

PRÁTICAS DE ENSINO E PESQUISA INTERDISCIPLINAR DE INICIAÇÃO MATEMÁTICA EM ENGENHARIA

Paulo Hargreaves - paulo.hargreaves@gmail.com

Universidade Santa Úrsula – Curso de Engenharia

Rua Fernando Ferrari 75, Botafogo

CEP 22.231-040 - Rio de Janeiro – RJ

Tarcisio Padilha Jr. - tarcisiopadilhajunior@yahoo.com.br

Edisio Alves de Aguiar Junior – edisio_junior@yahoo.com.br

***Resumo:** Ensino de matemática nivelando conhecimento na iniciação de Cálculo demanda novos processos pedagógicos de transferência de conhecimento contextualizados na aplicação de matemática integrando outras ciências do currículo básico. O cenário compreende contribuições para sustentabilidade e produtividade, inseridas em conhecimentos de bioeconomia e aplicações em gerenciamento de projeto de engenharia. Empregando componentes de outras ciências que podem ser aprofundados para diferentes interesses de vocações de pesquisa. O princípio pedagógico da Universidade Santa Ursula direciona pesquisa às origens de conceitos para o equacionamento, fortalecendo o conhecimento contemporâneo. No caso de estudo agregou tópicos de disciplinas de Cálculo e Ciências do Ambiente, contemplando relações compreensíveis de avaliação e medição, com interpretação matemática e sua importância para determinação de níveis de desenvolvimento sustentável de recursos naturais, funções socioambientais e bioeconômicas.*

***Palavras-chave:** Nivelamento, Interdisciplinar, Sustentabilidade, Cognição*

1. INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade é uma realidade que faz parte dos processos pedagógicos na estruturação dos cursos da USU, no sentido de promover conhecimento voltado ao desenvolvimento sustentável, equilíbrio social e econômico, no ciclo básico dos cursos de engenharia. Nesse sentido, o foco da aplicação pedagógica visa contornar gargalos do ensino do cálculo e da física, apontados nos resultados do ENEM. Estas duas ciências são pilares da modelagem e compreensão de fenômenos particulares de todo e qualquer campo da engenharia.

Sabidamente, o ensino nos períodos iniciais é de difícil contextualização, visto que envolve diferentes especialidades e conhecimentos, tratando de questões práticas específicas de cada área do conhecimento em engenharia, que na maioria das vezes somente são abordados no âmbito da prática profissional.

O desafio consiste em superar as dificuldades de ensino das disciplinas de cálculo no ciclo básico, que apresentam elevados índices de reprovação, culminando com também



elevados índices de evasão. Estudos anteriores (ARAÚJO et al, 2011, LOPES, 1999) apontam a relação professor-aluno e abordagens extremamente teóricas da matemática como responsáveis por essa realidade, levando ao equacionamento da questão e busca de propostas metodológicas de ensino.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE CÁLCULO

Entre as formas de contornar abordagens extremamente teóricas, a busca pela contextualização do ensino com práticas alternativas e novas metodologias (CAMPOS, 2009, LOPES, 1999) deve ser avaliada no processo de ensino e pesquisa. Considerando também discussões de alternativas para reforçar a formação de conceitos gerados a partir da observação indispensáveis de ideias afins nos estudantes (VYGOTSKY, 1993). Essa formação de conceitos é importante no sentido de catalisar o aprendizado futuro dos alunos, qualificando para formação de novos conhecimentos.

Trabalhos de outros autores apresentam propostas com metodologias, adaptando problemas teóricos da matemática a aplicações mais próximas da prática em engenharia. TOFOLI et al. (2011) propôs a aplicação de conceitos de eletrônica de potência, como os cálculos referentes a circuitos retificadores de meia onda, de modo a tornar a abordagem da matemática mais aplicada e inserida no contexto da aprendizagem, tema discutido por MOREIRA e, MASINI (1982).

Outro estudo de caso envolvendo práticas alternativas, na Universidade Federal do Rio Grande (MENEGHETTI, RODRIGUES, et al., 2011), aborda objetivos de minimizar índices de reprovação e evasão de estudantes, contribuindo na melhoria de coeficientes de rendimento e sucesso dos profissionais formados na instituição. Neste caso integrando práticas no contexto de engenharia de construção de estruturas da bioprodução (HARGREAVES et al., 2004) no ensino de cálculo, aplicável no primeiro período de cursos de engenharia. Considera a questão das dificuldades na formação básica, visando a matemática percebida e aplicada por alunos iniciando o curso superior.

