

Engineering in Medicine & Biology

*Projetando
uma carreira
em Engenharia
Biomédica*





Copyright © IEEE 2003 – 2015 Todos os direitos reservados.

Direitos autorais e autorizações de reprodução:

A reprodução destas informações é permitida com referência à fonte. Em bibliotecas, fotocópias além do limite imposto pela lei de direitos autorais dos EUA são permitidas para os artigos neste volume que possuam um código na parte inferior da primeira página, contanto que a taxa por cópia indicada no código seja paga ao

Copyright Clearance Center,
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923.

Para outras autorizações de reimpressão ou republicação, escreva para IEEE Intellectual Property Rights Manager, IEEE Operations Center, 445 Hoes Lane, Piscataway, New Jersey USA 08854.



Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

A engenharia biomédica é a carreira certa para você?

Em que tipo de carreira você se imagina? Médico? Advogado? Cientista? Engenheiro? Professor? Executivo? Administrador? Vendedor?

Não existe um caminho único para uma carreira em Engenharia Biomédica; como essa importante área técnica é multidisciplinar, existem muitas maneiras de traçar a sua carreira acadêmica nesse campo promissor. Os engenheiros biomédicos usam seus conhecimentos de biologia, medicina, física, matemática, ciência da engenharia e comunicação para tornar o mundo mais saudável. Os desafios impostos pela diversidade e complexidade dos sistemas vivos exigem pessoas criativas e dotadas de conhecimentos e imaginação trabalhando em equipes de médicos, cientistas, engenheiros e mesmo profissionais de negócios para monitorar, restaurar e aprimorar as funções normais do corpo. Idealmente, o engenheiro biomédico é treinado para trabalhar na interseção da ciência, da medicina e da matemática para resolver problemas biológicos e médicos.

O campo da engenharia biomédica abrange tanto pessoas com graduação formal em engenharia biomédica como profissionais de outras disciplinas de engenharia que, por meio de cursos complementares (por exemplo, uma habilitação secundária em biologia) ou da experiência, dominem uma ou mais áreas da investigação e aplicação biomédica. Muito ocasionalmente, biólogos ou pesquisadores biomédicos com conhecimentos complementares em engenharia também são considerados membros desse campo.

Uma definição de engenharia biomédica seria qualquer coisa que combine — em qualquer proporção — biologia ou medicina, por um lado, com uma das disciplinas da engenharia. A engenharia biomédica, portanto, é um campo extremamente vasto; uma pessoa bem dotada precisaria de muitas vidas para dominar apenas algumas das suas várias disciplinas. Isso significa que é importante compreender a extensão do campo, mas concentrar-se naquilo que realmente lhe interessa. Este folheto descreve muitos das questões e temas que interessam aos engenheiros biomédicos atualmente.



Os engenheiros biomédicos usam seus conhecimentos de biologia, medicina, física, matemática, ciência da engenharia e comunicação para tornar o mundo mais saudável.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

O que um engenheiro biomédico faz?

Talvez uma pergunta mais fácil de responder seja: "O que um engenheiro biomédico não faz?" Os engenheiros biomédicos trabalham na indústria, em instituições acadêmicas, em hospitais e em órgãos governamentais. Alguns podem investir seu tempo projetando, fabricando ou testando dispositivos mecânicos, como próteses e órteses, enquanto outros desenvolvem circuitos elétricos e programas de computador para instrumentação médica. Esses instrumentos podem variar de grandes sistemas de diagnóstico por imagem, como os equipamentos radiográficos convencionais, de tomografia computadorizada (uma espécie de radiografia tridimensional aprimorada por computador) e de ressonância magnética, até pequenos dispositivos implantáveis, como marca-passos, implantes cocleares e bombas de infusão de medicamentos.

Os engenheiros biomédicos podem recorrer à química, à física, a modelos matemáticos e a simulações computadorizadas para desenvolver novos tratamentos medicamentosos. De fato, um número considerável de avanços na compreensão do funcionamento do corpo e dos sistemas biológicos foi obtido por engenheiros biomédicos. Eles podem usar modelos matemáticos e estatísticas para estudar muitos dos sinais gerados por órgãos como o cérebro, o coração e os músculos esqueléticos. Alguns engenheiros biomédicos constroem órgãos artificiais, membros, quadris, válvulas cardíacas e implantes odontológicos para substituir funções perdidas, outros cultivam tecidos vivos para substituir órgãos deficientes. O desenvolvimento de partes corporais artificiais exige que os engenheiros biomédicos usem a química e a física para criar materiais duráveis que sejam compatíveis com um ambiente biológico.

Os engenheiros biomédicos ajudam a traduzir órgãos humanos complexos, como o coração ou o cérebro, em milhares de equações matemáticas e milhões de pontos de dados, que então são executados como simulações computadorizadas. O resultado é uma simulação visual com aparência e comportamento semelhantes ao do órgão real que é imitado.

Também há engenheiros biomédicos trabalhando no desenvolvimento de tecnologias sem fio que permitam a comunicação de longa distância entre pacientes e médicos. Muitos engenheiros biomédicos estão envolvidos com reabilitação: desenvolvimento de andadores mais eficientes, equipamentos de exercício, robôs e dispositivos terapêuticos para melhorar o desempenho humano. Eles também solucionam problemas nos níveis celular e molecular, desenvolvendo nanotecnologias e micromáquinas para reparar danos intracelulares e alterar a função dos genes. Engenheiros biomédicos também estão trabalhando com simulações tridimensionais que aplicam as leis da física aos movimentos de tecidos e fluidos. Os modelos resultantes podem ser extremamente valiosos para compreender como os tecidos funcionam e como uma substituição protética, por exemplo, tende a operar sob as mesmas condições.



