

PERSPECTIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO EM UM CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

PERSPECTIVES IN THE CALCULUS TEACHING IN A ENVIRONMENTAL ENGINEERING COURSE

Autores:

¹ **Adriana Richit**

Doutora em Educação Matemática – UNESP, Rio Claro, SP. Pós doutora em Educação Matemática pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Professora, Classe E, nível Associado, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Erechim, RS, Brasil. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFFS. Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias – GEP@T

² **Luciane Ferreira Mocrosky**

Doutora em Educação Matemática – UNESP, Rio Claro, SP. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Curitiba, PR, Brasil. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e em Matemática da UTFPR.

Contato do autor principal:
adrianarichit@gmail.com

PERSPECTIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO EM UM CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

PERSPECTIVES IN THE CALCULUS TEACHING IN A ENVIRONMENTAL ENGINEERING COURSE

¹Adriana Richit; ²Luciane Ferreira Mocrosky

Resumo

O artigo analisa as perspectivas relativas ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral em um curso de Engenharia Ambiental e o modo como estas abordagens permeiam a formação acadêmica e profissional dos estudantes do referido Curso. Para tanto analisamos as diretrizes curriculares de um Curso de Engenharia Ambiental de uma universidade pública federal, situada na região Sul do Brasil, aplicamos questionários a estudantes que cursavam Cálculo Diferencial e Integral I, assim como examinamos situações-problema exploradas em Cálculo I. A pesquisa, desenvolvida na perspectiva qualitativa e interpretativa, evidenciou, por um lado, que as diretrizes curriculares do Curso sugerem a articulação entre as diferentes componentes curriculares do Curso e atividades de ensino, pesquisa e extensão, embora este documento não explicita como esta articulação pode ser concretizada em termos pedagógicos. Por outro, na visão dos estudantes, o Cálculo é fundamental na sua formação, visto que possibilita projetar, modificar, solucionar problemas e melhorar a organização do meio, concretizando-se por meio de duas perspectivas: o desenvolvimento de conceitos e ferramentas do Cálculo e na aplicação destes conceitos em situações específicas da área, conforme evidenciado nas situações-problema analisadas. Além disso, as análises mostram que há desafios a serem superados na organização dos currículos dos cursos de engenharia e nas práticas de sala de aula para que o Cálculo, assim como outras componentes curriculares, seja entendido como uma importante dimensão da formação profissional desses estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo. Engenharia Ambiental. Educação Matemática. Educação em Engenharia.

Abstract

The paper analyses the perspectives about Integral and Differential Calculus' teaching in an Environmental Engineering Course and the way these approaches pervade professional and academic education of these students. Our analyses has focused on the curricular guidelines of an Environmental Engineering Course from a federal public university in the south of Brazil, the dates constituted through questionnaires answered by students who followed Calculus I, as well as the analysis about a problem explored in the Calculus I course. The research was developed in a qualitative and interpretative perspective and showed that Engineering Course' curricular guidelines has proposed to articulate extension and research, teaching activities different, however this document doesn't explicit how this coordination may be realized pedagogically. By the other hand, in the student's perspective the Calculus discipline is very important to their professional education because it has the potential to project, modify and solve problems, as well as improve the environmental organization performed by two perspectives: calculus' tools and concepts development, as well as application of these concepts on specifics problems from engineering (as show the analyzed problem). Furthermore our analyze shows that there are many challenges to be overcome in the engineering courses curricular programs' organization and classroom practices in order to Calculus and other curricular components might are assumed as a dimension important of the professional education of these students.

Key words: Teaching of Calculus. Environmental Engineering. Mathematics Education. Engineering Education.

INTRODUÇÃO

Há no âmbito da educação matemática brasileira uma frente de pesquisas que se ocupa com investigações acerca do papel da matemática na formação específica de profissionais de

diferentes áreas. Dentre essas, as pesquisas que se dedicam a investigar o modo como o Cálculo Diferencial e Integral¹ perpassa a formação de profissionais de distintas áreas têm se disseminado, constituindo uma tendência nesse campo científico. Isso se deve ao fato da “Educação Matemática se constituir num campo de pesquisa que tem por objeto de investigação a atividade matemática nos diversos setores da sociedade, em especial aquela que acontece no ambiente escolar” (IGLIORI, 2009, p.12).

A partir de tais estudos, desenvolvidos sob perspectivas teóricas e metodológicas distintas, novas diretrizes e orientações curriculares têm sido apontadas. Com o objetivo de deflagrar novos modos de pensar e promover a prática pedagógica no contexto das diferentes graduações, as novas orientações intencionam estabelecer consonância entre a formação preterida e a efetuada, de modo a sintonizar-se com as mudanças da contemporaneidade e, portanto, contribuir na formação destes profissionais.

De acordo com Richit et al. (2012), no Brasil houve uma disseminação das pesquisas que têm se ocupado em investigar o papel do Cálculo na formação profissional na área das engenharias, nas subáreas da matemática como matemática aplicada e computacional e, também, no campo científico da educação matemática. Estudos desenvolvidos por Mocrosky e Alves (2011), Sousa (2011), Los Santos (2009), Frota (2009; 2007), Nasser (2009), Igliori (2009), Bizelli (2003) e Bassanezzi (2002), se inserem nesse último. O interesse por esse campo de investigação, conforme Igliori (2009), deve-se, sobretudo, a necessidade de compreender os fatores associados ao insucesso dos estudantes nos cursos que têm o Cálculo como um dos componentes curriculares prioritários.

Além disso, a importância do Cálculo na formação para a prática profissional nessa área é ressaltada tanto entre engenheiros, quanto na comunidade científica da educação em engenharia, devido às muitas aplicações de conceitos desse componente curricular na resolução de problemas de engenharia. Vieses deste trabalho prendem-se à possibilidade de se prever e fazer estimativas sobre fenômenos ambientais e sociais diversos, examinar impactos das intervenções humanas sobre o meio ambiente e na reorganização dos espaços.

No tocante ao ambiente educacional, estas preocupações não ficam à margem, considerando que na graduação, torna-se latente a necessidade de compreendermos os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos, dadas as dificuldades manifestadas por muitos estudantes nessas disciplinas (FROTA, 2009), que acabam por afetar a formação profissional e acadêmica dos estudantes destes cursos.

¹ Por conveniência e visando evitar repetições, usaremos apenas a denominação Cálculo, para nos referirmos a Cálculo Diferencial e Integral.

Em face dos resultados de alguns desses estudos constata-se que se faz necessário compreender, em diferentes contextos e momentos histórico-culturais, os processos que caracterizam a importância do Cálculo na formação desses profissionais. Nessa perspectiva, no presente texto buscamos lançar luz sobre a organização e realização de cursos na área de engenharia, bem como a compreensão de estudantes sobre a formação que estão participando. Tomamos por contexto de estudo o Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, olhando para a estrutura curricular do curso, para a produção matemática de estudantes e suas concepções sobre o papel do Cálculo na sua formação profissional, manifestadas por meio de questionários a eles dirigidos. A escolha por este contexto prende-se ao fato da referida Universidade apresentar uma estrutura curricular diferente, constituída de três domínios (*comum* – agregando componentes curriculares relativos a formação geral do estudante; *conexo* – constituído de componentes que caracterizam determinadas áreas profissionais, como por exemplo as engenharias de uma maneira geral; e *específico* – composto unicamente pelas componentes próprias de um determinado campo, como neste caso a engenharia ambiental), aspecto esse que pode mobilizar abordagens de sala de aula diferenciadas.