Nesse cenário a proposta considera três aspectos:

- ✓ O que foi apresentado aos alunos em função da busca de conhecimentos já dominados pelos alunos, especialmente de ensino médio, verificado a alta heterogeneidade na formação dos alunos, com afastamento de alguns deles destes conhecimentos, pois nem todos são recém-formados;
- ✓ Aplicação de conhecimento interdisciplinar próximo da realidade, integrando saberes contextualizados e inseridos no âmbito do ensino de cálculo. Através de exemplos atuais estudados em outras disciplinas, com modelos simplificados ou combinações de ambos;
- ✓ Verificar a realização da absorção de conhecimento multidisciplinar aplicado na prática de engenharia em amplo aspecto, eficiência técnica e socioeconômica, com responsabilidade socioambiental. Abordagem apresentando possibilidade de contextualização simultânea, dos temas: cálculo e aplicação científica, onde conceitos básicos de matemática são aplicados na compreensão de fenômenos.

2.1. Proposta interativa de bioeconomia e cálculo

No âmbito dos processos pedagógicos participativos da Universidade Santa Úrsula, na integração entre os professores de ciências do ambiente e matemática, foi identificada área de conhecimento interdisciplinar. Nesse contexto a abordagem do conceito de máximo nível sustentável envolve o uso de funções, assunto amplamente abordado na primeira disciplina de cálculo. A modelagem de um sistema de produção, contrastando o custo e receita, realizada através do encontro de duas funções: uma de primeiro grau (uma reta = função de custos) e outra de segundo grau (uma parábola = função de produção).

O cenário de contextualização compreende as propostas de engenharias no âmbito locacional costeiro e oceânico, definindo tendências de ensino na realidade brasileira e origem de avanços no exterior (HARGREAVES, 1985), refletida hoje na reconhecida falta de projeto de pesquisa e realizações, questão na mídia restrita a grupos de interesse de uso integral do mar em contraste com inovações dos meios de produção e serviços de petróleo e gás.

Essa função de produção (SCOTT GORDON, 1954) é baseada na Lei do Retorno decrescente (Diminishing Return Law) da economia, equivalente a curva de mortalidade biológica, encontrando “nível máximo sustentável”. Estabelece os primeiros parâmetros de equilíbrio econômico – biológico, os primeiros conceitos de sustentabilidade bioeconômica. A partir dessa teoria, o livre acesso aos recursos naturais continua controlado, evoluindo nos critérios de avaliação econômica dos métodos de regulamentação.

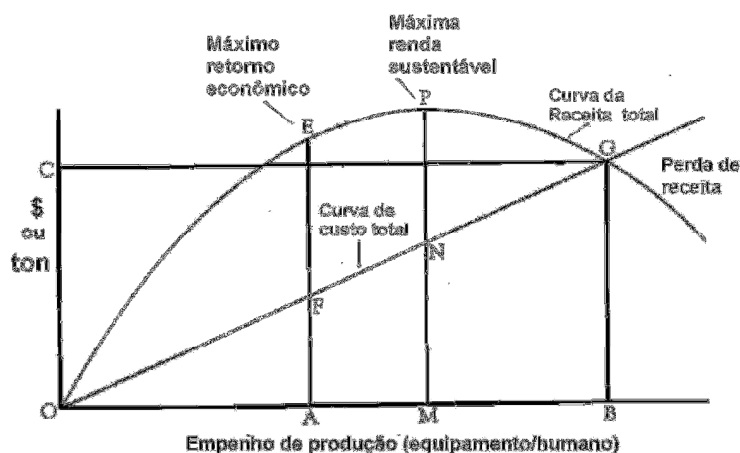


Figura 1: Curvas de produção e custo (após CHRISTY e SCOTT 1965).

As teorias econômicas de GORDON (1954) sobre o aproveitamento racional de recursos públicos foram citadas em outras interpretações de curvas de retorno decrescente como as de CRUTCHFIELD (1965), no estudo de objetivos econômicos do gerenciamento pesqueiro para regulamentação. Seguidas por CHRISTY e SCOTT (1965), também sobre questões envolvendo a propriedade comum dos recursos pesqueiros, estabelecendo dois patamares de avaliação; o de nível máximo de lucro líquido e o máximo sustentável de produção, observados na “Figura 1”.

