

Manual de Acompanhamento e Auto-avaliação de Incubadoras e Empresas Incubadas. Ednalva F.C. de Moraes, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas, 1998.

Coletânea: Contratos, Convênios, Estatutos e Planos de Negócios das Incubadoras de Empresas Brasileiras. José Roberto Salomão (Organizador). ANPROTEC, 1998.

Nova Oportunidade para a Indústria e o Empreendedorismo com a Engenharia Biomédica

Alfredo Arnóbio S. da Gama¹

Resumo:

Existem cerca de 2.000 estabelecimentos de saúde em Pernambuco, quase 300 são hospitais. Há uma grande concentração destes serviços na região metropolitana da Cidade de Recife. Recife é considerada como o segundo polo médico do Brasil, não necessariamente por causa do seu tamanho, mas principalmente pela variedade das especialidades atendidas. Tem sido estudado o potencial deste polo para se tornar um "cluster", com uma forte interação com indústrias, Universidades e outras empresas relacionadas. Os serviços de saúde estão cada vez mais dependentes de novas e altas tecnologias. O desenvolvimento dessas tecnologias ocorre em laboratórios de pesquisa de indústrias situadas em países desenvolvidos, que utilizam cientistas treinados em diversas áreas, como física, química, ciência da computação, ciência dos materiais, biotecnologia e engenharias. Em universidades desses países um novo profissional tem sido formado através de cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Biomédica ou Bioengenharia. Este profissional pode trabalhar em laboratórios de pesquisa, mas principalmente, está preparado para dar suporte aos serviços de saúde, particularmente, em Clínicas e Hospitais. No Brasil, já existem alguns cursos de pós-graduação em Engenharia Biomédica. Entretanto, um curso de graduação em Engenharia Biomédica pode ser importante para preparar um profissional mais interdisciplinar, como se faz necessário na área, e também para ampliar a oferta de profissionais no mercado.

Palavras-chave: engenharia biomédica, curso de graduação, pólo médico.

¹ Professor Titular de Química Teórica e Assessor da Pró-Reitoria para Assuntos Acadêmicos da UFPE

Abstract:

There are nearly 2,000 health service enterprises in Pernambuco, almost 300 are hospitals. There are a great concentration (54 %) of these services in the metropolitan region of the City of Recife. Recife is considered to be the second medical pole of Brazil, not necessarily because of its size, but mainly from the broad range of specialities supplied. It has been studied the potential of this pole to become a cluster, with strong interaction with industries, universities and other related enterprises. Health services are increasing dependent of new and high technologies. The development of these technologies is intense in the research laboratories of industries of developed countries and is supported by scientists of several fields, particularly from the physics, chemistry, computer sciences, material sciences, biotechnology and engineering. In the universities of these countries a new professional has been formed by graduate or undergraduate courses in Biomedical Engineering or Bioengineering. These professionals can work in research laboratories, but mainly, they are prepared for given support to health services, particularly, in Clinical Centres and Hospitals. In Brazil there are already some graduate courses in Biomedical Engineering. However, an undergraduate course may be particularly important to prepare a more interdisciplinary professional, as it is necessary for the area, and also for providing a larger offer of professionals for the market.

Key words: biomedical engineering, undergraduate program, medical pole.

1 - Introdução

Atualmente, há um intenso uso de tecnologias sofisticadas na medicina e o ritmo de atualização, e inovação tecnológica, é cada vez mais rápido. Com isso tem crescido a necessidade de profissionais com habilidades características da engenharia e das ciências exatas que conheçam os fundamentos das ciências biológicas e da saúde. Em algumas instituições de ensino superior esse profissional vem sendo formado através da Engenharia Biomédica ou da Bioengenharia. Na maioria dessas instituições essa formação se faz ao nível de pós-graduação, mas observa-se cada vez mais o aparecimento de programas ao nível da graduação. Não há dúvidas quanto à existência de um espaço para que se desenvolvam programas de pós-graduação em Engenharia

Biomédica ou Bioengenharia, mas há nítida necessidade de que esta formação possa se iniciar já na graduação, particularmente no Brasil, onde existe uma profunda separação entre os currículos seguidos pelos que se formam em Ciências Exatas ou Engenharia e em Medicina ou Biociências.

