



Etnomatemática, forma de vida de engenheiros e Matemática acadêmica: possíveis interlocuções

Ieda Maria Giongo

Universidade do Vale do Taquari - Univates

igiongo@univates.br

Brasil

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt

Universidade do Vale do Taquari - Univates

mrehfeldt@univates.br

Brasil

Marli Teresinha Quartieri

Universidade do Vale do Taquari - Univates

mtquartieri@univates.br

Brasil

Sônia Elisa Marchi Gonzatti

Universidade do Vale do Taquari - Univates

soniag@univates.br

Brasil

Resumo

O artigo tem como objetivo problematizar como estudantes de um Curso de Engenharia operam com conteúdos de um componente curricular alusivo à matemática, a partir de elementos de sua forma de vida laboral. O referencial teórico-metodológico que sustenta a problematização está vinculado ao campo da etnomatemática em suas intersecções com as ideias maduras de Ludwig Wittgenstein. Os materiais de pesquisa são constituídos por excertos escritos e orais produzidos pelos alunos e pelo diário de campo da professora pesquisadora. Os resultados evidenciam: a) a necessidade de repensar as práticas pedagógicas dos componentes curriculares vinculados ao cálculo, com foco no diálogo com os professores-engenheiros e b) a potência da metodologia Aula+, recentemente aprovada pela Universidade locus de investigação.

Palavras-chave: Etnomatemática; Matemática; Ensino de Matemática; Ensino de Engenharia; Aula+.

Definição e relevância do problema

Numa Universidade localizada ao sul do Brasil, em Lajeado, no Rio Grande do Sul, um grupo de pesquisa enveredou por uma investigação com o objetivo de examinar formas com as quais um grupo de engenheiros, egressos da Instituição, operavam com a matemática de suas práticas laborais. Nesse sentido, optou-se por acompanhar um grupo destes profissionais em seus locais de trabalho, evidenciando que faziam uso, dentre outros, de softwares e planilhas eletrônicas, em detrimento do exaustivo uso de cálculos em papel. Por conta disso, sobretudo nos componentes curriculares da matemática, tais ferramentas bem como situações problemas contextualizadas foram inseridas. Aliado, desde 2021 a Instituição tem engendrado esforços para enveredar, nos cursos de graduação, por práticas pedagógicas alicerçadas em referenciais teórico-metodológicos que apregoam a importância da experimentação - a Aula +. Nessa ótica, ao mesmo tempo em que os estudantes têm a oportunidade de viver a universidade tida como tradicional, entende-se a produtividade de ofertar espaços “com estudo e com experimentação” (Univates, 2021, p. 9). Assim, os diferentes componentes curriculares passaram a ser ofertados em duas modalidades: atelier e seminário. O primeiro é pensado como um espaço de constantes aprendizagens, “da artesanaria, da criação de pensamentos e de materialidades, de procedimentos, de exercícios, de experimentações, de tentativas e errâncias” (Ibidem, p.10). O seminário, por sua vez, é visto como “espaço de estudo e de um pensar coletivo, de um saber compartilhado, espaço de pesquisa, de escrita, de construção conceitual” (Ibidem, p.10).

Ao elaborar um documento enfocando os fundamentos pedagógicos, o Núcleo de Apoio Pedagógico da Instituição expressa que a Aula+ emergiu diante das constantes e rápidas transformações sentidas na sociedade, exigindo, também das Universidades novas práticas conceituais, éticas, estéticas e políticas (Univates, 2021, p.3). No que se refere ao mundo do trabalho, há, ainda segundo o documento, a necessidade de se repensar as relações, reinventando "outros modos de se relacionar com o mundo, inclusive com o mundo do trabalho, conceituais, éticos, estéticos e políticos" (Ibidem, p.3). Nessa seara, a aprendizagem dos estudantes passa a ser vista como universal e particular. "Universal, porque todos vivenciam situações de aprendizagem em diferentes etapas da vida, todos aprendem e podem aprender. Particular, porque as formas de aprender são individuais e subjetivas, cada um aprende a seu modo, a seu tempo" (Univates, 2021, p. 5).