O cenário indica que para cada área de recurso renovável (peixe, madeira, outros) se encontra um ponto na curva de produtividade natural, integrada a uma função de produção em seu nível de produtividade sustentável (*Sustainable yield*) e receita total (*Total Revenue*) que correspondem ao custo total, para cada nível de esforço de produção A, M e B. Assim, os gráficos de custos e receita em três áreas na “Figura 2” são mantidos nivelados. Na paridade

de custo marginal (*Marginal Cost*) e custo médio (*Average Cost*) em todas as zonas, que apresentam grande diferença na disponibilidade de recursos naturais. Sendo a Zona 1 mais abundante, atrativa sujeita a exploração acima dos limites de recuperação, enquanto as outras zonas são subutilizadas devido a baixa produtividade, levando ao resultado sem remuneração, pagando custos na Zona 3 mais disponível com pouco acesso.

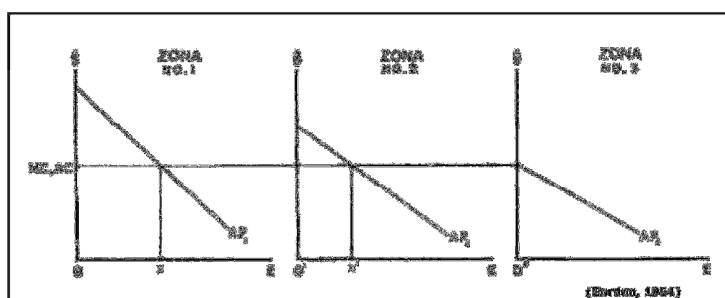


Figura 2: Rentabilidade da atividade por Zona de Recurso Natural (ZRN).

Nesse aspecto o processo pedagógico no contexto interativo de pesquisa e cognição se reporta aos desafios de engenharia no sentido produtivo da sustentabilidade no uso do mar e recursos naturais com planejamento de intervenções de engenharia (HARGREAVES, 1979). Incentivar modelo sustentável contemporâneo servindo funções sociais de recursos e renda, com novas propostas de infraestrutura e equipamentos de produção e serviços.

O sentido da sustentabilidade pode ser medido no primeiro ponto de equilíbrio em nível 'E' de produção e de esforço de produção 'A', com custo total (*Total Cost*) em 'F', proporciona maior lucro sem por em risco a produtividade (derivada de paralelas), enquanto em 'P', a curva de produtividade se encontra no limite máximo, a partir do qual a lucratividade começa a diminuir acompanhando o declínio do estoque natural, até atingir o ponto 'G', onde os custos se igualam aos retornos de produção.

Na realidade, ocorrem outros fatores que podem alterar esse quadro simplificado, como variações de preço do produto no mercado, sazonalidade do volume de produção, opções de consumo ou aumento de preços dos insumos.

No estudo de GORDON (1953) em relação ao gráfico de sustentabilidade “Figura 1” a renda econômica líquida do recurso renovável é representada pela relação da curva do total de produção (*Total Revenue*) marcada em R e da função de custo (*Total cost*) em C, dimensionada no espaço entre ambas. Tendo como referencial o eixo do esforço produção (*Number of Factors*), representado por X.

No ensino facilita visual da função quando atinge seu máximo no ponto de paralelas em E, onde a curva da função de produção é proporcional a da função de custos, lendo condições nas derivadas para mais e menos de $dR/dX = dC/dX$, que são aplicados na discussão de condições de equilíbrio e sustentabilidade.

O ponto E paralelo a F define como o de maior retorno financeiro ou o mais econômico. Numa discussão de caráter pedagógico o ponto ideal de “sustentabilidade dos estoques naturais” o ponto E é que apresenta maior lucratividade para a empresa (GORDON, 1953), que integrado a curva de mortalidade biológica indica manutenção de produtividade, sem riscos para recuperação dos estoques.

Até o limite em P seria a Máxima Renda Sustentável tanto para os rendimentos financeiros como os estoques (CHRISTY e SCOTT, 1965). Em trabalho mais coerente com a



situação atual o “equilíbrio bionômico” (CLARK e MUNRO, 1994) está em G, quando a relação de custo do esforço de produção com a rentabilidade se equiparam (B_{∞}). No caso deste trabalho, considerando o exemplo da pesca artesanal, considera-se o ponto E como o mais indicado padrão de sustentabilidade dos estoques, principalmente por se tratar de país tropical com grande diversidade biológica e estoques mais sensíveis.

