

A física e os novos rumos da engenharia na Amazônia

(*The physics and new routes for engineering in the Amazon region*)

Antonio Boulhosa Nassar¹, José Felipe Almeida² e José Maria Filardo Bassalo³

¹University of California, Los Angeles, CA, United States

²Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, Belém, PA, Brasil

³Fundação Minerva, Belém, PA, Brasil

Recebido em 2/10/2007; Revisado em 4/12/2007; Aceito em 18/12/2007

Este trabalho apresenta uma proposta alternativa para o ensino de física aplicada aos problemas amazônicos. Baseia-se inicialmente na necessidade de pessoal qualificado para atuar nas diversificadas áreas que compõem atualmente a engenharia nessa região. A proposta leva em conta os aspectos fundamentais da formação de um profissional que possua as características de um engenheiro especialista com uma formação científica básica. A organização de elementos da física, agrupados em conceitos e aplicações, é discutida sem esquecer a relevância social e predominantemente ambiental através do exercício da cidadania com tecnologia adequada. Este artigo objetiva provocar uma discussão sobre uma área recente da engenharia chamada engenharia física.

Palavras-chave: Amazônia, engenharia, interdisciplinaridade.

This paper presents an alternative proposal to the teaching of physics applied to Amazon problems. It is based on the need of qualified personal to deal with quite different areas which form the engineering in this region. The plan takes into account fundamental aspects of the formation of a engineer with strong scientific basis. The organization of elements of physics, grouped by concepts and applications, is presented and the social and environmental relevance of the project is still pointed out. The paper aims to discuss the recent area of engineering named engineering physics.

Keywords: Amazon, engineering, interdisciplinarity.

1. Introdução

Segundo o engenheiro brasileiro Dulcídio de Almeida Pereira, professor catedrático da Escola Nacional de Engenharia, engenharia significa física mais “bom senso” [1]. Com esse pensamento, cada aplicação fica determinada pelas condições de contorno estabelecidas no sistema físico a ser analisado. No decorrer dos últimos anos e, principalmente, com o avanço computacional surgiram diversas áreas nas quais os mesmos conceitos da física são utilizados, porém em aplicações diferentes. Como é o caso da engenharia elétrica, por exemplo, a partir da qual surgiram as suas engenharias correlatas. Entretanto, o que se observa atualmente é uma sinalização a uma evolução cada vez maior no surgimento de novos cursos de engenharia e todos com o mesmo perfil. Isto significa que apenas as condições de contorno são modificadas dentro de cada sistema a ser analisado.

Associada às recentes exigências, devido aos avanços do conhecimento em todas as esferas, está a necessidade de uma reformulação no ensino das engenharias [2-4]. De certa forma, essa tendência já acontece e é universal,

embora ainda não se aplique nem como uma alternativa na formação de mão de obra especializada para regiões com particularidades próprias, como, por exemplo, é o caso da Amazônia. Por isso, é evidente a necessidade de um modelo de estudo que leve em consideração as suas aplicações voltadas para estas questões emergenciais.

E nem poderia ser diferente, posto que uma nova ordem já vem sendo exigida na prática do ensino. Observe-se o novo vocabulário: palavras relacionadas a conceitos educacionais, tais como, contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades. Sem compreender seus objetivos filosóficos, sobre muitas destas é fácil falar, mas difícil fazer [5]. Não se trata desses temas sem encontrar outras opções de ensino/aprendizagem, modificação de hábitos e rompimento com rotinas. Além do mais, é necessário uma quebra de valores e essa nova postura, que ainda assim, mostra-se sem a certeza, nem a segurança, das vantagens e desvantagens dos esforços a serem desenvolvidos. A engenharia, portando, faz parte de um agente de transformação e nessa dinâmica não pode deixar de

²E-mail: wirelinux@superig.com.br.

estar incluída.