Assim, novas investigações foram geradas, sobretudo vinculadas aos Programas de Pós Graduação em Ensino da Instituição. Pesquisadores dos dois PPGs que também ministram componentes curriculares alusivos à matemática têm se dedicado a pesquisar a própria prática docente, a partir da construção e desenvolvimento de tarefas em sala de aula. Neste texto o objetivo central consiste em problematizar como estudantes de um Curso de Engenharia operam com conteúdos de um componente curricular Cálculo Numérico, a partir de elementos de sua forma de vida laboral.

Referencial teórico

Investigações com referenciais assentados na etnomatemática tem se constituído de múltiplas perspectivas. Como bem descrito por Knijnik et al (2019, p.18), é uma área de conhecimento "heterogênea, conformada por um conjunto amplo e diversificado de perspectivas, que mantém, no entanto, entre si, pelo menos um ponto de intersecção: a centralidade dada à cultura no exame dos processos constitutivos da educação matemática". Ainda para as autoras, este campo considera que é por meio da cultura que damos significados às nossas vidas. Assim, embora apresente similitudes, comporta diferenças no que se refere aos referenciais teóricos que o sustenta. Nesse sentido, o grupo de pesquisa está em consonância com as ideias de Knijnik et al (2019). As autoras inferem que, nesse referencial teórico, ecoam as ideias de Foucault e Wittgenstein no que concerne ao entendimento dado à linguagem. Assim, "como justificar, filosoficamente, a existência de 'outras matemáticas' que não a matemática acadêmica e escolar?" (Knijnik, 2016, p.19). E prossegue a autora: "como justificar, do ponto de vista epistemológico, a existência de diferentes etnomatemáticas?" (Ibidem, p.19). Dessa forma, falamos em uma perspectiva etnomatemática definida como uma caixa de ferramentas teóricas que possibilita analisar os "jogos de linguagem matemáticos de diferentes formas de vida e suas semelhanças de família; e examinar os discursos da matemática acadêmica e da matemática escolar e seus efeitos de verdade" (Knijnik et al, 2019, p.23).

Aqui ecoam as ideias da maturidade de Wittgenstein e alguns conceitos de Foucault. De acordo com Knijnik, "com suas contundentes críticas à filosofia tradicional, ambos tiveram, sobretudo, posturas comuns" (Knijnik, 2016, p. 19). Wittgenstein rechaça a ideia de um fundamento último para a linguagem, apostando na existência de linguagens, no plural, que assumem caráter contingente mediante seu uso. "Dessa forma, sendo a significação de uma palavra gerada por seu uso, a possibilidade de essências ou garantias fixas para a linguagem é posta sob suspeita, levando-nos a questionar também a existência de uma linguagem matemática única e com significados fixos" (Ibidem, p. 22). Knijnik acrescenta que as ideias acima explicitadas questionam as "verdades" instituídas no âmbito da educação matemática, que apregoam uma suposta matemática universal que poderia ser aplicada em múltiplas situações. Na contramão dessa ideia, emergem os jogos de linguagem propostos por Wittgenstein. Em efeito, "A expressão jogo de linguagem deve salientar aqui que falar uma língua é parte de uma atividade ou de uma forma de vida" (Wittgenstein, 2004, p. 27). A esse respeito, o citado autor alude que "pode-se, para uma *grande* classe de casos de utilização da palavra 'significação' – se não para *todos* os casos de sua utilização – explicá-la assim: a significação de uma palavra é seu uso na linguagem" (Wittgenstein, 2004, p. 28) [grifos do autor].