Uma das expectativas que podemos alimentar em relação à criação de um curso de Engenharia Biomédica na graduação é o atendimento a um público diferenciado que tem interesse pelos assuntos da Biologia e das áreas da Saúde, mas que não se intimidam diante da Matemática e das Ciências Físicas. É bem sabido que atualmente muitas escolas do nível médio, a maioria absoluta entre as escolas particulares, já separam os alunos em turmas de Exatas, Saúde e Humanas, com base em suas opções para o ingresso no ensino superior. Nessas condições pode-se considerar praticamente impossível que um estudante que faça opção pela área da Saúde tenha condições de receber um treinamento adequado em alguma tecnologia sofisticada, que quase sempre se apóia em bases matemáticas e nas ciências físicas. Geralmente a pós-graduação em Engenharia Biomédica é um espaço para que graduados em Engenharia ou Ciências Exatas adquiram alguns conhecimentos básicos em Biologia, particularmente Anatomia e Fisiologia, para se converterem em profissionais aptos a lidarem com as tecnologias utilizadas no campo da Medicina, da Odontologia ou outras Ciências da Vida.

Entretanto, o fator que deve ser considerado mais significativo para a criação de um curso de graduação em Engenharia Biomédica na UFPE é a existência de um importante pólo médico na Cidade de Recife. Assim, a criação do curso deve se pautar na identificação das necessidades de formação profissional desse setor, para o presente e o futuro. Para isso considera-se um passo importante o convênio firmado entre a UFPE e a Universidade Tecnológica de Compiègne (UTC), na França, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE) e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL). A UTC tem tradição de intensa cooperação com o meio empresarial e oferece formação em Engenharia

Biomédica ao nível de graduação, assim como de pós-graduação, há mais de vinte anos.

Por outro lado, não se pode dizer a princípio que a UFPE dispõe de um corpo docente qualificado na área de Engenharia Biomédica. Entretanto, há linhas de pesquisa que se desenvolvem isoladamente, mas que são pertinentes à formação de um profissional para essa área e alguns docentes já com uma certa experiência de atuação no setor médico-hospitalar. Além disso, seguindo a tendência mais atual de formação flexível e interdisciplinar, recomendada pela LDB, e Diretrizes Curriculares, e reforçada pelo Projeto Pedagógico em construção na UFPE, podem ser aproveitadas inúmeras disciplinas, e atividades de formação, já existentes na Instituição.

2 - Pólo Médico de Recife

Rolim e de Melo estudaram o potencial dos serviços de saúde do Nordeste, particularmente os estados de Pernambuco e Piauí (Rolim e de Melo, 1999). Neste trabalho é observado que a existência de pessoal qualificado pode se tornar um fator de competitividade, para a geração de novos empreendimentos, se forem criados mecanismos adequados de incentivo e apoio à inovação tecnológica no setor de saúde. Avalia-se inclusive a possibilidade de um pólo médico, como o da Cidade de Recife, se tornar um "cluster" em função da capacitação tecnológica local, particularmente do transbordamento de competências nas universidades. Os dados levantados na elaboração do referido trabalho revelam a existência no país de cerca de 50.000 estabelecimentos de saúde, dos quais 26,4 % encontram-se na região Nordeste (33,3 % dos hospitais encontram-se na Região). Em Pernambuco são cerca de 2.000 estabelecimentos de saúde, sendo quase 300 hospitais, 54 % destes encontram-se na Região Metropolitana, sendo 51 deles na Cidade de Recife. Naturalmente, somente nas regiões mais populosas encontram-se serviços mais especializados e que utilizam tecnologia mais sofisticada. Além dos dados

oferecidos, o trabalho faz importantes recomendações sobre as iniciativas que podem contribuir para a transformação do Pólo Médico de Recife em um "Cluster". Entre estas, encontra-se a colaboração entre as empresas e as universidades, que pode ser facilitada a partir da implantação do projeto de criação do curso de Engenharia Biomédica na nossa Universidade.

Um exemplo de empreendimento já instalado no espaço em que se situa o Pólo Médico de Recife é a TECSAÚDE Engenharia Hospitalar. De acordo com o depoimento de diretores/engenheiros desta empresa, ao se responsabilizarem pelo atendimento de um hospital têm sido necessário concentrar atenção nos equipamentos (campo da Engenharia Clínica), sobrando pouco tempo para as instalações (campo mais específico da Engenharia Hospitalar). Esses profissionais, graduados em Engenharia Elétrica, se especializaram em cursos de pós-graduação fora do Estado e do País e procuram se atualizar continuamente, como se exige no momento atual, particularmente em áreas de tecnologia de ponta. A formação em Engenharia Biomédica, ou Bioengenharia, deve ser muito abrangente e flexível para possibilitar especializações em uma variedade de campos que lidam com tecnologia nuclear, ressonância magnética, laser, biomateriais, órgãos artificiais, biossensores, processamento de imagens e telemedicina, por exemplo.

