

## AS IDEIAS DE DAVID TALL EM UM MAPEAMENTO DE ARTIGOS DE PERIÓDICOS BRASILEIROS

Gabriel de Oliveira Soares  
Centro Universitário Franciscano  
[gsoares8@outlook.com](mailto:gsoares8@outlook.com)

Helena Noronha Cury  
Centro Universitário Franciscano  
[curyh@gmail.com](mailto:curyh@gmail.com)

### Resumo

Com o objetivo de listar as ideias de David Tall que vêm sendo abordadas por investigadores brasileiros, este trabalho traz um mapeamento de artigos publicados em periódicos classificados conforme o Qualis da Capes nos níveis A1, A2 e B1. Foram encontrados 19 artigos, dos quais foi feita uma síntese e uma análise quantitativa. Concluiu-se que a grande maioria dos artigos são relatos parciais de dissertações ou teses, que investigaram, principalmente, conteúdos relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral, com participação de estudantes de Ensino Superior. O mapeamento é proposto como sugestão de novas leituras para os investigadores que se dispõem a trabalhar sob a perspectiva teórica de Tall.

**Palavras-chave:** Mapeamento; Periódicos Brasileiros; David Tall.

### Abstract

With the objective of listing the ideas of David Tall that are being approached by Brazilian researchers, this work brings a mapping of articles published in journals classified according to Capes Qualis, at levels A1, A2 and B1. We found 19 articles, of which a synthesis and a quantitative analysis were made. It was concluded that the great majority of the articles are partial reports of dissertations or theses that investigated, mainly, contents related to Differential and Integral Calculus, with participation of students of Higher Education. The mapping is proposed as a suggestion of new readings for the researchers who are willing to work under the theoretical perspective of Tall.

**Keywords:** Mapping; Brazilian Journals; David Tall.

### INTRODUÇÃO

Uma das preocupações iniciais de um pesquisador que desenvolve uma investigação é revisar o que já foi publicado sobre o tema de sua escolha. Creswell (2010) aponta alguns propósitos para a realização de uma revisão de literatura em uma pesquisa: compartilhar com o leitor resultados de outros estudos, preencher lacunas de investigações, proporcionar referências para comparações de resultados.

Ao planejar uma investigação sobre como o conceito de limite é apresentado em cursos de Licenciatura em Matemática, com base na Teoria dos Três Mundos da Matemática, de David Tall, os autores deste artigo preocuparam-se, inicialmente, em buscar a produção baseada em ideias desse pesquisador inglês, já disponibilizada em artigos de periódicos brasileiros.

Com grande produção durante sua carreira na Universidade de Warwick, Inglaterra, em seus trabalhos individuais ou com outros pesquisadores da área de Educação Matemática, Tall tem apresentado conceitos discutidos por investigadores de vários países. Alguns pesquisadores brasileiros foram por ele orientados em suas teses ou em doutorados-sanduiche e as ideias de Tall foram, aos poucos, sendo usadas por orientandos desses docentes e estão sendo disseminadas em dissertações, teses, artigos e comunicações.

Com o objetivo de listar as ideias de Tall que vêm sendo abordadas por investigadores brasileiros, este trabalho traz um mapeamento de artigos publicados em periódicos classificados conforme o Qualis da Capes nos níveis A1, A2 e B1, não só sobre conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral – que foi a disciplina em que Tall inicialmente pesquisou - mas sobre qualquer tópico de Matemática que tenha sido abordado pelos autores desses artigos.

## **AS IDEIAS DE TALL E A TEORIA DOS TRÊS MUNDOS DA MATEMÁTICA**

Em sua tese em Educação Matemática, Tall (1986) teve como objetivo construir e testar uma teoria de aprendizagem da Matemática em níveis mais avançados, focada no Cálculo. Segundo o autor, a tese reflete artigos publicados desde 1977 até 1985. Em sua página pessoal<sup>1</sup>, Tall informa que suas ideias sobre os Três Mundos da Matemática são sintetizadas no livro *How Humans Learn to Think Mathematically*, de 2013. Assim, de 1977 até hoje, há muitas fontes bibliográficas para buscar as ideias de Tall. No entanto, neste trabalho, houve a preocupação em citar artigos de periódicos brasileiros que relatam apropriações das concepções de Tall em pesquisas aqui realizadas, originadas, principalmente, de dissertações e teses que abordaram conteúdos matemáticos variados.

