

Análise de um produto educacional para o ensino de correlação linear e regressão linear simples a partir dos indicadores de idoneidade didática

José Ronaldo Alves Araújo

Universidade Federal de Ouro Preto
Santos Dumont, MG — Brasil

✉ jronaldoaraujo@gmail.com

 0000-0002-5352-4137

Douglas da Silva Tinti

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto, MG — Brasil

✉ tinti@ufop.edu.br

 0000-0001-8332-5414



2238-0345 

10.37001/ripem.v15i1.4425 

Recebido • 28/09/2024

Aprovado • 15/11/2024

Publicado • 01/01/2025

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: O presente artigo é resultado de um estudo sobre a formação de professores que ensinam Probabilidade e Estatística, focado em produtos educacionais desenvolvidos pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática em Rede. O objetivo é analisar a estrutura de um produto educacional desenvolvido para o ensino de correlação linear e de regressão linear simples. O estudo seguiu uma metodologia de análise bibliográfica para delimitar o material de análise. Os resultados evidenciaram que a estrutura contempla a idoneidade epistêmica de acordo com o referencial dos critérios de idoneidade didática; contudo, mostrou-se frágil em relação às demais idoneidades. Em linhas gerais, segundo a análise, a na estrutura predominam indícios de uma abordagem expositiva, centrada no professor, que não considera aspectos afetivos, de interesse e de necessidade dos alunos. Ademais, os dados evidenciaram carência de mediação e o aspecto exploratório do uso de recursos digitais.

Palavras-chave: Correlação Linear. Regressão Linear Simples. Produto Educacional. Profmat. Idoneidade Didática.

Analysis of an educational product for the teaching of linear correlation and simple linear regression based on the indicators of didactic suitability

Abstract: This article is the result of a study in the context of teacher education that teaches Probability and Statistics, which focuses on the educational products developed by the Professional Postgraduate Program in Mathematics in Networked. In order to analyze the structure of an educational product developed for the teaching of linear correlation and simple linear regression, the study adopted a bibliographic analysis methodology, which allowed the delimitation of the analysis material. Under the reference of the criteria of didactic suitability, the results showed that the structure contemplates epistemic suitability, but in relation to the other suitability it was fragile. In general, the analysis showed that the structure presents the predominance of evidence of an expository approach, centered on the teacher and that does not consider affective aspects, interests and needs of the students. In addition, the data show a lack of mediation in the exploratory aspect in relation to the use of digital resources.

Keywords: Linear Correlation. Simple Linear Regression. Educational Product. Profmat. Didactic Suitability.

Análisis de un producto educativo para la enseñanza de correlación lineal y regresión lineal simple a partir de indicadores de idoneidad didáctica

Resumen: El presente artículo es el resultado de un estudio en el contexto de la formación de

docentes que ensinam Probabilidade y Estadística, con énfasis en los productos educativos desarrollados por el Programa de Posgrado Profesional en Matemáticas en Red. El objetivo es analizar la estructura de un producto educativo diseñado para la enseñanza de la correlación lineal y la regresión lineal simple. Se empleó una metodología de análisis bibliográfico para definir el material de estudio. Los resultados evidencian que la estructura del producto contempla la idoneidad epistémica conforme a los criterios de idoneidad didáctica; no obstante, presenta debilidades en otras dimensiones de idoneidad. En términos generales, el análisis sugiere que la estructura presenta el predominio de evidencias de un enfoque expositivo, centrado en el docente y que no considera aspectos afectivos, intereses y necesidades de los estudiantes. Asimismo, los datos muestran una falta de mediación pedagógica y de un enfoque exploratorio en el uso de los recursos digitales.

Palabras clave: Correlación Lineal. Regresión Lineal Simple. Producto Educativo. Profmat. Idoneidad Didáctica.

1 Introdução

Este artigo é resultado de um estudo de pós-doutorado em Educação Matemática, realizado na Universidade Federal de Ouro Preto, sob a supervisão do segundo autor e com foco na formação de professores que ensinam Probabilidade e Estatística. Em particular, o estudo tem o objetivo de analisar a estrutura de um produto educacional (PE) desenvolvido para o ensino de correlação linear e regressão linear simples, à luz do Conhecimento Didático Matemático (CDM), proposto por Juan Godino. A escolha por investigar o ensino de tais objetos se deu pelo fato de esse ser um ponto de convergência entre as trajetórias profissionais dos pesquisadores, que culminou na delimitação de uma agenda de investigação e, conseqüentemente, na escrita do presente artigo.

Imbricados na problemática de análise didática de propostas de ensino no âmbito da formação de professores que ensinam Matemática, Breda, Lima, Villela, Font e Silva (2016), em um estudo de caso envolvendo uma proposta de ensino relacionada à divisibilidade, salientam a existência de inconsistências na organização didática em relação ao objetivo de inovação no ensino de Matemática. Os autores indicam que, além de fragilidades no planejamento, sob o ponto de vista didático, a predominância de aspectos ecológicos do saber matemático nas justificativas da proposta contrastam com a inexistência da concepção de aspectos epistemológicos ou cognitivos.

Gonçalves e Fernandes (2019), ao analisarem didaticamente possibilidades da metodologia de projetos, em um contexto de ensino de testes de hipóteses, observaram que essa abordagem, envolvendo dados reais e de interesse dos alunos, apresenta pontos favoráveis à aprendizagem, especialmente à epistemologia dos objetos estudados. Amorim, Gusmão e Magina (2021, p. 22) explicam que, em relação às práticas matemáticas mobilizadas por professores, “as situações-problema devem empreender desafios geradores com intuito de desestabilizar as estruturas afetivas e cognitivas”. Nesse sentido, essas autoras, à luz de análises de um caso envolvendo o ensino de produtos notáveis, asseveram que, na medida que o professor empreende atividades com situações-problema, que o erro é concebido como processo de aprendizagem e que o diálogo entre alunos e professor é favorecido, tem-se um ambiente propício para uma proposição de ensino didaticamente idônea.

As considerações apresentadas por Breda *et al.* (2016), Gonçalves e Fernandes (2019) e Amorim *et al.* (2021), em diferentes contextos, revelam possibilidades e complexidades relacionadas à prática do professor que ensina Matemática. Sob essa ótica, no contexto brasileiro, observamos a existência de iniciativas para fomentar a formação desses professores,

entre elas, a proliferação do Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática em Rede (Profmat), com mestrado e, mais recentemente, doutorado, que tem buscado atender a essa demanda de formação.

Como uma iniciativa de formação, o Profmat foi implementado em 2011 e está presente em instituições de todos os estados brasileiros, sob a coordenação da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), que, ao apresentar o programa em rede, em seu regimento, explicita que a intenção é atender prioritariamente a professores de Matemática em exercício na educação básica, especialmente de escolas públicas. O Profmat tem como seu objetivo maior “proporcionar formação matemática aprofundada e relevante ao exercício da docência na Educação Básica, visando dar ao egresso a qualificação certificada para o exercício da profissão de professor de Matemática” (Brasil, 2024). O programa prevê que, além da aprovação em um exame de qualificação, que versa sobre tópicos abordados nas disciplinas de aprofundamento, é necessário, para o título de mestre, o desenvolvimento de um produto educacional e de uma dissertação de mestrado que descreva “os fundamentos teóricos empregados e os processos que culminaram neste produto e na sua aplicação em situações de ensino” (Brasil, 2024).

Em relação ao produto educacional, para o programa, ele deve conceber situações de ensino com foco em tópicos específicos relacionados ao currículo de Matemática na educação básica, e seus resultados devem oferecer avanços à prática pedagógica em sala de aula. Nesse sentido, como observamos em Breda *et al.* (2016), por exemplo, a análise didática revelou inconsistências de um produto educacional desenvolvido no âmbito do Profmat.

Com enfoque particular em investigar a formação de professores para o ensino de Probabilidade e Estatística e sob a concepção do Profmat em relação às suas pesquisas e produtos educacionais desenvolvidos, com uma análise bibliográfica, para atender ao objetivo do estudo aqui apresentado, selecionamos um PE — analisado a partir dos critérios de idoneidade didática — que versa sobre o ensino de correlação linear e regressão linear simples.

A organização do artigo contempla o referencial teórico com a idoneidade didática e seus critérios, a pesquisa bibliográfica como referencial metodológico e os procedimentos. Na sequência, são evidenciadas análises da bibliografia selecionada e, ao final, são tecidas considerações.

2 Referencial teórico

A análise didática que o estudo propõe sobre a estrutura de um PE para o ensino de correlação linear e regressão linear simples tem como referencial a organização teórica referente à idoneidade didática, conforme Godino (2021) e Godino, Batanero, Burgos e Gea (2021).

A idoneidade didática é emergente da teorização no Enfoque Ontossemiótico do conhecimento matemático, “um sistema teórico modular e inclusivo para a educação matemática que inclui princípios e ferramentas metodológicas para abordar as questões centrais implicadas nos processos de ensino e aprendizagem das matemáticas” (Godino *et al.*, 2021, p. 5).

A idoneidade didática do processo de ensino-aprendizagem é entendida

como o grau em que ele (ou parte dele) atende a determinadas características que permitem qualificá-lo como ótimo ou adequado para alcançar a adaptação entre os significados pessoais alcançados pelos alunos (aprendizagem) e os significados institucionais pretendidos ou implementados (ensino), levando em conta as circunstâncias e os recursos disponíveis (meio ambiente). (Godino, 2021, p. 12, tradução nossa)

Para que esse processo de ensino-aprendizagem seja qualificado como adequado, sob a perspectiva dimensional da idoneidade didática, alguns critérios são estabelecidos para subsidiar a estruturação, a implementação e a avaliação, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de idoneidade didática

Idoneidade	Critérios
Epistêmica	<i>Representatividade</i> Os significados institucionais do conteúdo e as configurações de objetos e processos implementados deveriam ser representativos do significado global de referência, tendo em conta as circunstâncias contextuais e pessoais dos sujeitos implicados.
Cognitiva	<i>Proximidade e desafio alcançável</i> Os objetivos de aprendizagem deveriam supor um desafio cognitivo alcançável para os estudantes, tendo em conta as circunstâncias contextuais e pessoais dos sujeitos implicados.
Afetiva	<i>Implicação</i> O processo de instrução deveria alcançar o maior grau possível de implicação dos alunos (interesse, motivação, autoestima, disposição...).
Interacional	<i>Negociação</i> As configurações e trajetórias didáticas que se implementem deveriam permitir identificar os conflitos semióticos potenciais e pelos meios adequados para sua resolução.
Mediacional	<i>Disponibilidade</i> Deveria dispor dos recursos materiais e temporais adequados para o desenvolvimento ótimo do processo de ensino e aprendizagem.
Ecológica	<i>Adaptação</i> O processo de instrução deveria estar em concordância com o projeto educativo da escola e com a sociedade, tendo em conta os condicionamentos do entorno em que se desenvolve e as inovações baseadas na investigação educativa.

