



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



SEMESTRE 2021.1

PLANO DE ENSINO ADAPTADO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo-corona vírus – COVID-19, em atenção à Portaria MEC 544, de 16 de junho de 2020 e à Resolução 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
QMC5124	Química Bioinorgânica	02	-	72
HORÁRIO				
TURMAS TEÓRICAS			TURMAS PRÁTICAS	
Turma 7003 e 7205 – 48202				
HORÁRIO DE ATENDIMENTO AO ESTUDANTE				
Horário Quarta-feira 8:20-10:00h			Local : Sala Virtual Plataforma Moodle ou Zoom	

II. PROFESSOR (ES) MINISTRANTE (S)

Professor Bruno Szpoganicz

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
QMC5123	Química de Coordenação

IV. CURSO (S) PARA O QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Curso de Graduação em Química

V. EMENTA

Funções biológicas dos íons metálicos. Interação de íons metálicos com aminoácidos, peptídeos e proteínas. Metais de transição em reações redox e em processos biológicos. Fixação de nitrogênio e o ciclo do nitrogênio. Transportadores e armazenadores de oxigênio. Complexos modelos. Compostos de metais de transição como agentes quimioterápicos

VI. OBJETIVOS

**GERAL:**

Entender e discutir o papel dos elementos inorgânicos que são essenciais para processos de manutenção dos seres vivos, tais como respiração, fixação de nitrogênio, fotossíntese, crescimento, contração muscular, neurotransmissão e proteção contra agentes tóxicos e mutagênicos. Estudar o papel das metaloproteínas na fixação do nitrogênio, nas reações redox, no transporte do dioxigênio e na armazenagem e transporte de íons metálicos. Identificar os principais sistemas modelos bioinorgânicos.

**ESPECÍFICOS:**

- Identificar a função dos metais nas metaloproteínas.
- Caracterizar as proteínas como ligantes.
- Identificar os diversos tipos de transporte dos íons metálicos através das membranas celulares.
- Identificar as funções do Mg(II) e do Zn(II) no DNA.
- Identificar os principais mecanismos das enzimas hidrolíticas.
- Identificar a função do íon cobre nas enzimas de cobre.
- Caracterizar o funcionamento da transferrina.
- Identificar como a nitrogenase vence as barreiras energéticas na redução do N<sub>2</sub>?
- Identificar as diferenças da hemoglobina e mioglobina ao se ligarem ao dioxigênio.
- Identificar os mecanismos de transferência de elétrons.

## VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### 1. PROGRAMA TEÓRICO:

#### I. Funções biológicas dos íons metálicos

- 1. O que é química bioinorgânica. 2. Função dos metais em metaloproteínas – aspectos gerais. 3. Classificação e funções das metaloenzimas. 4. Geometria dos íons. Teoria do Campo ligante. 5. Reações envolvendo complexos metálicos. Reações de transferência de elétrons.

#### II. Interação dos íons metálicos com aminoácidos, peptídeos e proteínas

- 1. Proteínas e seus constituintes. A ocorrência de aminoácidos naturais. As proteínas como ligantes. Estrutura das proteínas. 2. Ácidos nucleicos e seus constituintes. RNA, DNA e os seus blocos estruturais. 3. Transporte de metais.

#### III. Cátions alcalinos e alcalinos terrosos.

- Quais as funções do Na<sup>+</sup> e do K<sup>+</sup> nos sistemas biológicos? Transporte através das membranas. Como os íons Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> atravessar o meio não polar da parede celular? Ionoforos. O efeito quelato e o efeito macrocíclico.
- As funções do Mg<sup>2+</sup> e do Zn<sup>2+</sup> no DNA e na enzima RNA polimerase.
- Armazenamento de energia nos vertebrados: A interconversão do ADP e do ATP.