O melhor ponto de operação para o crescimento sustentável é identificado na parábola, através do uso da derivada da função. O coeficiente angular da reta tangente à parábola deverá ser o mesmo da função custo no ponto desejado. Porém, nem todos os conceitos matemáticos necessários a uma modelagem completa do fenômeno são parte da primeira disciplina de cálculo (nivelamento) aplicada aos cursos de engenharia da USU (em especial o conceito de derivadas).

Desta forma, o professor de matemática realizou algumas aproximações do modelo original, de modo a abordar o assunto de forma simplificada, em um exercício que envolvia as duas disciplinas. O exercício desenvolvido foi proposto a alunos de primeiro período de todas as especialidades de engenharia, contemplando cerca de 20 alunos:

“Para um determinado sistema, sabe-se que sua produtividade pode ser representada pela função $y = -x^2 + 36x$. Por outro lado, seu custo de produção é representado pela função $y = x/3$. Pede-se realizar o desenho de ambos os gráficos no mesmo sistema de eixos. Identifique o ponto ótimo de operação e o ponto a partir do qual o sistema não é mais viável (quando a produtividade fica abaixo do custo)”.

Com relação a simplificações realizadas, de modo que o ponto ótimo pudesse ser identificado sem o uso de derivadas, a reta que representa a função custos foi considerada como tendo inclinação reduzida (próximo da horizontal), de modo que o ponto ótimo de operação ficaria próximo do vértice da parábola. Foi permitido aos alunos realizar a aproximação, tratando o vértice como ponto ótimo, embora o ponto verdadeiro fosse localizado em um ponto anterior. A representação gráfica, apresentada na Figura 3, mostra a aproximação.

A reta que representa a resposta real toca a parábola em um ponto próximo daquele que representa a resposta aproximada (a resposta real fica em $x = 17,84$ enquanto a resposta aproximada fica em $x = 18$).

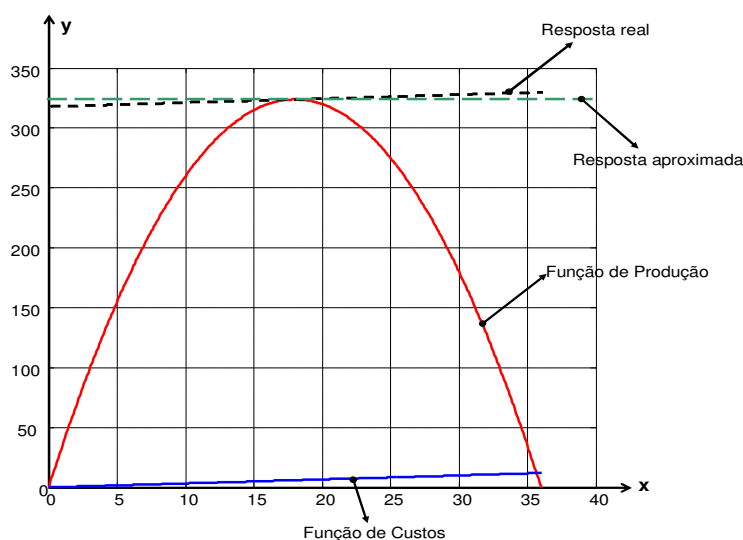


Figura 3: Representação gráfica do problema e da aproximação

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração da engenharia de proteção e de bioprodução, menos visível que de hidrocarboneto, evoluiu com a bioeconomia frente aos desafios dos problemas de mudanças climáticas, justificando proposta de projeto piloto de ensino. A discussão e escolha de opções pedagógicas integrando matérias, com avaliação de fatores básicos de acesso a conhecimentos diferenciados. Assim encontrando acesso interdisciplinar, uma opção cognitiva despertando e descobrindo tendência de estudo, com retorno inicial de interesse em matemática, na medição de fatores de produção e seus efeitos socioambientais de múltiplos usos.

A proposta de abordagem efetivada leva ao equacionamento do assunto de interesse de cada aluno ou grupo, embora com grande dispersão, outro campo de avaliação complexa. Metas e objetividade do rumo pedagógico, entendendo o sentido da sustentabilidade em níveis de relação matemática com o modelo de medição de eficiência focado.

