplia, no sentido das possibilidades das experiências e podemos multiplicar a experimentação com condições iniciais diversas, simular em alguns minutos fenômenos que exigiriam muito mais tempo sem o uso da tecnologia digital.

Pelo exposto no DSC, a criação dos espaços digitais em nossas disciplinas no Moodle proporcionou o conversar e a socialização de conhecimentos, além de permitir a manipulação, a construção e a interpretação de conceitos pelo dinamismo proposto e pela disponibilização de *software* e aplicativos, bem como de seus tutoriais.

O próximo discurso denominado “Cultura do processo de ensinar” (DSC2) evidencia a transição de uma cultura pela dicotomia expressa pelo estudante. Sinalizamos a cultura neste discurso, pois a entendemos como uma rede de coordenações de emoções e ações na linguagem, que configuram um modo particular do entrelaçamento do atuar e do emocionar da gente que a vive (MATURANA; ZÖLLER, 2004).

Quadro 3: DSC2 – Cultura do processo de ensinar

A melhor maneira de ensino ainda é aquela de sala de aula, o uso da tecnologia digital serve para complementar o aprendizado. Em geral, a matemática é aplicada de modo tradicional. Além disso, quando se cursava o ensino médio, há alguns anos, não era usual o uso das tecnologias digitais por professores de matemática. Comumente, professores da área da matemática utilizam o quadro como o padrão estipulado no ensino; para fazer cálculos banais que acabam apenas tirando a atenção que deveria ser para o real problema de um exercício x . Usando o papel, é preciso muito mais prática e atenção para poder chegar à proposta dada. Uma vez que tenha ocorrido um erro, para sua correção deverá ser feito um novo desenho, que acarretará em um tempo maior e até mesmo em desperdício de material. No papel, se torna aquela coisa cansativa de professor resolver no quadro enquanto tu resolves no papel, tu comparas resultados, se discute a questão e segue em frente. Com o uso das tecnologias, percebo uma melhoria muito grande: não preciso copiar tanta matéria durante a aula. Nossa geração está muito mais acostumada com teclado e mouse do que caneta e papel. Por isso, é importante sim buscar novos meios de ensinar os conteúdos propostos, pois dessa forma podemos sair da rotina da sala de aula.

No início do discurso o estudante diz que: *“A melhor maneira de ensino ainda é aquela de sala de aula, o uso da tecnologia digital serve para complementar o aprendizado. Em geral, a matemática é aplicada de modo tradicional. Além disso, quando se cursava o ensino médio, há alguns anos, não era usual o uso das tecnologias digitais por professores de matemática”*, o que destaca que a Matemática tem sido ensinada sem o uso da tecnologia e, acrescentamos, com cálculos e atividades escritas na lousa e com primazia à cópia, seja de conceitos, exemplos ou exercícios. Porém, no fluir da discursividade, o estudante assinala a importância da busca de novos métodos para trabalhar a Matemática. Evidencia também a transição cultural, ou seja, a ação recorrente de uma prática em um determinado contexto, sendo aos poucos alterada, no caso, pelo uso da tecnologia digital, já recorrente em outro domínio do viver.

Observamos que o ensino da Matemática ainda está centrado numa cultura em que a tecnologia digital é coadjuvante no processo de ensinar. Talvez por isso, para o estudante, usar a tecnologia é uma forma de “copiar menos”. Ele associa esse uso às suas vivências, por exemplo, se a prática pedagógica se baseia no uso do livro didático e o considera apenas como ouvinte e copiador, e se a aula continua sendo a mesma com o uso da tecnologia, o que melhorou foi que não precisa mais copiar.

O viver e o conviver nessa cultura do ensinar Matemática nos causa poucos estranhamentos porque muitas ações estão internalizadas na prática da sala de aula. No entanto, refletir sobre a cultura na qual estamos inseridos pode nos levar a compreender e propor transformações nesse ambiente relacional.

No DSC o estudante relata ainda que *“Nossa geração está muito mais acostumada com teclado e mouse do que caneta e papel. Por isso, é importante sim buscar novos meios de ensinar os conteúdos propostos, pois dessa forma podemos sair da rotina da sala de aula”*. Ao fazermos uso da tecnologia digital, o espaço do conviver e do aprender Matemática toma uma nova configuração e emergem outras estratégias, próprias de um mundo que enfatiza o digital e do qual estes sujeitos fazem parte. A convivência acadêmica em um ambiente digital, imbricada nos processos pedagógicos, pode contribuir para a constituição de uma cultura digital relacionada à formação profissional, assim como essa formação passa a ser reconstruída pelos contornos da cultura digital.

