

## EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE CÁLCULO PELA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

**Márcia Azevedo Campos** – azevedoxu@gmail.com  
Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR  
Rua Carlos Drumond de Andrade, 136  
45026-066 Vitória da Conquista – Bahia

**Resumo:** *Propor metodologias diferenciadas ao ensino nas Engenharias é pensar uma aprendizagem que permite ao aluno relacionar conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização, a partir de suas vivências e das suas representações do conhecimento. O estudo aqui relatado teve como objetivo discutir as etapas e resultados de uma situação de ensino sistematizada pelos princípios metodológicos da Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 1986), a saber, a ação, formulação, validação e institucionalização. Numa perspectiva interpretativista (SCHWANDT, 2006) de observações e interações a proposta de ensino foi aplicada a uma turma da de Cálculo Diferencial e Integral II, buscando relacionar o objeto matemático Cálculo com outros saberes e outras áreas de conhecimento, tendo como questão principal: Quais as possíveis relações da produção de blocos cerâmicos com as diversas áreas do conhecimento? Como resultados, na fase da institucionalização, foi possível estabelecer relações do problema com os contextos da educação, social, comercial e aplicação do cálculo. Os participantes expressaram sentimentos positivos de alegria, prazer e satisfação em ter discutido, estudado e aprendido sobre os aspectos destacados nas apresentações. O olhar diferenciado que passaram a ter para os contextos onde o Cálculo se faz presente e as relações deste com os outros componentes curriculares constitui a aprendizagem desejada.*

**Palavras-chave:** Engenharia. Situação didática. Aprendizagem. Contextualização.

### 1 INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos que vivenciamos no momento histórico atual imprimiram à nossa sociedade um novo olhar, o de cultura das informações e de busca por novos conhecimentos. O que implica diretamente sobre o currículo escolar, que necessita pensar meio de produzir um conhecimento que seja útil, permita compreender o mundo e agir criticamente sobre ele.

Promover um ensino pautado em resolução de situações problemáticas, significativas em diferentes contextos e que extrapolem os limites da sala de aula e dos componentes curriculares torna-se necessário no cenário atual. E possibilitar uma aprendizagem a partir das vivências do aluno, dos saberes que trazem consigo e que seja capaz de mudar as próprias representações do conhecimento é uma forma de inserir o aluno nesse mundo de contextos e situações desafiadoras. E nesse processo ensino aprendizagem o bom uso da linguagem é essencial nessa construção dinâmica do conhecimento.

E esse é um pensamento de uma professora com formação (mestrado e doutorado) em Educação Matemática e que atua no ensino de Cálculo nas Engenharias. Foi por muito tempo um discurso solitário, mas que foi tomando corpo e credibilidade. Desmitificar o Cálculo e dissociá-lo do cálculo pelo cálculo meramente é uma realidade. A partir do momento que tomei conhecimento da ABENGE e passei a acompanhar as suas ações me incluir nessas discussões e surgiu o interesse em compartilhar ações e buscar aprendizagens a partir das vivências compartilhadas pelos pares.

Cabe às instituições de ensino zelar pela qualidade do trabalho acadêmico, pelas relações estabelecidas com o saber acadêmico e os outros saberes. É preciso que estas busquem formar cidadãos críticos, engenheiros que pensam além dos canteiros e das plantas, numa Engenharia sustentável, acessível e a serviço de todos. E assim é que me insiro nessas discussões por uma “Educação inovadora para uma Engenharia sustentável” e compartilho as minhas vivências em sala de aula das engenharias.

Este texto traz relato de uma aula intencionalmente planejada para responder à questão inicial que moveu o estudo: é possível promover o ensino de Cálculo a partir de situações problemáticas trazidas do contexto da vida cotidiana?

É razoável supor que o aluno do curso superior já traz consigo experiências vivenciadas dentro e fora do ambiente formal de aprendizagem. Cabe então questionar: o aluno consegue estabelecer relação entre os saberes que trazem consigo e os saberes que lhes são apresentados no ambiente escolar? Direcionando estes questionamentos para um ambiente mais particular, a aula de Cálculo II, nos desafiamos a respondê-los.

