



X ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
Diálogo e Alteridade: a potência da horizontalidade entre escola e
universidade

Montes Claros – Minas Gerais
Outubro/novembro de 2024
COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

O SOFTWARE *MODELLUS* 4.0 APLICADO AO ENSINO INTERDISCIPLINAR DE FUNÇÕES POLINOMIAIS SOB A PERSPECTIVA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

Elias Rodrigues de Souza¹

Josué Antunes de Macêdo²

RESUMO

As tecnologias digitais e a interdisciplinaridade tornaram-se importantes aliados nos processos de ensino aprendizagem. Nesse sentido, a pesquisa em desenvolvimento relatada neste trabalho tem por objetivo analisar as possíveis potencialidades do *software Modellus* 4.0 como ferramenta interdisciplinar para o estudo de funções polinomiais por meio de problemas físico-matemáticos, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS). Trata-se de uma pesquisa participante com viés qualitativo. Essa tem como ponto de partida a captação de registros dos alunos de uma turma do primeiro ano do ensino médio integral (EMTI) de uma escola estadual do município de Lontra (MG). Utilizaremos de sequências de atividades construídas a partir dos conceitos de funções polinomiais do 1º e 2º grau, numa tratativa interdisciplinar ao abordar problemas físicos matemáticos de cinemática que serão desenvolvido com uso *software Modellus* 4.0. As atividades estão sendo desenvolvidas em encontros presenciais no laboratório de informática da referida escola. Esperamos demonstrar que o *software Modellus* 4.0 é uma Tecnologia Digital aplicável sem a necessidade de um profundo conhecimento em linguagem computacional, e que, por ser desenvolvido para o Ensino de Matemática e de Física, possibilita um ensino interdisciplinar entre estas disciplinas no tocante a funções polinomiais do 1º e 2º grau, permitindo a criação de animações interativas, tabelas, gráficos e outras representações que permitam ao educando a construção de conhecimento matemático atestado pela TRRS.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade em Matemática. Funções. *Software Modellus* 4.0. Registros de Representação Semiótica

INTRODUÇÃO

As mudanças sociais, econômicas, ambientais e culturais da sociedade influenciam diretamente no ambiente escolar e por consequência o fazer docente exige constantes modificações, adequações e atualizações. O docente é o primeiro

¹ Mestrando da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). eliasrs03@hotmail.com

² Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG). josue.macedo@ifnmg.edu.br

a perceber as instabilidades provocadas por tais mudanças e deve buscar a aquisição de novos conhecimentos e novas competências para que seu aluno compreenda e sobressaia frente a essas transformações.

Ao longo de minha vivência como docente, tenho presenciado variadas dificuldades de ensino e aprendizado em Matemática, principalmente no tocante ao ensino de funções. Direcionamos nossa investigação para o ensino e aprendizagem das funções polinomiais de 1° e 2° grau, que fazem parte do currículo de Matemática da Educação Básica, e suas aplicações abrangem diversas áreas; uma delas é a Física, quando as funções são utilizadas para estudo e descrição de fenômenos físicos, por isto está presente em diferentes conteúdos dessa disciplina.

A aprendizagem desse objeto matemático implica no desenvolvimento de conhecimento sob diferentes perspectivas, que a caracteriza como um problema comum a tais disciplinas. A interdisciplinaridade apresenta-se como uma estratégia pedagógica dialógica e coletiva que volta-se a um problema comum. Outra estratégia é o uso das Tecnologias Digitais com suas variadas possibilidades de diversificação do ensino matemático.

Frente as dificuldades e as estratégias aqui mencionadas, chegamos à indagação que norteou esta pesquisa³: Quais as potencialidades do *software Modellus 4.0* para o ensino e a aprendizagem interdisciplinar de funções polinomiais do 1° e 2° grau? Sendo este o objeto matemático descrito por diferentes representações, adequa-se ao pressupostos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS).

As Tecnologias Digitais e a Interdisciplinaridade em Educação Matemática

O desenvolvimento tecnológico que transforma a sociedade tem gerado significativas mudanças no sistema de ensino. Sabe-se que estas transformações não ocorrem simultaneamente, pois, intrigantemente, percebem-se poucas mudanças na sala de aula, tanto na configuração do espaço físico quanto no método de ensino (Maltempi; Mendes, 2016). Mesmo nesse descompasso, o

³ O presente estudo, encontra-se em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), estando inserido na linha de pesquisa de Educação Matemática.

avanço tecnológico, por meio das Tecnologias Digitais (TD), tem contribuído para formulação de uma educação contemporânea.