Alguns engenheiros biomédicos podem investir seu tempo projetando, fabricando ou testando dispositivos mecânicos, como próteses e órteses, enquanto outros desenvolvem circuitos elétricos e programas de computador para instrumentação médica.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

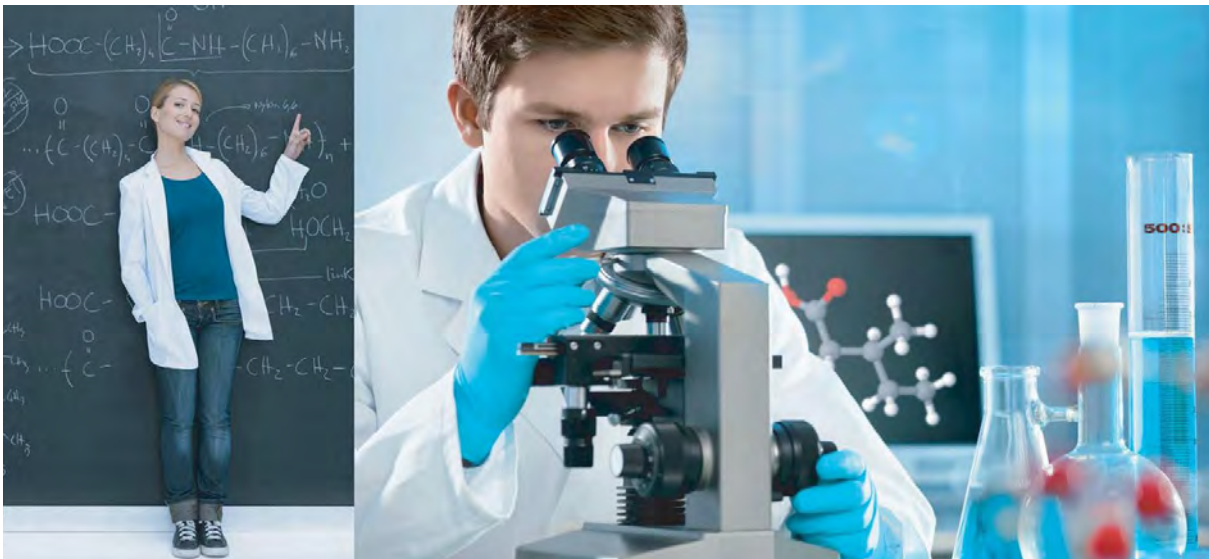
Alguns engenheiros biomédicos resolvem problemas como médicos, administradores de empresas, advogados de patentes, fisioterapeutas, professores, cientistas pesquisadores, professores e redatores de textos técnicos. Outras áreas em que os engenheiros biomédicos se destacam são as vendas e a engenharia de campo. Embora geralmente exijam treinamento complementar à graduação em engenharia biomédica, todas essas carreiras são adequadas para uma pessoa formada em engenharia biomédica. Ocasionalmente, engenheiros com especialização em eletricidade, mecânica, computação ou outras disciplinas podem trabalhar em problemas relacionados à bioengenharia. Após alguns anos, eles podem adquirir conhecimentos especializados suficientes em áreas relacionadas à biomedicina para serem considerados como engenheiros biomédicos.

Como os engenheiros biomédicos diferem dos outros engenheiros?

Os engenheiros biomédicos devem integrar a biologia e a medicina à engenharia para solucionar problemas relacionados a sistemas vivos. Portanto, os engenheiros biomédicos devem ter uma base sólida em uma disciplina mais tradicional, como a engenharia elétrica, mecânica ou química, e, cada vez mais, em ciência de materiais. A maioria dos programas de graduação em engenharia biomédica exige que os estudantes sigam um currículo básico de cursos de engenharia tradicionais. Entretanto, espera-se que os engenheiros biomédicos integrem seus conhecimentos de engenharia a uma compreensão da complexidade dos sistemas biológicos com o objetivo de aprimorar a prática médica. Portanto, os engenheiros biomédicos — seja em um curso formal de engenharia biomédica (BME) ou em programas tradicionais de graduação em engenharia — também devem ser treinados em ciências biológicas.

Que tipo de educação é exigido pela graduação em engenharia biomédica?

Ao ler as próximas seções, lembre-se que uma educação em ciência ou tecnologia possui componentes tangíveis e intangíveis. Os componentes tangíveis incluem os componentes científicos e de projeto de engenharia. Os componentes intangíveis, que frequentemente são mais importantes, incluem as chamadas "habilidades pessoais", como trabalho em equipe, experiência prática, liderança, iniciativa, oratória e redação — essencialmente, uma educação abrangente que prepare o aluno para uma ampla variedade de oportunidades e desafios ao longo de sua vida e sua carreira.



Alguns engenheiros biomédicos resolvem problemas como médicos, administradores de empresas, advogados de patentes, fisioterapeutas, professores, cientistas pesquisadores, professores e redatores de textos técnicos.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Que nível de escolaridade é exigido de um engenheiro biomédico?

Um diploma em engenharia biomédica geralmente requer pelo menos quatro anos de educação universitária. Nesse ponto, o engenheiro biomédico pode assumir um cargo de nível básico de engenharia em uma empresa farmacêutica ou de dispositivos médicos, um cargo de engenharia clínica em um hospital ou mesmo um cargo de vendas em uma empresa de biomateriais ou biotecnologia. Muitos engenheiros biomédicos buscam uma pós-graduação em engenharia biomédica ou em um campo relacionado da engenharia. O mestrado ou doutorado proporciona ao engenheiro biomédico maiores oportunidades em pesquisa e desenvolvimento, quer esse trabalho seja realizado em ambientes industriais, acadêmicos ou governamentais. Alguns engenheiros biomédicos optam por aprimorar sua educação com uma pós-graduação em administração de empresas, com o objetivo de ajudar a administrar uma companhia ou gerenciar o setor de tecnologia médica de um hospital.

Muitos engenheiros biomédicos cursam medicina ou odontologia como complemento à sua formação específica. Uma fração dos engenheiros biomédicos forma-se em advocacia para trabalhar com lei de patentes e propriedade intelectual relacionada a invenções biomédicas. Que treinamento poderia ser melhor do que a engenharia biomédica para nossos futuros médicos, dentistas e advogados de patentes?