A ponta final de qualquer implementação de novas diretrizes ligadas com a questão de ensino/aprendizagem é o estudante. É a este a quem cabe dar opções de escolha sobre seu futuro acadêmico. Somente em casos nos quais se possa promover uma ampla base de sustentação filosófica, histórica e conceitual para saber atuar e viver solidariamente em um mundo tecnológico, complexo e em transformação é possível estabelecer diferentes escolhas das formas tradicionais conhecidas. Este propósito é o que se chama de cidadania na educação e, no caso da engenharia, entre competências e habilidades, referem-se ao que um estudante deve “saber” e o que prefere “saber fazer”.

Este artigo apresenta uma proposta para um outro rumo na engenharia, em particular para os aspectos científicos e tecnológicos entrelaçados com a sustentabilidade da Amazônia. Com este intuito, manteve-se a proposta do curso de engenharia física da UFSCar [6] e ampliou-se esta metodologia para formar profissionais mais qualificados para atender as demandas específicas da região amazônica [7]. Nesta proposição as habilidades surgem a partir de uma contextualização de cidadania para um desenvolvimento sustentável. Com essa prática, as diretrizes da engenharia [8] são discutidas como uma forma não única, mas dentro de um processo de intenso trabalho coletivo. Procura-se, com isso, apresentar um modelo de formação profissional cujo indivíduo, assim especializado, seja capaz de atuar ativa e criticamente no desenvolvimento de uma região frágil à impactos tecnológicos, mas com um potencial econômico magnífico.

2. Estruturação da engenharia a partir do ponto de vista da física aplicada

Não cabe falar dos problemas sobre a educação básica que se tem notícia em estados da região norte. Entretanto, é comum nos departamentos e/ou faculdade de engenharia se ouvir sobre os estudantes provenientes do ensino médio, no que se refere a que nada sabem. Erra-se quando se pensa dessa forma. O que se observa, no caso de professores de física do segundo grau, é uma intensa preocupação com a educação quando se trata de passar informações e sempre de todas as naturezas. Primeiro, é preciso ser otimista e considerar que esses professores fazem isto porque gostam de física. Após estas afirmações, já dentro da graduação, os estudantes passam a ser tratados como se não fossem capazes de aprender, isso por uma grande maioria de professores que se assumem ser educadores. Entretanto, considerando-se que a realidade de cada estudante tem suas próprias particularidades, é necessário propor, como estratégia, alguns temas estruturadores e seus aspectos de modificação desta triste realidade.

2.1. Perfil profissional do engenheiro com formação básica (engenheiro físico)

Diferente do modelo tradicional das engenharias fechadas, um perfil educacional de formação básica, para problemas específicos de uma região, deve ser voltado para os aspectos de seu maior interesse de desenvolvimento. Deve, portanto, permitir ao aluno a escolha de suas habilidades. Não que isto não esteja presente no modelo tradicional, mas ocorre de forma muito restrita, deixando poucas chances de optar dentro das competências do aluno e por processos muito seletivos de engenharias pertencentes às elites de outros centros desenvolvidos.

Considere-se primeiro, apenas a questão da escolha individual, nesse processo de aprendizagem. Tome-se como exemplo uma parte dos estudantes da engenharia de computação, que, após seu período de envolvimento com disciplinas, acabam por descobrir que preferem eletrônica em vez de Programação – assim como o caso contrário também existe. Observe-se que houve uma quebra na lógica do perfil desse Engenheiro.

Não que isso seja maléfico, pelo contrário, o estudante fez sua própria escolha. Mas a lógica da engenharia foi quebrada. Isto acontece porque a engenharia tradicional, ou fechada, trabalha sua proposta dentro de sua própria lógica. Por outro lado, dentro de um modelo de ensino planejado e baseado em uma formação básica em física, em matemática e em computação, cuja finalidade é a solução de problemas aplicados, isto é decorrente de sua proposta e da lógica de sua cidadania educacional.