No período do final da década de 90 até 2004, tem-se a efetivação do termo Tecnologias Digitais (TD) com a transição da terceira para a quarta fase da evolução tecnológica em Educação Matemática, caracterizada pela difusão dos computadores, do *software* e da *internet* em nível mundial, que evoluiu rapidamente a velocidade de trocas de dados remotos, caracterizando-as como ferramentas tecnológicas educacionais (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2014).

Os *softwares* destinados ao ensino são classificados como *softwares* educativos, indicados à aplicação em sala de aula. Estes softwares educativos visam colaborar com o ensino, potencializando as estratégias didáticas em sala, já que o caráter didático é sua principal característica (Borba, Scucuglia, Gadanidis, 2014).

As TD visam favorecer a prática docente e o processo de construção do conhecimento. Sendo ferramentas que permitem associação com outras estratégias pedagógicas. Elencamos a interdisciplinaridade para juntar-se a TD em prol do ensino e aprendizagem de funções polinomiais do 1º e 2º grau.

O movimento da interdisciplinaridade aplicada ao ensino, tem início na década de 60 na Europa. No ano de 1969, surgem os primeiros conceitos e definições por meio de um relatório produzido por especialistas alemães, franceses e britânicos com a finalidade de tornar mais preciso e esclarecido as questões de integração e os pressupostos básicos necessários ao fazer interdisciplinar (Fazenda, 1992).

Fazenda (1979, 1999), ao definir interdisciplinaridade, afirma ser uma integração de conhecimento emergente de ações construídas entre diferentes áreas de conhecimento, a partir de diálogos coletivos de forma humilde diante de limitações, exigindo responsabilidade, comprometimento, envolvimento e aceitação de desafio ao novo.

A Matemática possibilita ações interdisciplinares com diversas disciplinas, entretanto nosso trabalho, usa da interdisciplinaridade entre Matemática e Física para o ensino de funções polinomiais do 1º e 2º grau. Essa justifica-se, segundo Carboni (2016), pelo fato de que alguns dos conceitos matemáticos foram desenvolvidos devido à necessidade da Física, assim como alguns conceitos

físicos foram formulados com base em Matemática. Portanto, é necessário que a comunidade escolar entenda que o aluno, para compreender o desenvolvimento atual e a evolução das Ciências e da Matemática, deve ter conhecimentos básicos nestas duas disciplinas, e a interdisciplinaridade se caracteriza como intersecção desta abordagem.

A Teoria dos Registros de Representações Semiótica com o ensino de funções polinomiais

Na década de 70, iniciaram os estudos preliminares que deram origem a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), consolidada em 1995. Esta teoria foi desenvolvida pelo filósofo e psicólogo francês Raymond Duval, partindo das concepções de ciências de modo geral e na lógica, defendidas por Pierce, na utilização da linguística, objeto de estudo de Saussure, e na aritmética abordada por Frege (Alkimim, 2023).

a Teoria dos Registros de Representação Semiótica é essencialmente um instrumento que foi elaborado para analisar a maneira de pensar e trabalhar a matemática quaisquer que sejam os conceitos e domínios (geometria, álgebra, análises, ...) tratados (Duval, 2018, p. 2).

A TRRS não é uma metodologia para o ensino de Matemática, mas um quadro teórico que permite avaliar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Ela permite concluir que, ao se fechar um ciclo de estudo de objeto matemático, o aluno que teve acesso à construção de certas competências e à consolidação de habilidades compreendeu/apreendeu o objeto matemático estudado.

Segundo Godino (2003), a compreensão da Matemática só ocorrerá se for distinguido o objeto de sua representação, ou seja, não se deve confundir números, funções, retas, entre outros (objetos matemáticos) com escritas decimais, símbolos, gráficos, tabelas, traçados de figuras e outros (representações semióticas), uma vez que um mesmo objeto matemático pode-se apresentar através de representações muito distintas.