Para tanto, inicialmente esclarecemos aspectos de pesquisa desenvolvida no contexto dos cursos de engenharia, tendo por solo de sustentação a educação matemática, por esta nos colocar no caminho da reflexão e da produção de conhecimento para a educação de profissionais na contemporaneidade. Na sequência apresentamos a análise do Projeto Pedagógico de Curso (PPC), destacando a presença do Cálculo no plano de formação profissional do engenheiro ambiental. Avançamos ao ouvirmos alunos do referido Curso sobre compreensões que foram se fazendo durante a disciplina de Cálculo I, quando olhada no horizonte da formação do engenheiro ambiental. Propusemos, assim, atividades que nos permitiram compreender o entendimento dos alunos sobre conceitos básicos da disciplina. Tais atividades, dentre as quais uma é apresentada neste texto, foram posteriormente rediscutidas em contextos de interlocução entre professor e estudantes,

Partindo dos dados produzidos nas interlocuções entre professor e estudantes, encontramos sustentação para explicitar o modo como o Cálculo permeia a formação acadêmica e profissional dos estudantes do referido Curso e, para além, sobre modos de pensar e promover o ensino desse componente curricular em cursos de engenharia.

O que estudos sobre o ensino de Cálculo em cursos de engenharia evidenciam?

A importância do Cálculo na formação de engenheiros é, à partida, inquestionável.

Entretanto, os modos como esta disciplina perpassa o planejamento curricular e as práticas formativas ao longo do curso têm suscitado preocupação entre docentes que fazem da sua prática profissional um campo de pesquisa.

Este aspecto tem se feito notar pelo crescente interesse em torno desse tema, haja vista as publicações em eventos científicos que ocorrem no âmbito da educação e da educação matemática. Sobre o primeiro, vêm com força os trabalhos publicados no Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia (COBENGE), bem como aqueles divulgados na Revista Ensino de Engenharia, editada pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE). Com relação ao segundo fórum de discussão, destacam-se o Encontro Nacional de Educação matemática (ENEM) e o Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), no âmbito dos quais essa temática tem assumido relevância. Esta centralidade corporifica-se, para além do crescente número de trabalhos sobre este tema apresentadas em tais fóruns, mediante a consolidação de um eixo temático específico no âmbito destes eventos.

Pode-se dizer, grosso modo, que a expansão das pesquisas sobre esse tema tem como elemento propulsor principal o alto índice de reprovação em Cálculo no início do curso, isto em, em Cálculo I e Cálculo II. Conforme Rehfeld et al. (2012), Mocrosky e Alves (2011), Los Santos (2009) e Frota (2007), a aprendizagem de Cálculo tem se constituído em ponto nevrálgico para a progressão e/ou permanência de estudantes nos cursos de engenharia, face aos altos índices de reprovação e as dificuldades de aprendizagem. Segundo Andrade e Mello (1996) e Bassanezzi (2002), há diversos fatores associados a essa caótica realidade, entre eles a tensão existente entre a ênfase teórica e a aplicação descontextualizada dos conceitos de Cálculo. Essa tensão evidencia, sobretudo, a necessidade de se discutir sobre o modo como a matemática e o pensamento matemático, presente nas disciplinas de Cálculo, perpassam a formação desses profissionais.

Sobre isso Mocrosky e Alves (2011) afirmam que reflexões sobre a prática de sala de aula nesse curso e as discussões entre docentes da área, sinalizam que a compreensão dos professores sobre a profundidade e a amplitude da teorização de cada conteúdo desse componente curricular são diversas, evidenciando-se o confronto entre o “rigor” e a “relevância” (SHÖN, 2000). Polariza-se, assim, o modo como deve ser ensinado um conteúdo previamente estabelecido para as engenharias e o que deve conter nos currículos desses cursos relativamente ao Cálculo.

Mocrosky e Alves (2011) acrescentam que os resultados de estudos apontam, de maneira geral, que não há um consenso entre os professores sobre o enfoque e a profundidade das disciplinas de Cálculo nos cursos de engenharia. Em face disso o ensino tem se apoiado,

predominantemente, naquilo que constituiu a formação de cada docente e não na importância que este componente assume em cada curso em consonância com a especificidade da área de formação. Ainda, segundo essas autoras, em Cálculo I essa diversidade aparece com mais intensidade, legitimando-se mediante os resultados provenientes do acompanhamento realizado em turmas de cálculo na universidade onde as referidas autoras trabalham. Dessa experiência constata-se que o aluno que não logrou êxito na disciplina, ao refazer o percurso com outro docente, muitas vezes não reconhece o conteúdo como sendo daquela unidade curricular cursada recentemente. Isso também pode ser visto nos estudos de Sousa (2011), Iglioni (2009) e Frota (2007), que ao trazerem a visão dos docentes e discentes sobre a importância deste componente curricular na formação de engenheiros, revelam que os aspectos pedagógicos do ensino de Cálculo têm relação com os altos índices de reprovação.

Estudos que procuram explicitar as interconexões do Cálculo com outras disciplinas dos cursos de engenharia, entre eles Los Santos (2009) e Bizelli (2003), têm apontado diferentes perspectivas. Em alguns casos o Cálculo é entendido com recurso para resolver problemas específicos da área da engenharia, em outros configura-se como uma aplicação da matemática nessa área, em outros ainda é visto como parte fundamental da formação desse profissional, dissociando-se das demais disciplinas. Assim, entendemos que o significado dos conhecimentos compreendidos pelo Cálculo nos cursos de engenharia pressupõe que essas disciplinas sejam trabalhadas de maneira ampla, contemplando as suas articulações com as demais disciplinas do curso, o modo como é desenvolvida.

Nesta direção, pesquisadores do campo científico da educação matemática – tais como Skovsmose (2007), Bizelli (2003) e D’Ambrosio (1997), têm buscado compreender o modo como a matemática curricular perpassa a formação dos estudantes na educação básica e superior. Buscam, ainda, minimizar os reflexos negativos que essa matemática possa trazer à vida das pessoas, sinalizando contextos de aprendizagem e estratégias para promover o seu ensino. Esses autores ressaltam que não é possível organizar a matemática de maneira a contemplar, concomitantemente, os objetivos das diversas áreas, mas que diferentes modos de tratar a matemática desempenham papéis distintos na formação profissional em todas as áreas.