Numa perspectiva interpretativista (SCHWANDT, 2006) objetivou-se entender o mundo das experiências vividas do ponto de vista daqueles que as vivenciam, compreender a produção real dos significados e conceitos usados pelos alunos para os objetos matemáticos que lhes são apresentados. Preparar uma interpretação é também construir uma leitura desses significados, é oferecer a construção do pesquisador a partir da construção dos atores em estudo (SCHWANDT, 2006).

O ensino de cálculo historicamente se encaixa num paradigma linear e cartesiano, que distancia o pensamento e a ação. Um fato recorrente e que vivenciamos frequentemente no nível de ensino é a forma como se dão as avaliações dos seus componentes curriculares. O conhecimento do aluno é quantificado através de testes e provas que em geral se reduzem ao registro escrito, suprimindo a dialogicidade enquanto elemento relevante e emancipatório na formação dos sujeitos e na construção de saberes de forma significativa (FREIRE, 2005).

Compartilho com Lins (2012) a ideia que a produção de significados é necessária para a produção de conhecimentos, e que “sempre que há produção de significado há produção de conhecimento e vice-versa” (p.28). À medida que o aluno produz significados ele legitima o conhecimento. E a produção de conhecimento é o princípio de toda atividade didática, tal como foram propostas as atividades aplicadas neste estudo.

A produção de significados é a capacidade de argumentação do aluno sobre um determinado conteúdo, é ultrapassar os limites da sala de aula, da escola, dos livros e, no caso do nosso objeto de estudo, expressar-se matematicamente sobre um determinado conteúdo, transitando pelos conhecimentos de diversas áreas, estabelecendo ligações, relações e conexões entre saberes e áreas do conhecimento.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (BRASIL, 1997) para os cursos de Graduação, visam proporcionar às Instituições de Ensino Superior (IES) um direcionamento para a implantação e a implementação dos Projetos Político-Pedagógicos (PPP), visto que a autonomia e os diferentes contextos dessas Instituições de Ensino Superior (IES) precisam ser preservados.

No entanto a contextualização do ensino e a interdisciplinaridade são considerados eixos organizadores da doutrina curricular pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996) que regem o ensino de forma geral.

Espera-se dessas IES que promovam uma educação contextualizada, ampla e que seja capaz de levar ao aluno a construir um conhecimento a partir dos inúmeros saberes que vivenciou, ou seja, dos contextos de produção científica, educacional e social desses indivíduos.

## 2 A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS E UMA AULA DE CÁLCULO

A Didática é uma “ciência da educação cujo propósito é o estudo de fenômenos de ensino e de aprendizagem” (ALMOULOU, 2017, p.14), mais especificamente, a Didática da Matemática é o estudo de situações que visam à aquisição de conhecimentos/saberes matemáticos pelos alunos. Cabe ao professor organizar um “conjunto de situações” para permitir uma aprendizagem, que deve “resultar de um processo de adaptação dos sujeitos às situações que o professor organizou” (ALMOULOU, 2018, p.15). E nesse contexto, este estudou pautou em situações de ensino contextualizadas e conexas com outras áreas do conhecimento aplicáveis em uma aula de Cálculo.

Cabe então aportar na Teoria das Situações Didáticas (TSD) (BROUSSEAU, 1986) como estratégia didática e teórica, a fim de problematizar a realidade vivida pelo aluno. Para Brousseau (1986) o aluno, o professor e o saber são “partes constitutivas de uma relação dinâmica e que leva em consideração as interações entre professor e alunos (elementos humanos), mediadas pelo saber (elemento não-humano), que determina a forma como tais relações irão se estabelecer” (apud ALMOULOU, 2007, p.32).