Na configuração do conviver acontece a construção da cultura, que passa a ser própria e particular do grupo que a constrói, influenciada pela cultura existente e modificada pelas ressignificações que nos transformam. Dessa maneira, somos influenciados pela cultura que vivemos ao longo das experiências que nos constituem, embora possamos modificá-la, uma vez que somos sujeitos autônomos e autopoieticos, ou seja, capazes de nos transformar na congruência do meio interno como o externo (MATURANA, 2014). Também o ensinar e o aprender constituídos por ações do conviver nas quais os processos de formação profissional em que estudantes e professores estão imersos, pode se configurar em um espaço dialógico e de transformação. A posição de estudantes e professores se estabelece na coordenação de coordenações¹ de ações a partir das relações e das interações que ocorrem no cenário educativo.

Nesta perspectiva as relações entre os sujeitos podem provocar perturbações no processo do ensinar e do aprender, pois dinamizam e transformam o modo de cada um agir, o que gera novos conhecimentos, novas formas de atuar, de pensar e interagir no mundo. Às vezes é preciso ocorrer um desequilíbrio, ou seja, algo que nos perturbe e que envolva nossas ações e emoções, para que ressignifiquemos os modos de ensinar e aprender (MATURANA e VARELA, 2001).

O aprender é um processo que ocorre pela mudança estrutural que acontece nas unidades acopladas pela recorrência da convivência. Assim, Maturana e Varela (2001, p. 112) apontam que esse acoplamento existirá “enquanto meio e unidade atuarem como fontes de perturbação mútuas e desencadarem mutuamente mudanças de estado”. Um observador que acompanha as mudanças de estado, ou seja, as transformações nas ações

¹ Para Maturana (2002) é o resultado da recursão nas ações, que implica não na ação em si, mas no sentido que esta ação dá à vida dos seres humanos.

do estudante através do tempo, pode perceber que esse sujeito aprende cada vez que existir uma congruência maior entre as mudanças de estado e o domínio no qual ele interage.

As diferentes formas com as quais o estudante interage com a tecnologia digital nas disciplinas de Matemática do Ensino Superior são apontadas no terceiro discurso, intitulado “Aprender matemática por meio das tecnologias digitais” (DSC3). Além disso, o estudante discorre sobre como os professores dessas disciplinas possibilitaram o operar das ferramentas digitais com vistas a significar os conceitos matemáticos.

Quadro 4: DSC3 – Aprender matemática por meio das tecnologias digitais

Está foi a primeira vez que utilizei tecnologias como ferramenta para aprender. No meu ponto de vista, é uma maneira que agrega diversos pontos positivos: utilizam a tecnologia para expressar a matemática; para resolver cálculos e desvendar problemas; para demonstrações das teorias e figuras geométricas. As construções geométricas, após serem feitas, ficam mais claras com o uso da tecnologia principalmente em R3, pois consigo visualizar melhor, assim como o que acontece mudando apenas um ângulo ou uma medida, é possível animar pontos e também verificar o comportamento da figura desenhada com a devida precisão. Além disso, eu acho válido tecnologia com matemática. No GeoGebra é tudo correto, se há algum erro já visualizamos e corrigimos. Construir e medir o triângulo retângulo no Software GeoGebra, é extremamente interessante, pois depois que a gente se familiariza com o GeoGebra, não tem como se perder nas medidas, se torna fácil a construção de formas e as relações entre fórmulas, figuras e teorias matemáticas ficam muito menos abstratas. No momento que aprendemos a utilizar o software, ele é um facilitador, embora eu tenha tido alguma dificuldade para entender como ele funciona, ainda assim, com o GeoGebra é possível uma maior exatidão e por isso fica mais fácil a visualização. Ele torna as atividades práticas, mas ao mesmo tempo exige concentração, desencadeando um melhor raciocínio e domínio do que se está realizando. É muito mais didático e de fácil visualização e compreensão de um erro ou de uma mudança de dado para elaboração da figura geométrica. Utilizando a planilha eletrônica, gera aquela curiosidade de querer fazer diferente, facilita muito, fica melhor organizado. O uso das fórmulas no Excel para a resolução de SELAS permite uma variedade ampla de constatações, e por ter 'n' caminhos diferentes pra montar suas respostas, o próprio professor(a) acaba aprendendo. Aliás, mostrando com animações ou exercitando em software, conseguimos mais fácil adquirir os conhecimentos, pois a visualização da teoria fica de uma maneira clara. Também penso que isso possa aumentar o interesse do aluno, ficando mais rápida a assimilação e fácil o entendimento. Acredito que fica muito mais fácil para o aluno compreender quando os professores lançam as matérias e exemplificam com demonstrações. Podemos utilizar o meio digital para aperfeiçoar explicações de convenções que se tornam complicadas sem animação. Tudo ficou mais claro com a utilização e manipulação de ferramentas digitais pela facilidade que os alunos têm em interagir com a tecnologia, como também a clareza e praticidade que aquela ferramenta proporciona. A aula fica bem interessante e atrativa, assim como o aprendizado se torna muito mais fácil, pois temos uma visualização clara sobre o assunto, associando a realidade do aluno com o conteúdo de Matemática. A aprendizagem ganha um novo significado e não apenas mais um conteúdo a ser aprendido.