Algumas noções teóricas bastante difundidas são as de “imagem de conceito” e

---

<sup>1</sup> <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/>

“definição de conceito”<sup>2</sup>, formuladas em 1980 pelo pesquisador israelense Shlomo Vinner e apresentadas em Tall e Vinner (1981). A imagem de conceito

[...] descreve a estrutura cognitiva total que é associada com o conceito, que inclui todas as imagens mentais e propriedades e processos associados. É construída no decorrer dos anos por meio de experiências de todos os tipos, mudando à medida que o indivíduo encontra novos estímulos e amadurece (TALL; VINNER, 1981, p. 152).

Já a definição de conceito é a forma como as palavras são usadas para especificar o conceito, aprendida por simples memorização ou de forma mais significativa, e está relacionada em menor ou maior grau ao conceito como um todo. “Pode ser também uma reconstrução pelo estudante de uma definição. É, então, a forma de palavras que o estudante usa para sua própria explanação de sua (evocada) imagem de conceito” (Ibid., p. 152).

É interessante notar que a expressão “imagem do conceito”, nas produções aqui mapeadas ou em outras obras, às vezes é referida como “imagem conceitual” ou como “conceito imagem”; da mesma forma, “definição de conceito” é encontrada como “definição conceitual” ou “conceito definição”.

Dois termos também usados nas publicações de Tall são “já-encontrado” e “a-encontrar”<sup>3</sup>. Estes são definidos, respectivamente, como “uma estrutura que temos em nossos cérebros *agora* como resultado de experiências que encontramos anteriormente” e “uma experiência encontrada posteriormente que pode afetar a memória de conhecimentos anteriores” (LIMA; TALL, 2008, p. 6, grifo do original).

Outro termo bastante usado por Tall é “proceito”, definido por Gray e Tall (1994) como um amálgama de conceito e processo, representados pelo mesmo símbolo. Por exemplo, o símbolo “+3” pode evocar tanto o processo de adicionar 3 quanto o conceito do número positivo +3.

A Teoria dos Três Mundos da Matemática, apresentada por Tall (2004, 2013), baseia-se no reconhecimento de padrões, semelhanças e diferenças, na repetição de sequências de ações até que se tornem automáticas e na linguagem para descrever e aperfeiçoar a maneira como pensamos sobre as coisas. Essa proposta possibilita a análise do desenvolvimento do pensamento matemático desde a sua forma mais básica, no

---

<sup>2</sup> *Concept image e concept definition.*

<sup>3</sup> *Met-before e met-after.*

Mundo Corporificado, até o pensamento matemático mais completo, no Mundo Formal, analisando também os processos de transição para cada um destes mundos.

Em uma breve descrição do que são esses Mundos, são destacadas algumas transcrições de texto de Tall:

a) O Mundo Conceitual Corporificado, ou apenas Mundo Corporificado, “diz respeito às percepções acerca do mundo e o pensamento a respeito das coisas que são percebidas e sentidas não apenas no mundo físico, mas em um mundo mental de significados” (TALL, 2004, p. 285).

b) O Mundo Proceitual Simbólico, ou Mundo Simbólico é “o mundo dos símbolos que usamos para cálculo e manipulação em Aritmética, Álgebra, Cálculo, etc” (TALL, 2004, p. 285) e no qual os símbolos são usados também para representar o produto que é resultado dessas ações.

c) O Mundo Formal Axiomático, ou Mundo Formal, conforme Tall (2004, p. 285) “é baseado em propriedades, expressas em termos de definições formais que são usadas como axiomas para especificar as estruturas matemáticas (tais como ‘grupo’, ‘campo’, ‘espaço vetorial’, ‘espaço topológico’ e assim por diante)”.

Neste mapeamento, são apresentados artigos que têm empregado essas ideias para fundamentar investigações em Educação Matemática, independentemente dos conteúdos escolhidos.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A investigação aqui relatada é um estudo documental, em que a coleta de informações foi feita por meio de leituras de artigos e mapeamento de seus conteúdos. Um mapeamento, segundo o dicionário Aurélio (FERREIRA, 1999, p. 1279), é o ato de “fazer ou levantar o mapa de”. Em termos metodológicos, indica um levantamento de produções de uma determinada área ou tema, apresentado em uma imagem sintetizada, tal como um mapa.

Creswell (2010) indica os passos que devem ser seguidos por um pesquisador para fazer uma revisão de literatura e, entre eles, cita a montagem de um “mapa da literatura”, representado por uma figura, organizado, por exemplo, como um fluxograma. No mapeamento aqui apresentado, os dados são organizados em figuras, quadros ou textos, conforme critérios de análise explicitados posteriormente.