Os signos, as representações e os registros semióticos são partes fundamentais da TRRS. Os signos são unidades elementares de sentidos, ou seja, caracteres (letras, algarismos, siglas, pontos, entre outros) que servem para

codificar matematicamente. As representações corresponde a conjuntos de signos com regras bem definidas, por isso, é dito que ela está ligada à epistemologia do objeto matemático e ao funcionamento do pensamento. Já o registro corresponde a um conjunto de representações, tais como: língua natural, escrita algébrica, gráficos, tabelas, traços de figuras e outras (Duval, 2011).

No estudo de um objeto matemático, segundo a TRRS, deve-se chegar em registros semióticos na forma de registros de representações por meio de três atividades cognitivas: a formação, o tratamento e a conversão. A formação corresponde ao reconhecimento das regras e das características daquele objeto. O tratamento está relacionado ao desenvolvimento/transformação de uma representação em outra sem que ocorra a mudança de registro. E a conversão caracteriza-se como a transformação de uma representação de um registro em uma representação de um novo registro (Duval, 2009, 2011).

A conversão entre registros é fundamental quando se opta por trabalhar com pelo menos dois registros simultâneos. Nesse sentido, segundo a TRRS, o aprendizado de Matemática acontece quando o aluno consegue transitar por pelo menos dois registros distintos utilizando-se de conversões (Duval, 2009, 2018).

Atualmente, é compreendido que o estudo das funções é essencial para o ensino e a aprendizagem em Matemática. Esse ensino deve possibilitar que o aluno transite nas diferentes representações de funções para que seja capaz de aplicá-las em diversas situações, tanto para resolução de problemas oriundos da evolução da própria Matemática quanto para fenômenos que ocorrem no cotidiano em diferentes áreas de conhecimento e que dependem de análises quantitativas.

As funções estão presentes em diferentes níveis de ensino, e são apresentadas aos alunos ao longo da formação básica de forma gradativa. Podem ser abordadas utilizando-se de diferentes metodologias, dentre estas temos as ferramentas de ensino digital. Objetiva-se que os alunos consigam dominar as variadas formas de representação de função (linguagem natural, algébrica, tabular e gráfica). Uma das possibilidades de análise da efetiva aprendizagem desse objeto matemático pode ser obtida pelo estudo dos registros de representação semiótica propostos por Duval (Lenartovicz, 2013).

Segundo Duval (2011), o estudo de funções do 1º e 2º grau, por muitas vezes, reduz-se ao que ele denomina de abordagem ponto a ponto, já que está

limitado à associação de valores específicos e pontos referenciais no plano cartesiano. A não eficiência desta abordagem está ligada à falta de variáveis visuais de representações, principalmente em termos de expressão algébrica (Duval, 2011).

Essa metodologia torna-se inoperante quando aplicada no processo inverso, ou seja, encontrar uma representação algébrica a partir de uma representação gráfica. Portanto, Duval (2011) institui a abordagem do ensino dessas funções pela interpretação global de propriedades figurais, ou seja, conversões entre os registros de representações gráficos e algébricos. Objetiva-se a identificação de modificações nas variáveis visuais, por meio dos registros gráficos e suas respectivas influências nos registros algébricos.

Em um ensino de funções, utilizando-se de ferramentas tecnológicas com abordagem interdisciplinar que traz o aluno ao desenvolvimento de coerentes aos pressupostos da TRSS, converge para o distanciamento do ensino “ponto a ponto” mencionado por Duval. Neste sentido, apresentaremos um *software* com características promissoras para o ensino aprendizado deste objeto matemático.

O *software* Modellus 4.0

O *software* *Modellus*, desenvolvido especialmente para fins educacionais no ensino de Ciências (Física) e Matemática, foi apresentado em nível mundial em 2002, por Vitor Duarte Teodoro, em sua tese de doutorado pela Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Nova Lisboa, após seis anos de aplicação em sistemas educacionais portugueses. É um *software* educacional acessível, pois é livre e compatível com todos os sistemas operacionais.

Modellus é uma ferramenta cognitiva para auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente em contexto de actividades de grupo e de classe, em que a discussão, a conjectura e o teste de ideias são actividades dominantes, por oposição ao ensino directo por parte do professor. Isto não significa, no entanto, que os alunos reinventam o conhecimento quando constroem ou exploram modelos com o Modellus”. (Teodoro, 2002, p. 21).