Fonte: Godino (2021, p. 14, tradução nossa)

Com referência em Godino (2011), Breda *et al.* (2016), Beltrán-Pellicer e Godino (2020) e Martins (2022), descrevemos os componentes definidos para as idoneidades (Quadro 1) a partir de nível de análise da idoneidade didática:

- *Idoneidade epistêmica:* os componentes dizem respeito aos erros, às ambiguidades, à riqueza de processos e à representatividade.
- *Idoneidade cognitiva:* consideram-se aspectos relativos aos conhecimentos prévios, às adaptações ao currículo, às diferenças individuais e à aprendizagem.
- *Idoneidade afetiva:* consideram-se a linguagem, o interesse e a necessidade, as emoções, as atitudes, as crenças, os valores e a inter-relação com outras dimensões do conhecimento.
- *Idoneidade interacional:* focaliza as interações docente-discente e entre discentes, a autonomia e a avaliação formativa.
- *Idoneidade mediacional:* tem como componentes os recursos materiais, o número de alunos, os horários e a condição de aula e o tempo de ensino.
- *Idoneidade ecológica:* contempla a adaptação ao currículo, a abertura à inovação didática, a adaptação socioprofissional e cultural, a educação para valores e as conexões intra e interdisciplinares.

Os componentes e indicadores de cada idoneidade serão assumidos como aporte para investigar a estrutura de um PE desenvolvido para ensino de regressão linear simples. Na seção seguinte, são apresentados a metodologia e os procedimentos.

3 Metodologia e procedimentos

Ao investigarmos a estrutura de PE desenvolvido para o ensino de correlação linear e regressão linear simples, julgamos necessário conceber um referencial adequado à análise bibliográfica, por considerarmos o PE como uma bibliografia a ser analisada. Nesse caso, foi estabelecida como aporte a pesquisa bibliográfica, conforme Moreira e Caleffe (2006, p. 74), que definem a pesquisa dessa natureza como aquela que “é desenvolvida a partir de material já elaborado”. Com referência em Gil (1994), a delimitação dos objetivos; o planejamento do trabalho; a identificação das fontes; a localização das fontes e a obtenção de materiais; a leitura dos materiais; a realização de apontamentos; a confecção de fichas; e a escrita de um trabalho compõem as etapas de uma pesquisa bibliográfica definidas por Moreira e Caleffe (2006).

Com referência nesses autores, para atender ao que propomos no estudo, os procedimentos contaram com a escolha de um repositório de pesquisas. Realizamos uma busca por dissertações e teses — desenvolvidas no âmbito do Profmat e nas quais é abordada a regressão linear simples — disponíveis no Catálogo de Dissertações e Teses da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Consideramos como descritores *regressão linear* e *correlação linear*; aos filtros relativos à temporalidade, aplicamos o intervalo entre os anos 2020 e 2024; e selecionamos os estudos oriundos do referido programa de pós-graduação.

A partir desses descritores e filtros, foram identificados seis trabalhos. Dentre eles, elegemos o de Queiroz (2020), por ser o único que não restringia a abordagem a um contexto específico, por exemplo, rendimento escolar, desempenho acadêmico ou logística. O estudo de Queiroz apresenta a dissertação intitulada *Correlação linear e regressão linear simples no conteúdo de matemática do Ensino Médio*, e o PE decorrente desse estudo aborda o ensino de correlação linear e regressão linear simples na educação básica. A partir dessa bibliografia, buscamos investigar os critérios utilizados na estrutura desse PE.

4 Análise da bibliografia

Nesta seção é apresentado um detalhamento da bibliografia objeto de análise do estudo, que considera a estrutura do texto da dissertação e o PE.

Queiroz (2020) apresenta, no Capítulo 1, uma introdução ao seu estudo, tecendo algumas considerações, sob o ponto de vista histórico e curricular, dos objetos correlação linear e regressão linear simples e da pertinência de seu ensino. Nesse capítulo, o autor elucida seus objetivos geral e específicos.

De forma geral, Queiroz (2020) objetivou a inserção de correlação linear e do cálculo dos coeficientes da reta de regressão linear simples como uma possível aplicação dos conceitos de Estatística Descritiva no Ensino Médio. Em específico, o pesquisador buscou tecer uma fundamentação em relação à Estatística Descritiva; apresentar conteúdos com referência na Estatística Descritiva relacionados à correlação linear e à regressão linear simples; e desenvolver um PE sobre esses objetos de estudo utilizando o GeoGebra.

No Capítulo 2, Queiroz (2020) elenca uma discussão, nomeada de fundamentação teórica, para expor objetos de estudo da Estatística Descritiva – tais como distribuição de frequência, medidas de tendência central, medidas de dispersão e representações gráficas – que

ora são objetos, mas, no âmbito da correlação linear e da regressão linear simples, passam a ser ferramentas.

O Capítulo 3 é destinado à apresentação do objeto correlação linear e suas propriedades. São tecidas, nesse capítulo, considerações sobre tipos de relação, diagrama de dispersão e coeficiente de correlação linear. As propriedades e definições relativas à regressão linear simples são apresentadas no Capítulo 4, no qual são elencadas propriedades básicas do objeto e estratégias para a estimação de parâmetros e para a determinação da reta de regressão.

O PE de Queiroz (2020) é apresentado no Capítulo 5, mas ele é antecedido pela apresentação de justificativas da pertinência de sua proposição. O autor indica a análise de dados, realizada sob aporte da correlação linear e da regressão linear simples, como “um instrumento de medição extremamente poderoso que estuda o relacionamento entre duas variáveis quantitativas emparelhadas” (Queiroz, 2020, p. 52). Ele considera que, para colocar a análise sob aporte desses objetos em prática,

é necessário muito cuidado e perspicácia da parte de quem a executa, isto no sentido de inserir dados e realizar os cálculos corretamente, haja vista que um erro (por menor que seja) pode gerar resultados falsos, conduzindo a erros de interpretação. (Queiroz, 2020, p. 52)

À luz das normativas presentes na Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2018), Queiroz (2020) vislumbra a possibilidade de recorrer à integração de tecnologias digitais em seu PE, mais ainda, aporta-se na habilidade de “investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando tecnologias da informação, e, se apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada” (Brasil, 2018, p. 543), para justificar, sob o ponto de vista dos objetos a serem ensinados, a pertinência de seu PE.

Ao justificar a integração de tecnologias digitais e a pertinência de propor o ensino da correlação linear e da regressão linear simples para o Ensino Médio, Queiroz (2020) apresenta uma breve descrição do GeoGebra, que segue para uma apresentação, em forma de tutorial, de como manipular dados, na tecnologia digital escolhida, para extrair resultados relativos ao estudo de correlação linear e de regressão linear simples.

Queiroz (2020) explicita, sob a concepção de Zabala (1998, p. 18), o modo como concebe sua sequência didática: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Queiroz (2020, p. 60) entende que isso significa “apresentar um conjunto de atividades encadeadas para tornar mais eficiente o processo de aprendizagem destes conteúdos”¹.

Apresentadas essas definições, o PE (sequência didática) é organizado para alunos da terceira série do Ensino Médio. Queiroz (2020) entende que os conhecimentos prévios relativos à Estatística Descritiva já seriam de domínio de alunos dessa série. O autor explicita: “uma vez selecionado o público-alvo, partimos para a forma de exposição do conteúdo” (Queiroz, 2020, p. 60), que, como mostra o Quadro 2, foi organizada em cinco momentos.

¹ Após analisarmos o PE proposto por Queiroz (2020), observamos que a concepção de sequência didática não está aderente com a definição proposta por Zabala (1998). Contudo, seguiremos a denominação de sequência didática em conformidade com o documento analisado.

Quadro 2: Descrição dos momentos da sequência didática

Momentos da sequência	Descrição
Primeiro momento	Apresentação do contexto histórico dos temas que serão abordados em sala, mencionando os precursores e suas contribuições para a estatística e as outras áreas do conhecimento.
Segundo momento	Introdução dos conteúdos e conceitos por meio de um exemplo ou de uma situação-problema ou, ainda, de uma situação “motivadora”, fazendo com que os alunos pensem nas possíveis estratégias e soluções para o exemplo/situação.
Terceiro momento	Retomada e resolução do exemplo/situação proposto(a) no segundo momento.
Quarto momento	Formalização e sistematização teórica utilizando a linguagem e o rigor matemático e estatístico necessários, além da clareza e precisão nas definições; e as justificativas lógicas nas demonstrações (quando cabíveis).
Quinto momento	Aplicação de atividades, classificadas em Básicas, Complementares e Avaliativas.

Fonte: Adaptado de Queiroz (2020, p. 60)

O PE proposto por Queiroz (2020, p. 60) considera uma sequência dividida em momentos (Quadro 2) e sugere que “o professor pode seguir para realizar a apresentação do conteúdo” a partir deles. Ademais, indica que o material presente no Capítulo 3 e no Capítulo 4 de sua dissertação pode ser utilizado como aporte teórico ao longo dos momentos da sequência didática proposta.

4.1 Análise da estrutura do PE a partir das idoneidades epistêmica e cognitiva

Godino (2011) considera como pontos centrais e essenciais para conseguir uma alta *idoneidade epistêmica*: a seleção e adaptação de situações-problema; a utilização de diversas representações, meios de expressão, definições, proposições, procedimentos; e a realização das justificações. Desse modo, a *idoneidade epistêmica*, como uma ferramenta analítica, pode favorecer um olhar para a forma como está sendo estruturado o conteúdo ou a atividade, com vistas a possibilitar melhores meios para que os alunos possam construir os significados institucionais implementados ou pretendidos.

Godino (2021) enfatiza que, em linhas gerais, a *idoneidade cognitiva* foi construída considerando a perspectiva da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), proposta por Lev Vygotsky. Nesse sentido, “se assume uma aprendizagem relacional e com compreensão dos significados institucionais” (Godino, 2021, p. 14, tradução nossa). Ao apresentar os componentes e indicadores da *idoneidade cognitiva*, Godino (2011) destaca que, para análise do componente *aprendizagem*, devem-se considerar os mesmos componentes e indicadores da *idoneidade epistêmica*. Desse modo, optamos por realizar a análise dessas duas *idoneidades* conjuntamente.