Para coletar os dados, foi acessada a Plataforma Sucupira e, nela, a classificação de periódicos brasileiros referentes ao quadriênio 2013-2016, da área de Ensino, nos níveis A1, A2 e B1. Foram encontrados 57 periódicos e, desta lista, foram acessados os sites daqueles 44 periódicos que disponibilizam as produções nos sistemas SEER (Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas) ou SciELO (Scientific Electronic Library Online), porque neles há o recurso “pesquisa” (ou “busca”), que permite indicar um termo e obter todos os artigos que o contém. Assim, para mapear artigos que tratam das ideias de David Tall, foram inseridas as palavras “Tall” e “Mundos” (ou Mundos da Matemática, quando necessário refinar a busca). Não foi considerado necessário inserir, ainda, palavras que evocam outros conceitos, tais como os de imagem ou definição de conceito, porque os artigos que os citam trazem, nas referências, algum texto de Tall.

A busca resultou em 19 artigos que, após a leitura, foram classificados conforme os seguintes critérios: nível de qualificação do periódico, ano de publicação, tipo de artigo (teórico ou investigativo); participantes e procedimentos metodológicos (quando for relato de pesquisa); conceitos de Tall que foram usados; palavras-chave.

## SÍNTESE DOS ARTIGOS

Os 19 artigos encontrados, referenciados ao final, são indicados e sintetizados a seguir, com autoria, data de publicação, periódico e respectivo nível de classificação no Qualis:

1) Almeida e Palharini, 2012 (BOLEMA: A1).

Neste artigo, as autoras buscam responder à questão “*Por que fazer Modelagem Matemática na sala de aula?*” e trabalham com alunos de último ano de um curso de Licenciatura em Matemática que cursavam a disciplina de Modelagem Matemática. Tecem considerações sobre modelagem, pensamento matemático e sobre os Três Mundos da Matemática. Em termos metodológicos, as autoras levam para a sala de aula situações-problema e analisam o desenvolvimento das atividades por uma das alunas da turma. Nas considerações finais, as autoras indicam que essa aluna traçou seu caminho pelos Três Mundos com “idas e vindas”, atingindo, ao final, o Mundo Axiomático Formal.

2) Messias e Brandemberg, 2015 (BOLEMA: A1).

Neste artigo, os autores buscam investigar as imagens conceituais de alunos de 3º e 4º semestres de cursos de Licenciatura em Matemática de duas universidades públicas

do Pará. Nos pressupostos teóricos, discutem as contribuições de Tall e Vinner sobre imagem conceitual e definição conceitual, trazendo também, citações de outros autores que abordaram os mesmos construtos. Foram aplicados questionários sobre os conteúdos de limite e continuidade de uma função e, a seguir, foram realizadas entrevistas com os participantes, adaptadas ao que cada aluno evocara como imagem conceitual durante as resoluções das questões. O autor conclui que as imagens conceituais dos sujeitos envolveram, principalmente, a ideia de limite como sendo um valor a ser alcançado pela função por meio de constantes aproximações e que, desse modo, deve coincidir com o valor da função nesse ponto. Em seguida, no texto, são apresentadas as respostas à entrevista realizada com o aluno que melhor abordou o tema em discussão, tendo ele evocado a existência de “saltos” ou “buracos” no gráfico para justificar a descontinuidade.

3) Iglioni e Almeida, 2017 (Alexandria: A2).

Partindo da questão “Como explorar diferentes representações do conceito de solução de equações diferenciais durante o processo de ensino”, os autores trazem um recorte de uma pesquisa de mestrado, apresentando duas aplicações, desenvolvidas no GeoGebra, para a noção de solução de uma equação diferencial, sob o aporte da noção de “retidão local” formulada por Tall. São revisadas várias ideias apresentadas por Tall e, ao final, os autores consideram que as aplicações “podem auxiliar o professor a desenvolver, no aprendiz, conceitos imagens ricos relativamente ao conceito matemático em questão, na medida em que favorece a exploração de outros tipos de representação para as equações diferenciais e não apenas o algébrico” (p. 267).

4) Leão e Bisognin, 2009 (Educação Matemática em Revista-RS: A2).

Neste trabalho, os autores têm como objetivo analisar a contribuição da metodologia de resolução de problemas para o estudo de funções. Aos participantes, alunos da 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal do Rio Grande do Sul, foram propostas atividades do cotidiano, e suas estratégias de resolução foram analisadas juntamente com os dados obtidos pelas observações de sala de aula. Foram tecidas considerações sobre as noções de Tall de imagem de conceito e definição de conceito, bem como sobre a metodologia de resolução de problemas. Ao final, os autores concluem que a metodologia contribuiu de forma positiva para que os alunos compreendessem o conceito de função.