O *Modellus* é um programa computacional de modelação, “a construção de modelos é feita tão próxima quanto possível do modo como se constrói e se utiliza um modelo sem computador” (Teodoro, 2002, p. 25). Possibilita, portanto a criação de

diferentes representações para uma mesma situação no computador que leve o pensamento como se estivesse usando papel e lápis.

Neste *software* pode-se explorar a animação, tabela, gráfico, linguagem materna, trajetória, que são representações para este mesmo fenômeno, assim como para o objeto matemático funções. Caracteriza-se como um *software* de grande potencial computacional e educacional sem a necessidade de um profundo conhecimento em linguagem computacional. Trabalha com uma notação matemática simples com possibilidades de criar animações interativas que permite ao educando e exploração de diversas representações e análise de dados. Neste sentido, torna-se um laboratório virtual que explora conhecimento matemáticos e físicos.

No contexto interdisciplinar o *Modellus* foi utilizado pela primeira vez em um curso não superior oferecido pelo Instituto de Física do Reino Unido. Neste curso Advancing Physics estes *software* tornou-se a principal ferramenta computacional na produção de modelos de problemas físicos matemáticos. (Teodoro, 2002).

Para a tratativa proposta nesta pesquisa, os registros produzidos pelo *software* são dependentes dos comandos inseridos, e estes requerem do aluno, posse e aplicação dos conceitos de funções polinomiais; conversão entre registros de representação de funções polinomiais; domínio e interpretação matemática e física descritas pelos registros de representação de funções polinomiais do 1º e 2º grau.

MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa participante com viés qualitativo. Essa terá como ponto de partida a captação de registros dos alunos de uma turma do primeiro ano do ensino médio integral (EMTI) de uma escola estadual do município de Lontra (MG). Utilizaremos de sequências de atividades construídas a partir dos conceitos de funções polinomiais do 1º e 2º grau, numa tratativa interdisciplinar ao abordar problemas físicos matemáticos de cinemática que serão desenvolvidos com uso *software Modellus 4.0*. As atividades serão desenvolvidas em encontros presenciais no laboratório de informática da referida escola. As tarefas que estarão presentes na sequência de atividade terão como objetivos: i) investigar, à luz da

TRRS, diferentes situações de ensino e aprendizagem que permitam aos estudantes atribuírem sentido e significado às funções polinomiais do 1º e 2º grau com o uso do *software Modellus 4.0*; ii) analisar, de acordo a TRRS, o processo de aprendizagem interdisciplinar dos estudantes ao utilizarem o *software Modellus 4.0* para o estudo de funções polinomiais por meio da mecânica newtoniana; e iii) verificar o nível de conhecimentos matemáticos dos estudantes, adquiridos pelo uso do *software Modellus 4.0*, que os permitem realizar a conversão entre os diversos registros de representação semiótica. A cada objetivo será produzido um artigo e a junção destes resultará em uma dissertação no formato *multipaper*.

Para os alunos participantes da pesquisa, sequencialmente será apresentado o convite à participarem, serão apresentados os objetivos destas pesquisa, e diante da aceitação de participação, a documentação de acordo com os princípios ético que asseguram participante, comunidade acadêmica e estado, como prevê o Comitê de Ética em Pesquisa na qual esta pesquisa foi analisada e aprovada conforme termo substanciado sob a indicação nº 6.910.921, de 26 de Junho de 2024, e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 79857124.1.0000.5146.

No desenvolvimento de atividades matemáticas interdisciplinares com o uso de abordagens físicas e com o uso do *software Modellus 4.0*, espera-se um ganho significativo por parte dos alunos em conhecimento matemático. A validação destes conhecimentos, que permitem que os alunos transitem nas diferentes representações de funções polinomiais para solução de problemas físico-matemáticos, podem ser analisadas com base na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2009, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES/CONCLUSÕES

Como desfecho desta pesquisa espera-se demonstrar as possibilidades e os limites do *software Modellus 4.0* como ferramenta tecnológica interdisciplinar para o ensino e aprendizagem de funções polinomiais do 1º e 2º grau, através de problemas físico-matemáticos da mecânica newtoniana. No momento, a pesquisa encontra-se na construção das sequências de atividades e na escrita do aporte teórico do primeiro artigo.