Sob o ponto de vista da *idoneidade epistêmica*, o PE proposto por Queiroz (2020) contempla uma abordagem de *significados institucionais*, de *configurações* e de *processos representativos*, relativos à correlação linear e à regressão linear simples. A orientação proposta pelo autor – de que “o professor pode fazer uso do que foi desenvolvido na introdução deste trabalho e nos capítulos 3 e 4” (Queiroz, 2020, p. 60) – ao se referir ao texto da dissertação, direciona para uma possibilidade de ampliação de *representação* dos objetos, contudo, condicionada ao domínio conceitual, por parte do professor, daquilo que o autor explicita. Em decorrência dessa estrutura, o autor sugere:

Propõe-se que a análise de Correlação Linear e Regressão Linear Simples seja

apresentada para alunos do 3o ano do Ensino Médio. A escolha deste público se deve ao fato de que os conteúdos da Estatística Descritiva, tais como: medidas de tendência central e dispersão, construção e conteúdos interpretação de tabelas de frequência e representações gráfica, já terem sido apresentados por completo aos mesmos, tendo em vista a necessidade de tais conteúdos para o estudo que se segue. (Queiroz, 2020, p. 60, grifos nossos)

Ao discutir as características que subsidiam a *idoneidade epistêmica*, Godino (2021, p. 17, tradução nossa) destaca que “os blocos de conteúdos matemáticos (números e cálculo, álgebra, geometria, ...) não podem ser tratados isoladamente. As situações-problema devem incluir conteúdos matemáticos inter-relacionados”, o que não é possível perceber na estrutura do PE analisado.

Sob ponto de vista da *idoneidade cognitiva*, não é possível garantir que somente a apresentação de um objeto seja suficiente para a *aprendizagem* do aluno. Na concepção do PE, conforme o recorte anteriormente citado, não observamos uma preocupação do autor em propor abordagens que requeiram a mobilização de *conhecimentos prévios* relativos à correlação linear e à regressão linear simples.

Por ocasião da indicação do autor para uma possível adoção do capítulo de introdução e dos capítulos 3 e 4 da dissertação como aporte para o PE, não há *erros* conceituais que comprometam a *idoneidade epistêmica* da proposta. A habilidade EM13MAT510², prescrita na BNCC (Brasil, 2018) e trazida pelo autor como justificativa para abordar o objeto regressão linear simples, em relação à representação gráfica do objeto (reta de regressão), pode conduzir a uma interpretação *errada* ou a uma *ambiguidade* quanto às propriedades da reta euclidiana e da reta de regressão. Nesse sentido, à luz da *idoneidade cognitiva*, para uma possível implementação do PE seria necessário ao professor dispor, com clareza, de domínio sobre o *significado* da reta representada.

Ao analisarmos, sob a perspectiva da *idoneidade epistêmica*, se a sequência didática proposta contempla uma *diversidade de processos* para abordar os conceitos de correlação linear e regressão linear simples, observamos a predominância de um roteiro que possibilita seguir um único *processo*: aquele delimitado pelos cinco momentos evidentes no Quadro 2, para o qual, em conformidade com o autor, deve-se tomar como aporte o capítulo de introdução e os capítulos 3 e 4 de sua dissertação. O Quadro 3 mostra a estrutura desses capítulos.

Quadro 3: Estrutura dos capítulos indicados como aporte no PE

Capítulo	Tópicos	Subtópicos
Introdução	Elementos históricos e precursores dos objetos	—
Correlação linear	Tipos de relação	Determinística
		Aleatória
	Diagrama de dispersão	—
	Coeficiente de correlação	Cálculo do coeficiente de correlação linear
Propriedades do coeficiente de correlação linear		

² “Investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando tecnologias da informação, e, se apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada”. (Brasil, 2018, p. 533)

		Interpretação do coeficiente de correlação linear
Regressão linear simples	Conceitos básicos	—
	Estimação dos parâmetros	Suposições para as Variáveis X e Y
		Método dos Mínimos Quadrados (MMQ)
		Determinação da Reta de Regressão

Fonte: Elaborado a partir de Queiroz (2020)

O Quadro 3 apresenta os capítulos — com suas seções e subseções — que, como sugere o autor, para o professor seriam uma possibilidade de aporte na implementação da sequência didática. Contudo, ao explorarmos o PE, observamos a predominância de definições, seguidas de exemplos, que explicitam procedimentos de cálculo para determinação de estatísticas e de representações relacionadas aos objetos. Em relação à *idoneidade cognitiva*, embora haja uma preocupação de apresentar por completo os objetos e suas propriedades, não observamos anúncios de *processos diversos*, mesmo nos exemplos, que suportem diferentes abordagens de ensino. Essa restrição na *riqueza de processos* explicita uma fragilidade do PE, que poderia apontar para outras vias, como sinaliza Godino (2021, p. 15, tradução nossa):

a aprendizagem de matemática implica que os alunos passem por vários níveis de compreensão: desde soluções informais relacionadas ao contexto, passando pela criação de vários níveis de atalhos e esquematizações, até a aquisição de conhecimento sobre como os conceitos e estratégias estão relacionados.

Na medida em que os *processos* se mostram restritos ao que é previsto nos *momentos*³ da sequência didática, no sentido da *idoneidade cognitiva*, não há garantia de que, em uma implementação, o PE possa ser favorável para a construção dos conceitos de correlação linear e regressão linear simples. Por exemplo, a indicação de “introdução dos conteúdos e conceitos por meio de um exemplo ou de uma situação-problema ou, ainda, de uma situação ‘motivadora’, fazendo com que os alunos pensem nas possíveis estratégias e soluções para o exemplo/situação” (Queiroz, 2020, p. 60), trazida no *segundo momento*, traz consigo a subjetividade de qual seria a escolha do professor. Da mesma forma, no *terceiro momento*, apenas a indicação de correção de um exemplo, situação-problema ou situação motivadora não é uma garantia de discussão ou exploração de diferentes *processos*.

Embora o PE possa oferecer condições para uma organização epistemológica coerente, não há preocupação em oferecer uma *diversidade de processos* para a concepção dos conceitos, o que certamente contribuiria, sob a ótica da *idoneidade cognitiva*, para aquilo que o autor define para o *quarto momento* da sequência didática, que trata da formalização dos conceitos. Além disso, as atividades previstas para o *quinto momento* são tais como os exemplos apresentados nos capítulos 3 e 4, apenas com um acréscimo de sugerir ou definir outros recursos para suas realizações. Na Figura 1 apresentamos uma das atividades propostas.

Ao examinarmos os tópicos do capítulo que trata de correlação linear, notamos que procedimentos similares àqueles dos exemplos são exigidos nas atividades, como é o caso da atividade mostrada na Figura 1, uma das apresentadas no *quinto momento* da sequência didática. Eventualmente, a repetição dos procedimentos e os ajustes na redação de respostas dadas aos exemplos podem permitir ao aluno atender ao que se pede na atividade. Todavia, no sentido da *idoneidade cognitiva*, a repetição de um mesmo conjunto de procedimentos não é uma garantia

³ Durante a análise destacaremos em itálico os cinco momentos da sequência didática apresentada no Quadro 2.

de que esse processo mobilizado se configura como suficiente para garantir a *aprendizagem*.

Figura 1: Atividade proposta no PE

2. Considere os resultados de dois testes, X e Y , obtidos por um grupo de alunos da escola A:

X	11	14	19	19	22	28	30	31	34	37
Y	13	14	18	15	22	17	24	22	24	25

(a) Verifique, pelo Diagrama de Dispersão, se existe correlação linear.

(b) Em caso afirmativo, calcule o Coeficiente de Correlação Linear.

(c) Escreva, em poucas linhas, as conclusões a que chegou sobre a relação entre essas variáveis.

Fonte: Queiroz (2020, p. 67)

Ao analisarmos a adoção de uma tecnologia digital como recurso para resolver algumas atividades — o que parece ser uma tentativa de inovar no PE —, como a atividade mostrada na Figura 2, a consideramos como uma fragilidade, pois nos momentos anteriores da sequência didática não observamos qualquer indicação da integração de tecnologia dessa natureza em *processos* para conceituar os objetos e suas propriedades.

Figura 2: Atividade proposta no PE com suporte de tecnologia digital

2. (*GeoGebra*) Abaixo estão os dados referentes à porcentagem da população economicamente ativa empregada no setor primário e o respectivo índice de analfabetismo para algumas regiões metropolitanas brasileiras.

Regiões metropolitanas	Setor primário	Índice de analfabetismo
São Paulo	2,0	17,5
Rio de Janeiro	2,5	18,5
Belém	2,9	19,5
Belo Horizonte	3,3	22,2
Salvador	4,1	26,5
Porto Alegre	4,3	16,6
Recife	7,0	36,6
Fortaleza	13,0	38,4

(a) Faça o Diagrama de Dispersão.

(b) Você acha que existe uma dependência linear entre as duas variáveis?

(c) Determine o Coeficiente de Correlação Linear.

(d) Existe alguma região com comportamento diferente das demais? Se existe, elimine o valor correspondente e recalcule o coeficiente de correlação.

Fonte: Queiroz (2020, p. 69)

Ainda que, no corpo da dissertação, o autor exponha um tutorial de como manipular dados e extrair estatísticas e representações relativas aos objetos correlação linear e regressão linear simples, não observamos, nos *momentos* da sequência didática, indicações de aproximação e exploração dessa tecnologia digital, de modo a favorecer a construção de conceitos sobre os objetos abordados no PE.

Em relação à descrição das orientações trazidas pelo autor (Quadro 2), elas não oferecem abertura para a implementação de diferentes *processos* para a abordagem dos objetos em estudo.

Há uma organização rígida, que não oferece direcionamentos acerca das possibilidades de adaptação dos *momentos* propostos. Ao analisarmos esse aspecto a partir da *idoneidade cognitiva*, percebemos que a estrutura do PE não favorece o movimento de *adaptações curriculares*.

Diante do exposto, a partir da perspectiva das *idoneidades epistêmica e cognitiva*, concluímos que a estrutura do PE analisado, de maneira geral, segue uma abordagem tecnicista, centrada na transferência de conhecimento, na qual o professor assume papel central – apresentação do conceito (primeiro momento), proposição de um exemplo a ser respondido (segundo momento e terceiro momento) e formalização dos objetos (quarto momento) –, enquanto os alunos assumem papel de coadjuvantes, ouvindo o professor (primeiro ao quarto momento), para, depois, resolver um conjunto de atividades (quinto momento) proposto por ele.