Como a educação secundária pode me preparar para o curso de engenharia biomédica?

Os engenheiros biomédicos precisam de educação e treinamento em várias ciências, bem como em matemática, projeto de engenharia, comunicação, trabalho em equipe e solução de problemas. A melhor preparação para um curso universitário de engenharia biomédica é uma educação secundária abrangente e equilibrada. No mínimo, essa educação deve incluir um ano de biologia, química e física. Cursos avançados em qualquer dessas ciências são uma vantagem. Álgebra, geometria, álgebra avançada, trigonometria e pré-cálculo são requisitos essenciais. Um curso de cálculo também é típico de estudantes que ingressam em programas de engenharia biomédica. Um curso de programação de computadores proporciona aos estudantes uma vantagem nítida durante a educação universitária. Pode-se considerar também um curso de esboço ou desenho mecânico, ou, melhor ainda, um curso de projeto assistido por computador (CAD) como matéria opcional.

Ciências humanas e sociais também são importantes para o engenheiro biomédico. A educação secundária também deve incluir quatro anos de inglês e redação, um curso de oratória, vários anos de história e estudos sociais e até mesmo o estudo de um idioma estrangeiro. Como os engenheiros biomédicos trabalham na melhoria dos serviços de saúde em todo o mundo, a capacidade de se comunicar em outro idioma é uma habilidade valiosa.



Os engenheiros biomédicos precisam de educação e treinamento em várias ciências, bem como em matemática, projeto de engenharia, comunicação, trabalho em equipe e solução de problemas.

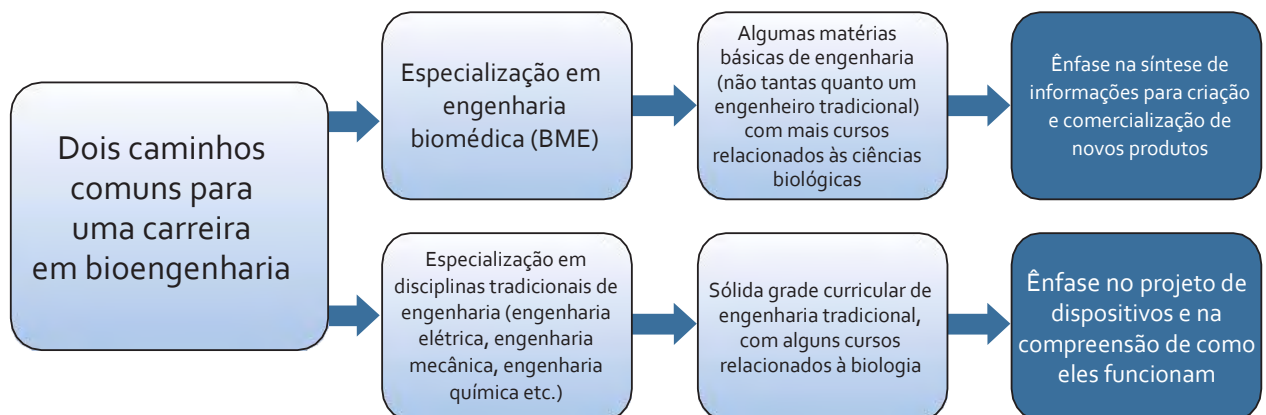
Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Qual especialização devo escolher para o curso de graduação?

Para estudantes do curso secundário ou que estão começando a universidade, essa é uma pergunta difícil e uma decisão extremamente pessoal. Digamos que você queira ser um engenheiro biomédico. Como determinar o caminho a ser seguido? Uma das maneiras é dar um passo atrás e fazer de conta que a engenharia biomédica não existe. Pergunte-se qual caminho lhe parece mais atraente: biologia (ou medicina) ou engenharia? Se a engenharia lhe soa mais atraente, qual modalidade de engenharia seria mais adequada para você: elétrica, mecânica, química ou alguma outra? Se a biologia parece mais atraente, o que lhe parece mais convidativo: genômica, fisiologia, biologia ambiental etc? Nem sempre é fácil responder a essas perguntas. O melhor é examinar os requisitos das diferentes áreas de graduação e estudar as descrições dos cursos em cada área. Você constatará que os catálogos de cursos on-line podem ser realmente úteis para isso. (Não se deixe intimidar pelos títulos e descrições!) Sua reação lhe dirá muito sobre suas motivações para se tornar um engenheiro biomédico.

Se, após uma análise cuidadosa, sua resposta for a engenharia, a próxima pergunta é se você deve ser formar em engenharia biomédica ou em uma das disciplinas tradicionais da engenharia. Os graduados em engenharia biomédica têm uma melhor compreensão desse campo, mas conhecimentos reduzidos sobre disciplinas específicas da engenharia. Se você escolher a engenharia biomédica, deve considerar como criar um currículo com matérias de engenharia focadas e optativas. Se você optar por uma graduação tradicional, deve considerar como acrescentar as matérias corretas — variando da biologia molecular à fisiologia — para poder trabalhar com projetos de engenharia biomédica na escola e em sua carreira. Ambos os tipos de engenheiros biomédicos têm um papel a desempenhar. Os graduados em engenharia biomédica são especialmente valiosos devido à sua capacidade de sintetizar informações de múltiplas disciplinas na criação e comercialização de novos produtos. Os portadores de um currículo mais tradicional são mais eficientes para projetar e compreender os próprios dispositivos.

Por outro lado, se sua resposta tende para a biologia, o próximo passo é investigar se seu objetivo é uma carreira em uma das profissões médicas ou como um cientista ou técnico pesquisador. É importante ter em mente que, via de regra, é mais difícil para um profissional da área de biologia adquirir os conhecimentos básicos de engenharia que são necessários para migrar para um programa de pós-graduação em engenharia biomédica, principalmente porque os estudantes de ciências biológicas não recebem uma educação aprofundada em matemática e física, que são essenciais para a engenharia. Comparativamente, um graduado em engenharia tradicional pode adquirir rapidamente os conhecimentos de biologia necessários para se tornar competitivo.