Segundo o modelo proposto pelos professores José M. Povoá e Fernando M. Araújo-Moreira, da Universidade Federal de São Carlos [6], na engenharia física, o perfil do engenheiro é o de ser um profissional atuante no domínio da engenharia e da tecnologia. Particularmente em áreas de grande impacto tecnológico, como é o caso da região amazônica, este modelo tem um significado de extrema importância. As modificações resultam, portanto, em direcionar os objetivos dos estudos aplicados. Assim, este profissional é preparado e conscientizado para ser um profissional generalista, com sólida base científica e técnica nas diferentes áreas da ciência; apto à pesquisa, ao desenvolvimento e apoio em tecnologia; também, capaz de introduzir/desenvolver, num contexto de realce empresarial, novos processos e produtos, localizando/solucionando problemas das diversas áreas da tecnologia moderna, particularmente naquelas de impacto tecnológico, na qual a física moderna está envolvida. Dessa forma se estará preparando um profissional para levar em conta as soluções dos problemas, os seus aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Sua atuação exigirá criatividade, flexibilidade, iniciativa, autonomia, rigor científico, espírito crítico, visão ética e humanista, preparo para o trabalho em equipe, além de habilidade em comunicação oral e escrita.

Devido às características de sua formação, este profissional se apresenta capaz de compreender as particularidades de sua região e deverá ser um agente transformador de ciência em tecnologia. Com uma formação sólida em ciências básicas e com a capacidade adquirida de aprender, poderá atuar em empresas de base tecnológica e, também, poderá se converter nas sementes de empresas nas áreas de física, engenharia, biologia, sensoriamento remoto, física da medicina, setor energético, mineral, etc. Note-se que essa demanda deve estar relacionada às necessidades reais da região.

2.2. Conteúdos fundamentais da engenharia e seus aspectos elementares

Um detalhe importante de mudança de paradigma no modelo atual de engenharia vem da percepção de que o ensino/aprendizagem é um processo complexo, o qual requer ações articuladas. Nesse sentido, para estabelecer condições nas quais se possam adequar integrações, é proposta uma organização de conhecimentos por grandes áreas. Áreas estas que são consideradas para manter uma conformidade com a UFSCar [6]. Todavia, na tentativa de promover adequações se considera uma divisão em grupos de conhecimento de disciplina afins, para que, dessa forma, esta formulação se substancie nas determinações das diretrizes curriculares para a engenharia aprovadas em 2002 [8].

Tendo-se como base um conteúdo planejado [7], a finalidade dessa divisão, em seis grandes áreas, é permitir maior articulação entre competências de diversas disciplinas: ciências básicas, ciências aplicadas, tecnologias e suas habilitações, ciências da informação, administração e ciências humanas e ambientais.

O grupo das ciências básicas, por exemplo, fornecerá ao estudante o aprendizado dos conceitos fundamentais de matemática, física, química e computação. Este grupo, por sua vez, apresenta-se em subgrupos, ou seja: física clássica, física moderna, química, computação e eletrônica (com ênfase em *software* e *hardware*) e matemática.

Considerem-se os problemas relacionados com a questão atual do ensino/aprendizagem de matemática. Nesta proposta, deve ser evidenciado que se tem como um dos objetivos deste estudo o de fazer despertar o aprendizado nessa linguagem, isso desde a prática de problemas usando conceitos elementares, partindo da idéia como se o aluno nunca a estivesse estudado, até que se atinja a condição de fazê-lo chegar a compreensão e o domínio dos conceitos avançados de cálculo em geral. Este tópico em todo o seu desenvolvimento, aqui, é um dos aspectos que diferencia essa metodologia do modelo atual das engenharias. Entender esse processo de mudança faz parte de se manter coerente com aquilo que vem sendo estabelecido na formulação mais expressiva do caráter do ensino médio (Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino de 1996), do qual nossos estudantes

emergem para a vida acadêmica.

Verifica-se que durante anos o ensino médio foi considerado como uma preparação e objetivo último ao ensino superior. Dessa forma, na atualidade, a sua finalidade está voltada para uma formação que independe da escolaridade futura do aluno [5]. Com isso, não se pode esperar que determinados níveis de conhecimentos, principalmente na matemática, tenham sido atingidos. Reiniciar este processo permite dirimir as dificuldades mais evidentes que interferem na compreensão do uso desse instrumento.