Bizelli (2003), por exemplo, investigou aspectos relativos à matemática, entendida como disciplina em serviço, na formação dos químicos contemporâneos, buscando subsídios para uma possível reestruturação curricular das disciplinas da matemática nos cursos superiores de química. Além disso, analisou as reformas curriculares dos cursos de química, destacando o fato de que os resultados das pesquisas não têm sido considerados na reorganização dos currículos da graduação, sobretudo no curso de química.

Los Santos (2009), por sua vez, analisou a articulação entre as disciplinas de formação básica nos cursos de engenharia por meio do Cálculo, enfatizando a importância de se promover abordagens que se constituam em experiências integrativas na formação desses profissionais. Segundo essa autora, tais abordagens propiciam ao estudante adquirir conhecimentos científicos e de Cálculo, bem como o desenvolvimento da criatividade, a capacidade de resolução de problemas em sua formação específica.

Por essas considerações, perguntamo-nos, o que se anuncia em projetos que visam formar engenheiros? Essa interrogação levou-nos a olhar contextos específicos, que nesse estudo se revela pelo prescrito na Engenharia Ambiental, curso recentemente criado no Brasil.

O Curso de Engenharia Ambiental e suas Ramificações no Âmbito Nacional

O curso de Engenharia Ambiental foi criado no final do século vinte mediante a necessidade de um controle sobre os processos de ocupação e exploração desordenada dos espaços naturais e exploração das reservas naturais. Nesta perspectiva, a profissão de engenheiro ambiental tem se mostrado atraente no cenário global e, sobretudo, no cenário nacional, devido à necessidade de preservação da biodiversidade e das reservas naturais.

No Brasil, o curso de Engenharia Ambiental foi criado em 1991 na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Campus de Canoas (RS), mediante a aprovação da Resolução Consun/ULBRA n.º 45, de 31 de outubro de 1991, subsidiada pelo Parecer n.º 1.031, de 6 de dezembro de 1989. Contudo, a abertura do primeiro curso deu-se na Universidade Federal do Tocantins (UFT), em 9 de março de 1992. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP) existem, atualmente, mais de 110 cursos de Engenharia Ambiental devidamente regulamentados. Dentre esses novos cursos está o Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal da Fronteira Sul, criado em 2009 concomitante a implantação da própria instituição. A primeira turma do curso iniciou suas atividades no segundo semestre de 2010.

A Engenharia Ambiental é um curso da área das Ciências Exatas e Tecnológicas, voltado a formar profissionais técnicos e pesquisadores na área ambiental. O curso teve o seu desenvolvimento a partir das Engenharias Civil e Sanitária, sendo reconhecido através da Portaria n.º 1.693, de 5 de dezembro de 1994.

A regulamentação da profissão de engenheiro ambiental ocorreu oito anos após a criação do primeiro curso por meio da publicação da Resolução n.º 447, de 22 de setembro de 2000, que dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais. De acordo com esse documento, compete ao engenheiro ambiental o desempenho

das atividades² descritas no art. 1.º da Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973, referentes à administração, gestão e ordenamento ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais, seus serviços afins e correlatos (BRASIL, 2000).

O curso de Engenharia Ambiental da UFFS foi concebido de forma inovadora na medida em que sua organização pedagógica contempla, “além das atividades de extensão e de pesquisa, um currículo organizado em torno de um domínio comum, domínio conexo e domínio específico”. O curso propõe-se a graduar engenheiros com uma formação interdisciplinar vocacionada para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias de controle de poluição sustentável e saneamento básico (UFFS-PPC, 2010)³.

Essa organização curricular [...] tem por objetivo assegurar que todos os estudantes recebam uma formação ao mesmo tempo cidadã, interdisciplinar e profissional, possibilitando otimizar a gestão da oferta de disciplinas pelo corpo docente e, como consequência, ampliar as oportunidades de acesso à comunidade (UFFS-PPC, 2010 e UFFS-PDI, 2009⁴).

Além disso, o Curso mantém um forte liame com o Plano de Desenvolvimento Institucional da Universidade (UFFS-PDI, 2009), uma vez que ao comprometer-se com a formação de cidadãos preocupados com as questões ambientais – temáticas fundamentais para o desenvolvimento humano e social – assume, em determinada medida, a missão da UFFS no sentido de promover a redução das desigualdades sociais, a emancipação humana, a ética, o respeito à pluralidade e, em especial, um novo sentido de Universidade preocupada em devolver à sociedade que lhe legitimou uma nova esperança de um futuro em um mundo melhor (UFFS-PPC, 2010). É nesse contexto social e formativo que desenvolvemos a pesquisa⁵ que embasa as compreensões apresentadas neste texto.

METODOLOGIA

As análises que consubstanciam as compreensões apresentadas no presente artigo foram conduzidas na perspectiva qualitativa de pesquisa, conforme entendimento apresentado em

² As atividades são: Estudo, planejamento, projeto e especificação; Estudo de viabilidade técnico-econômica; Assistência, assessoria e consultoria; Direção de obra e serviço técnico; Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico; Desempenho de cargo e função técnica; Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão; Elaboração de orçamento; Padronização, mensuração e controle de qualidade; Execução de obra e serviço técnico; Fiscalização de obra e serviço técnico; Produção técnica e especializada; Condução de trabalho técnico; Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção; Execução de instalação, montagem e reparo; Operação e manutenção de equipamento e instalação; Execução de desenho técnico.

³ Projeto Pedagógico de Curso da Engenharia Ambiental, elaborado por docentes da UFFS no ano de 2010. Os PPCs dos diversos cursos da UFFS, entre eles o de Engenharia Ambiental, estão passando por um processo de reestruturação, de maneira que sua estrutura e seus programas curriculares estão sendo modificados.

⁴ Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI) da Universidade Federal da Fronteira Sul, elaborado em 2009, mediante a criação da universidade.

⁵ Pesquisa desenvolvida com o apoio da Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul – FAPERGS.

Denzin e Lincoln (2000, p.03), para os quais a pesquisa qualitativa consiste em

uma atividade estabelecida que situa o observador no mundo. Ela consiste de um conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível. Estas práticas transformam o mundo. Elas traduzem o mundo em uma sucessão de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e memorandos de interesse próprio. Neste nível, pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa e naturalística do mundo. Isto significa que pesquisadores qualitativos estudam coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido ou interpretar o fenômeno em termos do significado que as pessoas atribuem a eles.

O processo de constituição de dados acerca das perspectivas associadas aos ensino de Cálculo no Curso de Engenharia Ambiental da UFFS e o modo como este componente curricular participa na formação profissional dos estudantes, baseou-se na análise da estrutura curricular do Curso, buscando compreender o modo como o Cálculo se entrelaça aos demais componentes curriculares e outras atividades do referido Curso e como perpassa a formação desse profissional. Além disso, envolveu a aplicação de questionário e realização de entrevista semiestruturada com alguns estudantes, técnica essa que evita que o pesquisador induza o pesquisado a fornecer respostas, muitas vezes, desejadas (ALVES-MAZZOTTI, 2002), por meio dos quais buscamos apreender o modo como concebem a participação do Cálculo na sua formação acadêmica e profissional. Do mesmo modo, analisamos as ementas das disciplinas de Cálculo do Curso, buscando compreender como essas fomentam e se articulam à formação profissional do engenheiro ambiental.