Para tanto firmou-se um contrato didático (BROUSSEAU, 1986) com os participantes estabelecendo a participação de cada um na atividade e estes foram questionados: Quais as possíveis relações da produção de Blocos Cerâmicos com as diversas áreas do conhecimento? Esse questionamento forneceu ao aluno a responsabilidade de resolver o problema, produzindo/descobrendo novos saberes. Este modelo propõe uma ruptura referente ao padrão e modelo de aula com papéis estanques, onde o professor é encarregado da didática e do ato de ensinar, esperando que o aluno aprenda passivamente o objeto de estudo exposto unilateralmente pelo docente. Justifica-se assim também o caráter interpretativista, pois o professor e alunos buscam juntos uma solução para o mesmo problema.

Brousseau (2008) chama de devolução, “ato pelo qual o professor faz com que o aluno aceite a responsabilidade de uma situação de aprendizagem (adidática) ou de um problema e o mesmo assume as consequências dessa transferência” (p. 91), como uma condição fundamental à aprendizagem. Feita a devolução, a situação proposta se converteu no problema do aluno.

As situações didáticas podem ser entendidas como um instrumento, ou objeto de ensino, que o professor utiliza para que os alunos, adaptando-se a este meio, adquiram um saber em constituição. E nas situações adidáticas o conhecimento se dá a partir de uma adequação, do equilíbrio e de respostas dadas pelo estudante a estímulos (e não obrigações didáticas) oferecidos pelo professor (ALMOULOU, 2007).

Num primeiro momento firmou-se um contrato didático com situações adidáticas. Brousseau (1986) desenvolveu uma tipologia de situações adidáticas, definidas por Almoulou (2007, p. 36) como dialéticas de:

- Ação: o aluno reflete e simula tentativas ao eleger um procedimento de resolução dentro de um esquema de adaptação;

- Formulação: ocorre troca de informação entre o aluno e o milieu, com a utilização de uma linguagem mais adequada;
- Validação: os alunos tentam convencer os interlocutores da veracidade das afirmações, utilizando uma linguagem matemática apropriada. Essas três primeiras situações caracterizam a situação adidática. E a última fase,
- A institucionalização dos saberes, destinada a estabelecer convenções sociais e a intenção do professor é revelada.

### **2.1 O contexto da aula estruturada pelos momentos didáticos previstos pela TSD**

Trata-se de uma sequência de aulas, e sua análise qualitativa, realizada em uma turma do segundo semestre do curso de Engenharia Civil da Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR, em Vitória da Conquista-BA. Os participantes foram alunos matriculados no componente curricular Cálculo Integral e Diferencial II, no semestre letivo 2016.1. Estes (sem revelar os objetivos da atividade, mas tendo-os em mente) foram convidados a participarem de uma atividade para estabelecer relações entre os conteúdos de cálculo e os diferentes contextos onde poderiam coexistir.

Esta atividade foi prevista no Projeto de Iniciação Científica (IC) e aprovado no Conselho de Ética da Faculdade. Visava analisar as implicações pedagógicas desse princípio metodológico capaz de trazer os contextos de vivências dos alunos para os contextos de aprendizagem num ambiente de ensino superior.

A proposta compreende momentos didáticos e justifica-se pelo princípio da TSD em que cada conhecimento ou saber pode ser determinado por uma situação entendida no contexto como uma ação entre duas ou mais pessoas, no caso professora e alunos. Essa fase constitui o que Brousseau chama de devolução, onde foi transferido aos alunos a responsabilidade pela situação de aprendizagem.

A temática surgiu no contexto da própria sala de aula, quando discutíamos sobre a Semana Interdisciplinar das Engenharias que estava acontecendo na Faculdade e envolvia quatro componentes: Cálculo Integral e Diferencial, Álgebra Linear, Física e Ciências do Ambiente. Uma das atividades do evento foi a Palestra Painéis de Concreto que discutia sobre essas alternativas sustentáveis para a construção civil.