2.3. Interdisciplinaridade (inter-relação de conteúdos e de elementos)

O propósito deste novo modelo de engenharia - a engenharia física - é apresentar uma releitura não fragmentada daquilo que se define como engenharia. A efetivação das indicações desta metodologia permite que se dê noção da complexidade estrutural das teorias da física e de suas relações com um "saber fazer" ligado com o cotidiano. Com esta maneira de pensar, algumas ações pedagógicas já se fazem preestabelecidas e a interdisciplinaridade é uma delas. De fato, isto flui naturalmente e por não ser forçado é um fator essencial para um novo horizonte no ensino que trata de física e engenharia.

Deve-se, aqui, fazer uma pausa para repensar dois aspectos relevantes: primeiro aquilo que se definirá como uma **interdisciplinaridade de objetos**, ou de inter-relação de conteúdos, nos quais a análise tradicional da engenharia se limita por fazer subdivisões de áreas específicas; e, segundo, a **interdisciplinaridade de elementos** ou de inter-relação de disciplinas conexas. É também com essa visão de estruturação que se pretende desenvolver uma nova proposta de engenharia.

2.3.1. Interdisciplinaridade de objetos

A caracterização de universalidades de objetos no estudo da engenharia, antes disciplinares, permite a coordenação de novas disciplinas. Entre os exemplos disto estão as engenharias: de telecomunicações, de produção, ambiental, de computação, de redes, etc. Além destas, existem as que sinalizam objetos de estudos na fotônica e na nanotecnologia, entre outras. Assim, o que se faziam quanto disciplinas tornam-se, portanto, campos autônomos, os quais se transformam em núcleos disciplinares e são institucionalmente aceitos dentro das universidades ou dos departamentos das disciplinas que as suportam. Para mudar isso, no que se está apresentando em termos de Grandes Áreas (seção 2.2), é proposto um grupo de conhecimentos básicos nos quais tais elementos são intrinsecamente interdisciplinares e, desse modo, desadequado a uma divisibilidade.

No modelo atual das engenharias, por serem fechadas em pacotes, a não suportabilidade de determinados

objetos de estudo, devido a novos ramos da pesquisa, provoca o surgimento de fragmentações de elementos básicos. Dessa forma, tudo funciona como se esse ramo da ciência tivesse o poder de gerenciar fenômenos conhecidos a partir de seu próprio olhar. Todavia, a engenharia é um estudo que tem a física como suporte e para a qual são atribuídas as aplicações de descobertas mais imediatas. Note-se que não se pode deixar de mencionar que um dos maiores êxitos da física tem sido o de encontrar conexões entre elementos e objetos que aparentemente não apresentam qualquer ligação.

Considere-se, por exemplo, o desenvolvimento da física do aprendizado de redes neurais. Este estudo é baseado na mecânica estatística dos vidros de *spin* [9-10]. Este novo ramo do conhecimento é um elemento pertencente a um único objeto, o qual não faz sentido transformá-lo em um outro. Observe-se que a proposta de interdisciplinaridade deve ser entendida como uma articulação de elementos através de uma axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas. É a partir disso, que se pode definir um nível hierárquico imediatamente superior, ou seja, de um grupo de disciplinas que partem de fundamentações básicas e não campos autônomos institucionalizados como objetos de um novo ramo do saber.

2.3.2. Interdisciplinaridade de elementos

Entende-se como sendo esse um dos temas mais críticos no processo educacional [11]. Antes de tudo, isto é uma necessidade. É fundamental que os estudantes compreendam a importância da interdisciplinaridade, pois é a partir deste enfoque que tanto professores quanto estudantes são estimulados a uma participação mais ativa na comunidade acadêmica. De forma significativa, exige o estabelecimento de metas comuns entre as disciplinas. Em busca deste objetivo, deve-se levar em conta que as afinidades conceituais da física surgem em consequência de uma naturalidade. Existe uma enormidade de temas norteadores aplicáveis para que se atinja esta finalidade. Cabe, portanto, um processo de discussões a serem realizadas.