5) Martin e Bisognin, 2012 (Educação Matemática em Revista-RS: A2).

Neste artigo, as autoras propõem-se a analisar as contribuições que a metodologia de Resoluções de Problemas proporciona ao ensino e aprendizagem para o conteúdo de Equações de Diferenças. Com base nas ideias de imagem de conceito e definição de conceito, as autoras trabalham com alunos de terceiro ano de um curso de Licenciatura em Matemática, propondo situações-problema que envolvem construção dos conceitos relacionados com equações de diferenças lineares de primeira ordem, homogêneas e não homogêneas. Ao final, concluem que os alunos apresentaram, inicialmente, sérias dificuldades em trabalhar com variáveis discretas e contínuas, mas que, à medida que os problemas foram discutidos, a maioria deles conseguiu compreender e formalizar os conceitos; assim, a abordagem metodológica escolhida parece ter enriquecido as imagens conceituais dos alunos, relacionadas às equações de diferenças.

6) Barbosa e Ribeiro, 2013 (Educação Matemática Pesquisa: A2).

Nesta pesquisa, os autores propõem-se a investigar as imagens de conceito de professores de Matemática quanto à forma de ver, interpretar e tratar situações-problema que envolvem a ideia de equação. Seus pressupostos teóricos trazem pesquisas sobre a aprendizagem de equações algébricas, especialmente a ideia de multissignificados de equação, bem como as noções de imagem de conceito e definição de conceito. Foi aplicado um instrumento de pesquisa com situações matemáticas que propiciam o surgimento dos diferentes significados de equação. Posteriormente, os professores foram entrevistados sobre as situações propostas e sobre suas respostas. No final, os autores concluem que os professores utilizam corretamente as técnicas de resolução de equações, mas sentem dificuldade em explicar os procedimentos, estando o conceito de equação muito vinculado a técnicas de resolução e à existência de incógnita.

7) Almeida e Iglori, 2013 (Educação Matemática Pesquisa: A2).

Este é um artigo teórico, proveniente da dissertação do primeiro autor, sob orientação da segunda autora. Foi traçado um panorama de artigos da autoria de David Tall e feita uma revisão bastante detalhada de seus trabalhos e de pesquisas neles embasadas, reunindo propostas de abordagens de ensino de conceitos de Cálculo.

8) Lima, Tall e Healy, 2011 (Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática: A2).

Neste artigo, os autores buscam entender como os alunos que desenvolveram métodos procedimentais de resolver equações lineares passam a lidar com equações quadráticas. No texto, apresentam o construto “corporificação procedimental”, definido

como a atribuição de significado corporificado à manipulação simbólica e por eles desenvolvido para interpretar as atividades de alunos em situações envolvendo equações lineares. Além de considerações sobre esse construto, sobre teorias de desenvolvimento cognitivo e sobre os Três Mundos da Matemática, os autores revisam literatura referente a pesquisas relacionadas com equações quadráticas. Trabalham com 80 alunos de Ensino Médio, de escolas públicas e particulares de São Paulo, e entrevistam um grupo de 20 estudantes. Discutindo os resultados relacionados às várias equações propostas, os autores concluem que os alunos tiveram mais sucesso em lidar com equações lineares do que com quadráticas, mas que para as equações lineares, “a manipulação de símbolos é (supostamente) direta, e foi traduzida em duas corporificações procedimentais que, de alguma forma, ‘resolvem o problema’ para os alunos” (p. 31).

9) Lima e Freire, 2014 (Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática: A2).

Neste artigo, parte de uma dissertação de mestrado, os autores analisam como o mundo formal pode ser um fator decisivo para o aprendizado de números racionais na forma fracionária. Baseiam-se na teoria dos Três Mundos da Matemática e revisam, também, pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de racionais na forma fracionária. A pesquisa foi realizada com 41 alunos de 6º ano do Ensino Fundamental e foi usado um questionário com problemas que envolvem diferentes representações de racionais, aplicando-o antes e depois de os alunos terem sido formalmente apresentados ao assunto. Após a análise dos dados iniciais, foram realizadas entrevistas com seis alunos e com os professores de Matemática das turmas. Os autores concluem que “características formais devem ser familiares a um estudante no subconstruto parte-todo para que ele possa entender características do mundo formal em outros subconstrutos” (p. 84).

10) Freire e Lima, 2014 (Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática: A2).