Dois caminhos comuns para uma carreira em bioengenharia

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Quais tipos de cursos universitários me prepararão para ser um engenheiro biomédico?

As habilidades de projeto são cruciais para a maioria das atividades biomédicas e de engenharia. Para projetar, os engenheiros biomédicos devem ter uma sólida base em biologia, química, física, matemática e engenharia. Embora o currículo de engenharia biomédica varie de uma universidade para outra, a maioria dos programas requer cursos de biologia e fisiologia, bioquímica, química inorgânica e orgânica, física geral, circuitos eletrônicos e projeto de instrumentação, estática e dinâmica, sinais e sistemas, biomateriais, termodinâmica e fenômeno de transporte, e projeto de engenharia. Os estudantes também cursam diversas matérias avançadas de ciência e engenharia relacionadas à sua especialização em engenharia biomédica. As especializações típicas incluem bioeletrônica, biomecânica, biomateriais, sistemas fisiológicos, processamento de sinais biológicos, engenharia de reabilitação, telemedicina, realidade virtual, cirurgia assistida por robótica e engenharia clínica. As especializações mais recentes incluem engenharia celular e tecidual, engenharia neural, biocomputação e bioinformática. Muitos cursos de engenharia e ciências incorporam experiência em laboratório para familiarizar os estudantes com aplicações práticas do mundo real.

Além dos cursos de ciências e engenharia, o estudante de engenharia biomédica deve receber educação em inglês, redação técnica, ética e ciências humanas (como história, ciência política, filosofia, sociologia, antropologia, psicologia e literatura). Alguns estudantes continuam seus estudos de idiomas estrangeiros com a esperança de obter estágios ou cargos permanentes de engenharia em outros países. Cursos de administração de empresas também são populares para os estudantes interessados em administração para engenharia.

Muitas universidades estimulam a participação em programas de intercâmbio no exterior, com duração de seis meses, em que um componente do currículo de engenharia biomédica é ensinado por uma universidade em outro país.



Os estudantes de engenharia biomédica também cursam diversas matérias avançadas de ciência e engenharia relacionadas à sua especialização em engenharia biomédica.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Que tipo de experiência prática posso esperar durante o treinamento para ser um engenheiro biomédico?

Muitos cursos de engenharia biomédica oferecem aos estudantes uma oportunidade de adquirir experiência concreta antes da graduação. Estágios de verão em empresas farmacêuticas e de dispositivos médicos são populares, bem como estágios de pesquisa durante as férias escolares em instituições acadêmicas e órgãos governamentais, incluindo os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) e órgãos normativos e homologadores como a FDA (Administração de Alimentos e Medicamentos) dos Estados Unidos. Algumas universidades oferecem programas de treinamento cooperativo formal em engenharia biomédica, em que os estudantes passam vários semestres trabalhando em um hospital ou empresa biomédica, adquirindo créditos acadêmicos e recebendo um salário. Essas experiências práticas permitem que os estudantes explorem suas opções de carreira e definam com mais nitidez seu papel na comunidade da engenharia biomédica. Todos os programas de engenharia biomédica enfatizam o curso de Projeto Avançado, em que os estudantes aprendem primeiro a identificar e depois a usar suas habilidades de engenharia para solucionar problemas biomédicos reais.

Um número significativo de estudantes de engenharia biomédica trabalha com pesquisas em um laboratório acadêmico, começando no nível básico e evoluindo gradativamente para um envolvimento mais intensivo nas atividades do laboratório. Essas experiências são uma excelente preparação para estudos de pós-graduação futuros e são especialmente valiosas para os estudantes que pretendam obter um mestrado ou doutorado. Entretanto, em geral é necessário que os estudantes busquem proativamente essas posições junto ao corpo docente, porque há muito mais estudantes interessados em pesquisa do que vagas para estudantes de graduação nos laboratórios de pesquisa.



Um número significativo de estudantes de engenharia biomédica trabalha com pesquisas em um laboratório acadêmico, começando no nível básico e evoluindo gradativamente para um envolvimento mais intensivo nas atividades do laboratório.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

O mercado de trabalho para engenheiros biomédicos

O mercado de trabalho para engenheiros biomédicos ainda é pequeno, mas vem crescendo rapidamente em termos percentuais. O número de profissionais formados em engenharia biomédica vem aumentando ainda mais rapidamente. É muito difícil encontrar dados confiáveis e informativos. Você pode consultar as informações on-line do Escritório de Estatísticas de Trabalho dos Estados Unidos, que detalham a força de trabalho norte-americana por categoria, incluindo a engenharia biomédica, e da Sociedade Americana de Educação em Engenharia, que indicam o número de profissionais com nível de graduação, mestrado e doutorado em diferentes campos da engenharia.

O mercado de trabalho da engenharia biomédica está aberto não apenas a profissionais graduados, mas também para muitos formandos em disciplinas tradicionais de engenharia (frequentemente com habilitação secundária na área de biologia) e, em grau significativamente menor, para formandos em ciências biológicas (com algum treinamento em engenharia ou computação). Os profissionais formados em BME competem com os formandos em engenharia por alguns cargos e programas de pós-graduação. Obviamente, o vencedor em um determinado processo seletivo terá uma escolaridade mais especificamente voltada para as necessidades desse cargo ou programa. Os engenheiros biomédicos tendem a prevalecer quando o componente biomédico é mais elevado e os engenheiros formados em outras disciplinas, como engenharia elétrica ou mecânica, quando há uma alta proporção de conteúdo voltado para esse tipo específico de engenharia. Os bioengenheiros e os engenheiros mais tradicionais têm vantagens sobre os graduados em ciências biológicas quando o conteúdo é mais voltado para engenharia ou projeto. Os engenheiros tradicionais têm oportunidades tecnicamente mais avançadas e melhores salários que os profissionais de ciências biológicas, com os engenheiros biomédicos em uma posição intermediária.