3 - Engenharia Biomédica no Brasil e no Mundo

Dados de 2000² revelam que funcionam em universidades dos Estados Unidos da América do Norte e do Canadá 88 programas, departamentos ou escolas na área de Engenharia Biomédica, que oferecem 63 cursos de graduação, 71 mestrados e 75 doutorados. Os primeiros cursos de doutorado foram criados na Universidade Johns Hopkins e na Universidade da Pennsylvania em 1961. No mesmo ano foi criado o primeiro curso de mestrado na Universidade de Drezel. Somente em 1965 surgiu o primeiro curso de

² <http://www.whitaker.org/glance/programs.html>

graduação na Universidade de Illinois em Chicago. A Universidade Johns Hopkins deu início ao mestrado em 1972 e à graduação em 1979, enquanto na Universidade da Pennsylvania mestrado e graduação começaram a funcionar simultaneamente em 1973. A figura 1 mostra o crescimento do número dos cursos de graduação, mestrado e doutorado nestes países, notando-se que se acentua o crescimento da graduação a partir de 1997.

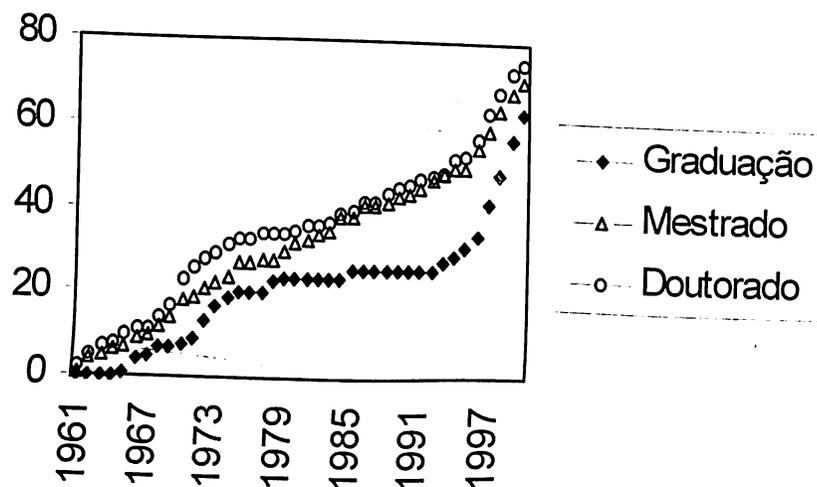


Figura 1: Gráfico mostrando o crescimento da oferta de cursos de graduação, mestrado e doutorado nas universidades dos Estados Unidos e do Canadá até o ano 2000.

No Brasil o primeiro curso de pós-graduação em Engenharia Biomédica, ao nível de mestrado, foi criado na UFRJ em 1971. O doutorado foi implantado na UFRJ em 1982, e o programa é avaliado atualmente como de nível internacional (conceito 6). Outros cursos de pós-graduação se seguiram, em nível de mestrado, na UFPB/JP (1978) e na USP/SC (1979), este com a denominação de Bioengenharia. Mais recentemente,

instituições particulares, relativamente novas, UNIVAP (Universidade do Vale do Paraíba) e UMC (Universidade de Mogi das Cruzes) também criaram cursos de mestrado na área (1993 e 2001, respectivamente).

O Departamento de Trabalho dos Estados Unidos estima que até 2008 a maior demanda por engenheiros se dará nas indústrias de instrumentos e suprimentos médicos³. O crescimento do número de ocupações para engenheiros no setor médico foi previsto aumentar 33,4 % entre 1998 e 2008, enquanto a demanda por engenheiros em todos os setores da indústria deverá crescer 19,9 %.

Uma pesquisa, realizada em 1998, revela que existem departamentos ou setores de serviços de engenharia biomédica em muitos hospitais de diversas partes do mundo. 11 % das respostas foram encaminhadas por hospitais da América Latina. Um aspecto que merece atenção nessa pesquisa é que enquanto nos hospitais de outras regiões, América do Norte, Europa e Austrália, particularmente, os profissionais recebem treinamento contínuo, em média com cursos a cada seis meses, o mesmo não ocorre na América Latina (Glouhova e Pallikarakis, 2000). É também nesta região que se evidencia a falta de equipamentos de teste e peças de reposição.