Este artigo relata outra parte da mesma dissertação citada acima; neste, os autores, aprofundando os pressupostos teóricos sobre a aprendizagem de números racionais, buscam indícios da influência do subconstruto “parte-todo” nessa aprendizagem. A pesquisa também é realizada com os mesmos 41 alunos e com os dois questionários. Nas conclusões, os autores apontam o fato de que a Teoria dos Três Mundos da Matemática lhes permitiu observar características simbólicas e formais particulares a cada subconstruto e conjecturar que as características do subconstruto “medida” trazem dificuldades para o ensino e a aprendizagem, o que precisa ser investigado em novos trabalhos.



11) Souza, Galvão e Poggio, 2016 (Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática: A2).

Neste artigo, os autores relatam uma pesquisa que tem como objetivo investigar as definições de conceito e as imagens de conceito de proporcionalidade direta, trabalhando com alunos do último ano do Ensino Médio de uma escola pública de São Paulo. Fundamentam-se em noções apresentadas por Tall, inclusive na Teoria dos Três Mundos da Matemática, revisando, também, estudos sobre proporcionalidade. No texto, descrevem dados coletados por meio das seis primeiras questões de um instrumento de pesquisa que trata de problemas de proporcionalidade direta e representações gráficas associadas.

12) Robim, Tortola e Almeida, 2014 (REnCiMa: A2).

Este artigo discorre sobre a linguagem matemática, as características da Modelagem Matemática e a Teoria dos Três Mundos da Matemática. A investigação tem como objetivo identificar diferenciações na linguagem nos Três Mundos da Matemática durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática desenvolvida por três alunos de um curso de Licenciatura em Matemática. Como instrumento de pesquisa, foram empregados questionários, observações, anotações em diário de campo, entrevistas e gravações em áudio e vídeo. Para os autores, as etapas de uma atividade de Modelagem Matemática levam os alunos a “transitar por pelo menos dois dos Três Mundos da Matemática: o Mundo Conceitual Corporificado e o Mundo Simbólico Proceitual” (p. 19).

13) Broetto e Santos-Wagner, 2017 (REnCiMa: A2).

O artigo relata parte de uma pesquisa de doutorado, que se propõe a fazer um diagnóstico do conhecimento sobre números racionais e irracionais, trazidos por alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Matemática. A fundamentação teórica baseia-se também, nas noções de imagem do conceito e definição do conceito. Da investigação, fazem parte 33 alunos, sendo que 16 deles integram um estudo exploratório e os outros 17, o estudo principal; cada estudo foi dividido em duas partes e foram aplicados questionários, uma intervenção pedagógica e entrevistas. No artigo, são relatados resultados obtidos de uma aluna, participante da fase de diagnóstico do estudo principal que, segundo os autores, não alcançou uma compreensão instrumental, sendo sua imagem de conceito compatível com uma compreensão incipiente em relação a números racionais e irracionais.

14) Messias e Brandemberg, 2014 (REVEMAT: A2).

Este artigo relata, também, a pesquisa de mestrado de Messias, à semelhança do texto de Messias e Brandemberg (2015), discutindo pressupostos teóricos já citados na síntese do outro artigo, mas revisando-os sob novos aspectos. Neste artigo, são apresentados resultados de entrevistas realizadas na segunda etapa da pesquisa, discutindo dois episódios ocorridos. Nas conclusões, os autores evidenciam o fato de que “os estudantes relacionavam o conceito de limite de função com interpretações estáticas e/ou dinâmicas que, em alguns momentos, constituíram-se como *fatores de conflito potencial* [...], principalmente no que concerne à possibilidade do valor do limite poder ou não ser alcançado”. (p. 207, grifo do original.).

15) Bisognin, Bisognin e Leivas, 2016 (Zetetiké: A2).

Neste artigo, os autores relatam, parcialmente, pesquisa desenvolvida com 15 alunos de cursos de Licenciatura em Matemática de duas Instituições de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, com o objetivo de analisar dificuldades encontradas por esses licenciandos ao resolver uma questão sobre sequências. Foi aplicado um teste composto por uma questão sobre sequências numéricas, sendo as respostas analisadas com base em teorizações sobre os Três Mundos da Matemática. Nas conclusões, os autores constataam que os participantes apresentam dificuldades, tanto conceituais como procedimentais, relacionadas ao conceito de limite de uma sequência e parecem estar, ainda, nos estágios da Matemática Prática e Teórica.

16) Messias e Brandemberg, 2012 (EM TEIA: B1).