No início do DSC3, percebemos a importância que o estudante dá para o uso da tecnologia e a reflexão que faz relacionando a forma pela qual professor opera as ferramentas digitais para ensinar Matemática com a contribuição para a construção de conhecimento. Ressaltamos que por meio da interação com a tecnologia digital, o aprendizado ocorre por descobertas e por reorganização destas, o que contribui para o estabelecimento e a apropriação de significados.

Maturana (1998, p. 31) explica a aprendizagem segundo as bases biológicas de sua teoria: “[...] existe aprendizagem quando a conduta de um organismo varia durante sua ontogenia de maneira congruente com as variações do meio, e o faz seguindo um curso contingente às suas interações nele”. A aprendizagem pode ser percebida pela variação de comportamento ao longo de uma existência. Essa variação ocorre em função da necessidade de acoplamento estrutural entre o ser e o meio, considerando sua história e as possíveis, ou eventuais, interações entre eles, ou seja, é um processo de adaptação. Portanto, aprender é um processo que se estabelece no viver, é mudar e criar um mundo na recorrência de atuar com ele.

No discurso, observamos que o estudante reconhece a importância do uso recorrente do *software* ao evidenciar diferentes possibilidades para o ensino da geometria: *“No momento que aprendemos a utilizar o software, ele é um facilitador, embora eu tenha tido alguma dificuldade para entender como ele funciona. Ainda assim, com o GeoGebra é possível uma maior exatidão e por isso fica mais fácil a visualização. Ele torna as atividades práticas, mas ao mesmo tempo exige concentração, desencadeando um melhor raciocínio e domínio do que se está realizando. É muito mais didático e de fácil visualização e compreensão de um erro ou de uma mudança de dado para elaboração da figura geométrica”*. Percebemos o dar-se conta do estudante quanto ao seu próprio processo de aprender, suas dificuldades, sua atenção consciente e seu processo de ir e vir para descobrir como fazer algo.

Entendemos que provocar situações que desencadeiam o aprender é atribuição do professor e, por isso, depende da forma como este opera a tecnologia digital em seu fazer docente, depende das relações produzidas no ambiente de uma disciplina. Porém, a disposição para o aprender é do sujeito e depende somente de seu desejo em uma estrutura e funcionamento adequados.

Os *softwares* GeoGebra e Excel, destacados no discurso, podem ser operados de diversas maneiras e em momentos diferentes, em função dos conceitos e construções

que se pretende problematizar no espaço educativo. Ao propor situações-problema, buscamos explicar ou exemplificar um fenômeno real. Assim, o estudante tem a possibilidade de interagir com distintas situações, o que pode auxiliar na tomada de decisão, na análise de consequências para se obter a solução de um problema, ou em outras ações que os leve a aprender o conceito problematizado.

Demonstrar a partir de modelos, propriedades e comportamentos de objetos ou fenômenos, usando as tecnologias digitais, pode auxiliar na análise das consequências e dos reflexos de decisões. Nesse contexto, o estudante afirma no discurso *“que fica muito mais fácil para o aluno compreender quando os professores lançam as matérias e exemplificam com demonstrações. Podemos utilizar o meio digital para aperfeiçoar explicações de convenções que se tornam complicadas sem animação. Tudo ficou mais claro com a utilização e manipulação de ferramentas digitais, pela facilidade que os alunos têm em interagir com a tecnologia, como também a clareza e praticidade que aquela ferramenta proporciona”*. Os estudantes reconhecem que a tecnologia digital oferece o acesso a diferentes modelizações, multiplicando as experiências e interações com condições iniciais diferentes.