4 - Estrutura Curricular

A estrutura curricular de um curso de Engenharia Biomédica deve fornecer aos estudantes conhecimentos fundamentais das ciências biológicas e habilidades técnicas e analíticas quantitativas da educação em engenharia. Assim, deve combinar um conjunto de disciplinas comumente oferecidas nos períodos iniciais dos cursos de engenharia e de medicina, com algumas disciplinas específicas, que caracterizem o perfil do profissional que se deseja formar, e um amplo leque de opções que permita tanto diversificar suas habilidades e competências, quanto aprofundar suas formações em algum campo das engenharias. Alternativamente, o

³ <http://www.bmenet.org/BMEnet>, What is new, 22 de maio, 2000.

conjunto de disciplinas específicas pode ser oferecido a estudantes de outros cursos das áreas exatas e tecnológicas, biológicas e da saúde, com a possibilidade de certificação de curso seqüencial.

Com base no Projeto Pedagógico em construção na UFPE, na análise de estruturas curriculares de diversas instituições internacionais e em um estudo publicado sobre a distribuição de assuntos em uma amostragem significativa de cursos de Engenharia Biomédica (White e Plonsay, 1982), pode-se conceber uma proposta inicial para a estrutura curricular do curso na UFPE:

- ◆ Formação Básica – 1.260 h
 - Matemática/Estatística/Informática – 480 h
 - Física/Química – 480 h
 - Ciências Biológicas – 300 h
 - ◆ Formação Profissional – 2.340 h
 - Núcleo Específico – 360 h
 - Núcleo Complementar – 360 h
 - Estágio Supervisionado – 720 h
 - Atividades (Iniciação Científica / Monografia / Extensão) – 240 h
 - Disciplinas Eletivas – 660 h
- Carga horária plena – 3.600 h
Tempo previsto para integralização – 10 semestres

Entende-se como núcleo específico um conjunto de seis disciplinas de 60 h que forneçam os conhecimentos mínimos específicos para o exercício profissional em Engenharia Biomédica (Equipamentos Médicos, Órgãos Artificiais, Manutenção e Segurança Hospitalar, etc). A definição desses conhecimentos deve levar em consideração as necessidades identificadas no Pólo Médico do Recife. O núcleo complementar deve ser escolhido como um conjunto articulado de disciplinas de uma das Engenharias ou das

Ciências Exatas que permitam ao estudante aprofundar conhecimentos técnicos pertinentes ao exercício profissional. As disciplinas eletivas podem ser escolhidas livremente pelo estudante, podendo contemplar uma formação mais aprofundada nas ciências biológicas e da saúde e/ou uma formação humanística e cultural recomendável ao exercício da cidadania.

O Estágio Supervisionado contempla a necessidade de colocar o estudante em contato com o setor médico/odontológico, durante o processo de formação, para o conhecimento das necessidades do mercado profissional. Além disso, não pode faltar oportunidade de participação em projetos de pesquisa e extensão, estudos supervisionados, conduzindo ou não a uma monografia, participação em eventos, publicação de trabalhos, monitoria, etc.

5 - Grupos/linhas de pesquisa relevantes

Existem diversos grupos na UFPE que trabalham com técnicas e/ou temas que estão relacionados à Engenharia Biomédica ou Bioengenharia. Há pesquisadores trabalhando com instrumentação médica no Departamento de Biofísica, no Departamento de Fisiologia, no Departamento de Fisioterapia, no Departamento de Energia Nuclear, no Departamento de Engenharia Eletrônica e Sistemas e no Departamento de Física. Também podem ser considerados os pesquisadores que trabalham com Biomateriais e com Biossensores no Departamento de Ciências Farmacêuticas, no Departamento de Engenharia Química e Química Industrial, no Departamento de Bioquímica e no Departamento de Química Fundamental.

No Departamento de Energia Nuclear há um grupo trabalhando com dosimetria e proteção radiológica. No Departamento de Física existem grupos que trabalham com

tomografia por ressonância magnética nuclear e aplicações de laser em medicina e odontologia. No Departamento de Engenharia Mecânica e no Departamento de Matemática existem pesquisadores que estudam problemas relacionados com o sistema circulatório. No Departamento de Clínica Médica e no Centro de Informática trabalha-se com Bioinformática. No Departamento de Química Fundamental existe competência para modelagem molecular de biomoléculas e materiais e preparação de dispositivos nanométricos com propriedades especiais, incluindo aplicações como biossensores e dosímetros de radiação. No Centro de Informática e nos Departamentos de Eletrônica e Sistemas, Energia Nuclear e Física existe competência para trabalhar com processamento de sinais e imagens.