Para adquirir uma melhor perspectiva, é importante compreender que os profissionais com graduação em engenharia — incluindo engenheiros biomédicos — tendem a seguir uma ampla variedade de carreiras. Isso inclui carreiras que exigem educação avançada, como pesquisa (PhD), direito (JD), medicina (MD, RN) e administração de empresas (MBA). Muitos engenheiros formados obtêm cargos de engenharia de projeto, geralmente depois de concluir um mestrado. Engenheiros recém-formados também são contratados para cargos em fabricação, engenharia de campo, vendas e marketing. Um aspecto relativamente único da formação em engenharia biomédica é a disponibilidade de um grande mercado de trabalho na área de regulação — por exemplo, para trabalhar com novos produtos na Administração de Alimentos e Medicamentos dos EUA, bem como na criação e supervisão de protocolos para ensaios com animais e seres humanos. Um número significativo de graduados em engenharia biomédica ocupa cargos não relacionados a projeto em que o conhecimento técnico é uma grande vantagem. Os cargos de projeto para engenheiros biomédicos, porém, geralmente exigem pelo menos um mestrado e às vezes um doutorado.

As oportunidades são maiores para estudantes com experiência em projetos clínicos ou industriais. Você pode começar a adquirir esse tipo de experiência por meio de um estágio, trabalho temporário, participação em um projeto relevante voltado para a área clínica ou industrial, ou adquirindo experiências e habilidades sólidas em informática e atividades laboratoriais.



As oportunidades são maiores para estudantes de engenharia biomédica com experiência em projetos clínicos ou industriais.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Quais são algumas das principais áreas da engenharia biomédica?

Durante a leitura das descrições, você perceberá que há uma sobreposição substancial entre diferentes áreas da engenharia biomédica. As tecnologias multidisciplinares incluem dispositivos de diagnóstico, geração de imagens médicas e computação. As tecnologias biomoleculares estão proliferando em diferentes áreas. Isso indica que a bioengenharia é um campo vibrante e em rápida evolução.

Aplicações práticas

A **engenharia clínica** apoia e desenvolve o tratamento dos pacientes por meio da aplicação de habilidades de engenharia e administração à tecnologia médica. Os engenheiros clínicos podem estar baseados em hospitais, onde suas responsabilidades podem incluir a gestão dos sistemas de equipamentos médicos hospitalares para garantir sua segurança e eficácia e a interação com os médicos com o objetivo de adaptar a instrumentação às necessidades específicas do médico e do hospital. Na indústria, os engenheiros clínicos podem trabalhar no desenvolvimento de produtos médicos desde o projeto até as vendas e o suporte, de modo a garantir que os novos produtos atendam às demandas da prática médica.

Engenharia de reabilitação é a aplicação da ciência e da tecnologia para melhorar a qualidade de vida de pacientes portadores de deficiências. Isso pode incluir o projeto de sistemas de comunicação aumentativa e alternativa para pessoas incapazes de se comunicar de maneira tradicional, o aumento da acessibilidade de portadores de deficiências a computadores, o desenvolvimento de novos materiais e projetos de cadeiras de rodas ou a criação de pernas protéticas para corredores nos Jogos Paraolímpicos.

Começando pela fisiologia

Engenharia de sistemas neurais: esse campo interdisciplinar emergente envolve o estudo do cérebro e do sistema nervoso e abrange áreas como a substituição ou restauração de habilidades sensoriais ou motoras perdidas (por exemplo, implantes de retina para restauração parcial da visão ou estimulação elétrica de músculos paralisados para ajudar uma pessoa a permanecer de pé), o estudo das complexidades dos sistemas neurais na natureza, o desenvolvimento de neurorrobôs (braços robóticos controlados por sinais do córtex motor no cérebro) e neuroeletrônica (por exemplo, o desenvolvimento de microcircuitos eletrônicos implantáveis no cérebro com alta capacidade de computação). Também estão incluídos os dispositivos de diagnóstico.

Bioengenharia cardíaca: as doenças cardiovasculares são o problema de saúde mais importante do mundo industrializado. A bioengenharia cardiovascular usa imagens diagnósticas, análise quantitativa de sistemas, tecnologias moleculares e nanotecnologias para aumentar nossa compreensão dos sistemas cardiovasculares e diagnosticar problemas. Como as proteínas realizam o controle da mecanotransdução endotelial? Como os microvasos se adaptam a estresses ambientais? Como novas técnicas de administração de medicamentos e visualização diagnóstica podem ser usadas para compreender o que acontece em escala molecular após um infarto do miocárdio? Essas perguntas, e muitas outras, são exploradas nessa área promissora da medicina preventiva e terapêutica, que abrange desde os níveis subcelulares até os órgãos e envolve muitas disciplinas diferentes.

Modelagem de sistemas fisiológicos: muitos aprimoramentos recentes das técnicas de diagnóstico e inovações terapêuticas resultam da modelagem de sistemas fisiológicos. Nesse campo, modelos de processos fisiológicos (por exemplo, o controle dos movimentos dos membros ou a bioquímica do metabolismo) são desenvolvidos para obter uma melhor compreensão do funcionamento de organismos vivos. A modelagem também é incorporada aos equipamentos de diagnóstico e aos simuladores de pacientes para treinamento.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Quais são algumas das principais áreas da engenharia biomédica?

Tecnologia eletrônica e instrumentação

A área de **instrumentação, sensores e medição** envolve o projeto de hardware e software de dispositivos e sistemas utilizados para medir sinais biológicos. Isso abrange desde o desenvolvimento de sensores que podem capturar um sinal biológico de interesse, a aplicação de métodos de amplificação e filtragem desse sinal para que possa ser estudado mais detalhadamente e a eliminação de fontes de interferência que possam corromper um sinal, até a construção de um sistema de instrumentação completo, como uma máquina de raios X ou um sistema de monitoramento cardíaco.