Por fim, analisamos atividades de Cálculo (situações-problema) elaboradas por estudantes na disciplina de Cálculo I e compiladas pelas pesquisadoras, na qual abordaram conceitos elementares deste componente curricular, tais como funções, limites e derivadas. Ou seja, solicitamos aos estudantes que buscassem em seus possíveis contextos de trabalho, exemplos onde conceitos de Cálculo estivessem presentes e que formulassem problemas para serem trabalhados em sala de aula. Por meio dessa atividade buscamos incentivá-los, conforme preconiza Frota (2009), a elaborar estratégias de resolução de situações-problema específicas de sua área e o estudo de conceitos de Cálculo subjacentes a estes problemas.

Para nossas análises solicitamos aos estudantes que, após a elaboração da situação-problema, fizessem o registro da solução, das estratégias de solução e as conclusões. Em outras palavras, não propomos a elaboração de questões-desafio, mas, sim, pelo estilo, pelo encaminhamento dado pelos alunos, eles foram desafiados pelas pesquisadoras a revelar os conceitos de Cálculo que apareceram no contexto do problema formulado, explicitando os significados atribuídos aos mesmos. As conjecturas, analogias e conclusões manifestadas pelos estudantes evidenciam, numa dimensão pedagógica, o modo como o currículo do curso está estruturado, aspecto esse discutido na seção subsequente.

Estrutura Curricular do Curso: horizontes previstos nas suas diretrizes

Ao procedermos a uma leitura do Projeto Pedagógico de Curso de Engenharia Ambiental da UFFS, nos deparamos com algumas orientações acerca do modo como a estrutura curricular precisa integrar os diferentes componentes curriculares na formação profissional do engenheiro ambiental. O referido documento preconiza, no item *Referenciais Metodológicos Orientadores*, que a UFFS “precisa traduzir os desafios de seu tempo, revisar o que está posto e ter a coragem da utopia por um mundo melhor, considerando, no entanto que o ponto de partida deste processo é a concretude do mundo presente” (UFFS-PPC, 2010, p.25). Complementando, o documento estabelece que a concepção de currículo, subjacente a estrutura do Curso, precisa traduzir-se nos projetos de ensino, nas atividades de extensão e nos temas de pesquisa, tendo esses compromissos por princípio basilar. Além disso, essa concepção curricular precisa respeitar a pluralidade de discursos e práticas pedagógicas e, a partir de amplos diálogos, adotar entendimentos comuns, tais como

o reconhecimento do valor da disciplinaridade (como fato historicamente comprovado); concomitantemente ao novo paradigma da interdisciplinaridade, através do qual se reconhece que o conhecimento de um campo do saber nunca é suficiente para compreender a realidade em toda a sua complexidade. Sendo ainda que esses dois conceitos estão sob o arcabouço do conceito maior, transdisciplinaridade, em que se reconhece a necessidade de um pensamento sistêmico organizador de caráter amplo (UFFS-PPC, 2010, p.26).

De acordo com esse documento [PPC do Curso], a articulação entre os componentes curriculares mostra-se importante e necessária, uma vez que parte do pressuposto que a compreensão da realidade não se dá apenas sob o escopo de um campo do conhecimento, mas sim, faz-se necessário fomentar a articulação entre as distintas áreas compreendidas pelo programa do Curso.

No que diz respeito à formação do profissional almejada e promovida no referido Curso, esse documento postula que a formação acadêmica promovida deve primar pelo desenvolvimento de conhecimentos teórico-práticos que respondam às necessidades contemporâneas inerentes ao meio ambiente e à geração de energia a partir de fontes renováveis. Ao mesmo tempo, tal formação sustenta-se em uma concepção de ciência que entende o conhecimento como uma construção social, constituído a partir de diferentes fontes e que valoriza a pluralidade dos saberes, as práticas locais e regionais (UFFS-PPC, 2010).

Baseado nesta concepção, o Curso prima por uma sólida formação nas ciências básicas (física, matemática e química), uma visão focada e específica no que se refere às tecnologias de prevenção e controle de poluição, uma visão ampla de caráter técnico-gerencial nas áreas de

energias renováveis e uma consistente formação humanística (UFFS-PPC, 2010).

Por fim, o Curso, a partir desse projeto pedagógico, busca articular ensino, pesquisa e extensão, bem como contemplar os princípios de disciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Tais conceitos devem ser entendidos como integradores das disciplinas de diferentes campos do conhecimento que perpassam a formação desse profissional. Essa compreensão da realidade que se pretende desenvolver no âmbito do Curso volta-se tanto para o exercício da cidadania quanto para o mundo do trabalho, em um processo permanente de qualificação dos currículos, de modo a incorporar, nas diferentes possibilidades de formação (como disciplinas obrigatórias, eletivas, atividades complementares), os desafios impostos pelas mudanças sociais e pelos avanços científicos e tecnológicos (UFFS-PPC, 2010).

A análise acerca da estrutura curricular possibilitou-nos identificar alguns aspectos relacionados ao modo como as disciplinas são concebidas no âmbito do referido curso, bem como sobre o modo como essa concepção atravessa a abordagem promovida em cada componente curricular e na formação do estudante.

Primeiramente destacamos que embora a estrutura curricular do curso sustente-se em três grandes domínios (específico, conexo e comum), de maneira geral o documento não explicita o modo como as componentes curriculares, abarcadas por esses domínios, articulam-se entre si. Ou seja, não é possível definir, a partir da análise das ementas dos componentes curriculares do Curso, se há integração entre as mesmas.

Sobre isso Felder (2006) apud Nasser (2009) argumenta que nas “últimas décadas, o ensino da engenharia foi fortemente direcionado para aprendizes intuitivos, verbais, dedutivos, reflexivos e sequenciais. No entanto, poucos alunos da engenharia encaixam-se em todas essas cinco categorias”. Esse aspecto evidencia-se tanto nos altos índices de fracasso nesses cursos, quanto nas deficiências relativas às práticas no âmbito dos mesmos.

Analisando as ementas das disciplinas de Cálculo (Cálculo I, II, III e IV) do Curso verificamos que os objetivos do Cálculo I e II referem-se à introdução das principais ferramentas do Cálculo Diferencial e Integral, abordando aplicações no âmbito geral e específico do curso, bem como a aquisição de conhecimentos técnicos importantes para a formação do profissional dessa área. Já os objetivos do Cálculo III e IV estão relacionados à instrumentação do estudante e, também, o desenvolvimento do raciocínio lógico e abstrato, para utilizar os conhecimentos básicos do Cálculo na resolução de problemas situados em diferentes campos do conhecimento e, sobretudo, presentes na profissão.