#### IV. Metaloenzimas Hidrolíticas

- Carboxipeptidases. Quais são as consequências espectrais quando Zn<sup>2+</sup> é substituído pelo Co<sup>2+</sup>?
- Anidrase carbônica. Quais as principais funções dessa enzima? Quais os possíveis mecanismos de ação?
- Desidrogenase alcoólica.

#### V. Proteínas de cobre.

- Espectro eletrônico dos íons cobre(I) e cobre(II). As transições que produzem a cor azul das proteínas de cobre e como a ligação  $\pi$  pode afetar estas transições. Relação entre simetria dos complexos de cobre (I) e cobre(II) e as transições eletrônicas. Espectros de EPR (ESR) dos íons de cobre.
- As proteínas de cobre. Plastocianina. Identifique a função biológica da plastocianina e como o íon cobre atua. Mostre as semelhanças entre plastocianina, azurina e stericianina.
- Dismutase superóxida. Hemocianina. Oxidase ascórbica.

#### VI. Proteínas de ferro.

- Espectro eletrônico dos íons ferro(II) e ferro(III). Diagrama Tanabe-Sugano para íons d<sup>6</sup> e d<sup>5</sup> em um campo octaédrico. Espectroscopia de Mössbauer dos íons ferro(II) e ferro(III). Por que os espectros de Mössbauer são constituídos por várias linhas? Espectro de EPR (ESR) do íon ferro(III).
- Biodisponibilidade do ferro. Sideroforos. Proteínas que estocam e transferem ferro. Ferritina. Transferrina.
- Proteínas de ferro dioxigenase. Quais são os mecanismos que explicam a ação das dioxigenases?
- Proteínas de ferro-enxofre. Rubredoxina. Ferredoxinas. Como a ponte S<sup>2-</sup> afeta o acoplamento do spin magnético nas ferredoxinas 2Fe-2S? Aconitase. Hidrolases.
- Hidrogenases. Nitrogenases. A redução do N<sub>2</sub> é cineticamente inerte. Como a nitrogenase vence as barreiras? Qual a principal função do MgATP?
- Hemeritina. O que mostram os espectros de Mössbauer?
- Ribotide redutase. Fosfatase ácida púrpura. Metano monooxigenase.
- Hemoproteínas. Quais são os grupos prostéticos da mioglobina, hemoglobina e citocromas? Hemoglobina e mioglobina. Quais são as diferenças em ligar-se ao dioxigênio?
- Citocroma C. Transferência do elétron nas porfirinas e metaloporfirinas.
- As catalases. Peroxidases. Citocroma P-450.

#### VII. Vitamina B<sub>12</sub>.

#### VIII. Compostos de metais de transição como agentes quimioterápicos.

- Terapia de quelação. *Cis*- platina e outras drogas anti-cancer. Rádiofarmacos de Tecnécio, Gálio e Índio

#### IX. Clorofila

## X. Estratégias do HIV

## XI. Alzheimer

### VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

A disciplina será ministrada através de aulas e atividades no ambiente moodle com aulas virtuais no BigBlueButton e Google Meet, devendo o aluno complementar seus estudos por meio de livros textos, escolhido por ele, dentre os indicados. Cópias em pdf dos slides serão disponibilizadas no moodle e no fórum. Será realizado um trabalho síncrono com questões teóricas, exercícios numéricos e problemas que visem a aplicação dos conceitos apresentados nas aulas das unidades 1, 2 e 3. As demais unidades serão discutidas no ambiente moodle, onde cada aluno apresentará um seminário sobre uma ou duas metaloproteínas, usando a plataforma BigBlueButton ou Google Meet. Todos os alunos regularmente matriculados estão automaticamente inscritos no ambiente.

### IX. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A AVALIAÇÃO do aluno consiste na média do trabalho individual e a nota do seminário, que o aluno deverá apresentar. Todos os alunos participarão da avaliação dos seminários apresentados, juntamente com o professor. A nota mínima de aprovação é 6,0 (de acordo com a Resolução 17/CUn/97 – Capítulo IV – Seção I – Artigo 72 .