O **processamento de biosinais** consiste na extração de informações úteis de sinais biológicos para fins diagnósticos e terapêuticos. Isso pode envolver o estudo de sinais cardíacos para determinar se um paciente é suscetível ou não à morte cardíaca súbita, o desenvolvimento de sistemas de reconhecimento da fala capazes de filtrar o ruído de fundo ou a detecção de aspectos dos sinais cerebrais que possam ser usados para controlar um computador.

Imagens e sinais biomédicos

Captação e processamento de imagens diagnósticas: raios X, ultrassom, captação de imagens por ressonância magnética (IRM), tomografia computadorizada (TC), medicina nuclear e microscopia são alguns dos métodos de captação de imagens que nos permitem "ver" o interior do corpo humano. O trabalho nessa área inclui o desenvolvimento de sistemas de aquisição de imagens de baixo custo, de algoritmos de processamento de imagens e de algoritmos e padrões de compressão de imagens/vídeo, bem como a aplicação das novas tecnologias de sistemas de computação de multimídia em um contexto biomédico.

Radiologia refere-se ao uso de substâncias radioativas, como os raios X, de campos magnéticos, como na captação de imagens por ressonância magnética, e de ultrassom para gerar imagens do corpo, seus órgãos e suas estruturas. Essas imagens podem ser utilizadas no diagnóstico e tratamento de doenças e como orientação aos médicos durante a realização de cirurgias minimamente invasivas guiadas por imagem.

Uso de computadores na biologia molecular

A **informática médica e de saúde**, uma das áreas de crescimento mais rápido e acentuado da engenharia biomédica, ocupa-se do desenvolvimento e utilização de ferramentas computadorizadas para coletar e analisar dados relacionados à medicina e à biologia. O trabalho em bioinformática pode envolver o uso de técnicas sofisticadas para gerenciar e pesquisar bancos de dados de sequências de genes contendo milhões de itens. Outras atividades são a análise automatizada de imagens, a investigação de bancos de dados de pacientes para detectar relacionamentos entre doenças e tratamentos e o gerenciamento seguro de dados a partir de, por exemplo, dispositivos de diagnóstico portáteis sem fio.

Bioinformática (incluindo genômica) é o mapeamento, sequenciamento e análise de genomas — o conjunto de todo o DNA existente em um organismo. Uma compreensão plena de como os genes funcionam nos estados normal e/ou mórbido pode resultar em melhorias na detecção, diagnóstico e tratamento de doenças.

Proteômica é o estudo dos proteomas — o conjunto de todas as proteínas produzidas por uma espécie. Os avanços na proteômica incluem a descoberta de novos processos celulares que explicam como as infecções ocorrem em seres humanos — um desenvolvimento que vem resultando em novos tratamentos para doenças infectocontagiosas. Adicionalmente, esses avanços conduziram à descoberta de um método para detectar padrões proteínicos no sangue para o diagnóstico precoce do câncer ovariano. O trabalho no campo da proteômica também pode envolver o desenvolvimento de dispositivos de hardware para fornecer medições precisas e rápidas dos níveis de proteínas.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Quais são algumas das principais áreas da engenharia biomédica?

Uso de computadores na medicina

O emprego da **tecnologia da informação** na biomedicina abrange uma ampla gama de aplicações e tecnologias, incluindo o uso de realidade virtual em aplicações médicas (por exemplo, em procedimentos diagnósticos), a aplicação de tecnologias móveis e sem fio em ambientes médicos, o uso da inteligência artificial para auxiliar no diagnóstico e a eliminação de problemas de segurança associados à disponibilização de informações médicas na Internet.

A **telemedicina**, às vezes chamada de "telessaúde" ou "e-health", envolve a transferência de dados médicos em formato eletrônico de um local para outro para fins de avaliação, diagnóstico e tratamento de pacientes em locais remotos. Isso geralmente requer o uso de dispositivos médicos "conectados", tecnologias de comunicações avançadas, sistemas de videoconferência e computação em rede. O termo "telemedicina" também pode designar o uso dessas tecnologias no aprendizado à distância relacionado à área médica.

Uso da mecânica na biologia e medicina

Biomecânica é a mecânica aplicada à biologia. Isso inclui o estudo dos movimentos, da deformação de materiais e do fluxo de fluidos. Por exemplo, estudos da dinâmica de fluidos envolvida na circulação sanguínea contribuíram para o desenvolvimento de corações artificiais, e a compreensão da mecânica articular contribuiu para o projeto de membros protéticos. O importante setor da biomecânica ortopédica e de materiais é uma das áreas mais bem-sucedidas da engenharia biomédica.

O emprego da **robótica na cirurgia** inclui o uso de sistemas robóticos e de processamento de imagens para auxiliar interativamente uma equipe médica durante o planejamento e a execução de uma cirurgia. Essas novas técnicas podem minimizar os efeitos colaterais da cirurgia, proporcionando incisões menores, menos trauma e mais precisão e, ao mesmo tempo, reduzindo os custos.

A miniaturização de materiais

O termo **bioMEMS** refere-se à área dos sistemas microeletromecânicos (MEMS, na sigla em inglês), que integra elementos mecânicos, sensores, atuadores e circuitos eletrônicos em uma pastilha de silício. BioMEMS é a aplicação de MEMS à medicina e à biologia. O trabalho no setor de bioMEMS inclui, por exemplo, microsensores sem fio transportados no corpo, chips de diagnóstico baratos e descartáveis e dispositivos sofisticados que miniaturizam prateleiras inteiras de equipamentos necessários para biologia molecular. Embora o uso de microrrobôs em cirurgias ainda esteja um tanto distante no futuro, já estão começando a ser utilizados minúsculos dispositivos implantáveis que liberam medicamentos, bem como câmeras miniaturizadas ingeríveis para detecção de câncer no trato gastrointestinal.