Assim, a forma de vida estabelece a gramática com a qual interagimos, e "os jogos de linguagem estão imersos em uma rede de semelhanças que se sobrepõem e se entrecruzam, podendo variar dentro de determinados jogos ou de um jogo para outro" (Knijnik et al, 2019, p. 31). Nessa ótica, "a noção de semelhanças de família pode ser compreendida não como um fio único que perpassa todos os jogos de linguagem, mas como fios que se entrecruzam" (Ibidem, p.31). Condé (2004) argumenta que Wittgenstein concebe as semelhanças de família a partir da diferença, uma vez que, ao estabelecer as analogias no interior de um jogo de linguagem ou entre vários jogos, o filósofo não está buscando uma essência ou identidade, "mas a diferença que,

apesar de existir, ainda permite compreender aquela atividade como um jogo de linguagem no interior do qual os usos das palavras estabelecem significações” (Ibidem, p.57).

Método e desenvolvimento conceitual

Numa aula de Cálculo Numérico, especificamente em uma turma de estudantes de Engenharia da Computação, o planejamento visava ao estudo de distintas bases de numeração e a professora havia preparado material de apoio, disponibilizado com antecedência no ambiente virtual de aprendizagem. Ela iniciou a aula evidenciando o que havia sido postado e convidou os estudantes a resolver uma tarefa envolvendo mudança de base, tal como o modelo explicitado no material postado.

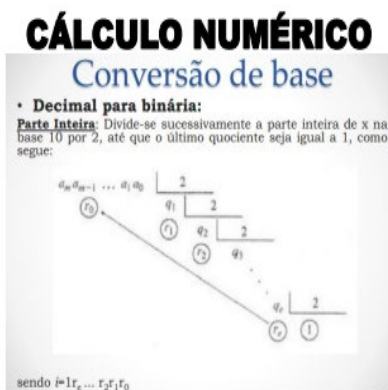


Figura 1. Material produzido pela professora

Imediatamente, um dos estudantes perguntou se aquele seria o único método de resolução aceito nos instrumentos avaliativos. Ato contínuo, outros colegas também se mostraram preocupados com o excesso de formalização e regras que estavam visíveis no material disponibilizado, questionando se o método que já usavam noutros componentes curriculares e em suas atividades laborais também seria aceito. Com a anuência da professora, os estudantes passaram a sentir-se mais confortáveis para opinar como seu método é, segundo eles, "mais simples e direto", sem necessidade de operar com formalismos usualmente presentes na matemática acadêmica. Também questionaram porque deveriam aprender, ainda segundo eles, "tanta coisa sobre isso se em nosso trabalho precisamos de muito pouco deste conteúdo, o mais básico e só". A partir deste momento, a professora - entendendo que sua aula sofreria mudanças - optou por conduzir as discussões de modo que os estudantes pudessem compreender as diferenças e semelhanças entre os métodos. Assim, encorajou-os a dirigirem-se ao quadro, dialogar com os colegas acerca de como resolviam e comparando com o que figurava no material de apoio. Assim, os cerca de vinte estudantes passaram a trabalhar em pequenos grupos para resolver as tarefas propostas e, constantemente, ouviam-se questionamentos e idas ao quadro. Também fizeram uso de planilhas e criaram um programa para, rapidamente, fazer as conversões. À professora coube, então, direcionar as discussões, compreender como os estudantes operavam os cálculos e organizar as conclusões efetivadas.

