Unidade curricular

Bionanotecnologia

Curricular Unit

Bionanotechnology

Docentes responsáveis

José Ricardo Ramos Franco Tavares e Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista

Objectivos da unidade curricular e competências a adquirir

O objectivo geral de aprendizagem a sensibilização do aluno para a importância das nanociências e das nanotecnologias em geral e em particular das suas aplicações no campo da biomedicina.

Objectivos específicos: Aplicações de nanotecnologia a biodiagnóstico e à construção de biossensores. Aplicações de bionanotecnologia no campo do diagnóstico médico e investigação biomédica.

Desenvolver competências de laboratório básicas em síntese e caracterização de nanoestruturas; utilização de conhecimentos teóricos para utilização das propriedades das nanoestruturas em contexto de biodiagnóstico; discussão crítica de trabalhos científicos.

Objectives of the curricular unit and competencies to be acquired

The main objective of this course is to raise awareness towards the increasing relevance of nanosciences and nanotechnology, with particular emphasis on nanotechnology for biomedical applications.

As specific objectives, it is intended to stimulate the students' understanding of concepts and underlying mechanisms of nanotechnology applications in biodiagnostics and construction of biosensors, within a broader field of developments in clinical diagnostics and biomedicine research.

Another specific objective is to develop basic laboratory skills in synthesis and characterization of nanostructures; knowledge transfer from theory into practical application of nanoscale properties of materials in a biodiagnostics context; critical evaluation and discussion of scientific work.

Conteúdos programáticos

1. Origem e importância da Nanotecnologia
2. Efeito de escala e propriedades físico-químicas de nanomateriais
3. Nanofabricação: abordagem “bottom-up” e “top-down”
4. Técnicas microscópicas de caracterização de nanomateriais (TEM, SEM, SPR)
5. Bionanotecnologia e Bionanomáquinas
6. Aplicações de nanopartículas em Medicina
7. Nanotecnologia e Química Verde
8. Nanotoxicologia
9. Construção de nanoestruturas
   - 9.1. Funcionalização de superfícies
     - 9.1.1. Self-assembling
     - 9.1.2. Biopolimerização
     - 9.1.3. Cross-linking
   - 9.2. Nanoestruturas baseadas em DNA
     - 9.2.1. Electrónica
     - 9.2.2. Biomimetização
   - 9.3. Nanoestruturas baseadas em proteínas
10. Aplicações em bionanodetecção
    - 10.1. DNA e RNA (técnicas com e sem reticulação)
11. Nanopartículas como agentes de transporte de fármacos e genes

Syllabus

1. Historic perspective on the origin of Nanotechnology
2. Scale effect and properties of nanomaterials.
3. Nanofabrication: bottom-up vs. top-down approach
4. Microscopy for nanomaterials characterisation (TEM, SEM, SPR)
5. Bionanotechnology and Bionanomachines
6. Nanoparticles for clinical applications
7. Nanotechnology and Green Chemistry
8. Nanotoxicology
9. Construction of nanostructures
   - 9.1. Surface functionalisation
     - 9.1.1. Self-assembling
     - 9.1.2. Bio-polymerisation
     - 9.1.3. Cross-linking

9.2. DNA based nanostructures
9.2.1. Electronics
9.2.2. Bio-mimetizing
9.3. Protein based nanostructures
10. Bionanodetection applications
10.1. DNA & RNA (cross-linking vs. non-cross-linking)
11. Nanoparticles for drug delivery and nanovectors for gene therapy.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular

A relevância da nanotecnologia na actualidade, a produção, estudo, manipulação e utilização de nanosistemas é abordado genericamente nos pontos 1 a 5 do programa. A aplicação directa de nanotecnologia em biotecnologia e biomedicina é apresentada no ponto 5 e seguintes, com ênfase na aplicação em caracterização molecular e aplicação em sistemas de detecção e dispositivos biomédicos (pontos 6 a 11). As implicações ambientais e toxicológicas, de importância crescente, são debatidas nos pontos 7 e 8.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives

Nanotechnology relevance in today's society, including production, characterization, manipulation and use of nanoscale systems is generically discussed in Topic1 through 5. Application of nanotechnology in Biotechnology and Biomedicine is debated and discussed in Topic 5 (and subsequent), with particular focus on application and use of nanomaterials for molecular characterization and use in biodetection platforms and biomedical devices (Topic 6 to 11). Environmental implications and toxicology of nanomaterials is discussed in Topic 7 and 8.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas teórico-práticas de 2 h para exposição de matéria e resolução de problemas. As aulas práticas com 3 h de duração, efectuar-se-ão nos laboratórios com realização de trabalhos experimentais segundo protocolos sujeitos a preparação prévia pelos alunos; seguido da realização de relatório.

Avaliação: Relatórios e discussão dos trabalhos práticos (25% da classificação final); Apresentação e discussão de artigos científicos (10% da classificação final); Monografia sobre um tema proposto (45% da classificação final) e apresentação oral da mesma (20% da classificação final)

Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical classes of exposition with 2 h duration, including problem solving. Practical laboratory classes with 3 h duration that include the laboratory implementation and a written report.

Evaluation: Reports and discussion on the practical sessions (25% of the final grade); Papers presentation and discussion (10% of the final grade); Monograph of selected themes (45% of the final grade) and oral presentation (20% of the final grade)

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular

Os tópicos programáticos são primeiramente introduzidos em apresentações Teóricas, seguindo-se discussão de artigos científicos sobre essas temáticas. Desta forma pretende-se apresentar e discutir os temas propostos de forma integrada. As aulas laboratoriais pretendem desenvolver competências laboratoriais em Bionanotecnologia, mais concretamente preparação de superfícies nanoestruturadas e síntese e caracterização de nanopartículas de metais nobres e sua utilização para caracterização de sequências de DNA. A apresentação e discussão do relatório das actividades desenvolvidas permitem uma melhor solidificação dos conceitos explorados nas aulas Teórico-práticas.
As monografias, com apresentação e discussão pública, permitem relacionar os vários aspectos da Bionanotecnologia no context do desenvolvimento de competências de apresentação, discussão e crítica de trabalho científico.

Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives

Following presentation by the Professors of the main programmatic topics, discussion of scientific papers on those issues allows for the critical evaluation and structures concepts on Bionanotechnology. Laboratory work, apart from developing skills in Bionanotechnology, namely in the preparation of nanostructured surfaces and on the synthesis and characterization of noble metal nanoparticles and their subsequent use for DNA sequence characterization and detection. The written report and discussion allow for the critical evaluation of the work and for the development of critical reporting skills, and also for integration with topics presented in the Theory classes.
The Monographic work, together with the public presentation and discussion, allow the students to incorporate the acquired knowledge on Bionanotechnology and their direct application, while developing the required skills in scientific presentation and critical discussion of scientific issues.

Bibliografia principal

"Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives"
C.M. Niemeyer, C.A. Mirkin (Eds.), 2004, Wiley-VCH, Weinhein, Germany

"Materials Chemistry"
B.D. Fahlman, 2007, Springer, Dordrecht, the Netherlands

"Bionanotechnology", D.S. Goodsell, 2004, Wiley-Liss, Hoboken, NJ, USA