Microtecnologia e nanotecnologia: a microtecnologia consiste no desenvolvimento e uso de dispositivos na escala de um micrômetro (um milésimo de milímetro, ou cerca de 1/50 do diâmetro de um fio de cabelo humano), ao passo que a nanotecnologia abrange dispositivos da ordem de um nanômetro (cerca de 1/50.000 do diâmetro de um fio de cabelo humano, ou dez vezes o diâmetro de um átomo de hidrogênio). Esses campos incluem o desenvolvimento de sensores de força microscópicos que podem identificar a alteração de propriedades dos tecidos para ajudar os cirurgiões a remover tecidos doentes, ou estruturas em balanço de dimensões nanométricas que se flexionam com os níveis proteínicos cardíacos de maneira que ajudam os médicos a realizar um diagnóstico precoce e rápido de infartos do miocárdio. Esse campo é estreitamente relacionado e possui áreas em comum com os campos de MEMS e bioMEMS.

Biomateriais são substâncias projetadas para uso em dispositivos ou implantes que devem interagir com tecidos vivos. Os exemplos de avanços nesse campo incluem o desenvolvimento de revestimentos que combatem as infecções frequentes em implantes de articulações artificiais, materiais que podem auxiliar na administração de medicamentos e "andaimos" de apoio na reconstrução de tecidos e órgãos.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Quais são algumas das principais áreas da engenharia biomédica?

Abordagens de engenharia química

Biotecnologia é um conjunto de poderosas ferramentas que empregam organismos vivos (ou partes de organismos) para criar ou modificar produtos, aprimorar plantas ou animais ou desenvolver micro-organismos para usos específicos. Alguns dos primeiros esforços na área de biotecnologia consistiam em técnicas tradicionais de criação de animais e plantas e no uso de levedura para produzir pão, cerveja, vinho e queijo. A biotecnologia moderna envolve o uso industrial de DNA recombinante, fusão celular e novas técnicas de bioprocessamento para ajudar a corrigir defeitos genéticos em seres humanos. Ela também inclui a biorremediação — degradação de contaminantes tóxicos com a ajuda de organismos vivos.

A **administração de medicamentos** consiste no fornecimento de um composto químico ao ponto em que o tratamento está sendo aplicado. Isso pode estar relacionado a diferentes técnicas terapêuticas genéticas e de ácido nucleico, incluindo a detecção de agentes de contraste para geração de imagens diagnósticas. O trabalho nessa área pode ser extremamente útil para prever os efeitos de medicamentos nos pacientes.

A pesquisa de **biocombustíveis** refere-se à busca de alternativas renováveis aos combustíveis fósseis. Por exemplo, alguns engenheiros químicos e biólogos encontraram maneiras de aumentar significativamente a produção de isobutanol na levedura. Essas abordagens também podem produzir outras substâncias químicas de grande utilidade para a sociedade. Outros bioengenheiros dedicam-se à bioengenharia de algas e bactérias para produção de biocombustíveis.

Uso da engenharia na biologia

Embora ainda estejam em sua infância, estes campos tem um alto potencial de crescimento futuro.

Engenharia tecidual é o estudo e o desenvolvimento de técnicas de regeneração de tecidos conectivos ou mesmo de órgãos inteiros que possam ser úteis no corpo humano. Esses novos tecidos e órgãos são produzidos a partir de amostras microscópicas do tecido original do paciente, geralmente depositadas em uma base de suporte que se dissolve posteriormente. Quando esses tecidos ou órgãos se desenvolvem e são subsequentemente reimplantados no doador original, os novos materiais não têm necessidade de drogas antirrejeição. Essas técnicas são particularmente úteis para reparo ósseo e cartilaginoso, bem como para cicatrização de ferimentos dérmicos.

A **biomecânica celular e molecular** consiste no estudo e pesquisa das características mecânicas de biomoléculas, como os genes e proteínas subjacentes às células, para proporcionar uma melhor compreensão dos tecidos e órgãos. Como as células sentem as forças mecânicas? Como essas forças afetam vários resultados relevantes, como o crescimento celular, o movimento e a expressão dos genes? A estimulação mecânica pode gerar surpreendentes cascatas de sinais e até mesmo alterar o fenótipo de uma célula. A compreensão desses fatores pode ser crucial para muitas descobertas novas e importantes.

Engenharia genética e biologia sintética: o termo "engenharia genética" designa a modificação dos genes de um organismo. Essas técnicas podem ser utilizadas, por exemplo, para introduzir pequenas alterações na constituição genética do castanheiro americano — alterações que permitiriam que a árvore sobrevivesse e prosperasse apesar da praga do castanheiro que dizimou florestas inteiras no início do século passado. A biologia sintética vai um passo além da engenharia genética. Em vez de pequenos fragmentos de DNA, plasmídeos e cromossomos inteiros, por exemplo, seriam sintetizados como módulos padrão que poderiam ser extraídos de uma biblioteca, de maneira semelhante à obtenção de peças mecânicas padrão em um depósito de peças.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

Onde posso obter mais informações sobre programas de engenharia biomédica?

Você pode encontrar mais informações sobre programas de graduação em engenharia biomédica consultando os orientadores da sua escola, a biblioteca local ou a Internet. A maioria das universidades fornece descrições dos cursos, requisitos curriculares e requisitos para matrícula em suas páginas da Web. Além disso, a maioria desses programas oferece formulários de inscrição on-line. Você também pode encontrar informações sobre programas de engenharia biomédica em www.embs.org (divirta-se navegando nesse site!). Informações valiosas também estão disponíveis no site do National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (www.nibib.nih.gov), no American Institute for Medical & Biological Engineers, no Departamento de Trabalho dos EUA e na O'Net (www.onetonline.org). A IEEE PULSE, principal publicação da Sociedade de Engenharia na Medicina e Biologia do IEEE, e boletins técnicos como o *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* podem ser muito úteis, bem como livros como *Introduction to Biomedical Engineering*, *Career Development in Bioengineering and Biotechnology*, *Medical Instrumentation: Application and Design* e a série *Biomedical Engineering Handbook*.