Verifica-se, assim, que as disciplinas de Cálculo estão, ao menos no âmbito desse documento, articuladas entre si, de maneira que os dois primeiros (Cálculo I e II) priorizam a

formação básica do Cálculo, e os dois últimos (Cálculo III e IV) promovem a aplicação e ampliação dos conceitos previamente estudados. Contudo, pela análise das ementas e objetivos dos demais componentes curriculares (tronco comum, conexo e específico), não é possível assegurar se há articulação, na perspectiva da inter e transdisciplinaridade, entre as mesmas, conforme previsto no PPC do Curso. Em síntese, não há como predizer se as disciplinas de Cálculo estão integradas às demais disciplinas, bem como se as abordagens promovidas no âmbito das mesmas contemplam, de alguma maneira, essa integração, tal como propõe Los Santos (2009) e Bazzo e Pereira (2000).

Nesta perspectiva, consideramos que essa discussão não se encerra aqui, visto que outras reflexões precisam ser desencadeadas, contemplando as orientações curriculares nacionais para os cursos de graduação, estudos sobre os planos de trabalho individuais dos docentes, das abordagens de sala de aula e dos entendimentos dos professores sobre a formação profissional do engenheiro ambiental. Além disso, ressaltamos a necessidade de novos e diferenciados estudos sobre as compreensões dos estudantes sobre o papel de diversificados componentes curriculares na sua formação profissional em engenharia.

Neste sentido, uma análise sobre as compreensões dos estudantes acerca do modo como o Cálculo atravessa a sua formação acadêmica e profissional torna-se relevante, uma vez que pode apontar as perspectivas pelas quais esta componente tem sido abordada no âmbito do referido Curso.

Compreensões dos Estudantes sobre o Papel do Cálculo na sua Formação

A análise sobre o material empírico constituído mediante a aplicação dos questionários e a realização de entrevistas com alguns estudantes evidenciam duas importantes perspectivas associadas ao ensino de Cálculo no referido Curso: ênfase no desenvolvimento dos conceitos básicos e das ferramentas de Cálculo e, também, abordagem voltada a aplicação destes conceitos em situações específicas deste campo profissional. Além disso, os depoimentos coletados evidenciam, em sua totalidade, que o Cálculo é fundamental para a formação do engenheiro. Os depoimentos a seguir, obtidos em face do questionamento “Você considera que o Cálculo contribui para sua formação profissional como engenheiro ambiental?”, ilustram esse aspecto.

Com certeza. Acredito que [o Cálculo] seja toda a base de uma engenharia, pois é a partir dele que aprendemos a fazer cálculos, projetos, solucionar problemas (Estudante A, julho de 2017).

Sim, pois o Cálculo nos ajuda, como engenheiros, a projetar, a modificar, melhorando o que está ao nosso redor (Estudante D, julho de 2017).

Sim, formando um profissional da melhor forma para que possa desempenhar seu papel com exatidão (Estudante E, julho de 2017).

Sim, porque é uma disciplina importante no curso e porque vai nos ajudar a desempenhar a nossa profissão em qualquer atividade que a gente vai ter de realizar. Porque mesmo que a gente tenha instrumentos para nos ajudar, precisamos dominar o cálculo e entender as relações entre aquilo que estamos calculando (Estudante F, julho de 2017).

O depoimentos evidenciam, primeiramente, que os estudantes atribuem ao Cálculo uma faceta fortemente aplicada, de maneira que esta componente torna-se essencial ao exercício da profissão. Porém, ao enfatizar esta perspectiva aplicada ao contexto de atuação profissional, os estudantes ainda não tem clareza acerca do modo como o Cálculo permeará sua futura profissão. Vislumbram, de maneira incipiente, a presença-participação do Cálculo na prática profissional, entretanto, não os compreendem presentes na profissão, o que revela uma dicotomia entre aprendizagem acadêmica e formação profissional. A esse respeito Iglioni (2009, p.11) comenta que no ensino superior a matemática cumpre papel na “formação específica das necessidades curriculares de um determinado curso, podendo, por isso, se visto de forma apenas coadjuvante. Há certamente, outros fatores a serem mencionados [...]”.

A referida autora complementa, ainda, que na educação básica a matemática, assim como as demais disciplinas, compõe um conjunto de saberes que devem ser aprendidos pelos estudantes, enquanto que no ensino superior os saberes precisam ser “compartilhados entre professores e estudantes ‘sujeitos que estudam’ e, portanto responsabilizados pelo sucesso da aprendizagem” (IGLIORI, 2009, p.11). E esta perspectiva, entretanto, não é evidenciada pelos estudantes do Cálculo I no referido Curso.

Em síntese, os estudantes não compreendem a participação do Cálculo, concretizado na utilização dos seus diversos conceitos na resolução de problemas presentes na Engenharia Ambiental e, sobretudo, na sua formação profissional. Nota-se, ainda, que as questões como sustentabilidade, preservação de recursos naturais e do meio ambiente, utilização consciente e planejada das fontes de energias renováveis, desenvolvimento de tecnologias limpas, entre outros, não se fazem presentes nos depoimentos dos estudantes.

Esse aspecto evidencia que, em geral, as disciplinas básicas da formação do engenheiro são trabalhadas de maneira isolada do contexto específico do curso, o que leva os estudantes a não visualizarem esses conhecimentos em sua prática profissional futura ou em situações-problema específicas desse campo do conhecimento. Gomes e Lopes (2005, p.08), comentam que no âmbito dos cursos de engenharia, as disciplinas de Cálculo, em termos epistemológicos, são abordadas no contexto de práticas predominantemente cartesianas, isto é, “as disciplinas desempenham individualmente um papel predominante, sobrepondo seus objetivos aos do

curso”.

Diante disso, consideramos que a articulação interdisciplinar, prevista no PPC do Curso, deveria ser concretizada na prática pedagógica nos diferentes componentes curriculares, balizadas pela especificidade do Curso, isto é, contemplando problemas envolvendo engenharia ambiental. O depoimento a seguir ilustra esse aspecto.

As disciplinas fundamentais (Cálculo, Química e Física), além de trabalhadas em sala de aula (método tradicional), que é importante e necessário, deveriam ser trabalhadas como ferramentas mais próximas daquelas que vamos encontrar em nossa vida profissional (Estudante B, julho de 2017).

Ao inquirirmos os estudantes sobre a articulação do Cálculo, incluindo conceitos e conteúdos, às demais disciplinas do Curso, verificamos que em todos os depoimentos a Física é destacada. Isto é, de acordo com os depoimentos coletados, o ensino da Física no âmbito desse curso articula-se forte e continuamente às noções de limites, derivadas e integrais, estudadas em Cálculo I. Essa articulação é decorrente da abordagem adotada pelo docente de Física do Curso analisado.

Em Física a gente tem estudado muitas situações que são da Engenharia Ambiental e isso é importante porque aí a gente percebe a aplicação real desses conteúdos que são trabalhados em sala de aula (Estudante G, julho de 2017).

O professor de Física sempre relaciona os conteúdos da matéria dele com as coisas que aprendermos aqui em Cálculo I e faz a gente perceber que até mesmo as equações da física são derivadas umas das outras (Estudante H, julho de 2017).