4.2 Análise da estrutura do PE a partir da idoneidade afetiva

A organização de uma proposta de atividades deve, sob o ponto de vista da *idoneidade afetiva*, ter em conta o potencial de implicação, de interesse e de motivação aos alunos. Godino (2011, p. 11) explica que, associada à resolução de qualquer problema matemático, está uma situação afetiva para o sujeito implicado, o qual “mobiliza crenças, atitudes, emoções ou valores que condicionam em maior ou menor grau e diferente sentido a resposta do cognitiva requerida”. Para esse autor, do ponto de vista educacional, esses aspectos afetivos devem ser considerados — em especial pelo professor.

Ao investigarmos o PE de Queiroz (2020), não observamos clareza em relação aos aspectos da *idoneidade afetiva*. Em relação à *necessidade* de dominar o conhecimento sobre os objetos correlação linear e regressão linear simples, no *primeiro momento* da sequência didática, a sugestão de uma apresentação deles com apontamentos do contexto histórico, dos precursores e das suas contribuições à Estatística e a outras áreas do conhecimento pode ser vista como uma possibilidade de promover a *idoneidade afetiva* para a implementação do PE. Entretanto, apenas elucidar a necessidade dos objetos em estudo não garante a mobilização de *interesse* por parte dos alunos.

A apresentação de um exemplo, situação-problema ou situação motivadora, proposta para o *segundo momento* da sequência do PE, pode ser vista como uma margem para *atitudes* relevantes da *idoneidade afetiva* — haja vista o exposto por Godino (2021, p. 18, tradução nossa): “É explicitamente valorizada a utilização de situações realistas para os próprios alunos e que se considere as soluções informais que eles desenvolvem no seu esforço para encontrar soluções para tais situações”.

No entanto, a depender do modo como o professor apresenta esse exemplo, não se pode garantir que haja a participação dos alunos nesse processo. Ademais, considerando o rigor matemático presente na estrutura do PE, a exemplo da atividade mostrada na Figura 4, esse formato de apresentação dos conceitos pode não despertar o *interesse* dos alunos. Uma possível consequência dessa estrutura é o desencadeamento de *rechaços e fobias* em relação à proposta do professor.

Ao sugerir que o *segundo momento* seja uma oportunidade de “que os alunos pensem nas possíveis estratégias e soluções para o exemplo/situação” (Queiroz, 2020, p. 60), é possível, considerando toda a subjetividade do professor que implementa o PE, que esse momento da proposta promova *atitudes de participação, perseverança, argumentação e responsabilidade* dos alunos em relação ao exemplo. Todavia, no *terceiro momento*, com a

indicação da correção do exemplo, identificamos que o PE não oferece qualquer detalhamento do modo como esse processo poderia ocorrer. Essa ausência pode invalidar qualquer esforço feito pelos alunos na direção de soluções elaboradas por eles no *segundo momento*.

Diante do exposto, apenas propor um exemplo — sem o qual não se pode explorar toda a diversidade das propriedades relativas aos objetos correlação linear e regressão linear simples — pode ser visto como uma exploração envolvendo esses objetos e não propriamente uma proposição ao ensino deles. Tal exploração pode não conduzir à mobilização de qualquer aspecto *afetivo* em relação à aprendizagem de correlação linear e regressão linear simples.

Ao analisarmos as atividades propostas no *quinto momento*, no PE, essa parte poderia ser uma possibilidade de ir além de uma exploração. Mas observamos, na realidade, uma lista de exercícios que, sob a *idoneidade afetiva*, não oferecem margem a *interesses* diversos que possam advir dos alunos. Como é possível ver na Figura 3, há um exercício prevendo a construção de um diagrama de dispersão.

Figura 3: Atividade proposta para o estudo de correlação linear

1. Construa o Diagrama de Dispersão referente as variáveis X e Y dadas abaixo.

X	5	8	7	10	6	7	9	3	8	2
Y	6	9	8	10	5	7	8	4	6	2

Fonte: Queiroz (2020, p. 65)

Em relação aos conceitos abordados no PE, essa ação é *necessária*, contudo, essa abordagem favorece o interesse dos alunos? Para além da necessidade, que proposta poderia ser apresentada pelo professor, visando despertar o interesse, as atitudes e as emoções dos alunos, para o processo de construção do diagrama de dispersão?

Ao buscarmos respostas para essas questões, considerando a estrutura do PE analisado, identificamos possibilidades no *quinto momento* destinado à resolução de exercícios. Por exemplo, se fosse proposto, inicialmente, aos alunos o levantamento de dados relativos à duas variáveis de interesse (vide Figura 5), para, posteriormente, elaborar, interpretar e comunicar os resultados obtidos, assim, a proposta poderia ter incrementado o seu grau de *idoneidade afetiva*, uma vez que, como propõe Godino (2021, p. 18, tradução nossa), “é aconselhável que os alunos sejam tratados como participantes ativos no processo de aprendizagem, uma vez que a matemática é melhor aprendida fazendo-a”.

Identificamos que a mesma natureza observada na atividade disposta na Figura 3 pode ser vista na Figura 4, na qual se explicita uma atividade que tem como finalidade o cálculo de coeficiente r de correlação. Com uma estrutura de *complete aqui* o autor sugere que o processo levará, ao final, ao encontro de um valor para um coeficiente r de correlação.

A estrutura de *complete aqui* proposta, pautada unicamente na *linguagem* matemática, traz, implicitamente, apenas os processos mecânicos para a obtenção de valores. Na medida em que ela está desprovida de qualquer contexto ou relação com potenciais *interesses* dos alunos, a atividade pode não contribuir para a percepção das relações e da *necessidade* do objeto correlação linear e, conseqüentemente, para a aprendizagem, face à inter-relação entre as *idoneidades afetiva e cognitiva*.

Sob o ponto de vista *atitudinal* dos alunos, as atividades propostas no PE, a exemplo das apresentadas na Figura 3 e na Figura 4, tendem à mobilização de processos mecânicos, que mesmo realizados de forma adequada podem não favorecer a aprendizagem, uma vez que não

abrem margem para *argumentações* sobre os resultados encontrados. Além disso, ao passo que desproveem de qualquer indicativo de *interesse* ou de *necessidade*, essas atividades podem desencadear *rechaços* dos alunos, já que não se justifica a utilização de tais processos para a aprendizagem dos objetos abordados.

Figura 4: Atividade sobre o cálculo de coeficiente r de correlação

2. Complete o esquema de cálculo do Coeficiente de Correlação Linear para os valores das Variáveis X e Y :

X	6	8	10	12	14
Y	14	12	10	14	16

Temos:

Observação	X	Y	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
1	6	14	84	36	196
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
5	12	14	168	144	196
Total	—	—	—	—	—

Logo:

$$r = \frac{\text{---} - \text{---}(\text{---})(\text{---})}{\sqrt{(\text{---} - \text{---}(\text{---})^2)(\text{---} - \text{---}(\text{---})^2)}} =$$

Fonte: Queiroz (2020, p. 65)

Diante da perspectiva da *idoneidade afetiva*, a estrutura do PE não contempla efetivamente uma organização promissora para desencadear possíveis *interesses* e *necessidades* nos alunos em relação à correlação linear e à regressão linear simples. Ao destacarmos os possíveis momentos em que a proposta pode favorecer *atitudes* dos alunos que os levem à aprendizagem, e indicarmos a subjetividade existente na abordagem a ser realizada pelo professor, a sugestão de Queiroz (2020) — para que as estruturas dos capítulos 3 e 4 de sua dissertação sejam vistas como aporte para a implementação do PE — recai sobre uma tendência para uma abordagem tecnicista, como já observamos anteriormente.

Como nos exemplos apresentados na Figura 3 e na Figura 4, as atividades que poderiam desencadear processos *argumentativos*, envolvendo os conceitos dos objetos em estudo por meio de problemáticas relevantes aos alunos, se mostraram frágeis. A análise realizada evidenciou que a estrutura do PE é centrada na exposição pelo professor e as atividades propostas demandam, predominantemente, o uso de técnicas e fórmulas. Ademais, a estrutura do PE em questão não evidencia uma preocupação com as *emoções*, as *atitudes* e as *crenças* dos alunos.

4.3 Análise da estrutura do PE a partir da idoneidade interacional

Em relação à *idoneidade interacional*, Godino (2011) a define como grau em que os modos de interação permitem identificar e resolver conflitos de significados e aspectos que favorecem a autonomia na aprendizagem e o desenvolvimento de competências relacionadas à comunicação em situações didáticas. As possibilidades de interações docente-discente e entre os discentes, a promoção da autonomia e a realização de avaliações formativas são vistas por

Godino (2011) como componentes da *idoneidade interacional*.

A análise da estrutura do PE proposto por Queiroz (2020), com referência na *idoneidade interacional*, permite observar que, no *primeiro momento* de sua sequência didática, não há indícios de possíveis *interações entre professor e alunos e entre os alunos*, apenas um movimento de exposição de conteúdos do professor para os alunos. Na proposta do *primeiro momento* do PE de Queiroz não observamos viabilidade de processos que favoreçam possibilidades de *interações* sinalizadas por Godino (2011). Tal constatação permite inferir que o caráter expositivo presente na estrutura do PE favorece o baixo grau de *idoneidade interacional*, uma vez que

um processo instrucional com alta idoneidade interacional contempla momentos nos quais os estudantes assumem a responsabilidade do estudo (elaboram questões e apresentam soluções; exploram exemplos e contraexemplos para investigar e conjecturar; usam uma variedade de ferramentas para raciocinar, estabelecer conexões, resolver problemas e comunicá-los). (Godino, 2021, p. 18, tradução nossa)

A definição de Godino (2021) sobre um processo instrucional com alta *idoneidade interacional* permite questionar: de que forma, no PE proposto por Queiroz (2020), a organização didática poderia desencadear momentos nos quais os alunos assumiriam a responsabilidade do estudo sobre correlação linear e regressão linear simples? Ao refletirmos sobre as possibilidades, inferimos que, no *primeiro momento*, a proposta de Queiroz poderia, por exemplo, partir de uma atividade como aquela mostrada na Figura 5. A atividade em questão poderia desencadear momentos em que os alunos se aproximariam daquilo que Godino (2021) sugere como alta *idoneidade interacional*, diferente de uma mera exposição sobre elementos históricos, precursores e contribuições dos objetos correlação linear e regressão linear simples, como propõe Queiroz (2020).