Apresentando novos aspectos da fundamentação teórica empregada na pesquisa já mencionada em Messias e Brandemberg (2014, 2015), o artigo apresenta dados da primeira etapa da investigação, sobre respostas a quatro questões que permitiram entender as evocações dos licenciandos em Matemática quanto ao conceito de limite de função, bem como sua relação com a percepção estático/dinâmica e a noção de continuidade de funções. Nas considerações finais, após listar as evocações percebidas, os autores explicam que os dados subsidiaram a segunda etapa da investigação, cujos resultados permitiram analisar os elementos que compõem a imagem conceitual sobre limite de uma função.

17) Müller, Cury e Lima, 2015 (Perspectivas da Educação Matemática: B1).

Neste artigo, são apresentados resultados parciais de uma pesquisa de doutorado, realizada com o objetivo de analisar dificuldades de aprendizagem apresentadas por

alunos de Cálculo Diferencial e testar possibilidades de superá-las por meio de recursos tecnológicos. A investigação tem por base noções de Tall, sobre imagem de conceito, definição de conceito, já-encontrados e a-encontrar. Tem como instrumento de pesquisa um teste sobre derivada de função. Os autores consideram que, a partir da análise, foi possível detectar que as maiores dificuldades dos estudantes estão relacionadas à propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição e, para discutir essas dificuldades, foi proposto um fórum no ambiente MOODLE.

18) Müller, Lima e Cury, 2015 (RENOTE: B1).

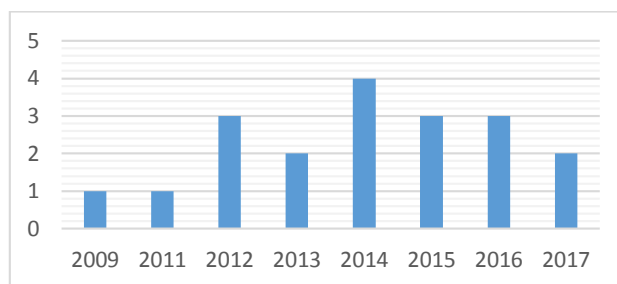
Novamente relatando parte da investigação de doutorado citada acima, com a mesma fundamentação teórica, neste artigo os autores apresentam a discussão do fórum relacionado à resolução de inequações, cuja análise demonstrou a dificuldade dos alunos em sair do mundo corporificado e entrar nos mundos operacional simbólico e formal axiomático.

19) Bisognin e Fontoura, 2016 (RENOTE: B1).

Este artigo relata parcialmente uma pesquisa de mestrado, que buscou investigar as contribuições da utilização do software Maple para o ensino e aprendizagem do conteúdo de integrais duplas. Participam da pesquisa alunos de um curso de Licenciatura em Matemática e o referencial teórico para análise dos resultados baseia-se nas noções de imagem de conceito e definição de conceito. Foi aplicado um teste diagnóstico e, em seguida, foi elaborada uma sequência didática para construir o conceito de integral dupla, utilizando o aplicativo computacional nas aplicações referentes ao cálculo de volume de sólidos geométricos. Os resultados mostram que a utilização do aplicativo computacional auxiliou na visualização das imagens e na elaboração de simulações para a formação do conceito de integral dupla e cálculo do volume dos sólidos geométricos.

## **DADOS QUANTITATIVOS**

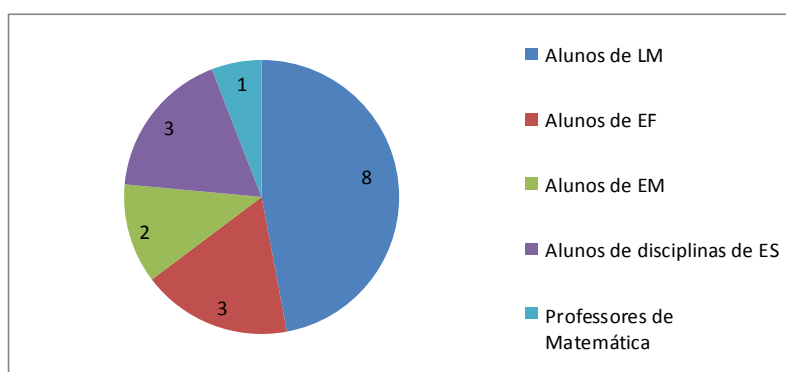
Em termos quantitativos, nota-se que, dos 19 artigos, dois foram publicados em periódicos de nível A1, 13 em periódicos de nível A2 e quatro em periódicos de nível B1. Em seguida, constata-se que as ideias de Tall têm surgido nos periódicos analisados a partir de 2009, sendo a distribuição pelos anos apresentada na Figura 1:

**Figura 1** – Distribuição dos artigos por ano

**Fonte:** Dados da pesquisa

As pesquisas mapeadas são de caráter qualitativo. Um dos artigos é teórico, outro teoriza sobre resultados apresentados em outra investigação e os demais relatam pesquisas.