O campo da engenharia biomédica conta atualmente com os serviços de muitas organizações que colaboram para melhorar a vida das pessoas em todo o mundo. Essas organizações incluem a Sociedade de Engenharia na Medicina e Biologia do IEEE (IEEE-EMBS), a Sociedade de Engenharia Biomédica (BMES), a Aliança Europeia para Engenharia e Ciências Médicas e Biológicas (EAMBES) e a organização mundial que engloba todas as demais sociedades de engenharia biomédica — a Federação Internacional de Engenharia Médica e Biológica (IFMBE). Onde quer que você resida, provavelmente poderá encontrar uma organização de engenharia biomédica para ajudá-lo a atingir seus objetivos.

Participe de uma sociedade para alavancar sua carreira

As sociedades profissionais auxiliam ativamente seus membros a progredir em suas carreiras profissionais. Os estudantes, principalmente no nível de graduação, devem procurar e se inscrever em uma sociedade profissional, geralmente no nível reservado a profissionais em formação. Se estiver interessado em bioengenharia, talvez você deva considerar a possibilidade de se associar à Sociedade de Engenharia na Medicina e Biologia (EMBS), à Sociedade de Engenharia Biomédica (BMES), ao Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), à Sociedade de Pesquisa de Materiais (MRS), à Sociedade Internacional de Engenharia Tecidual e Medicina Regenerativa (TERMIS) ou a qualquer das muitas outras organizações que apoiam estudantes, pesquisadores e profissionais praticantes em áreas relacionadas à bioengenharia.

Os autores deste folheto são afiliados à EMBS, que realiza um trabalho notável em diversas áreas, incluindo a publicação daquela que é certamente a revista mais útil para o engenheiro biomédico principiante, IEEE Pulse. Os artigos da PULSE, editados para serem atraentes a "estudantes de todas as idades", abrangem as tecnologias mais recentes da engenharia biomédica e temas médicos atuais, incluindo uma perspectiva global.

A EMBS é a maior, mais antiga e mais globalizada sociedade profissional de engenharia biomédica do mundo. Além da publicação da IEEE Pulse, a sociedade estimula a aplicação das ciências e tecnologias de engenharia à medicina e à biologia, promove a profissão e fornece liderança global em benefício de seus membros e da humanidade, disseminando conhecimentos, definindo padrões, incentivando o desenvolvimento profissional e reconhecendo a excelência. É uma organização profissional com serviços completos, fornecendo à comunidade biomédica mundial uma revista, boletins técnicos, conferências e cursos de verão.

Esperamos que, se seus interesses estiverem alinhados aos nossos, você se associe à EMBS. Mas, em qualquer caso, é importante que você participe de pelo menos uma sociedade profissional.

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

A Sociedade de Engenharia na Medicina e na Biologia do IEEE estimula a aplicação das ciências e tecnologias de engenharia à medicina e à biologia, promove a profissão e fornece liderança global em benefício de seus membros e da humanidade, disseminando conhecimentos, definindo padrões, incentivando o desenvolvimento profissional e reconhecendo a excelência.

O campo de interesse da Sociedade de Engenharia na Medicina e na Biologia do IEEE é a aplicação dos conceitos e métodos das ciências físicas e de engenharia na biologia e na medicina. Isso cobre um espectro extremamente amplo, abrangendo desde a teoria matemática formalizada, passando pela ciência experimental e o desenvolvimento tecnológico, até as aplicações clínicas práticas. Esses objetivos incluem o apoio às atividades científicas, tecnológicas e pedagógicas.

PUBLICAÇÕES

IEEE PULSE

Journal of Biomedical Health Informatics

Journal of Translational Engineering in Health and Medicine

Reviews in Biomedical Engineering

Transactions on Biomedical Engineering

Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering

Transactions on Medical Imaging

Transactions on NanoBioscience

Transactions on Computational Biology and Bioinformatics

PRODUTOS ELETRÔNICOS

Biomedical Essentials

EMBS Electronic Resource

CONFERÊNCIAS

Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society

IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology in Biomedicine

IEEE EMBS Special Topic Conference on Microtechnologies in Medicine and Biology

IEEE EMBS Special Topic Conference on Cellular, Molecular and Tissue Engineering

IEEE EMBS Special Topic Conference on Neural Engineering

International Symposium on Biomedical Imaging

International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics

CURSOS DE VERÃO

International Summer School on Biomedical Imaging

International Summer School on Biomedical Signal Processing

International Summer School on Biocomplexity

International Summer School on Medical Devices and Biosensors

International Summer School on Applications of Information & Communication

Technology in Biomedicine

Projetando uma carreira em Engenharia Biomédica

www.embs.org

Engineering in Medicine & Biology

EMBS Executive Office
445 Hoes Lane
Piscataway, NJ 08854 USA

Tel: +1 732 981 2433
Fax: +1 732 465 6435
E-mail: emb-exec@ieee.org
www.embs.org
www.students.embs.org

A EMBS deseja agradecer aos seguintes indivíduos dedicados
por sua assistência na elaboração deste folheto

[Faustina Hwang](#)
[Robert Kovacs](#)
[James Macor](#)
[Barbara Oakley](#)
[Kris Ropella](#)
[Bruce Wheeler](#)
[Scott Woodhouse](#)
[Steve Wright](#)

E também àqueles que apoiaram nossos esforços autorizando
o uso da fotografia inclusa

Engineering in Medicine & Biology



A EMBS é a maior, mais antiga e mais globalizada sociedade profissional de engenharia biomédica do mundo. Além da publicação da Pulse, a sociedade estimula a aplicação das ciências e tecnologias de engenharia à medicina e à biologia, promove a profissão e fornece liderança global em benefício de seus membros e da humanidade, disseminando conhecimentos, definindo padrões, incentivando o desenvolvimento profissional e reconhecendo a excelência. É uma organização profissional com serviços completos, fornecendo à comunidade biomédica mundial uma revista, boletins técnicos, conferências e cursos de verão.

Esperamos que, se seus interesses estiverem alinhados aos nossos, você se associe à EMBS. Mas, em qualquer caso, é importante que você participe de pelo menos uma sociedade profissional.

www.embs.org