Ainda em relação ao questionamento que propomos, faz-se necessária uma reflexão à luz da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986, 1997). Nesse referencial, em uma situação didática, propor a ação do aluno consiste em apresentar um problema no qual a melhor solução é o conhecimento a ensinar. Nesse sentido, com ressalva para as limitações em relação à impossibilidade de os alunos escolherem variáveis de seus *interesses* e quantitativos amostrais diversos, a necessidade de eles investigarem, por exemplo, a relação existente entre as alturas de pais e de filhos poderia revelar possibilidades para o estudo de correlação linear e regressão linear simples, favorecidas pelas ações *interacionais*.

Assim como a possibilidade de organização do *primeiro momento* da sequência didática, a indicação de “introdução dos conteúdos e conceitos por meio de um exemplo ou de uma situação-problema ou, ainda, de uma situação ‘motivadora’, fazendo com que os alunos pensem nas possíveis estratégias e soluções para o exemplo/situação” (Queiroz, 2020, p. 60), prevista no *segundo momento* da estrutura do PE, poderia viabilizar *interações*. As possíveis *interações entre os alunos*, possibilitadas pela ação deles sobre um problema delimitado e pelos movimentos de formulação e validação de possíveis soluções, como evidenciado em Brousseau (1997), se configurariam como decorrentes das dialéticas de uma situação na qual os conceitos e as propriedades relacionados à correlação linear e à regressão linear simples poderiam emergir.

A observância dos resultados obtidos, especialmente, pelas tentativas de validação dos resultados teria lugar naquilo que Queiroz (2020) define como *terceiro momento* da sequência didática do PE. Ao indicar que o *terceiro momento* se refere à retomada e à correção do exemplo

proposto no *segundo momento*, tal indicação pode ser vista como uma possibilidade de *interação*, a depender da forma como pode ocorrer essa retomada. Todavia, a proposta presente na estrutura do PE, que sugere ao professor implementá-lo com base nos materiais constantes nos capítulos 3 e 4 da dissertação, poderia ser vista como uma possibilidade para que a organização desse *terceiro momento* da sequência conste apenas da reapresentação do exemplo e do desenvolvimento de uma solução *correta*.

Na medida em que a concepção das dialéticas oportunizadas por uma situação didática é vista como oportunidade *interacional*, esse momento de correção poderia ser favorável às *interações entre docente-discente e entre os discentes*. Além disso, as conjecturas criadas pelos alunos, individualmente ou em grupos, resultantes da *autonomia* experienciada por eles, como se sugere, emergentes das dialéticas de ação, formulação e validação, seriam consideradas para possíveis soluções do problema abordado no exemplo.

A formalização e a sistematização teórica utilizando a linguagem e o rigor matemático e estatístico, julgados por Queiroz (2020) como necessários e previstos para o *quarto momento* da sequência, é uma etapa na qual não observamos qualquer indicação do autor para a existência de *interações* – embora seja possível que os processos de formalização e de sistematização, envolvendo os conceitos de correlação linear e regressão linear simples, possam ser construídos de maneira *interativa* com o professor e os alunos e entre os alunos. Ademais, os aspectos sobre a *autonomia* dos alunos, as ações de formalizar e de sistematizar os conceitos sobre os objetos expostos, como se propõe no *quarto momento*, não permitem elencar elementos nesses processos que possibilitem *avaliar, de maneira formativa*, possíveis indícios de aprendizagem pelos alunos.

Diante dessa análise, como seria possível, dentro da estrutura do PE proposto por Queiroz (2020), favorecer a elevação do grau de *idoneidade interativa* no processo de formalização e sistematização teórica sobre os conceitos de correlação linear e regressão linear simples? A seguir teceremos algumas reflexões sobre possíveis soluções a esse questionamento.

À luz do estudo de Godino (2021), a apresentação adequada do tema abordado na situação didática, o reconhecimento e a resolução de divergências nas soluções apresentadas pelos alunos são aspectos dos momentos de institucionalização, a serem considerados pelo professor, que favorecem os consensos sobre os melhores argumentos, em conformidade com os conceitos dos objetos em estudo. Nesse sentido, na proposta estruturada no PE, “clareza e precisão nas definições, bem como as justificativas lógicas nas demonstrações (quando cabíveis)” (Queiroz, 2020, p. 60) — necessárias à formalização e sistematização teórica dos conceitos de correlação linear e regressão linear simples, aparentemente concebidas como resultado de uma exposição —, passariam a ser um processo de institucionalização, como define Brousseau (1986), com *interações* entre esses atores.

Quanto às possíveis mudanças nos quatro primeiros momentos da sequência apresentada pelo PE, à medida que houvesse abertura para *interações* e *autonomia*, nos diferentes momentos, as oportunidades interacionais criadas por essas mudanças poderiam favorecer a elevação do grau de *idoneidade interacional* do PE.

Ao analisarmos, sob os componentes da *idoneidade interacional*, a proposição do PE para o *quinto momento* da sequência, previsto após a formalização e sistematização dos conceitos de correlação linear e regressão linear simples, observamos a indicação da aplicação de atividades, classificadas em básicas, complementares e avaliativas. No *quinto momento* da sequência, identificamos menções do autor para possíveis interações, por exemplo, na lista de atividades básicas, como aquelas mostradas na Figura 3 e na Figura 4, nas quais “o professor

entra com o papel de auxiliador, tirando dúvidas e corrigindo possíveis erros” (Queiroz, 2020, p. 61). A interação prevista por Queiroz parece estar mais ligada à possível necessidade que os alunos teriam em relação às manipulações com dados e à utilização de fórmulas.

Em relação às atividades complementares propostas por Queiroz (2020), as identificamos como um conjunto de seis itens a serem realizados com suporte do GeoGebra. Sob o ponto de vista da *idade interacional*, a sugestão de Queiroz (2020, p. 61) em que “o professor pode optar por aplicá-los individualmente ou em duplas” revela que, ao olhar dele, não há ganhos relevantes de aprendizagem ao submeter os alunos a interações em dupla ao longo da realização dessas atividades complementares. A sugestão para uma eventual realização das atividades em duplas pode estar ligada a uma preocupação do PE com a logística e disponibilidade de recursos mediacionais e não com as possíveis contribuições advindas da interação entre os alunos. A seguir, na Figura 5, mostramos uma atividade em equipe proposta por Queiroz.

Figura 5: Atividade em equipe envolvendo o estudo de correlação linear e regressão linear simples

6. (*Atividade de Pesquisa*) Junte-se com mais quatro colegas de sala que moram no seu bairro, ou próximo dele. Na sua vizinhança, selecione 20 pares de pai e filho e extraia as seguintes variáveis

X : altura dos pais;

Y : altura dos filhos.

Utilizando a análise de Correlação Linear e Regressão Linear Simples, estudem o relacionamento entre as variáveis X e Y e elaborem um relatório dos resultados obtidos.

Fonte: Queiroz (2020, p. 68)

Ainda no bloco de atividades complementares, como mostra a Figura 5, a sexta atividade se refere a um trabalho em equipe. Queiroz (2020) considera que a atividade de pesquisa permite ao aluno, em equipe, planejar, organizar e desenvolver estratégias de organização e comunicação oral e escrita. Para ele, a atividade “irá contribuir para o desenvolvimento de atitudes, tais como: dividir tarefas e se comprometer com elas, ajudar os colegas, lidar com diferentes opiniões, fazer uma exposição oral com desenvoltura e etc.” (Queiroz, 2020, p. 61).

Ao analisarmos a proposta da atividade em equipe, embora ela possa trazer aspectos favoráveis no sentido da *idade interacional*, ressaltamos sobre as delimitações das variáveis, o quantitativo de dados a serem coletados e o número de alunos, por exemplo. Sem oferecer justificativas para tais delimitações, a proposta fragiliza aspectos relacionados à *autonomia* dos alunos, mesmo sendo vista como uma abordagem introdutória favorável à ação dos alunos em um contexto viável ao estudo dos conceitos de correlação linear e regressão linear. Ademais, assegurar que essa organização contemplará momentos de responsabilidades dos alunos em relação ao estudo a ser realizado não garante que emergirão questões e soluções relevantes sobre as possíveis relações entre as variáveis delimitadas na atividade proposta no PE.

No sentido da *avaliação formativa*, o autor reconhece que somente um trecho das atividades definidas como avaliativas não é suficiente para garantir indícios de aprendizagem. Para ele, “é claro que a atividade avaliativa não é o único instrumento de avaliação que o professor dispõe para verificar o conhecimento adquirido pelo aluno. No decorrer das aulas, o docente pode criar outras oportunidades de avaliação” (Queiroz, 2020, p. 61). Essas outras

oportunidades de avaliação são exemplificadas como:

- solicitar aos alunos que expliquem, na lousa, oralmente ou, ainda, no GeoGebra, exercícios e resolução de problemas contidos nas atividades básica e complementar;
- observar as interações (aluno/professor e aluno/aluno) dos alunos durante a exposição dos conteúdos e resolução das atividades;
- propor que elaborem, individualmente ou em grupo, uma atividade ou situação-problema para um colega resolver individualmente ou em grupo. (Queiroz, 2020, p. 61)

As oportunidades de avaliação exemplificadas por Queiroz (2020) são, na prática, oportunidades interacionais que, embora sugeridas pelo autor, não foram incorporadas na estrutura do PE. Essas oportunidades seriam adequadas tanto para a avaliação dos indícios de aprendizagem dos alunos quanto para os outros momentos da estrutura do PE. Como o próprio autor salienta, as atividades foram propostas com vistas a levar o aluno a *praticar*, com exercícios, a aplicação dos conceitos sobre correlação linear e regressão linear simples.

Ao examinarmos, no sentido da *idoneidade interacional*, a estrutura do PE, compreendemos que a proposta de *praticar* parece frágil — e, embora seja possível conduzir os alunos aos resultados esperados, tal processo não reflete a garantia de indícios de aprendizagem. Ainda, no sentido da *idoneidade interacional*, o fato de a estrutura do PE não prever momentos de correção, discussão e formalização de respostas aos exercícios propostos — sejam eles os básicos, sejam eles os complementares ou avaliativos — indica que tal estrutura pode não favorecer um processo de *avaliação formativa*. Sob a nossa ótica, as oportunidades avaliativas citadas por Queiroz (2020), trazidas anteriormente, se ajustadas aos momentos da sequência didática, poderiam ser possibilidades para *avaliar de maneira formativa* os indícios de aprendizagem.

