



Eixo Temático: 12 - Pesquisa, ensino e extensão

TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS ACERCA DO TRABALHO DOCENTE EM CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Eliane Miotto Kamphorst¹

Tailon Thiele²

Carmo Henrique Kamphorst³

Introdução

A problemática envolvendo dificuldades de aprendizagem de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral (CDI), por parte dos estudantes, não é recente e também não se restringe à Educação Superior brasileira (KAMPHORST, 2019). No âmbito internacional os elevados índices de evasão e reprovação, nestas disciplinas, também têm provocado inquietações nos profissionais da área. Marin (2009) cita alguns dos pesquisadores internacionais que tem desenvolvido estudos nesta área, dentre eles: David Tall, da Universidade de Warwink (Reino Unido); Anna Sierpinska, da Universidade Concórdia (Canadá); e James Robert Leitzel, da Universidade Duke (Estados Unidos). No Brasil, trabalhos que abordam a problemática podem ser encontrados em publicações na área da Educação Matemática, Engenharia e Matemática Aplicada. Destes, cita-se: Barufi (1999), Rezende (2003), Junior (2006), Wisland, Freitas e Ishida (2014), Pagani e Alevatto (2014), Farias (2015), Orfali (2017), Kamphorst (2019), entre outros.

A justificativa comumente encontrada para tentar explicar o problema é a falta de domínio de conceitos matemáticos da Educação Básica, por parte dos estudantes da Educação Superior. Argumentos estes, que provocaram a opção por várias alternativas já implantadas,

1 Doutora em Educação nas Ciências e Mestre em Modelagem Matemática pela UNIJUÍ - Brasil. Licenciada em Matemática e Física pela URI - Brasil. Docente do Departamento de Ciências Exatas e da Terra da URI/FW. Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Física da URI/FW. E-mail: miottokamphorst@gmail.com

2 Acadêmico de Licenciatura em Matemática na URI - Brasil, com período sanduíche na FCUP - Portugal. Bolsista de iniciação científica. Membro Aspirante da SBEM-RS. Também foi bolsista do PIBID/CAPES. Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Física da URI/FW. E-mail: thiele.tailon@gmail.com

3 Doutor em Engenharia Mecânica e Mestre em Matemática Aplicada pela UFRGS - Brasil. Licenciado em Matemática e Ciências Naturais pela UFSC - Brasil, e Licenciado em Matemática e Física pela UNOESC - Brasil. Docente do Instituto Federal Farroupilha. Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Física da URI/FW. E-mail: carmohenriquek@gmail.com



tais como: a oferta de cursos de nivelamento e a proposição de disciplinas de Pré-Cálculo ou Fundamentos de Matemática. Para Zabalza (2004), vários problemas relacionados à aprendizagem dos estudantes, também, decorrem da formação pedagógica deficitária dos atuais docentes da Educação Superior. O autor justifica que cursos de formação *stricto-sensu* priorizam a formação técnico-científica dos docentes, ou seja, o domínio sobre o conteúdo específico da área que atuarão, e pouco, ou quase nada, acerca dos aspectos relacionados à apropriação conceitual.

Na área das ciências exatas é possível citar várias teorias cognitivas que tratam aspectos relacionados à aprendizagem de conceitos matemáticos. Destas, Kamphorst (2009), em sua tese, considerou o embasamento da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990, 1993) a fim de abordar o ensino do conceito de função, para estudantes da Educação Superior, na condição de conceito estruturante das ideias do CDI.

A teoria dos Campos Conceituais é uma teoria da aprendizagem que foi idealizada a partir de pesquisas do francês Gérard Vergnaud, sobre a didática da Matemática. A teoria foca a interação sujeito-objeto e o papel cumprido pelos esquemas em toda ação do sujeito. A mesma procura explicar o desenvolvimento dos processos de conceitualização amparado em ideias de desenvolvimento conceitual de Vygotsky e de Piaget (MOREIRA, 2002).

Diante da perspectiva de que a teoria dos Campos Conceituais pode auxiliar a ampliar a compreensão de aspectos envolvidos no desenvolvimento dos processos de apropriação de conceitos de CDI, por parte de estudantes da Educação Superior, propôs-se o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica e qualitativa, situada no campo da Educação Matemática e fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais. O objetivo geral é de construir um aporte teórico acerca dessa teoria no contexto da disciplina de CDI, a fim de que possa servir como embasamento para estudos mais aprofundados futuramente, onde se poderão fazer maiores inferências sobre o trabalho pedagógico.