Os trabalhos já analisados para construção do referencial desta investigação demonstraram a importância do ensino de Matemática utilizando de estratégias que possibilitem um ensino eficaz, atualizado e motivador. Nesse universo desafiador emergente das dificuldades do ensino aprendizagem em matemática, principalmente a cognitiva junto a conceitos puramente abstratos, a interdisciplinaridade, na perspectiva de Fazenda (1999), tem a possibilidade de potencializar o ensino em uma ação coletiva e democrática para abranger situações comuns em diferentes disciplinas, como as funções polinomiais do 1º e 2º grau que retratamos neste trabalho.

As ferramentas digitais aplicáveis ao ensino de Matemática correspondem a outra possibilidade que tem se tornado necessária de ser difundida e implantada nos meios educacionais, uma vez que apresentam inúmeras possibilidades de tornar o ensino dinâmico e atualizado ao cotidiano da sociedade acostumada com a tecnologia.

Os estudos do *software Modellus 4.0* na perspectiva desta pesquisa tem nos mostrado possibilidades motivadoras, pois este *software* permite tratativas físicas e matemática com o uso de funções polinomiais abrangendo as principais representações elencadas pela TRSS para o ensino e aprendizagem de funções.

As representações: algébrica; gráfica; tabular e linguagem natural das funções, são exploradas pelo *software* para descrever as situações físicas de Cinemática. A manipulação e interpretação destas representações dependem do tratamento e a conversão dos objetos matemáticos envolvidos. Além disto, o *software* permite animações que facilitam a visualização da situação em estudo. Assim, conduz o estudante a associar essas animações com as representações semióticas do objeto.

Todas essas amarras reforçam as potencialidades do uso deste *software* no ensino de funções polinomiais do 1º e 2º grau de forma interdisciplinar com a Física, por meio atividades de Cinemática. Então, esperamos demonstrar que o *software Modellus 4.0* é uma TD aplicável sem a necessidade de um profundo conhecimento em linguagem computacional, e, por ser desenvolvido para o ensino de Matemática e de Física, possibilita um ensino interdisciplinar entre estas disciplinas, no tocante às funções polinomiais do 1º e 2º grau, possibilitando a criação de animações

interativas, tabelas, gráficos e outras representações que permitem ao educando a construção de conhecimento matemático atestado pela TRRS.

REFERENCIAS

ALKIMIM, Maria Eva Freire de. *Educação financeira crítica e a aprendizagem Matemática: um estudo à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica*. 2023. 134f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros / MG. Brasil.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo da Silva; GADANIDIS, George. *Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. 1 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF, 2018.

CARBONI, Ariovaldo. *Física no ensino médio: uma proposta de sequência didática*. 2016. 173f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, SP.

DUVAL, Raymond. Como analisar a questão crucial da compreensão em Matemática? (Tradução: Méricles T. Moretti). *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 13, n. 2, p. 1-27, 2018.

DUVAL, Raymond. *Semiósis e pensamento humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais (sémiosis et Pensée Humaine: Registres Sémiotiques et Apprentissages intellectuels): (fascículo I)*. Tradução: Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

DUVAL, Raymond. *Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas*. Organização de Tânia M.M. Campos; tradução de Marlene Alves Dias. 1 ed. São Paulo: Proem, 2011.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia? Vol. 4*. São Paulo: Edições Loyola, 1979.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. 2 ed. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. 4. ed. Campinas: Papirus, 1999.

GODINO, Juan Diaz. *Teoría de las funciones semióticas: un enfoque ontológico semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Universidade de Granada, 2003.

JANTSCH, Ari Paulo; BIANCHETTI, Lucídio. *A interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. 9 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

LENARTOVICZ, Ilizete Gonçalves. *Aplicação da teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval no estudo de funções polinomiais do 1º grau*. 2013. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau.

MALTEMPI, Marcus Vinicius; MENDES, Ricardo de Oliveira.. *Tecnologias Digitais na sala de aula: Por que não?* In: *Anais do IV Congresso Internacional de TIC na Educação 2016*. Lisboa/Portugal, 2016, p. 86-96.

TEODORO, Vitor Duarte, *Modellus: aprendizagem da física com modelagem Matemática*. 2002. Tese de Doutorado em Ciência da Educação, Universidade de Nova Lisboa.