4.4 Análise da estrutura do PE a partir da idoneidade mediacional

A *idoneidade mediacional* está relacionada com “o grau de disponibilidade e adequação dos recursos materiais e temporais para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem” (Godino, 2011, p. 13). Nesse âmbito, a tecnologia, utilizada como estratégia para proporcionar o acesso ao conhecimento matemático, é vista como relevante para a Educação Matemática. Godino (2011, p. 13) considera — para além da tecnologia, que inclui artefatos manipulativos —, como fator determinante da *idoneidade mediacional*, “as condições ambientais da classe, a razão entre o professor e número de alunos e o tempo destinado ao ensino e a aprendizagem”.

A estrutura do PE desenvolvida por Queiroz (2020) permite observar que a sugestão para uma possível implementação tem como recurso mediacional o material referente aos capítulos 3 e 4 de sua dissertação. Durante a análise do PE identificamos a predominância de orientação para um processo expositivo. Ao longo dos quatro primeiros momentos da sequência didática, o foco está na apresentação, pelo professor, dos conceitos relativos a correlação linear e regressão linear simples. À luz da *idoneidade mediacional*, compreendemos que essa abordagem pode dificultar o processo de mediação em sala de aula.

Além disso, o caráter expositivo da estrutura proposta do PE, nos quatro primeiros momentos, permite inferir que não há uma preocupação evidente em relação ao *número de alunos* a serem expostos às aulas. Acerca dos *horários e condições de aulas*, a estrutura do PE não permite observar qual o quantitativo de aulas despendidas para cada momento da sequência,

como também não são observáveis ponderações ou sugestões que digam respeito à *estrutura e às restrições dos ambientes* para o desenvolvimento desses quatro momentos iniciais da sequência proposta por Queiroz (2020).

Uma possibilidade de organização da estrutura do PE que poderia favorecer a elevação da *idoneidade mediacional* — diferentemente do que Queiroz (2020) propõe nos quatro momentos iniciais da sequência didática — seria considerar a noção de sistema didático presente na Teoria das Situações Didáticas (Brousseau, 1997), o qual considera o professor, os alunos e uma questão a ser respondida. Como destaca Godino (2021, p. 19, tradução nossa), “o sistema didático produz e organiza o meio com o qual, dialeticamente, se gera a resposta para a questão”, e esse meio, no sentido daquilo que Brousseau (1986) define e Godino (2021) concebe, inclui “elementos de natureza diversa, conhecimentos prévios, as ações do professor e os meios que se utilizam para propor a situação-problema, para abordá-la e explorar soluções possíveis” (Godino, 2021, p. 19, tradução nossa).

Como mostra o Capítulo 2 da dissertação de Queiroz (2020), há uma diversidade de objetos de conhecimentos prévios a serem mobilizados pelos alunos ao estudarem correlação linear e regressão linear simples. Dada a estrutura proposta pelo PE, uma ponderação a ser feita em nossa análise é quanto ao *tempo* que, mesmo sob a delimitação de momentos definidos na estrutura do PE, possivelmente, demandaria um conjunto de aulas, dentro de cada um dos momentos propostos, para viabilizar a mobilização desses conhecimentos prévios.

Ao percorrermos na análise da estrutura do PE, no *quinto momento* da sequência, as atividades, nomeadamente, básicas, complementares e avaliativas, embora propostas para serem desenvolvidas com os alunos em diferentes *submomentos*, não há uma indicação *temporal* em relação a cada um deles. O aspecto *temporal* não pareceu ser um elemento refletido por Queiroz (2020) ao longo da estrutura do PE. Mas, como discute Godino (2021, p. 5, tradução nossa), no sentido da Teoria das Situações Didáticas, em uma estrutura organizada a partir de situações didáticas “há um espaço e tempo em que a gestão da situação recai inteiramente sobre o aluno”.

Ao considerarmos o componente relativo aos *recursos materiais* sugeridos por Queiroz (2020) na estrutura do PE, o autor pondera utilizá-los para auxiliar nas resoluções das atividades. A Figura 6 mostra uma atividade em que o uso do recurso calculadora é optativo.

Figura 6: Atividade facultada ao uso da calculadora

5. (*Calculadora*) Pretendendo-se estudar a relação entre as variáveis *Consumo de Energia Elétrica (X)* e *Volume de Produção nas Empresas Industriais (Y)*, faz-se uma amostragem que inclui vinte empresas, computando-se os seguintes valores:

$$\sum x_i = 11,34, \sum y_i = 20,72, \sum x_i^2 = 12,16, \sum y_i^2 = 84,96 \text{ e } \sum x_i y_i = 22,13$$

Determine:

- (a) O Coeficiente de Correlação Linear.
- (b) A Equação de Regressão onde *Y* é a variável independente e *X* é a variável dependente.
- (c) A Equação de Regressão onde *X* é a variável independente e *Y* é a variável dependente.

Fonte: Queiroz (2020, p. 66)

Essa proposição de utilização de diferentes *recursos* pode ser um fator que eleva o grau de *idoneidade mediacional* de uma proposta de ensino. Nessa perspectiva, Godino (2011, p. 13) salienta que,

quando a tecnologia é usada estrategicamente, ela pode fornecer acesso à matemática para todos os alunos. Calculadoras e outras ferramentas tecnológicas, como sistemas de cálculo algébrico, software de geometria dinâmica, applets, planilhas e dispositivos de apresentação interativos, também são considerados componentes vitais da educação matemática de alta qualidade.

Embora observemos, na Figura 6, um exemplo de exercício que indica a utilização de calculadora, o discurso do autor traz a seguinte delimitação: “propõe-se que ela seja realizada em sala e de forma individual” (Queiroz, 2020, p. 61). Essa delimitação fragiliza o grau de *idoneidade interacional*, conforme analisado anteriormente.

Ao analisarmos, com referência aos componentes relativos à *idoneidade mediacional*, a utilização do *recurso* calculadora, destacamos o trecho em que o autor indica que “as questões marcadas com (calculadora) faculta [*sic*] ao aluno o uso da calculadora” (Queiroz, 2020, p. 61). O fato de o uso desse *recurso* ser facultativo parece indicar que a estrutura das atividades propostas não oferece ganhos quando o aluno vier a utilizá-lo. Diante dessa compreensão, como a utilização de um *recurso* poderia ser concebida como uma estratégia para favorecer a aprendizagem dos conceitos relativos a correlação linear e regressão linear simples?

Em reflexão ao questionamento posto, à luz da Fenomenologia Didática (Freudenthal, 1983), Godino (2021) considera que, à *idoneidade mediacional*, uma aula com amplo uso de recursos tecnológicos pode originar mudança de fenômenos. Nesse sentido, “o próprio ambiente digital pode ser um fenômeno significativo para o aluno” (Godino, 2021, p. 19, tradução nossa).

Na medida em que outros fenômenos de aprendizagem podem ocorrer em uma abordagem mediada pelo uso de tecnologia, o uso da calculadora como *recurso* previsto na estrutura do PE de Queiroz (2020) poderia ser visto como um elemento significativo no suporte ao estudo de correlação linear e regressão linear simples, desde que a proposta contemplasse problemas que fizessem dar sentido à utilização do *recurso*.

Não há, na estrutura do PE, um trecho que explore as funcionalidades do *recurso* calculadora como suporte para o estudo de correlação linear e regressão linear simples. A Figura 7, a seguir, mostra uma atividade que utiliza o recurso Geogebra.

Em relação à proposta de utilização do GeoGebra, a Figura 7 mostra um exercício do conjunto de atividades avaliativas que envolve a relação entre duas variáveis (renda familiar e gasto com alimentação). Para as atividades mediadas pelo GeoGebra, como é observado em Araújo e Abar (2019), o que está em jogo é a concepção das ferramentas de visualização do *recurso* favoráveis ao poder de argumentação dos alunos em suas respostas. Entretanto, em nossa análise, ressaltamos que o processo expositivo predominante nos quatro momentos iniciais da sequência não oferece margem para a utilização do *recurso* como aporte para a aprendizagem dos objetos correlação linear e regressão linear simples.

Embora o PE apresente um tutorial de como manipular dados no GeoGebra, para encontrar suas respectivas estatísticas e representações, é somente no momento da proposição das atividades complementares que Queiroz (2020, p. 61) sugere: “neste estágio, o professor deve apresentar o GeoGebra para os alunos, tal como fizemos na seção 5.1”. Nesse sentido, na

estrutura do PE, como *recurso mediacional*, o GeoGebra não parece ser concebido como uma possibilidade de favorecer o poder de argumentação dos alunos em suas respostas no processo de aprendizagem.

Figura 7: Atividade com uso do GeoGebra

5. (*GeoGebra*) Os dados abaixo correspondem às variáveis *renda familiar* (X) e *gasto com alimentação* (Y) numa amostra de dez famílias, representadas em reais.

X	300	500	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000	10.000	15.000	20.000
Y	150	200	600	1.000	1.500	2.000	2.500	4.000	6.000	8.000

Obtenha a Equação de Regressão ajustada, $\hat{y} = \hat{a}x + \hat{b}$.

- Qual a previsão do gasto com alimentação para uma família com renda de 17.000 reais?
- Qual a previsão do gasto para famílias com excepcional renda, por exemplo 100.000 reais? Você acha esse valor razoável? Por quê?
- Se você respondeu que o valor obtido em (b) não é razoável, encontre uma explicação para o ocorrido.

Sugestão: interprete a natureza das variáveis X e Y e o comportamento de Y para grandes valores de X .

Fonte: Queiroz (2020, p. 70)

Ao concebermos que o ambiente digital pode ser um fenômeno significativo para o aluno, em conformidade com Godino (2021), a maneira como a estrutura do PE propõe a utilização do GeoGebra se distancia da possibilidade de propiciar aos alunos oportunidades de aprendizagem mediadas por esse *recurso*. Em nossa análise, a utilização do GeoGebra, como sugere a estrutura do PE, favorece apenas as possibilidades de explorações superficiais, visto que tal *recurso*, como a calculadora, não é utilizado, explicitamente, com a finalidade de discutir possíveis respostas das quais emergem as propriedades e os conceitos de correlação linear e regressão linear simples.

No âmbito da *idoneidade mediacional*, em nossa análise, a estrutura do PE proposto por Queiroz (2020) é observada com carência de delimitações quanto aos *aspectos temporais* para o desenvolvimento da sequência didática. Os cinco momentos que contemplam a sequência didática não explicitam, mesmo que seja em um processo de ensino predominado pela exposição de conteúdos, condições para um planejamento de uma possível implementação do PE.