Os materiais de pesquisa - excertos escritos e orais produzidos pelos alunos e pelo diário de campo da professora pesquisadora - foram escrutinados por meio da Análise do Discurso na perspectiva foucaultiana. As teorizações pós-estruturalistas, em especial, algumas ferramentas de Michel Foucault, serão fundamentais. Para esse filósofo, é preciso compreender que a verdade não pode ser pensada desconectada da noção de poder. Na obra *Microfísica do Poder* (Foucault, 1979, p. 12), ao se distanciar das definições convencionais de poder e discutir suas conexões com saber e verdade, Foucault expressa que “a verdade é deste mundo; ela é produzida nele graças a múltiplas coerções e nele produz efeitos regulamentados de poder”. Nesse sentido, cada sociedade tem seu regime de verdade, ou, para usar uma expressão do citado filósofo, uma “política geral” de verdade, isto é (Ibidem, p.12), “os tipos de discurso que ela acolhe e faz funcionar como verdadeiros; [...] a maneira como se sanciona uns e outros; [...] o estatuto daqueles que têm o encargo de dizer o que funciona como verdadeiro”. O filósofo ainda salienta que “verdade” não quer dizer “o conjunto das coisas verdadeiras a descobrir ou a fazer aceitar”. Trata-se, para ele, de examinar “o conjunto das regras segundo as quais se distingue o verdadeiro do falso e se atribui ao verdadeiro efeitos específicos de poder” (Foucault, 1979, p.13). Ao reforçar essa posição, Foucault assinala que “não se trata de um combate ‘em favor’ da verdade, mas em torno do estatuto da verdade e do papel econômico-político que ela desempenha” (Ibidem, p.13). Assim, os discursos da matemática são estudados levando-se em conta as relações de poder-saber que os instituem e são por eles instituídos.

Resultados

A análise permitiu a emergência de dois resultados. O primeiro deles diz respeito à necessidade de repensar as práticas pedagógicas alusivas às disciplinas de Cálculo em cursos de Engenharia. Não se trata simplesmente de retirar ou acrescentar conteúdos, tampouco permitir que os estudantes realizem suas tarefas em grupos. Entende-se a importância de permitir que os estudantes expressem jogos de linguagem matemáticos, seja do mundo laboral ou gerados em outros componentes curriculares. Por exemplo, ao evidenciar o método usado para fazer a conversão usualmente presente na matemática acadêmica, a professora fez uso do seguinte slide:

CÁLCULO NUMÉRICO
Algoritmos — Mudança de base

• Parte Teórica:
Binária para Decimal: Seja b_0 a representação decimal de $(a_4 a_3 a_2 a_1 a_0)_2$, então pode-se calcular b_0 pelo algoritmo a seguir:

$$\begin{aligned} b_j &= a_j \\ b_{j-1} &= a_{j-1} + 2b_j \\ b_{j-2} &= a_{j-2} + 2b_{j-1} \\ &\vdots \\ b_1 &= a_1 + 2b_2 \\ b_0 &= a_0 + 2b_1 \end{aligned}$$

CÁLCULO NUMÉRICO
Exemplo 1

• $(10111)_2 \rightarrow (a_4 a_3 a_2 a_1 a_0)_2$, onde:
 $a_4 = 1, a_3 = 0, a_2 = 1, a_1 = 1, a_0 = 1$ e $j = 4$

$$\begin{aligned} b_j &= a_j \\ b_{j-1} &= a_{j-1} + 2b_j \\ b_{j-2} &= a_{j-2} + 2b_{j-1} \\ &\vdots \\ b_1 &= a_1 + 2b_2 \\ b_0 &= a_0 + 2b_1 \end{aligned}$$

Algoritmo

$$\begin{aligned} b_4 &= a_4 = 1 \\ b_3 &= a_3 + 2b_4 = 0 + 2.1 = 2 \\ b_2 &= a_2 + 2b_3 = 1 + 2.2 = 5 \\ b_1 &= a_1 + 2b_2 = 1 + 2.5 = 11 \\ b_0 &= a_0 + 2b_1 = 1 + 2.11 = 23 \end{aligned}$$

Figura 2. Material produzido pela professora

Nesse momento um dos estudantes explicou que seu "método era bem mais simples". E dirigindo-se ao quadro escreveu as potências de base 2 em sequência: 1,2,4,8,16,32 e assim sucessivamente. Ato contínuo, explicou: "Se quero converter 23, faço assim: o mais próximo de 23 é 16, assim fica 00001. De 16 para 23 faltam 7, então o mais próximo é 4 e assim sucessivamente. Logo fica 11101". Outro exemplo das discussões pode ser evidenciado quando a

professora questionou como fazer as conversões com números não inteiros. De fato, ao verificar que os recursos constantes na planilha eletrônica não eram suficientes para converter, por exemplo, 0,125 para a base binária, um dos estudantes se propôs a construir um programa que o fizesse. O excerto a seguir o explicita:

Decimal para binário *GSheets*

```
function DECIMAL_PARA_BINARIO(decimal) {
  var parteInteira = Math.floor(decimal);
  var parteFracionaria = decimal - parteInteira;
  var binarioInteiro = decimalParaBinario(parteInteira);
  var binarioFracionario = fracionarioParaBinario(parteFracionaria);
  return binarioInteiro + '.' + binarioFracionario;
}
function decimalParaBinario(decimal) {
  if (decimal === 0) {
    return '0';
  }
  var binario = '';
  while (decimal > 0) {
    binario = (decimal % 2) + binario;
    decimal = Math.floor(decimal / 2);
  }
  return binario;
}
function fracionarioParaBinario(fracionario) {
  var binario = '';
  var precisao = 20; // Define a quantidade de casas decimais
  for (var i = 0; i < precisao; i++) {
    fracionario *= 2;
    var bit = Math.floor(fracionario);
    binario += bit;
    fracionario -= bit;
    if (fracionario === 0) {
      break;
    }
  }
  return binario;
}
```

Interessante também apontar que, inicialmente, o estudante fez uma rápida pesquisa no chat GPT, alvo de muitas discussões e controvérsias acadêmicas. Questionado pela professora, explicou que costuma fazer pesquisas, estando ciente, no entanto, dos cuidados necessários, tais como os ligados à propriedade intelectual. Neste momento, alguns colegas também expressaram suas opiniões, tornando aula de cálculo numérico palco de discussões políticas, sociais e econômicas, o que está em consonância com o campo da etnomatemática. Como bem disse um dos estudantes, "no mundo da internet tem coisas boas e ruins, tem que saber usar e entender o

que se pode ou não fazer". Está aqui evidenciado o segundo resultado da investigação: a potência da metodologia Aula+, recentemente implantada na Universidade lócus da investigação. Em efeito, os fundamentos pedagógicos apreçoam a importância da transversalidade entre os saberes, expressando que, diferentemente dos modelos educacionais fragmentados, esta "remete à imagem de um rizoma, em meio ao qual há trânsitos livres, encontros de saberes, conexões de matérias, tempos e espaços flexíveis" (Univates, 2021, p.2).

As discussões também avançaram para a necessidade de operar com números decimais. Um dos estudantes, ao examinar o programa supracitado, expressou que, no âmbito profissional, "interessa apenas os números inteiros, então por que devemos nos preocupar em fazer essa conversão para base binária"? Outro acrescentou: "Para que temos que fazer pelo algoritmo"? Destaca-se, entretanto, a importância destes estudantes terem acesso aos gerados na matemática acadêmica, não eximindo, assim, o professor de suas responsabilidades de gestor da aula. Nessa ótica, a professora também oportunizou aos estudantes o exame dos jogos de linguagem gerados na matemática acadêmica, explicitando que eles, dentre outros, possibilitaram a emergência da internet e de tantas inovações, que foram centrais para a melhora da qualidade de vida dos indivíduos. Também foi possível estender a ideia de que os jogos e linguagem gerados pelos estudantes apresentam semelhanças de família com aqueles explícitos no material disponibilizado. Como bem apontou um estudante: "Olhando de perto agora, dá para ver que o nosso método e o da professora tem algo em comum, por exemplo, o uso da potência de 2. O ruim é que o dela é mais complicado de entender e cheio de passo a passo". As discussões também se estenderam, problematizando que, apesar de tantas inovações, há que se perguntar quem a elas têm acesso. Tal ideia está em consonância com ideias do campo da etnomatemática na perspectiva de Knijnik et al (2019). E efeito, as autoras expressam que é importante que os estudantes tenham acesso ao maior número possível de jogos de linguagem matemáticos, sobretudo os gerados na matemática acadêmica e escolar, pois são aceitos socialmente e comumente servem de baliza para caracterizar quem é alfabetizado matematicamente. Também evidenciam que a emergência destes jogos permitiram substanciais progressos em termos de ciência, tecnologia e qualidade de vida. No entanto, ainda segundo elas, há que se questionar porque considerável parte da população está à margem deste progresso.

Conclusão

Em consonância com os referenciais teóricos do campo da etnomatemática, a aula de Cálculo Numérico também foi palco de discussões sociais, políticas e econômicas. Os fundamentos pedagógicos do Aula+ podem ser evidenciados, quando explicitam que uma aula "também não é o lugar, tão somente, do ensino e da aprendizagem de conteúdos, competências ou habilidades que servem ao mercado. A aula, na perspectiva do professor, é trabalho de pesquisa, exercício de pensamento, atividade de estudo e criação" (Univates, 2022, p.4). Outra questão importante a destacar diz respeito ao modo como, em um mesmo Curso de Graduação, são gerados jogos de linguagem matemáticos que apresentam entre si, em maior ou menor grau, diferenças. Conforme expresso pelos estudantes e no material didático disponibilizado pela professora, os jogos apresentam similitudes no que se refere ao uso das potências de 2 para a conversão de decimal para binário e vice-versa. No entanto, aqueles gerados na matemática acadêmica primam pelo uso de algoritmos padrões, fortemente amalgamados à forma de vida universitária, em oposição aos utilizados pelos estudantes, cujo propósito repousa, segundo um

deles, "na praticidade e rapidez". Importante destacar que Condé (2004) argumenta que Wittgenstein concebe as semelhanças de família a partir da diferença, uma vez que, ao estabelecer as analogias no interior de um jogo de linguagem ou entre vários jogos, o filósofo não está buscando uma essência ou identidade, "mas a diferença que, apesar de existir, ainda permite compreender aquela atividade como um jogo de linguagem no interior do qual os usos das palavras estabelecem significações" (Ibidem, p.57).

É potente então perguntar: caberia eliminar, nas aulas de Cálculo, os jogos de linguagem gerados pelos estudantes e focar no estudo dos acadêmicos? Ou vice-versa? Defende-se, neste texto, a ideia de que ambos podem e devem conviver. A questão, precisamente, repousa na diferença e alteridade. Em efeito, os fundamentos pedagógicos apregoam que a questão repousa em "saber se, quando falamos em alteridade na educação, estamos, de fato, pensando no outro, na diferença, ou se estamos apenas criando mais uma representação da identidade, uma repetição do mesmo" (Univates, 2021, p.4). Pelo que aqui foi exposto, é possível compreender, como evidenciado no documento da Instituição, que na perspectiva do Aula+, professor e estudantes estão envolvidos quando se fala na relação com a matéria de estudo. Ao que se refere ao modo de se relacionar com a matéria de estudos, encontram-se necessariamente envolvidos o professor e os estudantes. Podemos dizer que o cenário é permeado por vários movimentos: "como o professor escolhe seus materiais, os rearranja para cada aula, coloca sobre a mesa e oferece aos seus estudantes, fazendo a matéria circular de maneira a torná-la pública" (Univates, 2021, p.4). Assim, "uma aula é um trabalho de criação do professor" (Ibidem, p.4). Porém não se trata de uma criação qualquer: há escolhas a serem feitas, pois "a aula não se justifica em ensinar conteúdos referentes a uma disciplina, reproduzi-los, transmiti-los, mediá-los" (Ibidem, p.4).

Referências e bibliografia

- Condé, M. L.L. (2004). *As teias da razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna*. Belo Horizonte: Argvmentvm.
- Foucault, M. (1997). *Microfísica do poder*. São Paulo: Graal Editora.
- Knijnik, G. et al (2019). *Etnomatemática em movimento*. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 4. ed.
- Universidade do Vale do Rio Taquari - Univates. (2021). *Projeto pedagógico do curso de Administração*. Lajeado: Editora da Univates.
- Wittgenstein, L. (004). *Investigações filosóficas*. São Paulo: Nova Cultural.