Portanto, embora de maneira esporádica, os estudantes têm experienciado atividades que relacionam conceitos de ferramentas operatórias entre Cálculo I e Física, contudo isso é insuficiente para concretizar a perspectiva da interdisciplinaridade ou a articulação entre as diferentes componentes curriculares do Curso. O que predomina, segundo a visão dos estudantes, é a abordagem do Cálculo fechado em si, ou seja, com ênfase ao desenvolvimento do conteúdo, dos conceitos e das ferramentas do Cálculo, exceto por algumas iniciativas, conforme destacado nos depoimentos.

Mediante essas constatações compreendemos que embora a articulação entre os diferentes componentes curriculares dos cursos de engenharia ainda constitua-se em desafio, tanto em nível curricular quanto de prática de sala de aula, essa articulação precisa ser perseguida e priorizada. E, ainda, se tal articulação não é viável no contexto das práticas disciplinares do curso, há que se promover ambientes – seja por meio de projetos de ensino, pesquisa e/ou extensão, cujas dinâmicas de aprendizagem constituam-se em situações integradoras, ou seja, contextos integradores de conhecimentos e práticas em favor de uma formação acadêmica atrelada à profissional – para que esta perspectiva seja concretizada.

Um contexto para a explicitação do Cálculo na Engenharia Ambiental

Balizadas pelo discurso discente sobre os significados da aprendizagem de Cálculo em sua vida acadêmica e profissional, entendemos a ênfase necessária na aprendizagem de conceitos. Isso porque compreendemos que para os estudantes entenderem um conceito e sua aplicabilidade, o ensino desse não pode se reduzir ao treinamento de técnicas das operações que envolvem esta área. Nesse sentido, buscamos compreender de que maneira os estudantes percebem conceitos fundamentais de Cálculo em atividades profissionais cotidianas do engenheiro ambiental. Para tanto, analisamos atividades desenvolvidas em Cálculo I. O recorte seguinte apresenta uma situação-problema, produzida por um grupo de estudantes, na qual buscavam identificar conceitos de Cálculo explicitados na solução de um problema envolvendo crescimento populacional de uma espécie de aves em um contexto específico.

Situação-Problema – Funções elementares aplicadas à engenharia ambiental

Um grupo de engenheiros ambientais realizou um estudo com o objetivo de analisar a reprodução de uma certa espécie de aves que habitam regiões polares de vegetação tundra. Por se tratar de uma região extremamente fria, foi encontrada uma variação de temperatura entre -1°C e -10°C . Após uma estimativa média foi elaborada a equação $f(t) = 4 - 1/t$, onde t é a temperatura e $f(t)$ responde a quantidade de filhotes gerados naquela temperatura t .

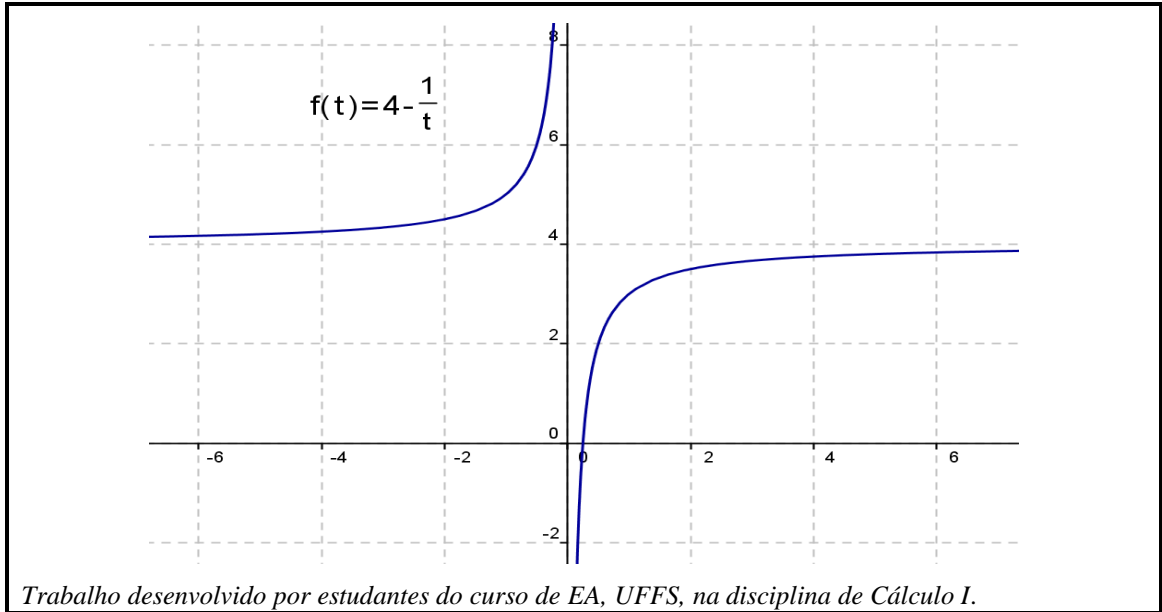
Temperatura (t)	Filhotes (média)
-10°C	4,1
-8°C	4,12
-6°C	4,16
-5°C	4,2
-4°C	4,25
-2°C	4,5
-1°C	5

Trabalho⁶ desenvolvido por estudantes do curso de EA, UFFS, na disciplina de Cálculo I.

Ao propormos uma reflexão acerca do problema elaborado, o grupo evidenciou, inicialmente, que o crescimento populacional da espécie de aves em questão é dada pela função $f(t) = 4 - 1/t$. Em busca de significados atribuídos pelos estudantes sobre o problema elaborado, perguntamos pelo que essa função quer dizer. De pronto a equipe A, proponente da atividade, se dispôs a mostrar suas compreensões a partir da representação gráfica da função, a qual realizaram utilizando o software GeoGebra.

Representação gráfica do problema “Funções elementares aplicadas na engenharia ambiental”

⁶ O trabalho, realizado em grupos, consistia em elaborar situações-problema na área de Engenharia Ambiental focando conteúdos da disciplina de Cálculo I. Por meio desse, buscamos entender como os estudantes concretizam noções de Cálculo na prática cotidiana do engenheiro ambiental.



Os estudantes, em um contexto de interlocução acerca do problema proposto, explicitaram que o gráfico gerado simula o crescimento populacional da espécie de aves citada no problema. Primeiramente destacam que no intervalo de temperatura considerado no problema $[-10^{\circ}\text{C}, -1^{\circ}\text{C}]$ a reprodução desta espécie varia de quatro para cinco filhotes. Afirmaram, também, que compreendem que próximo de zero, mas somente à esquerda, o crescimento é muito grande, tende ao infinito.

Diante do exposto pelos estudantes e interessadas em compreender a constatação de que próximo de zero, pela esquerda, o crescimento da população de aves dessa espécie é muito grande, voltamos a enfatizar a pergunta:

P: O significado solicita olhar o contexto do problema selecionado por vocês?