Resultados e discussão

A teoria dos Campos Conceituais foi idealizada a partir de estudos do pesquisador francês Gérard Vergnaud (1990; 1993). De acordo com Moreira (2002, p. 14),

[...] a teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas,



XXI Encontro Nacional de Educação (ENACED)

I Seminário Internacional de Estudos e Pesquisa em Educação nas Ciências (SIEPEC)

particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica, levando em conta os próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual de seu domínio.

De acordo com Vergnaud (1993), o objetivo de sua teoria consiste em:

[...] propiciar uma estrutura às pesquisas sobre atividades cognitivas complexas, em especial com referência às aprendizagens científicas e técnicas. Trata-se de uma teoria psicológica do conceito, ou melhor, da conceitualização do real, que permite situar e estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos, do ponto de vista de seu conteúdo conceitual. Ela também possibilita analisar a relação entre os conceitos enquanto conhecimentos explícitos e as invariantes implícitas nos comportamentos dos sujeitos em determinada situação, bem como aprofundar a análise das relações entre significados e significantes (p. 1).

Vergnaud (1990) concebe que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo do tempo, através da *maturidade e experiência*. Moreira (2002) salienta, que para Vergnaud,

campo conceitual é [...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (MOREIRA, 2002, p. 8).

No centro das ideias da teoria dos Campos Conceituais citam-se vários conceitos-chave que auxiliam na sua compreensão. Dentre eles, sua concepção de conceito. Vergnaud (1993) define conceito (CC) a partir da trinca de três conjuntos, $C = (S, I, Y)$, em que:

SS conjunto das situações que dão sentido ao conceito (referência);

II conjunto das invariantes em que se baseia a operacionalidade dos esquemas (significado);

YY conjunto das formas de linguagem (ou não) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (p. 8).

O conceito de “situação” denota o sentido de “tarefa” e se considera que os processos cognitivos e as respostas do sujeito decorrem das situações com que ele se confronta. Os invariantes operatórios podem ser reconhecidos e usados para analisar e dominar as situações. Estes consistem de objetos, argumentos, propriedades, teoremas e relações sobre os quais repousa a operacionalidade de um conceito. O conjunto das formas de linguagem ou conjunto de representações simbólicas é constituído pela linguagem natural, gráficos, diagramas e expressões algébricas ou numéricas usados para representar os invariantes ou as situações, bem como para representar os procedimentos para lidar com as situações.



Embora possa ser percebida uma relação entre os elementos dos três conjuntos usados para definir um conceito, Vergnaud (1990) afirma não haver bijeção entre significantes e significados, nem entre invariantes e situações, fato que implica na necessidade de considerar os três conjuntos simultaneamente para estudar um conceito. A teoria dos Campos Conceituais considera que as situações dão sentido aos conceitos matemáticos. Contudo, Vergnaud (1993) reforça que, o sentido dos conceitos não reside exclusivamente nas situações, “O sentido é uma relação do sujeito com as situações e os significantes. Mais precisamente, os esquemas evocados no sujeito individual por uma situação ou por um significante constituem o sentido desta situação ou deste significante para o indivíduo” (VERGNAUD, 1993, p. 18).

Julga-se que o processo de conceitualização necessita de uma base subjetiva que torne o sujeito capaz de agir, sendo a organização da atividade pelo sujeito realizada por meio de esquemas. Vergnaud denomina esquema como sendo a organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada. Destaca ainda, que “o esquema não é um estereótipo e, sim, uma função temporalizada de argumentos, que permite gerar diferentes sequências de ações e tomadas de informações” (VERGNAUD, 1993, p. 6).

Um esquema é sempre universal, porque está associado a uma classe de situações e permite gerar uma classe de comportamentos diferentes em função das características particulares de cada classe a que se destina (VERGNAUD, 1993). Vergnaud (1993, p. 19) justifica tais argumentos afirmando que o esquema abrange:

- Invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação) que dirigem o reconhecimento, pelo sujeito, dos elementos pertinentes da situação e a tomada da informação sobre a situação a tratar;
- Antecipações da meta a atingir, efeitos esperados e eventuais etapas intermediárias;
- Regras de ação do tipo “se ... Então ...” Que permitem gerar a sequência das ações do sujeito;
- Inferências (ou raciocínios) que permitem “calcular” as regras e as antecipações a partir de informações e do sistema de invariantes operatórias de que o sujeito dispõe.