O caráter expositivo parece favorecer a inexistência de preocupações aparentes em relação aos critérios de *número de alunos*, *horários de aulas* e *condições de aula*. Ao não revelar tais preocupações, a estrutura do PE poderia não se ajustar ao tempo institucionalizado para o ensino de Matemática na terceira série do Ensino Médio. No sentido do componente *temporal*, diferentes conhecimentos prévios a serem mobilizados pelos alunos, como mostra o Capítulo 2 da dissertação de Queiroz (2020), evidenciam uma necessidade de refletir sobre a estrutura do PE e qual momento incluiria tais conhecimentos prévios para serem objetos de discussão em aula. Mesmo na concepção da possibilidade de ajustar a estrutura a partir de situações didáticas, como assevera Godino (2021), a questão do *espaço* e do *tempo* para o desenvolvimento das atividades pelos alunos deve ser considerada.

Sobre os *recursos materiais*, a adoção dos capítulos 3 e 4 da dissertação de Queiroz (2020) favorece apenas o processo expositivo preconizado nos quatro primeiros momentos da sequência. A calculadora, considerada de uso facultativo em alguns exercícios, torna subjetivo avaliar se os alunos podem ter interesse em valer-se do *recurso*. Além disso, ao examinarmos a estrutura do PE, observamos a inexistência de orientações sobre como utilizar o *recurso*, e a implementação dele nos exercícios propostos não oferece sentido de uso.

Em relação ao GeoGebra, a estrutura do PE, ao trazer um tutorial para possibilitar a sua exploração, apenas oferece condições para os alunos reproduzirem procedimentos com esse *recurso*. Eventuais questões trazidas nos exercícios, como é o caso do exemplo mostrado na Figura 7, podem elevar as estatísticas e as representações dos dados, obtidas pela manipulação deles no *recurso*, como adventos relevantes às respostas para tais questões, mas não observamos a utilização do GeoGebra como promissora ao desenvolvimento da aprendizagem ao longo dos diferentes momentos da sequência didática.

4.5 Análise da estrutura do PE a partir da idoneidade ecológica

O grau de adequação que um plano de ação formativa tem para promover a aprendizagem da Matemática, conforme Godino (2011, p. 14), é o que define a *idoneidade ecológica*, a qual contempla “as conexões do conteúdo matemático com outras áreas curriculares, e entre distintas áreas temáticas dentro da própria matemática”. De modo a ampliar essa compreensão, para além da aprendizagem matemática de cada aluno, Godino (2011, p. 14) considera, sob a concepção da Educação Matemática Crítica, que “é necessário formular reflexões sobre as consequências coletivas desse aprendizado na sociedade atual”.

Como Godino (2011) define, a adaptação ao currículo, a abertura à inovação didática, a adaptação socioprofissional e cultural, a educação em valores e as conexões intra e interdisciplinares são componentes que contemplam a *idoneidade ecológica*. Nesse sentido, ao analisarmos a estrutura do PE, nos momentos da sequência didática, concebida como um plano de ação formativa, buscamos investigar indícios da presença de componentes da *idoneidade ecológica* que podem favorecer a aprendizagem dos conceitos de correlação linear e regressão linear simples.

Ao justificar a viabilidade de implementação do PE com alunos de terceira série do Ensino Médio, sob o ponto de vista da *adaptação ao currículo*, observamos uma tentativa de Queiroz (2020) de adequar sua proposta à estrutura curricular vigente. Para o autor, a sua proposta contempla a habilidade, prescrita na BNCC (Brasil, 2018, p. 533), de “investigar conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando tecnologias da informação, e, se apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada”.

A concepção dessa habilidade para estruturar o PE oferece uma aproximação da proposta à *idoneidade ecológica*, ao prever atender à normativa curricular vigente. Mas, embora reconheçamos a tentativa de adequação curricular do PE, na prática, os momentos delineados para a sequência se mostram frágeis em relação aos demais componentes da *idoneidade ecológica*. Como observamos nas análises relativas à *idoneidade mediacional*, os quatro primeiros momentos da sequência revelam um direcionamento do PE para uma abordagem de ensino expositiva que, à luz dos componentes da *idoneidade ecológica*, dificulta o empreendimento de *inovações didáticas* e de propor *práticas investigativas e reflexivas*.

Os *recursos*, como calculadora e *software*, podem ser potencialidades às *práticas inovadoras*, mas a forma como Queiroz (2020) os concebe na estrutura do PE, de maneira geral,

parece oferecer meios para explorar e encontrar soluções para exercícios e não como um ativo disponível na sequência didática que pode promover condições para a aprendizagem. Em nossa análise, embora previstos para serem utilizados no *quinto momento* da sequência didática, na estrutura do PE, a calculadora e o GeoGebra não configuram *inovações didáticas* relevantes para promover a aprendizagem em relação à correlação linear e à regressão linear simples.

O caráter expositivo da sequência didática, sob nossa ótica, também distancia a estrutura do PE de condições favoráveis ao ensino adaptado às problemáticas de natureza *socioprofissional e cultural* dos alunos, pois não observamos, explicitamente, orientações da proposta nessa direção. Em nossa análise, apenas no *segundo momento* — que prevê a escolha de um exemplo, situação-problema ou situação motivadora — e em alguns exercícios das atividades propostas no *quinto momento* (vide exemplos mostrados na Figura 6 e na Figura 7) é que observamos alguma possibilidade de caracterizar *conexões intra e interdisciplinares*.

No *quinto momento*, que contempla conjuntos de atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, todas as problemáticas são delimitadas *a priori* e não observamos margem para o empreendimento, por parte dos alunos, de questões que elevem o grau de *críticidade* deles, à medida que aprendem sobre correlação linear e regressão linear simples. Além disso, o cunho expositivo, predominante na estrutura do PE, dificulta ações que promovam a formação para *valores democráticos*, que fomentem o *pensamento crítico*.

Em nossa análise, essas atividades aparentemente não têm a intencionalidade de ensino, visto que a estrutura do PE prevê a formalização e a sistematização dos conceitos de correlação linear e regressão linear no *quarto momento*, ou seja, como propõe o autor do PE, para o *quinto momento* a sugestão é *praticar* os procedimentos aprendidos nos momentos anteriores, distante da intenção de promover a aprendizagem sobre correlação linear e regressão linear simples.

Diante das análises, nos questionamos de que forma os momentos da sequência didática poderiam, sob aporte da *idoneidade ecológica*, favorecer condições de aprendizagem relativa aos conceitos de correlação linear e regressão linear simples.

Nesse sentido – se consideramos que o grau de *idoneidade ecológica* se eleva à medida que a organização didática se ajusta ao projeto pedagógico, à escola, à sociedade e ao condicionamento do ambiente em que ela se desenvolve, como asseveram Godino *et al.* (2021) –, na estrutura do PE, dada a natureza dos objetos correlação e regressão linear simples, a possibilidade do estudo de dados oriundos de problemáticas diversas, tendo como referências contextos como aqueles vivenciados na realidade escolar, social e que circundam os alunos, poderia favorecer a elevação do grau de *idoneidade ecológica* da sequência didática estruturada pelo PE.

Após a análise da estrutura do PE proposto por Queiroz (2020) com referência nos componentes da *idoneidade ecológica*, embora haja uma preocupação evidente do autor em situar o estudo de correlação linear e regressão linear simples adaptado à *normativa curricular*, concluímos que o grau elevado de predominância de uma abordagem expositiva de conteúdos dificulta identificar possibilidades de *inovações didáticas* e não oferece condições para proposições que contribuam para problematizações de naturezas *socioprofissionais e culturais*, constituição de *valores democráticos* e promoção do *pensamento crítico*. Da mesma forma, vemos o aspecto expositivo da sequência didática como fator limitante da estrutura do PE para *conexões intra e interdisciplinares* envolvendo os objetos correlação linear e regressão linear simples.

5 Considerações

Como parte do desenvolvimento de um estágio de pós-doutorado que se concentra na formação de professores que ensinam Probabilidade e Estatística, observamos, no contexto brasileiro, iniciativas para fomentar a formação desses profissionais, entre elas, o caso do Profmat. Ao analisarmos o regimento do Profmat, identificamos como requisito para a conclusão do curso a necessidade de desenvolver um produto educacional e uma dissertação que apresente os aportes teóricos e os processos que fundamentam a proposição do produto educacional e sua implementação no âmbito do ensino.

A partir da iniciativa de formação do Profmat, com enfoque nos produtos educacionais desenvolvidos, o estudo apresentado neste artigo investigou critérios didáticos utilizados na estrutura de um produto educacional que versa sobre o ensino de correlação linear e regressão linear simples. À luz do objetivo de estudo, sob uma análise bibliográfica, foi definido, como bibliografia a ser analisada, o produto educacional desenvolvido por Queiroz (2020): uma sequência didática estruturada em cinco momentos. Para tais análises, elegemos os componentes das idoneidades didáticas propostos por Juan Godino e colaboradores, os quais fundamentam nossas considerações tecidas a seguir.

A análise da estrutura do produto educacional sob a dimensão das *idoneidades epistêmica* e *cognitiva* evidenciou que a proposta de Queiroz (2020), epistemologicamente, contempla uma abordagem de *significados institucionais*, de *configurações* e de *processos representativos*, relativos à correlação linear e à regressão linear simples, e não há *erros conceituais* que comprometam a *idoneidade epistêmica* da proposta. Consideramos que esse resultado se justifique pelo fato de o Profmat, em seu objetivo, buscar promover uma formação matemática aprofundada. Entretanto, a estrutura se mostra frágil quanto à *diversidade de processos* para abordar os conceitos de correlação linear e regressão linear simples, uma vez que há a predominância de um roteiro que possibilita seguir um único *processo*.

Vimos que a predominância de um roteiro centrado na apresentação de conteúdos, sob a *idoneidade cognitiva*, pode não ser suficiente para a *aprendizagem*. A estrutura também não prevê uma abordagem que contemple a mobilização de *conhecimentos prévios*, no caso, relativos à correlação linear e à regressão linear simples. Avaliamos que a estrutura do produto educacional se mostra rígida, ao não favorecer direcionamentos para possíveis adaptações dos *momentos* da sequência didática proposta e *adaptações curriculares*.