As discussões em sala, empiricamente, nos deram informações que alimentaram a proposta. Alunos relataram que as construções mais antigas eram de tijolos e que na região existem várias fábricas desse artefato, inclusive as mais rudimentares olarias, produtoras de tijolos cerâmicos artesanais. E então os questioneei (devolutiva): Quais as possíveis relações da produção de blocos cerâmicos com as diversas áreas do conhecimento?

Nesse primeiro momento a intenção (implícita) enquanto professora era direcionar a discussão para as outras áreas do conhecimento, até chegar ao cálculo de áreas, volumes, densidades, massa dos variados tipos de blocos.

O segundo momento didático foi dedicado à veiculação um vídeo<sup>1</sup>, como motivação inicial e gerador de uma discussão semiestruturada, já que tinha intenção sobre a atividade, que mostrava a fabricação de tijolos. Nesta troca, os alunos foram solicitados a estabelecer relações e conexões entre estas áreas de conhecimento e as Fábricas de Blocos e/ou Tijolos da região de Vitória da Conquista, quanto aos aspectos:

- Sustentabilidade e Impactos Ambientais;

<sup>1</sup> Vídeo da série Segredo das Coisas disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=9QIMqFgICCs> e exibido em sala no dia 24/05/16

- Normas Técnicas, CIPA (Prevenção de Acidentes), Certificados de Padronização (ISO);
- Geração de Emprego e Renda, Responsabilidade Social;
- Marketing e Comercialização;
- Cálculo.

O objetivo era que os alunos visitassem empresas da região, observassem, pesquisassem e discutisse esses tópicos dentro do contexto das empresas pesquisadas<sup>2</sup> da região, com exceção do último grupo que ficou responsável por apresentar uma modelação de Cálculo a partir dos blocos e suas medidas. Nesse momento todos os grupos deveriam se integrar a este último, para solucionarem problemas de áreas e volumes pelo Cálculo Integral e Diferencial e a partir da modelação apresentada.

De acordo com a tipologia da TSD, os momentos ficam assim descritos:

- Situação adidática de Ação: pode ser identificada no momento em que os participantes, juntos, opinaram, tomaram decisões conjuntas, colocando seus saberes em prática para solucionar o problema. É quando surge o conhecimento não formulado matematicamente, no caso o cálculo de áreas e volume dos blocos, que só foi possível evocar porque os alunos já conheciam o Cálculo Integral, saberes já institucionalizados. A partir de então levantaram hipóteses, discutiram nos grupos como solucionar o problema proposto e quais as ações necessárias.

Uma situação de ação é definida como aquela que favorece a criação de modelos implícitos que depois serão utilizados para desenvolvimento de uma teoria (BROUSSEAU, 1986). Enquanto professora, manteve a postura observadora com os saberes em suspensão, intervindo apenas no controle da situação.

- Situação adidática de Formulação: neste momento os alunos, trabalhando em grupos, buscaram e registraram seus resultados, trocaram informações e socializaram quais foram as ferramentas utilizadas para alcançar os resultados e então socializaram. Cada grupo explicitou oralmente as suas interações com o problema e as suas descobertas.

- Situação adidática de validação: se deu a partir do momento em que os alunos expuseram suas descobertas, argumentando e produzindo justificações para contestar ou aceitar proposições na intenção de validá-las, onde já consideravam o saber como verdadeiro. Freitas (2012) coloca que situações de validação estão relacionadas ao plano da racionalidade e diretamente voltadas para o problema da verdade.

- Situação de institucionalização: neste momento as intenções didáticas foram reveladas aos alunos, dando um fechamento ao problema gerador, mostrando-lhes as reais intenções didáticas de promover a construção coletiva do conhecimento.

A institucionalização é justificada pelo contrato didático pré-estabelecido. Pode-se verificar a necessidade de mudanças e adaptações no contrato didático, o que não houve.

No momento final as discussões foram retomadas e os conceitos pretendidos expostos. Discutiui-se as diversas funções, além da técnica profissional do engenheiro civil, como a social, política, cultural, dentre outras, que extrapolam os limites e contextos do trabalho do engenheiro, das técnicas e dos Cálculos Estruturais que são utilizados para a execução de seus projetos.