Neste cenário, “Os invariantes operatórios são, portanto, o elo entre os conceitos e os esquemas, funcionando como a base conceitual implícita que permite a interação de um sujeito com seu entorno” (CARVALHO; CARVALHO JUNIOR, 2017, p. 275). Enquanto os esquemas constituem vínculo entre a conduta do discente e a representação do objeto de conhecimento, os invariantes operatórios (objetos, propriedades, teoremas e relações) promovem a articulação entre a teoria e a prática, sendo que sobre eles repousa a operacionalidade do conceito.

Para Vergnaud (1990; 1993), há um conjunto de invariantes operatórios associados a cada conceito, que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar situações. Neste viés, a percepção, a busca e a seleção de informação baseiam-se no sistema de conceitos-em ação disponível para o sujeito e nos teoremas-em-ação, subjacentes à sua conduta.

As expressões conceito-em-ação e teorema-em-ação designam os conhecimentos contidos nos esquemas. Teorema-em-ação (objetos, atributos, relações, condições, circunstâncias...) é uma proposição considerada verdadeira sobre o real, enquanto que conceito-em-ação é uma categoria de pensamento tida como pertinente (VERGNAUD, 1990). De acordo com autor, há vários conceitos-em-ação, implícitos, que podem ser utilizados para a compreensão de uma situação ou classe de situações. “Entre os mais importantes conceitos-em-ação desenvolvidos pelos alunos acham-se os de grandeza e magnitude, valor unitário, razão e fração, função e variável, taxa constante, dependência e independência, quociente e produto de dimensões” (MOREIRA, 2002, p. 15).

A teoria dos Campos Conceituais, também, destaca a importância atribuída aos registros de representação (significantes), aos quais atribui três funções: a representação dos elementos pertinentes da situação, a representação da ação e a representação das relações entre a ação e a situação. Destaca, ainda, a importância da linguagem para a comunicação, para a representação e, sobretudo, para auxiliar o pensamento e a organização da ação. Para Vergnaud (1993, p. 26), “o que é então representado são os elementos da ação levada em conta, a ação e suas relações. A linguagem e os símbolos matemáticos têm, pois, um papel na conceitualização e na ação”.

A indissociabilidade entre invariantes, esquemas, inferências, regras e antecipações, apoiadas nas representações (implícitas ou explícitas) do real permitem as ações do sujeito



sobre um objeto. Os invariantes permitem aos esquemas encontrar, nas situações confrontadas, as condições para o seu funcionamento. Por sua vez, são as inferências que permitem esquemas levarem em conta os valores das variáveis de situação, de se adaptarem às situações novas e de calcular regras e antecipações. Esta última, ao seu tempo, exprime a funcionalidade dos esquemas, locais ou terminais. Todos esses elementos associados estabelecem as sequências de ações do sujeito (VERGNAUD, 1990).

Justifica-se assim, a importância do professor considerar a organização de situações de aprendizagem que contemplem a utilização de diferentes invariantes e registros de representação, mediante a proposição de uma variedade de situações a ser confrontada pelos aprendizes, ante a intencionalidade de desenvolvimento de conceitos mais gerais e cada vez mais complexos. Afinal, a proposição de uma situação ou o emprego de um registro de representação particular, não proporciona condições para que o estudante evoque todo seu repertório de esquemas. Vergnaud (1983) justifica, tal afirmação, citando a possibilidade de diferentes aspectos de um mesmo conceito poderem estar envolvidos em situações distintas, assim como, a análise de uma única situação pode suscitar a mobilização de vários conceitos.

Cabe ao docente de CDI o papel de direcionar e acompanhar o desenvolvimento estrutural da elaboração do conceito pelo estudante, proporcionando-os a desenvolver seus repertórios de esquemas a fim de que os mesmos se tornem mais hábeis para enfrentar ações cada vez mais complexas. Fato este, que vai ao encontro com o propósito desta pesquisa, focada no ensino de conceitos de CDI.