Diante do silêncio desencadeado em face do questionamento apresentado, retomamos a pergunta, dando ênfase ao contexto do problema:

P: Como fica a reprodução da espécie neste contexto em temperaturas próximas de zero?

Equipe A: A reprodução da espécie quando a temperatura estiver próxima de zero, pela esquerda, diz que o número de filhotes da espécie será muito grande.

Ao notarmos que o grupo estava com um pouco de dúvida em relação a essa conclusão, insistimos para que argumentassem sobre o que poderia ser concluído sobre o problema para temperaturas próximas de zero, pela esquerda.

P: Quão grande será?

Equipe A: Ora profe, o gráfico mostra infinito. Quer dizer que a quantidade de filhotes será muito grande

Tornamos a perguntar:

P: Olhando para o gráfico e para o problema que tem uma proposta de algo a ser observado, conforme exposto, a reprodução dessa espécie tende ao infinito?

Equipe A: Se olharmos ao gráfico sim, mas não faz muito sentido isso! Se olharmos o problema, humm, não sei! Parece que isso não é possível!

Depois de alguns momentos de reflexão e discussão, os componentes da equipe assim se pronunciaram:

Equipe A: Profe. O problema diz que a temperatura da região varia de -10 a -1 graus, é muito frio e o experimento é para esse intervalo. Se esquentar muito, se a temperatura for positiva, será que é assim que essa ave se reproduzirá? Não sabemos! Podemos falar só do que foi observado pelos pesquisadores. Não é ?!

No contexto das discussões deflagradas acerca do problema, os estudantes concluíram:

[...] Hum, olhar o gráfico é muito bom, mas estamos acostumados a olhar o todo. Jogamos a função no software e daí dizemos que ela é tudo. Esquecemos de que há um problema. No nosso caso era para ver o comportamento entre -1 e -10. Aí sim podemos dizer que quando a temperatura vai chegando próximo de -10 a reprodução vai chegando bem perto de 4. Quando é -1, dá exato o 5. Ah, mas, olhando o gráfico dá pra ver o que a gente estudou: na vizinhança de -1, a reprodução fica na vizinhança de 5 e na vizinhança de -10, aí chega cada vez mais próximo de 4. Ah, dá pra generalizar, né?!

P: E se tivéssemos que apresentar esse resultado em linguagem matemática? Vocês podem mostrar isso?

Com essa interrogação retomamos o conteúdo de limite, intervalos de crescimento/ crescimento e existência de funções, funções contínuas e descontínuas, assíntotas e seus significados no contexto do problema enunciado pelos alunos. Em outras palavras, retomamos a questão assinalando o fato do gráfico, quando o limite tende ao infinito positivo, representar um crescimento populacional infinitamente grande e perguntamos se isto é possível. Imediatamente responderam que não, pois há outros fatores que interferem no crescimento populacional de qualquer espécie e que neste caso nos interessa o intervalo $[-10, -1]$, que é quando esta espécie apresenta maior crescimento.

Em seguida questionamos sobre a representação gráfica obtida para o intervalo $[0, +\infty]$, interrogando-os se isto faz sentido no contexto do problema. Argumentaram que do ponto de vista do Cálculo apenas, por se tratar de uma função descontínua, faz sentido, pois envolve a noção de limite à direita. Contudo, no problema apresentado não porque não haverá crescimento populacional nesta espécie em temperaturas positivas, de maneira que provavelmente a espécie seria levada a extinção. Ou seja, nesta situação-problema, no intervalo a direita de zero a função não está definida e, portanto, esta parte da curva não deveria ser representada. Esta conclusão levou-os a repensar a representação obtida no GeoGebra, porque constataram que é preciso definir os intervalos da função de maneira a representar apenas as curvas correspondentes ao

intervalo em que esta função está definida.

Por fim, ao serem questionados sobre o modo como avaliam o que produziram, tanto em enunciado como em conhecimento sobre Cálculo, os alunos afirmaram que com a atividade em todas as suas etapas puderam entender como a matemática, no caso o conceito de limite, é utilizada na prática profissional do engenheiro. Afirmaram, ainda, que por meio dessa atividade puderam “pensar em situações que fazem parte da profissão do engenheiro ambiental e, também, identificar, formular e resolver problemas da, utilizando conhecimentos e ferramentas aprendidas nas aulas de Cálculo” (*Grupo A*, julho de 2017).

Os aspectos destacados pelo Grupo A corroboram as considerações explicitadas em Rodrigues (2008, p.133), o qual preconiza que a abordagem do Cálculo nos cursos de Engenharia Ambiental é fundamental “para que sejam estudados vários fenômenos da natureza, nas mais diferentes áreas de aplicação”. Esse autor acrescenta que

a enorme complexidade dos sistemas ecológicos tem sido uma grande barreira para a compreensão e o gerenciamento dos problemas ambientais. Nesse sentido, a modelagem matemática é uma valiosa ferramenta devido a sua capacidade de organizar as informações disponíveis sobre estes sistemas e fazer previsões ao seu respeito, para diferentes condições (RODRIGUES, 2008, p.32).

No contexto da discussão coletiva sobre o problema, muitos estudantes acrescentaram que é difícil para eles imaginarem situações-problema em que conceitos de Cálculo se fazem presentes. Essa dificuldade, segundo os alunos, deve-se ao fato de ainda estarem no início do curso (cursam o 2.º semestre) e à abordagem conteudista predominante na disciplina. Esse aspecto evidencia, também, que os estudantes desconhecem as orientações curriculares do PPC do curso, uma vez que esse documento preconiza a formação básica do futuro profissional.

Acrescentaram que, ao longo do desenvolvimento do trabalho “buscaram explicar, de forma clara a análise do desenvolvimento e os resultados das atividades propostas, verificando deste modo o conhecimento do grupo a partir das soluções encontradas para cada tarefa” (*Grupo C*, julho de 2017).

Por fim, podemos concluir que alguns aspectos mostram-se latentes no que diz respeito ao ensino e aprendizagem de Cálculo no Curso focado neste estudo. Primeiramente, o ensino de Cálculo é conduzido, predominantemente, de maneira desconexa das disciplinas específicas do curso, isso é, sem considerar o contexto de atuação desse profissional, corroborando as inferências de Gomes e Lopes (2005). Entretanto, pela estrutura do Curso e pela proposta de organização da própria Universidade, que prioriza uma formação geral e também específica, há possibilidade de se promover abordagens articulando conceitos e conteúdos de diferentes componentes curriculares.

Segundo, que a aprendizagem de conceitos de Cálculo é deficiente, no sentido que os alunos não conseguem vislumbrar, concretamente, a presença do Cálculo da sua formação e prática profissional. Diante destas constatações consideramos que mudanças se fazem necessárias, tanto em termos de estrutura curricular quanto de abordagem pedagógica de sala de aula. A esse respeito Frota (2007, p.64) argumenta “em defesa de uma maior diversidade de práticas educacionais nas aulas de matemática no ensino superior”, tendo em vista o resultado de pesquisa que desenvolveu e que revelou que pessoas diferentes compreendem de modos diferentes, ao que ela chamou de estilos de aprendizagem.