---

<sup>2</sup> As empresas foram contactadas e após o aceite assinaram o termo de consentimento (TCLE) que se encontra sob guarda dos pesquisadores da IC/FAINOR/2016.

### 3 ANALISANDO A AULA E AS PRODUÇÕES

Foi devolvida aos alunos a reponsabilidade pela construção desse conhecimento contextualizado quando provocados que impusessem um olhar multicultural e multidisciplinar para o processo de produção de blocos cerâmicos. Implementado um contrato didático, traçamos metas e observações foram necessárias para verificar o surgimento de aspectos teóricos que objetivava institucionalizar para esses alunos.

Houve interação entre os participantes e destes com a professora, mediados pelos saberes constituídos na situação de ensino, estabelecendo uma estrutura fundamental minimal para que a aprendizagem ocorresse. Este é um papel fundamental do professor nessa relação didática: iniciar o aluno no novo saber científico, que Brousseau (1986) postula como possível de viabilizar através de situações de ensino propícias.

Foi idealizada uma situação adidática, onde os objetivos não eram explícitos e nem revelados aos alunos, mas existiam no propósito de proporcionar condições favoráveis para a apropriação de novos saberes, contextualizados e consistentes epistemologicamente. Os momentos descritos pela TSD, a saber, ação, formulação, validação e institucionalização e os descrevemos tal como aconteceram forma delimitados no processo e descritos.

A avaliação da proposta de ensino pelos alunos foi positiva. Os grupos destacaram em suas apresentações aspectos formulados em cada uma das áreas previstas. Estes saberes foram validados e institucionalizados nas seguintes categorias:

**Educação:** destacaram critérios de inclusão social, digital e o fornecimento de cursos de capacitação e de educação básica ofertado aos funcionários das empresas pesquisadas, e algumas parcerias com órgãos de serviços ligados à capacitação profissional;

**Social:** destacaram critérios de responsabilidade social, sustentabilidade, impactos ambientais e renovação de matéria prima, certificados de padronização, CIPA – Comissões de Segurança Interna;

**Comercial:** destacaram critérios de custos de produção, preços de venda, lucro, transporte e logística, marketing, aspectos contábeis de receita, lucro e custo e as suas equações (funções polinomiais como modelo de funções econômicas). Discutiram também a viabilidade entre os diversos tipos de blocos nas construções em comparação com a placa cimentícia, que foi apresentada na palestra citada como motivação inicial dessa proposta;

**Aplicação do Cálculo:** os alunos trouxeram diversos tipos de blocos, mediram suas dimensões e realizaram cálculo de áreas, volumes, estabelecendo relações matéria prima/quantidade produzida e área construída/quantidade de blocos, utilizado o Cálculo Integral e Diferencial e as experiências e os saberes que já possuíam.

### 4 CONSIDERAÇÕES

A TSD propõe que se leve os alunos a buscar por si mesmos as soluções e, dessa forma, cheguem aos conhecimentos necessários para isso. E assim aconteceu com a situação de ensino aqui discutida, que proporcionou aos alunos vivenciarem o significado de transferência de responsabilidade pela aprendizagem, diante de uma abordagem contextualizada de estabelecimento de relações e conexões entre saberes.

Os alunos expressaram sentimentos positivos em ter discutido os aspectos destacados nas apresentações, pois, por meio de um olhar diferenciado, foi possível enxergar diferentes contextos onde o Cálculo pode se fazer presente e as relações deste com os outros componentes curriculares. Ainda sob o olhar dos alunos, o trabalho os aproximou mais da Matemática,

principalmente para aqueles que apresentavam dificuldade, pois estreitou distâncias entre o mundo acadêmico e o mundo real, em que trabalham, agem e interagem, o mundo multicultural.

A aprendizagem adquirida sobre o conteúdo de Cálculo Integral e Diferencial ocorreu de forma espontânea e prazerosa e mostrando a validade da proposta metodológica adotada, em relatos proferidos no momento final em que realizamos uma avaliação da atividade proposta.