Ao compreendermos a tecnologia digital como um sistema de representação dinâmica, que potencializa o meio experimental ao problematizar e possibilitar a construção de conhecimentos, apropriamo-nos da tecnologia digital não como meio para aprender e conhecer, mas como constitutiva dos próprios modos de conhecer e de aprender Matemática.

Desdobramentos da experiência

Assim, findamos o processo de análise e de interpretação dos registros da pesquisa em que problematizamos a questão que nos instigou a essa investigação: **como são operadas as tecnologias digitais pelos professores de Matemática no Ensino Superior?**

Tal problematização evidenciou as potencialidades do uso da tecnologia digital no ensinar Matemática na Universidade e provocou compreender como uma cultura digital vem sendo instituída no ensino dessa ciência nos cursos superiores. A utilização de ambientes digitais na plataforma Moodle e *software* gerou perturbações em nós e nos estudantes da pesquisa, uma vez que ambos se envolveram nas atividades propostas. Esse envolvimento demandou de nossa parte a busca para potencializar a interação ao

ensinar, o repensar dos modos de operar a tecnologia digital para ensinar a Matemática e a reflexão sobre como gerar transformações cognitivas no acoplamento estrutural no campo profissional dos estudantes. Também exigiu dos estudantes o enfrentamento ao desafio do conhecimento que se constrói para além das disciplinas e da sala de aula. A coordenação de coordenações de ações ao experienciarem situações, ao experimentarem e modificarem modelos e métodos, e a compreensão de que as experiências vivenciadas junto à utilização das tecnologias digitais no processo de construção do conhecimento, contribuiu para ressignificar a Matemática.

Os estudantes reconhecem que a tecnologia digital facilita a realização de suas atividades acadêmicas para além da sala de aula quando materiais de apoio são disponibilizados pelos professores em ambientes digitais. Além disso, os estudantes apontam que o seu conhecimento é ampliado pelo operar das ferramentas digitais que permitem outras possibilidades de compreensão a respeito dos conteúdos matemáticos, pois tornam suas atividades práticas, desencadeando discernimento e domínio do que realizam.

Ao refletirmos sobre nosso operar com as tecnologias digitais em nossas disciplinas e com esses estudantes, percebemos que essas ferramentas digitais não foram utilizadas apenas como recursos para executar tarefas, mas se constituíram em potencializadoras de transformações cognitivas nos sujeitos que construíram suas experiências na interação, ao operá-las. Aprendemos ao transformar nossa estrutura na experiência através dos acoplamentos que fizemos com o meio. Assim, na experiência desta pesquisa estivemos na posição de observadores implicados e, ao operar as tecnologias digitais para ensinar Matemática modificamos nossas ações e a dos estudantes, possibilitando outras configurações no ato de ensinar e de aprender, gerando transformações na convivência.

Referências

BATISTA, S. C. F.; BARCELOS, G. T. Análise do uso do celular no contexto educacional.

RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2013.

BONILLA, M. H. S. **Escola Aprendente**: Para além da sociedade da informação. Rio de Janeiro: Quartet, 2005.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede** – a era da informação: economia, sociedade e cultura. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. **Discurso do Sujeito Coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa**. Caxias do Sul: Educs, 2003.

LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. **Pesquisa de representação social: um enfoque quali-quantitativo a metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo**. Brasília: Liber Livro Editora, 2012.

LOBO DA COSTA, N. M. Formação continuada de professores: uma experiência de trabalho colaborativo com matemática e tecnologia. In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M. A. V. (Org.). **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008. p. 167-196.

MARASCHIN, C. Pesquisar e intervir. **Psicologia & Sociedade**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 98-107, 2004.

MARIN, D. Professores universitários que usam a tecnologia de informação e comunicação no ensino de matemática: quem são eles? **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 07, n. 1, p. 62-77, 2012.

MATURANA, H. **Da biologia à Psicologia**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MATURANA, H. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.

MATURANA, H. ¿Moral o Etica? Las palabras no tienen significado en sí mismas, no tienen significado... Autopoiesis. cl: **Autopoiesis de los Sistemas Cognitivos**. 08 de agosto de 2006. Disponível em <<http://www.autopoiesis.cl/?a=19>>. Acesso em: 27 de jul. 2016.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014.

MATURANA, H.; ZÖLLER, G. V. **Amar e brincar: fundamentos esquecidos do humano do patriarcado à democracia**. São Paulo: Palas Athena, 2004.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A ontologia da realidade**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

ROCHA, C. A. **Mediações tecnológicas na educação superior**. Curitiba: InterSaberes, 2013.

Recebido em 03/03/2017 – Aceito em 23/10/2017