Os participantes das investigações relatadas em 17 dos artigos são apresentados na Figura 2, em que LM indica Curso de Licenciatura em Matemática, EF indica Ensino Fundamental, EM, Ensino Médio e ES, Ensino Superior (em cursos distintos da Licenciatura em Matemática).

**Figura 2** – Participantes das pesquisas

**Fonte:** Dados da pesquisa

Os conteúdos abordados nas pesquisas podem ser englobados nos seguintes tópicos: Cálculo Diferencial e Integral (dez trabalhos); equações e inequações (três); números racionais ou irracionais (três); funções (um); proporcionalidade (um); matemática discreta (um).

São encontradas 70 palavras-chave nos 19 artigos, sendo as mais indicadas: *imagem de conceito* (sete ocorrências); *definição de conceito* (cinco ocorrências); *Três Mundos da Matemática* (cinco ocorrências); *limite de uma função* (três ocorrências).

Nos pressupostos teóricos ou revisões de literatura dos artigos analisados, são

citados conceitos apresentados por Tall e colaboradores: *imagem de conceito* (dez citações); *definição de conceito* (dez citações); *Três Mundos da Matemática* (oito citações); *já-encontrados* (duas citações); *a-encontrar* (duas citações); *organizadores genéricos* (uma citação). Dois dos artigos fazem, em suas fundamentações teóricas, revisão de vários dos conceitos expostos por Tall na sua produção acadêmica.

Nos 17 artigos que relatam investigações, foram usados vários instrumentos de pesquisa: questionários (em geral com questões de conteúdo para resolução dos participantes e, em alguns casos, denominados “testes”), entrevistas, diários de campo, gravações em áudio e vídeo, observações do trabalho desenvolvido em sala de aula ou em laboratórios, documentos produzidos pelos participantes, mapas conceituais e uso de fóruns em ambiente virtual de aprendizagem. Os mais usados são os questionários (em 15 pesquisas) e as entrevistas (em nove).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise realizada, é possível notar que a grande maioria dos artigos mapeados é resultante de pesquisas de mestrado ou doutorado, algumas delas publicadas em mais de um periódico, mas com variações sobre os aspectos relatados.

Nota-se a predominância de participantes de Ensino Superior, especialmente de cursos de Licenciatura em Matemática, e de conteúdos do Cálculo Diferencial e Integral. Esses dados vêm ao encontro de muitos trabalhos de Tall e colaboradores, em que foram abordados conteúdos de Cálculo, como pode ser confirmado nas produções disponibilizadas na *homepage* desse pesquisador.

Um ponto a destacar é a grande quantidade de palavras-chave distintas, sendo poucas delas relativas às noções de Tall que foram abordadas. De maneira geral, as noções que fundamentam as investigações são as de imagem de conceito, definição de conceito e Três Mundos da Matemática.

Como sugestão para os pesquisadores que se propõem a trabalhar com as ideias de Tall, talvez seja interessante fazer estudos mais aprofundados de sua produção, individual ou com seus colaboradores, disponibilizada em sua *homepage*, bem como dos dois livros que trazem muitas das ideias discutidas nos seus artigos e comunicações, a saber: *Advanced Mathematical Thinking*, de 1991, e *How Humans Learn to Think*

*Mathematically*, de 2013. Este artigo traz uma pequena contribuição para novas investigações que abordem as perspectivas de David Tall para a Educação Matemática.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W. de; PALHARINI, B. N. Os “Mundos da Matemática” em Atividades de Modelagem Matemática. **BOLEMA**, v. 26, n. 43, p. 907-934, ago. 2012.

ALMEIDA, M. V. de; IGLIORI, S. B. C. Educação Matemática no Ensino Superior e abordagens de Tall sobre o ensino/aprendizagem do Cálculo. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 15, n. 3, p. 718-734, 2013.

BARBOSA, Y. O.; RIBEIRO, A. J. Multisignificados de Equação: Uma Investigação Acerca das Concepções de Professores de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 15, n. 2, p. 379-398, 2013.

BISOGNIN, E.; BISOGNIN, V.; LEIVAS, J. C. P. Aprendizagem de sequências numéricas: pesquisa sobre dificuldades de licenciandos em Matemática. **Zetetiké**, v.24, n.3, p.361-377, set./dez.2016.

BISOGNIN, E.; FONTOURA, L. R. um aplicativo computacional para o ensino de integrais duplas. **RENOTE**, v. 14, n. 2, p. 1-10, dez. 2016.