2.4. Ensino presencial e a distância

Na atualidade existe uma intenção clara de órgãos governamentais em investir na educação a distância e nas novas tecnologias como uma das estratégias para democratizar e elevar o padrão de qualidade da educação brasileira [12]. Considera-se que isto é uma tendência que já faz parte da realidade do ensino. Dessa forma, essa prática é vista como um agente de inovação tecnológica nos processos de ensino/aprendizagem, fomentando a incorporação das tecnologias de informação e comunicação. Esse mecanismo de transformação social se adequa perfeitamente à realidade amazônica, na qual as longas distâncias dos grandes centros fazem parte dos impedimentos da educação.

Embora esta formulação esteja voltada para um desenvolvimento metodológico de aulas presenciais, algumas atividades de ensino a distância cabem como uma das técnicas de educação direcionada aos métodos didático-pedagógicos. Com isso, a educação a distância (EAD) é parte integrante e disponibilizada para o cumprimento de determinadas ações dessa proposta. Essa prática viabiliza, por exemplo, criar turmas com um número de até duzentos alunos e estes possam estar reunidos em aulas presenciais de auditório em perfeito silêncio e interatividade com o assunto ministrado. Por exemplo: um aluno só pode ter acesso à sala de aula, no caso ao auditório, se este tiver efetuado *login*, no dia anterior ao dia da aula, numa página eletrônica disponibilizada na internet, contendo tal assunto (ambiente EAD), e lido sobre o que será tratado. O fato de ter acessado, previamente, ao ambiente virtual irá gerar sua autorização de ingresso à aula presencial correspondente – caso contrário estará impedido de entrar. Isto força o aluno a se manter atualizado e inteirado com o assunto da Disciplina. Evitando assim, as conhecidas conversas paralelas e bastante inconvenientes, muitas vezes causadas pelo fato do aluno ir a um lugar sem saber do que será tratado – tipo “matéria nova”. Sabe-se que esse tipo de ação requer uso de tecnologia. Contudo, estes recursos já se encontram disponíveis e podem ser perfeitamente implementados de acordo com as adaptações escolhidas [13].

Porém, do ponto de vista educacional, uma das deficiências clássicas do ensino tradicional tem sido a dificuldade de prover as necessidades individuais dos estudantes. Por isso, deve-se levar em conta que nem todos os estudantes estejam equipados para uma participação mais ativa, caso se tenha esta metodologia como única alternativa. Entretanto, a disponibilidade deste tipo de tecnologia deve ser deixada como opção. Sugere-se, portanto, a presença de uma infra-estrutura adequada dentro da própria instituição de ensino, à qual possa oferecer esse recurso de apoio.

3. Discussão e considerações finais

Este conjunto de idéias resume um ponto de partida sobre a necessidade de mudanças na forma de apresentar conhecimentos de engenharia para Amazônia. Portanto, uma nova forma de encarar a inter-relação entre a física e as suas aplicações para uma das regiões mais desfavorecidas, em termos de ações para a educação e, por isso, com uma diversidade de problemas em todos os aspectos. Porém, com um potencial econômico a ser explorado e, espera-se, que seja de forma racional. Todavia, as ações de modificação que interagem com esse enorme sistema devem estar preparadas com práticas diferentes das existentes, para que ainda se possa reverter o quadro atual. Na engenharia, essa atitude de um novo comportamento, só pode acontecer baseada em uma cidadania na física. A proposta apresentada não