Ao considerarmos as fragilidades identificadas na estrutura do produto educacional analisado, *epistêmica* e *cognitivamente*, consideramos que a abordagem da sequência didática proposta por Queiroz (2020) segue uma lógica tecnicista, centrada na transferência de conhecimento, na qual o professor assume papel central. Ademais, no sentido do que prevê o Profmat, a tentativa de inovar, ao considerar a utilização das tecnologias calculadora e GeoGebra, não se mostra como avanço à prática pedagógica em sala de aula, pois não as integra como recursos à aprendizagem.

Sob a perspectiva da dimensão da *idoneidade afetiva*, consideramos que a proposição de Queiroz (2020) para introduzir a sequência didática por meio dos aspectos de contexto histórico, precursores, suas contribuições à Estatística e para outras áreas do conhecimento pode não garantir a mobilização de *interesse* por parte dos alunos. Embora, em outro momento, sugira um exemplo, uma situação-problema ou uma situação motivadora, vimos uma margem para *atitudes* relevantes à *idoneidade afetiva*, subjetivamente, que poderia favorecer também a *participação*, a *perseverança*, a *argumentação* e a *responsabilidade* deles. À luz dos componentes da *idoneidade afetiva*, a estrutura do produto educacional tem fragilidades.

Ao identificarmos aspectos relativos ao rigor matemático presentes na estrutura do produto educacional, eles são passíveis de não despertar o *interesse* — e uma possível consequência poderia ser a emersão de *rechaços* e *fobias* em relação à proposta de ensino de correlação linear e regressão linear simples. Em nossa análise, a estrutura proposta favorece o desenvolvimento da *linguagem* matemática, mas predominam processos mecânicos para a obtenção de valores que, sob o ponto de vista *atitudinal*, mesmo realizados de forma adequada, podem não favorecer a aprendizagem, uma vez que não abrem margem para *argumentações* sobre os resultados encontrados. Além disso, a estrutura do produto educacional não evidencia preocupações com as *emoções*, as *atitudes* e as *crenças* dos alunos.

Em relação à *idoneidade afetiva*, concluímos que a estrutura do produto educacional analisado não contempla, efetivamente, uma organização promissora para desencadear possíveis *interesses* e *necessidades* dos alunos e carece de elementos que favoreçam suas *atitudes*, o desencadeamento de processos *argumentativos* e a concepção das *emoções*, das *atitudes* e das *crenças* no ensino de correlação linear e regressão linear simples.

Nos momentos iniciais da sequência didática proposta não foram identificados indícios que favorecessem *interações*, apenas sugestões a um movimento de exposição de conteúdos do professor para os alunos. Sobre os aspectos relacionados à *autonomia* dos alunos, nas orientações para as ações de formalizar e sistematizar os conceitos de correlação linear e regressão linear simples, consideramos que não há elementos sugeridos nesse processo que permitam *avaliar, de maneira formativa*, possíveis indícios de aprendizagem — assim, sob a referência na *idoneidade interacional*, consideramos a organização didática frágil.

As temáticas delimitadas pelas atividades, sem oferecer justificativas para tais delimitações, fragilizam aspectos relacionados à *autonomia* dos alunos. Esse aspecto, somado ao fato de a estrutura do produto educacional não prever momentos de correção, discussão e formalização de respostas aos exercícios propostos, levou-nos à conclusão de que tal estrutura pode não favorecer um processo de *avaliação formativa*.

Consideramos como um fator relevante a predominância de orientação para um processo expositivo ao longo dos quatro primeiros momentos da sequência didática. À luz da *idoneidade mediacional*, compreendemos que essa abordagem pode dificultar o processo de mediação em sala de aula. Em nossa análise, concluímos que parece não haver uma preocupação em relação ao *número de alunos* a serem expostos às aulas. De igual maneira, os *horários e as condições de aulas* parecem ser desconsiderados na estrutura, como também não há ponderações quanto à *estrutura e às restrições dos ambientes*. Quanto ao *tempo*, mesmo sob a delimitação de momentos definidos na estrutura, não há uma indicação *temporal* em relação a cada um deles. Consideramos que o aspecto *temporal* não pareceu ser um elemento sobre o qual Queiroz (2020) tenha refletido.

Sobre os *recursos materiais* sugeridos — a calculadora e o GeoGebra —, consideramos que eles apenas são vistos como meios para auxiliar nas resoluções das atividades e não como recursos para o processo de ensino. No caso da calculadora, o fato de ter sido considerada de uso facultativo parece indicar que, na estrutura do produto educacional, tal *recurso* não oferece ganhos quando o aluno vier a utilizá-lo. Em nossa análise, concluímos que a utilização do GeoGebra oferece apenas possibilidades de explorações superficiais e não com a finalidade de discutir possíveis respostas e representações das quais emergem as propriedades e os conceitos de correlação linear e regressão linear simples.

Em nossa verificação, sob os componentes da *idoneidade mediacional*, a estrutura do produto educacional se mostra limitada e o caráter expositivo parece favorecer a inexistência

de preocupações aparentes em relação aos critérios como *número de alunos, horários de aulas e condições de aula*, por exemplo, o que pode comprometer o ajuste da sequência ao tempo institucionalizado para o ensino de matemática para a série prevista.

No âmbito da *idoneidade ecológica*, identificamos que o PE busca uma *adaptação ao currículo*, ao indicar uma habilidade prevista na estrutura curricular vigente que poderia relacionar-se com o ensino de correlação linear e regressão linear simples. A calculadora e o GeoGebra, previstos na estrutura do PE, podem ser vistos como potenciais auxílios às *práticas inovadoras*, mas a abordagem de ensino expositiva predominante nos momentos da sequência não evidencia oportunidades de aprendizagem mediadas por esses *recursos*. Tal abordagem fragiliza a promoção de *práticas investigativas e reflexivas* — e distancia a estrutura de condições de ensino favoráveis às problemáticas *socioprofissional e cultural* da possibilidade de *conexões intra e interdisciplinares*. Em nossa análise, o direcionamento da sequência a essa abordagem expositiva dificulta ações que direcionem a formação para *valores democráticos e pensamento crítico*.

À luz das diferentes idoneidades didáticas, há fragilidades no produto educacional de Queiroz (2020), mas emergem questionamentos que exploram o modo como a estrutura do produto educacional poderia ser aprimorada, a fim de favorecer melhores condições de aprendizagem dos conceitos de correlação linear e regressão linear simples. A esses questionamentos, as reflexões apresentadas elucidam caminhos viáveis para elevar o grau de idoneidade da sequência didática. Contudo, é importante sinalizar a inadequação do produto educacional para alunos do Ensino Médio, face às suas propostas curriculares vigentes que não explicitam claramente o ensino de correlação linear e regressão linear simples. Além disso, à vista da predominância de uma abordagem expositiva, que limita a elevação do grau de idoneidade didática da estrutura do produto educacional, é possível considerar que tal estrutura se distancia de resultados que ofereçam avanços à prática pedagógica em sala de aula, e isso pode ter relação com possíveis fragilidades da formação acerca de aspectos didáticos do conhecimento matemático.

Evidentemente, Queiroz (2020) não tomou a idoneidade didática como referência, mas, em linhas gerais, sob o ponto de vista dessa lente teórica, este estudo evidenciou fragilidades na estrutura de seu produto educacional para o ensino de correlação linear simples e regressão linear simples. Mas o estudo que realizamos tem suas limitações, ao se ater a uma única bibliografia, por exemplo. Outras bibliografias poderiam apresentar resultados diversos aos que observamos neste caso.

No entanto, para além das limitações, o contato com essa perspectiva teórica permitiu perceber suas potencialidades tanto para o movimento analítico quanto para a mobilização de reflexões visando à melhoria constante da prática docente. Os resultados do presente artigo coadunam com as pesquisas desenvolvidas no âmbito do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas de Formação de Professores que ensinam Matemática (Nepefem) em defesa da utilização dos critérios de idoneidade didática como dispositivo de formação. Desse modo, ao assumirem essa perspectiva, os estudos oriundos do estágio de pós-doutorado em desenvolvimento pretendem estruturar e investigar uma proposta formativa voltada para o ensino de Probabilidade e Estatística e alinhada aos critérios de idoneidade didática.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Ouro Preto, pelo financiamento do estágio de pós-doutorado do primeiro autor, do qual resulta o estudo relatado neste artigo.

Referências

- Amorim, L. C.; Gusmão, T. C. R. S. & Magina, S. M. P. (2021). Produtos notáveis e emoções: uma análise de práticas matemáticas sob o viés dos Critérios de Idoneidade Didática. *Revemop*, 3, 1-25.
- Araújo, J. R. A. & Abar, C. A. A. P. (2019). Contribuições do GeoGebra nas dialéticas de uma situação didática para o estudo das Medidas de Tendência Central. *Educação Matemática Debate*, 3(9), 282-302.
- Beltrán-Pellicer, P. & Godino, J. D. (2020). An onto-semiotic approach to the analysis of the affective domain in mathematics education. *Cambridge Journal of Education*, 50(1), 1-20.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC/SEB.
- Brasil. (2024) *Regimento do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – Profmat*. Brasília, DF.
- Breda, A.; Rosário Lima, V. M.; Villela, M.; Font, V. & Silva, J. F. (2016). Estudo de caso sobre análise em didática realizado em um trabalho final do mestrado profissional PROFMAT. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 29, 911-919.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des Mathématiques. *Researches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: Reidel.
- Godino, J. D. (2011). Indicadores de adequação didática dos processos de ensino e aprendizagem de matemática. In: Anais da *XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática* (pp. 1-20). Recife, PE.
- Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática [Da engenharia à adequação didática na educação matemática]. *Revemop*, 3, p. 1-26.
- Godino, J. D.; Batanero, C.; Burgos, M. & Gea, M. M. (2021). Uma perspectiva ontossemiótica de problemas e métodos de pesquisa em educação matemática. *Revemop*, 3, p. 1- 30.
- Gonçalves, G. M. & Fernandes, J. A. (2019). Metodologia trabalho de projeto no ensino de testes de hipóteses: uma análise da idoneidade didática. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 14(2), 1-20.
- Martins, A. C. (2022). *Critérios de idoneidade didática evidenciados em um processo formativo com futuros professores de Matemática, pautado na elaboração de um plano de aula na perspectiva da Gamificação*. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG.
- Moreira, H. & Caleffe, L. G. (2006). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. Rio de Janeiro, RJ: DP&A.
- Queiroz, M. V. F. (2020). *Correlação linear e regressão linear simples no conteúdo de matemática do ensino médio*. 72f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.
- Zabala, A. (1998). *A Prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed.