

# MÉTODOS ATIVOS NO ENSINO DE CÁLCULO: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA INTERATIVA NO ENSINO UNIVERSITÁRIO COM BASE NA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

**Cristiano Rodrigues Garibotti<sup>1</sup>, Patrícia Ignácio<sup>2</sup>**

**Resumo:** O nosso entendimento, como professores de Matemática da Educação Superior, das dificuldades dos alunos ingressantes nos cursos de Engenharias e Ciências Exatas, no desenvolvimento das atividades de matemática, e dos altos índices de reprovação e evasão nos cursos de Cálculo Diferencial e Integral (NASSER, SOUSA e TORRACA, 2015) desencadeou o projeto de pesquisa aqui proposto. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é melhorar o ensino e a aprendizagem dos conceitos de Cálculo Diferencial para alunos ingressantes nos cursos de Engenharias e Ciências Exatas. Para atingir esse objetivo, pretende-se desenvolver um aplicativo de sondagem dos conhecimentos prévios, cujos dados serão utilizados tanto pelos alunos, como uma orientação de suas lacunas de conhecimento, quanto pelos professores, na preparação do material didático. Também pretende-se aplicar metodologias ativas de ensino, que têm o potencial de promover a construção do conhecimento, por meio da inclusão do aluno como agente ativo da sua própria aprendizagem. O suporte teórico da proposta é a Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1993, 2017b) com acompanhamento do processo de aprendizagem feito através de testes que serão concebidos e analisados pelo viés da taxonomia SOLO (BIGGS; COLLIS, 1982).

**Palavras-chave:** Métodos Ativos, Ensino de Cálculo, Teoria dos Campos Conceituais, SOLO.

**Abstract:** Our understanding, as Mathematics teachers of Higher Education, of the difficulties of Engineering and Exact Sciences freshman students, in the development of mathematical activities, and the high failure rates and avoidance in Differential and Integral Calculus courses (NASSER, SOUSA and TORRACA, 2015) triggered the research project proposed in this paper. Therefore, the objective of this work is to improve the teaching and learning of Differential Calculus concepts for incoming students in Engineering and Exact Sciences courses. In order to achieve this goal, it is intended to develop an app for probing previous knowledge, whose data will be used both by students, as an orientation of their knowledge gaps, as well as by teachers, in the preparation of didactic material. It is also intended to apply active teaching methodologies, which have the potential to promote the construction of knowledge, through the inclusion of the student as an active agent of their own learning. The theoretical support of the proposal is the Theory of Conceptual Fields (VERGNAUD, 1993, 2009, 2017b) with accompaniment of the learning process done through tests that will be conceived and analyzed by the bias of SOLO taxonomy (BIGGS; COLLIS, 1982).

**Keywords:** Active learning; Theory of Conceptual Fields; Teaching Calculus, SOLO.

## 1. Introdução

O alto índice de reprovação, principalmente nas disciplinas iniciais de matemática, tais como Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear e Geometria Analítica, presentes em diversos cursos de graduação da área das Engenharias e Ciências Exatas é um problema presente na maioria das universidades brasileiras (MASOLA;

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Matemática Estatística e Física, e-mail: crgaribotti@furg.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Educação, e-mail: patricia.ignacio@furg.br

ALLEVATO, 2016). Dentre as principais causas pode-se citar (ibid.): dificuldades conceituais crônicas (manipulação algébrica, traçado de gráficos, conceito de função, produtos notáveis, resolução de equações); diferentes níveis de formação, habilidades e interesses dos alunos em cada turma; pouca concentração e motivação dos alunos; ausência de hábitos de estudos; a transição do ensino médio para o ensino superior; desconhecimento da relevância da matemática para restante do curso e de suas profissões futuras; despreparo dos professores; deficiências de leitura e escrita etc. Sendo assim, a busca e aplicação de novas e diversificadas metodologias, para promover o envolvimento emocional e cognitivo do aluno, torna-se uma alternativa e pode contribuir para os processos de ensino e aprendizagem das disciplinas de matemática no ensino universitário.

Segundo Vergnaud (1993, 2017b) o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre progressivamente, ao longo de um extenso período de tempo, por meio de experiência, maturidade e aprendizagem. Ele define campo conceitual como sendo “um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados” (VERGNAUD, 1983, apud MOREIRA, 2017). Como exemplos de campos conceituais, na matemática, podemos citar o campo conceitual das estruturas aditivas, multiplicativas e como é de interesse específico da pesquisa, o campo conceitual do Cálculo Diferencial.

Nas últimas décadas têm surgido diversas estratégias de ensino-aprendizagem, na tentativa de contornar essas dificuldades de sala de aula. Dentre estas podemos citar os métodos ativos de ensino (sala de aula invertida (BERGMAN; SAMS, 2016), ensino sob medida (NOVAK et al., 1999), instrução por colegas (MAZUR, 1997), nos quais o aluno se torna o protagonista e aprende de forma mais autônoma, com o apoio de tecnologias, tornando-se corresponsável pelo sucesso da aprendizagem.

Neste contexto, o objetivo geral do trabalho é de apresentar uma proposta, envolvendo metodologias ativas, para o ensino de conceitos do Cálculo Diferencial dirigidos a cursos superiores não voltados à formação de matemáticos, tendo como principal referencial teórico a Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gerard Vergnaud (1993, 2009), com o acompanhamento do processo de aprendizagem feito por meio da taxonomia SOLO.

## **2. Uma proposta do uso da Teoria dos Campos Conceituais para o ensino de cálculo**

A teoria dos campos conceituais (TCC) parte do pressuposto que o núcleo do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização do real (MOREIRA, 2002). Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do aprendiz, vai acontecendo ao longo de um extenso período de tempo, por meio da experiência, maturidade e aprendizagem (MOREIRA, 2017). Campo conceitual é

definido por Vergnaud como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados (VERGNAUD, 1993).

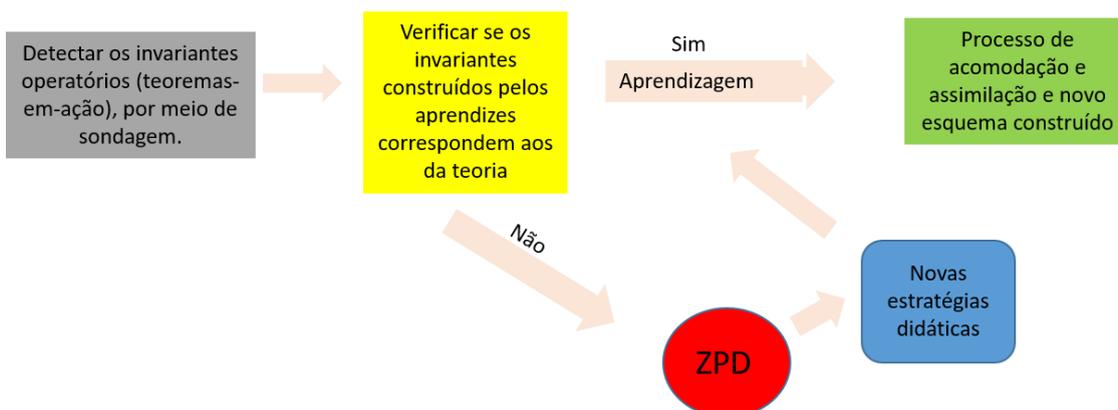
Para que os sujeitos da aprendizagem dominem um campo conceitual, novos problemas devem ser estudados ao longo de vários anos. As dificuldades conceituais são superadas na medida em que são encontradas e enfrentadas. Vergnaud (1993) defende a ideia de se trabalhar situações-problema para que o conhecimento matemático se torne significativo. Esse tipo de abordagem tem uma forte relação com a interação aluno-objeto, além de explorar em sala de aula situações espontâneas que poderiam ser entendidas no cotidiano.

Por meio do algoritmo abaixo, propomos uma estratégia da utilização da TCC aplicada a um campo conceitual genérico.

1. Detectar os invariantes operatórios construídos pelos estudantes por meio de sondagem.
2. Determinar os invariantes operatórios do campo conceitual a ser estudado (I) por meio de pesquisa.
3. Determinar quais são as situações que dão sentido a estes invariantes operatórios (S) e associar as representações (R) a esse conjunto de situações. Importante ressaltar que as representações e as situações estão atreladas horizontalmente. Elas coexistem.
4. Confrontar os estudantes com tais situações.
5. Verificar se os invariantes construídos pelos estudantes correspondem aos da teoria.
6. Se sim, um novo esquema foi construído, passar para o passo 7. Se não, propor novas situações e/ou estratégias didáticas para os estudantes e voltar ao passo 5.
7. Campo conceitual construído com sucesso.

A Figura 1 apresenta um mapa conceitual para a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, aplicada aos objetivos desta pesquisa.

Figura 1 - Mapa conceitual da teoria dos campos conceituais articulada com os objetivos desta pesquisa.



Desta forma, ao aprofundar seus conhecimentos sobre a teoria dos campos conceituais, o professor terá subsídios para elaborar e propor situações mais

diversificadas visando o desenvolvimento dos conceitos do campo conceitual do Cálculo Diferencial.

### **3. Métodos Ativos**

Acreditamos que uma das possíveis estratégias para se ter sucesso na construção de um campo conceitual nos moldes da TCC, passa pela mudança na dinâmica da sala de aula pelos seguintes motivos: o professor precisa de um feedback para auxiliar o acompanhamento da evolução dos esquemas dos estudantes; a interação social bem como a interação sujeito-situação deve estar presente nas atividades propostas - Vergnaud (2017a) considera essa interação essencial no processo de representação da realidade, que é parte da construção do conceito; precisa-se promover um ambiente que provoque no aluno a explicitação de proposições, que podem constituir-se em teoremas-em-ação e conceitos-em-ação; o professor necessita escolher e propor situações para provocar a desequilibração dos esquemas dos alunos.

Nas últimas décadas têm surgido diversas estratégias de ensino-aprendizagem, na tentativa de contornar dificuldades de sala de aula e que vêm ao encontro de abordar os motivos elencados anteriormente. Tais estratégias, nomeadas como métodos ativos de ensino, têm o potencial de despertar a curiosidade e promover a construção participativa do conhecimento, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos ainda não considerados nas aulas.

Os métodos ativos também (CENTER FOR TEACHING INOVATION, 2018?): reforçam materiais importantes, conceitos e habilidades; fornecem *feedback* mais frequente e imediato aos alunos e professores; abordam diferentes estilos de aprendizagens; proporcionam aos alunos a possibilidade de pensar, falar e processar o material do curso; criam conexões pessoais com o material para os alunos, o que aumenta sua motivação para aprender; promovem a autoestima através de conversas com outros estudantes; criam um senso de comunidade na sala de aula através do aumento da interação estudante-aluno e instrutor-aluno.

### **4. Taxonomia SOLO**

Na elaboração e correção das questões, tanto do App quanto dos testes, será utilizada a taxonomia SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome), proposta por Biggs e Collis (1982). A metodologia SOLO fornece uma maneira sistemática de descrever como o desempenho de um aluno cresce em complexidade ao dominar muitas tarefas (situações), especialmente o tipo de tarefas realizadas na escola. Segundo esses autores, os indivíduos aprendem um novo conhecimento, através de estágios ascendentes que envolvem estruturas cognitivas cada vez mais complexas. Em cada estágio há uma estrutura comum que representa níveis progressivos de complexidade. Os níveis de complexidade estabelecidos na teoria da taxonomia SOLO são: pré-estrutural, uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido.

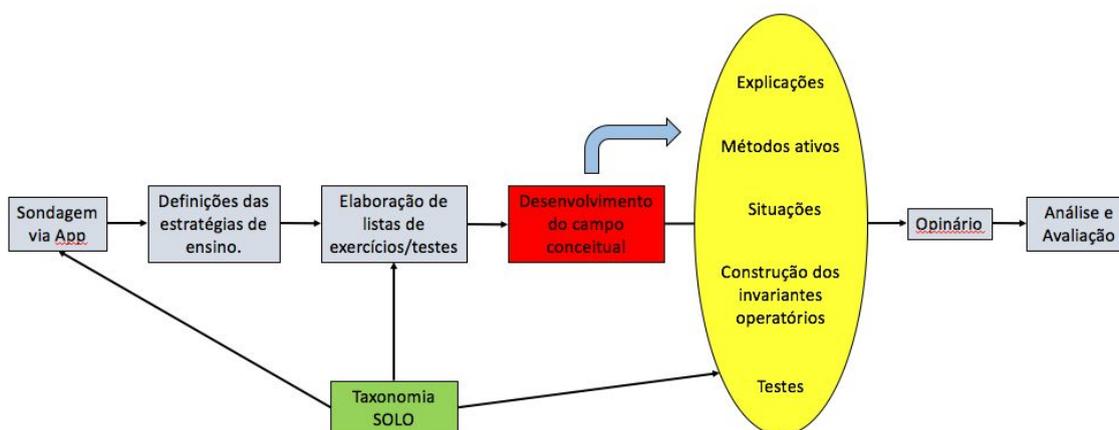
Para Biggs e Collis (1982), a taxonomia possibilita a avaliação de um conteúdo para identificar em termos gerais o nível em que o aluno está atualmente operando ao responder a tarefas educacionais. Em linguagem simples, a taxonomia SOLO consiste em quatro níveis: uma ideia, múltiplas ideias, relacionando as ideias e ampliando as ideias (BIGGS; COLLIS, 1982, p. 39). A SOLO é um meio de classificar os resultados do aprendizado em termos de sua complexidade, permitindo-nos avaliar o trabalho dos alunos em termos de sua qualidade, não de quanto disso e daquilo eles acertaram, bem como pela quantidade de informação processada, tendo como base as respostas dos alunos. Ao longo do desenvolvimento das tarefas, o enfoque não está nas respostas corretas ou erradas, mas sim na estrutura das respostas, que codificadas em categorias baseadas nos níveis SOLO, tornam possível inferir uma mudança ao longo do tempo.

### 5. Considerações Finais

Como produto desta pesquisa, pretende-se elaborar, em parceria com um profissional da área de Informática, um aplicativo para smartphones e desktops, que será utilizado para sondagem dos conhecimentos prévios, bem como um conjunto de atividades didáticas para aplicação de um método ativo no ensino de Cálculo. Tal aplicativo será de domínio público. Também pretende-se avançar a teoria dos campos conceituais no ensino de Cálculo, de maneira a verificar se os invariantes operatórios específicos de certa teoria, foram construídos eficazmente, sob o viés da taxonomia SOLO.

A Figura 2 a seguir mostra um mapa de como será executada a pesquisa.

Figura 2 - Visão geral da execução da pesquisa



### Referências

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida – uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BIGGS, J.B.; COLLIS, K.F. **Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy**. 1st. ed. New York: Academic Press Inc, 1982.

CENTER FOR TEACHING INOVATION. **Active Learning**. [2018?]. Disponível em <<https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/engaging-students/active-learning>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CURY, H. N. Pesquisas em análise de erros no ensino superior: retrospectiva e novos resultados. In: FROTA, M.C.R. E NASSER, L (Org.). **Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates**: Recife: SBEM, 2009. p.265.

LIMA, M. S.; SANTOS, J. V. C. **A teoria dos campos conceituais e o ensino de cálculo**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.1.] Prentice-Hall Inc., 1997.

MASOLA, W. D. J.; ALLEVATO, N. S. G. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na Educação Superior. **Rev. Brasileira de Ensino Superior**, v.2, n. 1, jan.-mar. 2016. p. 64-74.

MOREIRA, M. A. O Iceberg da conceitualização: Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área In: GROSSI, E. P. (Org.). **O que é aprender? O Iceberg da Contextualização**. Porto Alegre: GEEMPA, 2017. (Coleção Teoria dos Campos Conceituais).

NASSER, Lilian; SOUSA, Geneci A; TORRACA, Marcelo A. A. Aprendizagem de cálculo: Dificuldades e sugestões para a superação. XIV CIAEM-IACME, Tuxtla Gutierrez, 2015: **Anais...** México D.F.: CIAEM-IACME, 2015. p. 25-35.

NOVAK, Gregor M.; PATTERSON, Evelyn T.; GRAVIN, Andrew D.; WOLFGANG, Christian. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N.J. Prentice-Hall, 1999. 188p.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.) 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO, 1993. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n]. 1993. p. 1-26.

VERGNAUD, G. The Theory of Conceptual Fields. *Human Development*, v.52, 2009. p. 83-94.

VERGNAUD, G. A Didática é uma Provocação: Ela é um desafio. In: GROSSI, E. P. (Org.). **Piaget e Vygotsky em Gérard Vergnaud**. Porto Alegre: GEEMPA, 2017a.(Coleção Teoria dos Campos Conceituais).

VERGNAUD, G. O que é aprender? Por que a teoria dos campos conceituais? In: GROSSI, E. P. (Org.). **O que é aprender? O Iceberg da Contextualização**. Porto Alegre: GEEMPA, 2017b. (Coleção Teoria dos Campos Conceituais).

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.