De acordo com a Resolução 17/CUn/97 – Capítulo IV – Seção I – Artigo 70 – § 40 – Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). E, de acordo com a Resolução 17/CUn/97 – Capítulo IV – Seção I – Artigo 74, o aluno que por motivo de força maior e plenamente justificado deixar de realizar avaliações previstas no plano de ensino, deverá formalizar pedido de avaliação à Chefia do Departamento de Química, dentro do prazo de 2 (dois) dias úteis.

### X. NOVA AVALIAÇÃO

#### RECUPERAÇÃO

Na recuperação, uma nova avaliação de todo o conteúdo será realizada. E a média da nota do trabalho e do seminário será recalculada.

Art. 70 § 2º - O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 (três) e 5,5 (cinco vírgula cinco) terá direito a uma nova avaliação no final do semestre

Art. 71 - § 3º - O aluno enquadrado no caso previsto pelo § 2º do art. 70 terá sua nota final calculada através da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais e a nota obtida na avaliação estabelecida no citado parágrafo.

### XI. CRONOGRAMA\*

Data	Conteúdo	Metodologia	Atividades
16/06	Aula 1 - Orientações sobre o plano de ensino e apresentação do conteúdo	Aula síncrona	
23/06 a 25/08	Unidades 1, 2, 3,4,7,8,9,10 e 11	Aulas síncronas e Exercícios online	Trabalho e Resolução dos exercícios
01/09 a 22/09	Unidades 4 a 6	Seminários síncronos apresentados pelos alunos na plataforma BigBlueButton	Preparo dos seminários
29/09	Unidades 1 a 4 e 7 a 11.	Recuperação	

## XII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA DA DISCIPLINA

COWAN, J.A., **Inorganic Biochemistry; An Introduction**, VCH Publisher, Inc. New York, 1993.  
LIPPARD, S.J., BERG, J.M., **Principles of Bioinorganic Chemistry**, University Science Books, California, 1994.  
STEPHANOS, J. J., ADDISON, A. W., **Chemistry of Metalloproteins: Problems and Solutions in Bioinorganic Chemistry**, Wiley, New Jersey, 2014.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/352760399>  
<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470687123>  
<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470740880>

## XIII. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

SHRIVER, D.F., ATKINS, P.W. e SANGFORD, C.H. , **Inorganic Chemistry**, Oxford, 3ª Edição. 1999.  
HUHEEY, J.E., KEITER, E.A. e KEITER, R. L., **Inorganic Chemistry à Principles of Structure and Reactivity**, 4a ed., Harper Colliuns, 1993.  
KAIM, W. **Bioinorganic Chemistry: inorganic elements in the chemistry of life: an introduction and guide**, J. Wiley, 1994.  
Artigos de revistas internacionais indexadas, como JACS, Inorganic Chemistry, entre outras.  
SIGEL, A. and SIGEL, H., **Metal Ions in Biological Systems**, Marcel Dekker, Inc., New York, 2000.

## XIV. REGRAS BÁSICAS DE CONDUTA no ENSINO REMOTO

Para o bom andamento da disciplina e melhor aproveitamento do conteúdo os alunos inscritos estão implicitamente sujeitos às seguintes regras de conduta:

- A Frequência nas aulas síncronas é obrigatória e será pontuada
- A câmera ou webcam deve estar sempre ligada durante as aulas síncronas
- Participe ativamente das atividades síncronas, falando no microfone sempre que necessário
- Participe de todas as atividades assíncronas; elas serão pontuadas
- Durante as avaliações síncronas, tenha uma conduta reta e não use material não autorizado nem se comunique com colegas.



Documento assinado digitalmente  
Bruno Szpoganicz  
Data: 21/05/2021 13:36:34-0300  
CPF: 155.621.589-49  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Bruno Szpoganicz

Chefe do Departamento

Aprovado no Colegiado do Curso de Química

Em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_