Em síntese, considerando esse cenário entendemos que a abordagem do Cálculo nos cursos de engenharia precisa ao menos intencionar abranger esses modos diferentes de aprender, na medida em que sejam promovidas práticas diversificadas e articuladas aos objetivos do curso. Assim, ressaltamos a possibilidade de se promover disciplinas integradoras, desde o início do curso, a partir das quais, as abordagens inter e transdisciplinares podem se concretizar.

CONSIDERAÇÕES

Mediante a análise realizada compreendemos que o Cálculo na formação do engenheiro ambiental assume, no âmbito do PPC do Curso, diferentes papéis. Porém, para os estudantes, a dimensão que se sobressai diz respeito à resolução de problemas específicos da área, desenvolvimento de projetos e modificação do meio. Isto é, a dimensão tecno-prática. Além disso, verificamos que os estudantes ainda não vislumbram, de maneira concreta, a presença do Cálculo na sua formação profissional, sobretudo no que diz respeito às questões ambientais: uso planejado e consciente de fontes de energias renováveis e não renováveis, a ocupação planejada do meio, preservação do meio ambiente, desenvolvimento de tecnologias limpas e energia sustentável, entre outros.

Essas compreensões sinalizam duas perspectivas para os processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Cálculo no âmbito do Curso, as quais envolvem o desenvolvimento de conceitos e das ferramentas do Cálculo e a aplicação desses em situações específicas da profissão. Entretanto, a articulação destes conceitos às vivências profissionais do engenheiro ambiental ainda não é clara para os estudantes de Cálculo I, aspecto esse que prende-se, sobretudo, ao fato de estarem no início do Curso.

Relativamente as perspectivas evidenciadas no contexto da análise do programa curricular do Curso, dos dados constituídos por meio dos questionários e pela análise sobre atividades promovidas em Cálculo I, destacamos que a abordagem predominante centra-se

no desenvolvimento dos conceitos de das ferramentas do Cálculo, sobretudo no início do Curso, o que dificulta aos alunos destas fases vislumbrarem a presença destes conceitos na atuação profissional do engenheiro ambiental. Entretanto, algumas iniciativas pontuais no contexto de alguns componentes curriculares e, tem contemplado a articulação entre conceitos de conteúdos de diferentes componentes. Além disso, a organização curricular da Universidade, estrutura nos domínios comum, conexo e específico, tem contribuído para a formação acadêmica e profissional dos estudantes, numa perspectiva mais ampla, consciente e interventiva, na medida em que apoia-se em componentes curriculares comprometidos com estes aspectos.

Por fim, relativamente as mudanças que se fazem necessárias em termos da proposta curricular do Curso e das práticas de sala de aula, ressaltamos a necessidade de articulação entre as distintas componentes curriculares, de modo que os estudantes possam vivenciar estes conceitos em diferentes situações da prática cotidiana. Quanto às abordagens de sala sugere-se o desenvolvimento de projetos de ensino, extensão e pesquisa, por meio dos quais a articulação entre os campos do conhecimento abarcados na formação do estudante da Engenharia Ambiental seja priorizada, os quais possam constituir-se em contextos integradores de conhecimentos e práticas formativas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial aos estudantes que contribuíram com nosso estudo, respondendo aos questionários e desenvolvendo as atividades solicitadas.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A.J. O método nas Ciências Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. p.108-203.

ANDRADE, E. P.; MELLO, J.M.C. Repensando o conhecimento do engenheiro. *Revista de Ensino de Engenharia*, ABENGE. v.16, 1996, p.41-46.

BASSANEZI, R.C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V. *Introdução à engenharia*. 6.ed. Florianópolis: UFSC, 2000.

BICUDO, M.A.V.; MOCROSKY, L.F.; BAUMANN, A.P.P. Análise qualitativo-fenomenológica de projeto pedagógico. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa qualitativa*

segundo a visão fenomenológica. São Paulo: Cortez, 2011, p. 121-150.

BIZELLI, M.H.S.S. *A Matemática na formação do químico contemporâneo*. 2003. 208 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRASIL. *Parecer 447*, de 22 de setembro de 2000. Brasília: Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2000.

D'AMBROSIO, U. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athena, 1997.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. The Discipline and Practice of Qualitative Research. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. *Handbook of Qualitative Research*. 2nd ed. London: Sage, 2000, p.01-28.

FROTA, M.C.R. Estilos de aprendizagem matemática e autocontrole do processo de aprendizagem. In: FROTA, M.C.R.; NASSER, L. *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates*. Recife: SBEM, 2009. p.59-80.

FROTA, M.C.R. Teoria e prática na aprendizagem de cálculo. *Bolema*. Rio Claro (SP), Ano 20, n.º 28, 2007, p. 21-38.

GOMES, G.H.; LOPES, C.M.C. Cálculo Zero: uma experiência pedagógica com calouros nos cursos de engenharia. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 33., Campina Grande, *Anais...*, 2005.

IGLIORI, S.B.C. Considerações sobre o ensino do cálculo e um estudo sobre os números reais. In: FROTA, M.C.R.; NASSER, L. *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates*. Recife: SBEM, 2009. p.11-26.

LOS SANTOS, J.V. *Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo cálculo diferencial e integral*. 2009. 202 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

MOCROSKY, L.; ALVES, A.C. O Cálculo na formação do engenheiro mecânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 39., Blumenau, *Anais...*, 2011.

NASSER, L. Uma pesquisa sobre o desempenho de alunos de cálculo no traçado de gráficos. In: FROTA, M.C.R.; NASSER, L. *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates*. Recife: SBEM, 2009. p.43-58.

REHFELDT, M.J.; NICOLINI, C.A.H.; QUARTIERI, M.T; GIONGO, I.M. Investigando os conhecimentos prévios dos alunos de cálculo do Centro Universitário UNIVATES. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 31, n. 1, p. 24-30, 2012.

RIC HIT, Adriana; POPIOLSKI, A.S.; TORTELLI, L.; MOCROSKY, L.F. o Cálculo Diferencial e Integral na Formação do Engenheiro Ambiental. EVENTO INTERNACIONAL MATECOMPU – MATECOMPU, 2., Matanzas, Cuba. *Anais...*, 2012, p.01-15.

RODRIGUES, H. O. Importância das equações diferenciais para o estudo das questões

ambientais. Recife, 2008. Disponível em:
<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp065098.pdf>>. Acesso em:
15.ago.2018.

SCHÖN, D. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: ArMed, 2000.

SKOVSMOSE, O. *Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. São Paulo: Cortez, 2007.

SOUSA, G.M.C. Reprovação nas disciplinas básicas: uma reflexão dos aspectos pedagógicos na perspectiva dos docentes e discentes aprovados. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 39., Blumenau. *Anais...*, 2011.

Submetido em: 15.05.2018

Aceito em: 22.06.2018

Publicado em: 30.08.2018