No entanto, percebeu-se que a percepção dos sujeitos sobre a abordagem contextualizada no ensino se revelou incipiente, não se distanciando da literatura, mas traduzindo uma atuação reduzida sobre diferentes contextos. A abordagem ainda foi pouco compartimentada, carecendo de um eixo, epistemológico ou atitudinal, que faça essa interligação entre contextos diferentes numa mesma situação de ensino. Mas esse é um primeiro passo, e assim caminha a educação, em busca de metodologias que torne o conhecimento cada vez mais próximo e significativo para os sujeitos.

Nesse cenário de mudanças e de novas propostas metodológicas, surgem discussões e olhares diferenciados sobre essa diversidade de práticas. Construir e explicitar o projeto pedagógico de cada curso é uma tarefa necessária à efetivação de um processo de formação profissional com um espaço maior de discussão do mundo como um todo. E a elaboração e aplicação dessa proposta de ensino não pode prescindir da percepção crítica da função social das IES e do compromisso político e ético na construção e socialização dos conhecimentos nas várias situações do contexto do ensino superior.

#### ***Agradecimentos***

Agradecemos à FAINOR – Faculdade Independente do Nordeste pelo apoio na veiculação da IC que originou este artigo e pelo apoio financeiro para participar deste COBENGE.

#### **REFERÊNCIAS**

ALMOULOUD, Saddo. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Curitiba: Editora da UFPR, 2007.

\_\_\_\_\_. Fundamentos norteadores das teorias da Educação Matemática: perspectivas e diversidade. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.13 (27), Set. p.05-35, 2017.

ARTIGUE, Michelle. Engenharia Didática. In: BRUN, J. (org.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p. 193-217.

BRASIL. Ministério da Educação. **Conselho Nacional de Educação**. Brasília: MEC/CNE, 1997.

BROUSSEAU, Guy. **Theory of Didactical Situation in Mathematics**. Londres: Kluwer, 1986.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao estudo das situações didáticas**: Conteúdos e métodos de ensino. Tradução de Camila Borgéa. São Paulo: Ática, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, José Luis. Teoria das Situações Didáticas. In: MACHADO, S. D. A. **Educação Matemática: uma nova introdução**. Série Trilhas, São Paulo: EDUC, 2012.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. In: **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, 2011, p. 35-50.

LINS, R. C. **Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história**. (Org.) Claudia Laus Angelo [et al.]. São Paulo: Midiograf, 2012.

SCHWANDT, T. A. Três posturas epistemológicas para a investigação qualitativa: interpretativismo, hermenêutica e construcionismo social. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. cap. 6, Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 169-192.

## EDUCATION IN ENGINEERING: A PROPOSAL FOR TEACHING CALCULATION BY THEORY OF DIDACTIC SITUATIONS

**Abstract:** *To propose differentiated methodologies to teaching in Engineering is to think of a learning that allows the student to relate school contents to different contexts of their production, appropriation and use, based on their experiences and their representations of knowledge. The purpose of this study was to discuss the stages and results of a teaching situation systematized by the methodological principles of Theory of Didactic Situations (BROUSSEAU, 1986), namely, action, formulation, validation and institutionalization. In an interpretative (SCHWANDT, 2006) perspective of observations and interactions the teaching proposal was applied to a class of Differential and Integral Calculus II, seeking to relate the mathematical object Calculus with other knowledge and other areas of knowledge, having as main question: Which the possible relations of the production of ceramic blocks with the different areas of knowledge? As a result, in the institutionalization phase, it was possible to establish relations of the problem with the contexts of education, social, commercial and application of the calculation. Participants expressed positive feelings of joy, pleasure and satisfaction at having discussed, studied and learned about the highlights in the presentations. The differentiated look that they have to the contexts where the Calculus is made present and the relations of this with the other curricular components constitutes the desired learning.*

**Key-words:** *Engineering. Didactic situation. Learning. Contextualization.*