BROETTO, G. C.; SANTOS-WAGNER, V. M. P. dos. Conhecimentos relativos a números racionais e irracionais de uma aluna ingressante na Licenciatura em Matemática. **REnCiMa**, v.8, n.1, p.67-82, 2017.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FREIRE, P. C.; LIMA, R. N. de. Uma relação entre o subconstruto parte-todo e outros subconstrutos à luz dos Três Mundos da Matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 189-216, 2014.

GRAY, E. M.; TALL, D. Duality, ambiguity and flexibility: a proceptual view of simple arithmetic. **The Journal for Research in Mathematics Education**, v. 26, n. 2, p. 115-141, 1994.

IGLIORI, S. B. C.; ALMEIDA, M. V. de. Aplicações para o Ensino de Equações Diferenciais. **Alexandria**, v. 10, n. 1, p. 257-270, maio 2017.

LEÃO, A. S. G.; BISOGNIN, V. Construção do conceito de função no ensino fundamental por meio da metodologia de resolução de problemas. **Educação Matemática em Revista-RS**, v. 10, n. 1, p. 27-35, 2009.

LIMA, R. N. de; FREIRE, P. C. Mundo Formal: decisivo no aprendizado de números racionais na forma fracionária. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 7, n. 1, p. 64-86, 2014.

LIMA, R. N. de; TALL, D. Procedural Embodiment and Magic in Linear Equations. **Educational Studies in Mathematics**, v. 67, n. 1, p. 3-18, 2008.

LIMA, R. N. de; TALL, D.; HEALY, L. Corporificações procedimentais e suas consequências para a transição de equações lineares para quadráticas. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 4, n. 2, p. 1-34, 2011.

MARTIN, M. de S.; BISOGNIN, V. Ensino e aprendizagem de equações de diferenças por meio da metodologia de resolução de problemas. **Educação Matemática em Revista-RS**, v. 13, n. 2, p. 19-30, 2012.

MESSIAS, M. A. de V. F.; BRANDEMBERG, J. C. Um estudo sobre as *imagens conceituais* de universitários relativas ao conceito de limite de função. **EM TEIA**, v. 3, n. 1, p. 1-27, 2012.

MESSIAS, M. A. de V. F.; BRANDEMBERG, J. C. Um estudo exploratório sobre *evocações* de estudantes universitários acerca do conceito de limite de uma função. **REVEMAT**, v.9, n. 1, p. 191-209, 2014.

MESSIAS, M. A. de V. F.; BRANDEMBERG, J. C. Discussões sobre a Relação entre Limite e Continuidade de uma Função: investigando Imagens Conceituais. **BOLEMA**, v. 29, n. 53, p. 1224-1241, dez. 2015.

MÜLLER, T. J.; CURY, H. N.; LIMA, J. V. de. Análise de Dificuldades em relação à Propriedade Distributiva: uma discussão em um fórum no ambiente MOODLE. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 17, p. 246-264, 2015.

MÜLLER, T. J.; LIMA, J. V. de; CURY, H. N. Trabalhando com os erros de alunos de Cálculo Diferencial e Integral em Fóruns do Ambiente MOODLE. **RENOTE**, v. 13, n. 2, p. 1-10, dez. 2015.

ROBIM, B. N. P. A. S.; TORTOLA, E.; ALMEIDA, L. M. W. de. A linguagem em atividades de modelagem matemática: caracterizações nos “Três Mundos da Matemática”. **REnCiMa**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2014.

SOUZA, V. H. G. de; GALVÃO, M. E. E. L.; POGGIO, A. M. P. P. O conceito de proporcionalidade direta de alunos brasileiros de 16 -17 anos na perspectiva dos Três Mundos da Matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 9, n. 1, p. 30-64, 2016.

TALL, D. **Building and testing a cognitive approach to the Calculus using interactive computer graphics**. 1986. Ph.D. Thesis in Mathematics Education. Faculdade de Educação, Universidade de Warwick, Inglaterra, 1986.

TALL, D. (Ed.). **Advanced mathematical thinking**. Dordrecht: Kluwer, 1991.

TALL, D. Thinking through three worlds of mathematics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 28., 2004, Bergen, Norway. **Proceedings...** Bergen: PME, 2004. p. 281–288.

TALL, D. **How humans learn to think mathematically**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

TALL, D. O.; VINNER, S. Concept Image and Concept Definition in Mathematical with particular reference in Limits and Continuity. **Educational Studies in Mathematics**, n. 12, p. 151-169, 1981.