REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS EM UM AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE PROGRESSÕES E FUNÇÕES

Luciane Neuhaus Durgante[1]
Vitor José Petry[2]

Palavras-chave: Representações semióticas. Resolução de problemas. Progressão aritmética. Progressão geométrica. GeoGebra.

1. Introdução

Esse trabalho, de natureza qualitativa, foi desenvolvido na modalidade de pesquisa-ação, com base nos pressupostos de Fiorentini e Lorenzato (2012), que defendem uma prática docente reflexiva voltada à transformação pedagógica e à construção compartilhada do conhecimento. O estudo teve como objetivo investigar como a mobilização de diferentes registros de representações semióticas pode favorecer a aprendizagem da Matemática, especialmente por meio do uso de Tecnologias Digitais (TD), como o *software* GeoGebra, na análise e construção de Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) e na resolução de problemas contextualizados que articulam funções afins e exponenciais às progressões aritmética (PA) e geométrica (PG).

A investigação foi realizada com uma turma do 1º ano do Curso Técnico em Informática, em uma escola pública de tempo integral situada em Concórdia (SC), envolvendo 11 estudantes ao longo de 20 encontros em formato de oficinas investigativas. A elaboração dos OVA e das tarefas investigativas foi orientada pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), que fundamentou o trabalho.

Duval (2018, p.8-9) afirma que "A primeira exigência cognitiva para compreender matemática é poder utilizar ao menos duas representações de um mesmo objeto sem confundir o objeto com os conteúdos respectivos das duas representações". Assim, por exemplo, quando o estudante entende que a PA não é apenas uma lista de números, mas uma

[1] Universidade Federal da Fronteira Sul, Mestranda. *Campus* Chapecó. Email: neuhausluciane@gmail.com.
[2] Universidade Federal da Fronteira Sul, Doutor em Matemática Aplicada. *Campus* Chapecó. E-mail: vitor.petry@uffs.edu.br.

estrutura que pode ser expressa em diferentes registros e reconhece que todos apontam para o mesmo conceito, ele demonstra verdadeira compreensão do conteúdo.

Nesse contexto, resolução de problemas, como propõe Polya (1995), é essencial para desenvolver o pensamento matemático, pois estimula o uso de diferentes representações. Com o apoio das TD, como o GeoGebra e os OVA, essa abordagem favorece a conversão entre registros e ampliam as formas de interação com o conhecimento (Kenski, 2012). Borba e Penteado (2012, p.37) reforçam essa ideia ao afirmarem que atividades que fazem uso de *softwares* com calculadoras gráficas "além de naturalmente trazer a visualização para o centro da aprendizagem matemática, enfatizam um aspecto fundamental na proposta pedagógica da disciplina: a experimentação". Ao explorar situações que requerem transitar entre registros escritos, numéricos, geométricos, gráficos e algébricos, o estudante constrói uma compreensão mais concreta dos objetos matemáticos.

A análise das atividades desenvolvidas permitiu observar aspectos relevantes sobre o potencial das práticas mediadas por TD, articuladas à resolução de problemas e à TRRS, cujos impactos são discutidos nas seções seguintes.

2. Metodologia

Esta pesquisa, de natureza qualitativa, foi conduzida na modalidade de pesquisa-ação, em que a professora-pesquisadora atuou diretamente no ambiente escolar instigando a mobilização de diferentes registros de representações semióticas a fim de favorecer a aprendizagem da Matemática. Fundamentada nos pressupostos de Fiorentini e Lorenzato (2012), essa abordagem valoriza a reflexão sobre a prática docente e a construção coletiva do conhecimento, reconhecendo o ensino como espaço de investigação e criação.

O estudo foi realizado com uma turma do 1º ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Informática, em uma escola pública de tempo integral localizada em Concórdia (SC), envolvendo 11 estudantes. As atividades ocorreram ao longo de 20 aulas distribuídas entre os turnos matutino e vespertino. As oficinas, de caráter investigativo, mediadas pelo *software* GeoGebra, exploraram OVA, buscando resolver problemas que articulavam PA e PG com funções afins e exponenciais.

A plataforma GeoGebra Classroom foi utilizada como ambiente de ensino e coleta de dados. Cada estudante acessou os OVA por meio de perfis personalizados, possibilitando, por meio do sistema, que registrou automaticamente as respostas, acompanhar o percurso individual de cada aluno e identificar padrões, dúvidas recorrentes e estratégias de resolução.

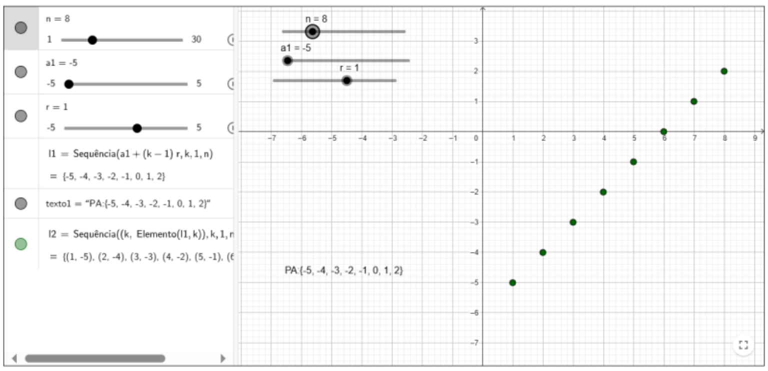
Além desse, foram utilizados registros fotográficos das interações com os OVA, o diário de bordo da professora-pesquisadora, que permitiu acompanhar comportamentos, reflexões e o andamento das tarefas e produções físicas dos estudantes. Os dados foram submetidos a uma Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), o que possibilitou identificar a compreensão das progressões e suas relações com funções, bem como a conversão entre registros, leitura de gráficos e generalizações algébricas.

3. Resultados

Para analisar o impacto dos OVA na aprendizagem, foram examinadas as respostas dos estudantes em quinze tarefas, suas interações com os OVA, os caminhos adotados na resolução dos problemas e as representações apresentadas para a obtenção das soluções. Em um recorte do *corpus* da pesquisa, são apresentadas e analisadas duas dessas tarefas, com os estudantes identificados como "E" seguido de números de 1 a 11.

O primeiro contato dos estudantes com o OVA ocorreu durante a realização da tarefa inicial da pesquisa. Nessa atividade, estes foram orientados a explorar o OVA 1 (Figura 1), ajustando seus parâmetros para resolver oito questões-problema apresentados no Quadro 1, que investigavam as relações entre a função afim e a PA.

Figura 1 – OVA 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Quadro 1 – Questões exploradas do OVA 1.

1 - Fixe um valor para a_1 e use uma razão $r > 0$. O que acontece?
2 - Fixe um valor para a_1 e use uma razão $r < 0$, o que acontece?
3 - Fixe a razão $r = 0$ e deslize os valores de a_1, o que acontece?
4 - Observe o que você respondeu na questão "1" (se necessário, manipule a sequência com outros valores), se você ligar os pontos dessa sequência, que tipo de função e gráfico ela vai formar?
5 - Observe o que você respondeu na questão "2" (se necessário, manipule a sequência com outros valores), se você ligar os pontos dessa sequência, que tipo de função e gráfico ela vai formar?
6 - Observe o que você respondeu na questão "3" (se necessário, manipule a sequência com outros valores), se você ligar os pontos dessa sequência, que tipo de função e gráfico ela vai formar?
7 - Crie uma definição para a Progressão Aritmética (PA).
8 - Crie uma definição (o que deve acontecer) para que essa progressão seja crescente, decrescente ou constante.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Ao fixar um valor inicial a_1 e uma razão $r > 0$, os estudantes identificaram corretamente que a sequência era crescente. E01 afirmou: "Fica uma sequência crescente, cujos valores possuem uma diferença constante (r)", enquanto E06 complementou: "A sequência formada terá seus termos aumentando continuamente". Quando a razão foi negativa, todos reconheceram a sequência como decrescente, destacando a influência direta do sinal da razão. Com $r = 0$, identificaram uma sequência constante, utilizando termos como "sequência constante" de forma unânime.

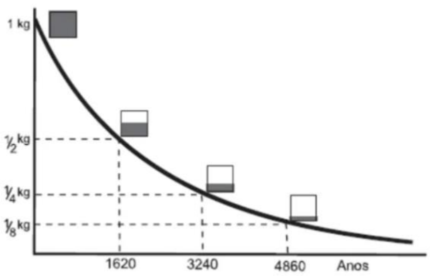
Na etapa seguinte, ao representar graficamente as sequências, E03 descreveu: "Função de primeiro grau crescente - reta crescente", e E01 observou: "Função do primeiro grau decrescente - reta decrescente". Essas leituras evidenciam a conversão entre registros sequencial e gráfico (Duval, 2018).

Ao definir a PA por meio da linguagem escrita, E02 explicou: "Sequência onde temos um valor fixo que é somado constantemente", e E08 detalhou os critérios para a progressão ser crescente, decrescente ou constante, relacionando-os ao valor da razão. A exploração dos parâmetros no OVA1 favoreceu a compreensão conceitual e a transição entre diferentes formas de representação, contribuindo para a construção de significados matemáticos contextualizados (Borba e Penteado, 2012).

A tarefa de número onze, que corresponde ao oitavo problema da pesquisa, explora o fenômeno do decaimento radioativo, com base no gráfico do radônio-226 e na descrição sobre resíduos nucleares, conforme Figura 2. A partir dessas informações, foram elaboradas seis situações-problema apresentados no Quadro 2, que abordam os conceitos de meia-vida, PG e função exponencial decrescente.

Figura 2 – Problema "Taxa de Decaimento Radioativo do Rádio-226"

(Enem–2009) O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia, etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos. Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio – 226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinoterrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



Fonte: Copiado de (ENEM- 2009).

Quadro 2 – Questões exploradas da tarefa 11.

1 - Observe o gráfico e identifique qual é a massa inicial do rádio-226? Qual é a massa após 1620 anos? E após 3240 anos? O que você observa sobre a relação entre a massa em cada período? É algum tipo de sequência?
2 - Escreva a fórmula geral da PG para calcular a massa do material após n períodos de 1620 anos.
3 - Determine usando a fórmula que você encontrou, qual será a massa do rádio-226 após 4860 anos? E após 6480 anos?
4 - Podemos representar o decaimento do rádio-226 como uma função exponencial no tempo (anos)? Qual seria a função se considerarmos o tempo em anos, e não em períodos de 1620 anos?
5 - Desenhe o gráfico usando o *software* GeoGebra. Qual é o formato da curva? A massa chegará a zero?
6 - Explique o conceito de meia vida usando a sequência (PG), a função exponencial e o gráfico. Em qual delas fica mais claro de que a massa é reduzida pela metade em intervalos de 1620 anos?

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

A análise das questões relacionadas ao decaimento radioativo evidenciou compreensão dos estudantes sobre PG e função exponencial. Na primeira questão, todos identificaram corretamente a massa inicial e os valores após 1620 e 3240 anos, reconhecendo a sequência como uma PG de razão $q = \frac{1}{2}$. Em seguida, expressaram a fórmula geral $m = \left(\frac{1}{2}\right)^n$, relacionando n ao número de períodos, e aplicaram corretamente a equação para calcular a massa após 4860 e 6480 anos.

Na quarta questão, a maioria conseguiu generalizar a fórmula para o tempo contínuo, estruturando a função $M(t) = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{1620}}$, demonstrando transição entre sequência discreta e função exponencial (reconhecendo a PG como uma função exponencial restrita a um domínio discreto – dos números naturais). Alguns estudantes apresentaram dificuldades nessa etapa, indicando necessidade de maior maturação conceitual. Ao construir o gráfico no GeoGebra, todos reconheceram o comportamento decrescente da curva e compreenderam que do ponto de vista matemático a massa nunca chega a zero.

Por fim, na questão 6, os estudantes explicaram o conceito de meia-vida ao comparar três representações: a numérica (sequência em PG), a algébrica (expressão da PG e função exponencial) e a gráfica. Os estudantes argumentaram com clareza, evidenciando a articulação entre os registros numéricos, algébricos e gráficos, em consonância com a TRRS (Duval, 2018), e evidenciaram habilidades investigativas e argumentativas no tratamento de fenômenos contextualizados.

A utilização de recursos digitais, como o GeoGebra, fortalece a perspectiva de uma educação mediada por TD, conforme discutido por Kenski (2012) e por Borba e Penteado (2012), ampliando as possibilidades de visualização e experimentação. Além disso, a construção de estratégias para a resolução de problemas remete diretamente aos estudos de Polya (1995), evidenciando a capacidade argumentativa dos estudantes e sua autonomia para formular soluções fundamentadas.

4. Considerações finais

A pesquisa evidenciou que o uso intencional de OVA, desenvolvidos no *software* GeoGebra, potencializa o ensino de Matemática ao favorecer autonomia, argumentação e protagonismo estudantil. Os estudantes mostraram habilidade na conversão entre registros de representação e apropriação dos conteúdos de PA e PG, tal como suas relações com funções afins e exponenciais, em consonância com a TRRS.

A metodologia adotada, fundamentada na pesquisa-ação e orientada por autores como Fiorentini e Lorenzato (2012), permitiu a criação de espaços de experimentação e reflexão. A escuta ativa e a valorização das hipóteses levantadas pelos estudantes criaram um ambiente dialógico e colaborativo, no qual os saberes dos alunos foram reconhecidos como parte integrante do processo de aprendizagem.

A técnica de Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011), mostrou-se eficaz na organização, categorização e interpretação dos dados coletados. Essa abordagem integrou aspectos quantitativos e qualitativos, permitindo uma leitura crítica das manifestações dos participantes e evidenciando avanços conceituais e cognitivos relacionados à visualização, à simbolização e ao raciocínio lógico.

O uso de TD, como facilitador de representações semióticas, principalmente na articulação entre as representações geométricas e algébricas durante a resolução de problemas mostrou-se eficaz para o desenvolvimento de diversas competências, promovendo um ensino contextualizado e alinhado aos desafios contemporâneos.

5. Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática.** 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

DUVAL, R. **Como analisar a questão crucial da compreensão em matemática?** [trad. Méricles Thadeu Moretti]. Revista Eletrônica de Educação Matemática – Revemat. vol 13, n. 2. p. 1-27. Santa Catarina: Florianópolis, 2018.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.** 3 ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** 6. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático.** Tradução de H. L. Araújo. 2. reimpressão. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.