significa criar somente mais um curso de graduação, entre tantos outros já existentes, mas um estudo capaz de reunir um padrão básico de elementos que resultem em objetos de mesmo perfil de aplicações, nos quais estão correlacionados tanto com o formato educacional quanto com aquilo que deve ser tratado. Uma elaboração como esta cabe no modelo conhecido como engenharia física, cuja ação está voltada a oferecer estudos e gerar profissionais para atuar em problemas complexos, nos quais a Amazônia se insere. Cabe ainda, nos preâmbulos dessa proposta, a responsabilidade pelo direcionamento da formação de pessoal para setores do mercado de trabalho com oferta de emprego. Note-se que no modelo atual, os pacotes de engenharia oferecidos não permitem identificar as políticas públicas gestoras de oferta de produção. Devido a isso, corre-se o risco desse aluno ficar atuando em áreas diferentes daquela de sua formação (ou desempregado), mesmo com um desses diplomas nas mãos – isso é muito comum entre os jovens profissionais. Numa região com um potencial exuberante em energia, minérios e florestas, porém, carente em profissionais qualificados para operá-los, que na maioria das vezes é necessário importar mão de obra especializada de outros centros do país e até do exterior, deve-se ter uma forma bem pensada para resolver este problema. Custa caro formar profissionais e se gasta tempo nessa tarefa. A principal diferença em uma graduação na engenharia física, com enfoque nos problemas de engenharia para a Amazônia, com relação aos modelos tradicionais, é o direcionamento para desenvolver pesquisa e oportunidade de trabalho naquilo que está disponível à habilitação desse profissional. Junto a esta metodologia é importante observar outros aspectos ligados com a demanda produtiva da região. No caso em que um determinado setor, por algum motivo não se mostre promissor, com relação à sua oferta, a habilidade oferecida no curso e correlacionada com essa disponibilidade, também, não estará sendo oferecida no período em que o aluno, que fez essa opção, esteja terminado seu curso. Dessa forma, esse aluno tem a oportunidade de se reprogramar para optar por aquilo que lhe dará a oportunidade de poder exercer sua profissão. Não se pretende, todavia, que se tenha um engenheiro capaz de atuar em todas as áreas deste conhecimento, mas, por outro lado, com o perfil de compreendê-los, mesmo fora de sua habilitação, pois suas competências lhe permitem esta visão. Propõe-se, portanto, uma ampla discussão para que se criem, caso não hajam, novas diretrizes aos conselhos regionais de engenharia e arquitetura (CREAs) no sentido de legitimar os procedimentos regimentais para aquisição de habilitação nas propostas da engenharia física. Esta solução dará como

resultado uma vitrina de desenvolvimento em termos de sustentabilidade. É com este tipo de percepção, associada a uma postura de educação séria, que se pode pretender modificar uma realidade de devastações e anos de exploração. Assim, este artigo apresenta uma formulação pedagógica e sugere um modelo filosoficamente diferente para a reestruturação da engenharia e de sua maneira de ser ensinada, a qual se aplica perfeitamente a qualquer âmbito e não somente à Amazônia.

Referências

- [1] R.G.C. de Almeida, *O Papel dos Engenheiros e Matemáticos na História do Ensino de Física no Pará (1931-1970)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2006.
- [2] Cornell University, *College of Engineering*, disponível em <http://www.engineering.cornell.edu/student-services/academic-advising/engineering-handbook/2006/major-ep.cfm>.
- [3] Princeton University, *Engineering Physics*, disponível em <http://www.princeton.edu/EngineeringPhysics/introduction.html>. Último acesso: 10/4/2007.
- [4] W.P. Longo, *Reengenharia do Ensino de Engenharia: Uma necessidade*, disponível em www.engenheiro2001.com. Acesso em 10/4/2007.
- [5] M.R. Kawamura e Y. Hosume, *Física na Escola* 4:2, 22 (2003).
- [6] J.M. Póvoa e F.M. Araújo-Moreira, in *Anais do XXXII COBENGE*, Brasília, 2004.
- [7] A.B. Nassar, J.F. Almeida e J.M.F. Bassalo, in *I Encontro de Engenharia Física para a Amazônia*, UFPA, 2008.
- [8] Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, resolução CNE/CES 11 2002.
- [9] J.A. Hertz, R.G. Palmer, and A.S. Krogh, *Introduction to the Theory of Neural Computation* (Addison-Wesley, New York, 1991).
- [10] M. Oper and W. Kinzel, *Physics of Neural Network*, edited by J.L. Hemmen, E. Domany, and K. Schulten, (Springer-Verlag, Berlin, 1996).
- [11] L.B. Trescastro, J. Felipe Almeida, A.V Soares e E.G. Almeida, in *Congresso Internacional de Formação Continuada e Profissionalização Docente*, Natal, 2005.
- [12] Ministério da Educação, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/index.php?option=content{\&}task=view{\&}id=153{\&}Itemid=290r>. Acesso em 10/4/2007.
- [13] N.P.C. de Souza, *Tutoriais Interativos na Educação a Distância* (Mimeo, 2007).