Desses grupos surgiram (e deverão continuar a surgir) propostas de disciplinas que poderão compor o núcleo específico, o núcleo complementar ou o elenco de eletivas. Há docentes com grande interesse em contribuir para o curso e, entre esses, alguns com disponibilidade efetiva para assumir responsabilidade com disciplinas.

Ao longo dos três primeiros anos de implantação do curso deverão ser convidados professores com formação específica na área que poderão vir como professores visitantes, por exemplo, da UTC, ou através de bolsas das agências de fomento.

6 - Organização administrativa

Para identificar os pontos críticos e assegurar a coerência do projeto, propõe-se a criação de dois comitês:

O primeiro, interno ("executivo"), para a avaliação e interligação dos departamentos de Ciências Exatas,

Engenharias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde da UFPE, estruturado na forma de um colegiado com representação de professores e alunos.

O segundo, externo, que poderá ser composto por representantes de três setores: universitário (Pró-Reitor, coordenador, professores), industrial (IEL, FIEPE, SEBRAE) e hospitalar (sindicatos patronais, sociedades profissionais, secretarias de saúde).

Devido à necessidade de construir uma estrutura de ensino interdisciplinar, a gestão administrativa e pedagógica do curso de EBM deverá ser independente dos departamentos existentes. Sendo assim, inicialmente, esta gestão estará sob a administração direta da Pró-Reitoria Acadêmica da UFPE.

É importante ressaltar que o sucesso do projeto depende principalmente da identidade dessa formação e também da motivação dos professores envolvidos. Ademais, é necessário que se tenha como objetivo um ensino voltado para atividades interdisciplinares, através da atuação conjunta dos departamentos implicados no projeto, tanto na pesquisa quanto no processo de transferência de tecnologia. A partir daí, ao médio prazo, é possível prever projetos de pesquisa em colaboração entre as universidades e setores empresariais.

7 - Conclusão e perspectivas

O curso de Engenharia Biomédica da UFPE começa a funcionar em 2002 e espera-se que, juntamente com outras iniciativas do setor empresarial e do Governo, possa contribuir para a consolidação do Pólo Médico de Recife e ampliação das perspectivas de sua transformação em um "Cluster", atraindo novos empreendimentos, particularmente aqueles que demandam a qualificação tecnológica que o curso certamente irá propiciar.

A implementação do projeto compreende etapas de reavaliações e, quando necessário, de reestruturações das atividades subseqüentes. Neste sentido, reuniões de trabalho entre as equipes da UFPE e da UTC deverão continuar a acontecer para troca de experiências e desenvolvimento integrado da estrutura do curso.

8 - Referências bibliográficas:

Rolim, F. S. C., de Melo, L. C. P., Novo ciclo de investimentos e inovação tecnológica no Nordeste: o setor de serviços de saúde nos estados de Pernambuco e Piauí, Relatório de Pesquisa, BNB, setembro, 1999

White J. L.; Plonsey R.; Research look at undergraduate biomedical engineering education; IEEE Eng. Med. & Biol. 1, 9-13, 1982.

Glouhova, M.; Pallikarakis, N ; IFMBE News, 42, 4-5, 2000.

Acumuladores Moura: Desenvolvimento Tecnológico e Meio Ambiente

Flamarion Borges Diniz¹

Resumo:

Este trabalho relata os melhoramentos realizados pela empresa Acumuladores Moura na área ambiental/ocupacional e alguns desenvolvimentos tecnológicos associados. Investimentos realizados nos últimos anos tanto na área ambiental como em tecnologia permitiram que a empresa obtivesse resultados expressivos em ambos os aspectos, tais como a liderança de mercado e descontaminação de seus funcionários.

Palavras chaves: baterias de chumbo-ácido, meio ambiente, ISO 14000.

Abstract:

This article reports the achievements of Acumuladores Moura in the environmental/occupational area and some associated technological developments. Investments in the past few years, both in environmental and technological areas, allowed expressive results, such as market leadership and labor decontamination.

Key word: lead acid batteries, environment, ISO 14000.

1 - Introdução

A bateria de chumbo-ácido foi inventada por Gaston Planté em 1860 (Planté, 1860), período que remonta aos primórdios das células galvânicas. Durante estes 141 anos esta bateria sofreu aprimoramentos tecnológicos os mais diversos

¹ Doutor em Química (Eletroquímica) e Professor do Departamento de Química Fundamental da UFPE