O sentido pedagógico da USU, essa experiência indica eficiência no aprendizado básico, que contribui com o nivelamento do saber da matemática no ensino de cálculo e física em bioeconomia, e reconhece a dificuldade decorrente da falta de base multidisciplinar adequada ao campo de recursos naturais e renováveis. Na Região Sudeste faltam estudos integrados de morros, serras, montanhas, planícies, mangues e restingas, em fases de processo de degradação difusa de sistemas costeiros, ao longo desse vasto litoral, arquipélagos e ilhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. G. – The Economics of Fisheries Management, The John Hopkins University Press, London. 214p. 1977

ARAÚJO, P. R.; ALMEIDA, D. D.; SOUSA, G. M. C.; RIBEIRO, T. R. L. T.; BARROS, M. T. A. Reprovação nas disciplinas básicas: uma reflexão dos aspectos pedagógicos, na perspectiva dos docentes e discentes aprovados. Anais: XXXIX - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenau, SC: Universidade Regional de Blumenau, 2011.



CAMPOS, L. M. L. D. Uso de Ferramentas Educacionais na Disciplina de Cálculo. Revista Tecnologias na Educação, n. 1, Dezembro 2009. ISSN 1984-4751.

CLARK, C., MUNRO, G. – Renewable Resources as Natural Capital: The Fishery. Investing in Natural Capital. Ed. A. Jansson, M. Hammer, C. Folke and R. Constanza, International Society for Ecological Economics. Island Press, Washington D.C. pp.343-361, 1994

CRUTCHFIELD, J. – Economic Objectives of Fishery Management. In The Fisheries – Problems in Resource Management, Ed. J. Crutchfield, Part II, Chapter 2.1. Univ. of Washington Press , USA, pp. 43-65,1965

HARGREAVES, P.– The Development of the Fisheries Sector in Japan, Tese de Mestrado. Universidade Nacional de Yokohama, Japão, 1979.

HARGREAVES, P. – A Ocupação da Plataforma Continental. rev. Mergulhar, No. 17, Ano IV, Rio de Janeiro, pp. 24-27. 1985

HARGREAVES, et al.– Instalação de Recifes em Rio das Ostras. In: I SEGAP, COPPE/UFRJ, 9p, 25-27 agosto 2004

LODER, L. L. A epistemologia e a pedagogia do professor de engenharia: relato e análise de uma situação concreta. In: XXX Congresso Brasileiro De Ensino De Engenharia - COBENGE, 2002, Piracicaba-SP.

LOPES, A. Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de Cálculo da UFRGS. Matemática Universitária. no 26/27, p. 123-146, junho/dezembro 1999.

GORDON, H., S. – The Economic Theory of a Common Property Resource Journal of Political Economy, Vol. 62, No. 2, pp. 124-142., 1954

MENEGHETTI, et al.- Práticas Alternativas de Ensino em Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear e Geometria Analítica. Universidade Federal do Rio Grande.[S.l.], p. 156. 2011.

MOREIRA, M.; A., MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

SCOTT, A., CHRISTY, F. – The Common Wealth in Ocean Fisheries. John Hopkins Press, Baltimore. 281p. 1966.

TOFOLI, F. L.; OLÍVIA, F. A.; SILVA, V. A.; VALTER, J. S.; Utilização de exemplos práticos no contexto da eletrônica de potência para o ensino de cálculo diferencial e integral em cursos de graduação em engenharia elétrica. In: XXXIX Congresso Brasileiro De Ensino De Engenharia - COBENGE, 2011, Blumenau - SC.



VYGOSTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

PRACTICE OF TEACHING AND INTERDISCIPLINARY RESEARCH INITIATION OF MATHEMATICS IN ENGINEERING

Abstract: *Teaching Math leveling knowledge in initiating Calculation demand new teaching processes of knowledge transfer in context of the application of mathematics integrating other sciences core curriculum. The scenario comprises contributions to sustainability and productivity, inserted in the bio-economy and knowledge management applications in engineering design. Using components from other sciences that can be investigated for different vocations research interests. The pedagogical principle of Santa Ursula University directs research the origins of concepts for solving, strengthening the contemporary knowledge. In the case study added threads of disciplines Calculation and Environmental Sciences, contemplating understandable assessment and measurement relationships, with mathematical interpretation and its importance for determining levels of sustainable development of natural resources, environmental functions and bioeconomics.*

Key-words: *Leveling, Interdisciplinary, Sustainability, Cognition.*