Neste cenário, adentram aspectos relacionados à formação para a docência na Educação Superior. Vasconcelos (2000) cita três abordagens desta formação, sendo elas: técnico-científica, prática e pedagógica. A formação técnico-científica consiste do domínio sobre o conteúdo específico da área de atuação do docente. A formação prática consiste no conhecimento da prática profissional. E, a formação pedagógica abrange todos os aspectos relacionados à competência pedagógica (planejamento e caracterização do ensino).

As três formas de formação são importantes para a constituição do docente que atua na Educação Superior. Contudo, de acordo com Zabalza (2004), a formação acadêmica destes docentes tem privilegiado apenas a formação técnico-científica. Aspecto este, que pode limitar as reflexões e resiliências destes profissionais, desencorajando-os, por exemplo, a investir em novas possibilidades potencializadoras dos processos de ensinar e aprender.



Considerações finais

De acordo com o objetivo deste trabalho, foi construído um aporte teórico acerca da teoria dos Campos Conceituais. Esse movimento tem como perspectiva adentrar a uma reflexão sobre aspectos que envolvem o trabalho pedagógico do docente da Educação Superior, com ênfase nas disciplinas de CDI. Nesse contexto, a teoria aqui apresentada possui potencial para que sejam investigados conceitos de CDI e suas relações, bem como refletir sobre processos cognitivos realizados no processo de aprendizagem. Como consequência desse estudo, poderão ser repensados aspectos importantes da didática da matemática, tais como metodologias e ferramentas na sala de aula, assim como a formação do professor da área.

Referências

BARUFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese de Doutorado, FE-USP, 184 p, 1999.

CARVALHO, A. X. Z. de; CARVALHO JUNIOR, G. D. de. Articulação entre a Abordagem Triangular e a Teoria dos Campos Conceituais: propondo diálogos entre a didática e a psicologia cognitiva. **Revista GEARTE**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 269-281, maio/ago. 2017.

FARIAS, M. M. R. **Introdução a noções de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio no contexto das TIC: implicações para a prática do professor que ensina Matemática**. Orientadora: Rosana Giaretta Sguerra Miskulin. 2015. 348 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2015.

JUNIOR, A. O. **Compreensões de conceito de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática: uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática**. Orientador: Marcelo de Carvalho Borba. 2006. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2006.

KAMPHORST, E. M. **O Ensino do Conceito de Função na Educação Superior: elementos para a organização da atividade, mediação e apropriação conceitual por estudantes**. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências). Ijuí: UNIJUI, 2019.

MARIN, D. **Professores de Matemática que usam a Tecnologia de Informação e Comunicação no Ensino Superior**. São Paulo : Universidade Estadual Paulista- Dissertação de Mestrado, 2009.



XXI Encontro Nacional de Educação (ENACED)

I Seminário Internacional de Estudos e Pesquisa em Educação nas Ciências (SIEPEC)

MOREIRA, M. A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.1. 2002. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acesso em> 07 jan. 2020.

ORFALI, F. **A conciliação das ideias do Cálculo com o currículo da Educação Básica: o raciocínio covaracional**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2017.

PAGANI, E. M. L.; ALEVATTO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: um mapeamento das teses e dissertações produzidas no Brasil. **Revista Vidya**. Santa Maria – RS, jul/dez. 2014, v. 34, n.2, pp. 61-74.

REZENDE, W. M. **O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica**. In: MACHADO, N.; CUNHA, M. (org.). *Linguagem, Conhecimento, Ação, ensaios de epistemologia e didática*. São Paulo: Escrituras, 2003. Disponível em <<http://www.nilsonmachado.net/lca19.pdf>> Acesso em: 07 ago. 2017.

VASCONCELOS, M. L. M. C. **A formação do professor do ensino superior**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

VERGNAUD. G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, 10 (2,3): 133-170.

VERGNAUD. G. Teoria dos Campos Conceituais. **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1993, p.1-16.

WISLAND, B; FREITAS, M. do C. D; ISHIDA, C. Y. Desempenho acadêmico dos alunos em curso de Engenharia e Licenciatura na disciplina de Cálculo I. In: **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Florianópolis – SC, vol. 6, n. 11, 2014, p. 94 – 112.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral. Campos Conceituais. Prática Docente.