



Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2020

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Operações Unitárias da Indústria Química II		Código da Disciplina: EQM213
Course: Unit Operations of Chemical Engineering II		
Materia: Operaciones Unitarias en Ingeniería Química II		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 160	Carga horária semanal: 02 - 02 - 00
Curso/Habilitação/Ênfase:	Série:	Período:
Engenharia Química	4	Diurno
Engenharia Química	4	Noturno
Engenharia Química	4	Noturno
Professor Responsável: Luciano Gonçalves Ribeiro	Titulação - Graduação Engenheiro Químico	Pós-Graduação Doutor
Professores: José Carlos Gonçalves Peres Luciano Gonçalves Ribeiro	Titulação - Graduação Engenheiro Químico Engenheiro Químico	Pós-Graduação Doutor Doutor
OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes		
<p>As Operações Unitárias tem por objetivo estudar as transformações físicas aplicadas às indústrias químicas e que objetivam preparar reagentes, separar e purificar produtos, recuperar reagentes e controlar a transferência de energia necessária para reatores químicos. Na disciplina EQM 213 - Operações Unitárias da Indústria Química 2, o aluno aplica os conhecimentos de transporte de calor e de massa para projetar e analisar trocadores de calor (equipamentos para adequar correntes a temperaturas demandadas para processos) e sistemas de separação em estágios de equilíbrio para purificar componentes de um processo e controlar suas emissões ambientais.</p> <p>a) Conhecimentos</p> <p>Ao final da disciplina, espera-se que o aluno tenha desenvoltura para lidar com os seguintes temas:</p> <p>C1. Reconhecer se um equipamento opera em condições satisfatórias ou não a partir de dados obtidos por instrumentos de medição em um processo;</p> <p>C2. Conhecer metodologias para a realização do projeto básico e dimensionamento de trocadores de calor, colunas de destilação, colunas de absorção e sistemas de extração líquido-líquido empregando simuladores de processo, cálculos manuais e métodos gráficos;</p> <p>C3. Compreender como as variáveis geométricas e as condições de operação do processo influenciam o projeto de um novo de trocador de calor ou a avaliação</p>		



de uma unidade já existente;

C4. Avaliar a estratégia de separação mais conveniente para misturas do tipo líquido-líquido ou gás-líquido a partir de fundamentos termodinâmicos;

C5. Determinar a condição de equilíbrio de sistemas líquido-vapor, líquido-líquido e gás-líquido através de modelos termodinâmicos, diagramas de fase e dados experimentais;

C6. Compreender a influência do estado entálpico da alimentação e da razão de refluxo sobre o número de estágios necessários para uma coluna de destilação;

C7. Avaliar a conveniência de usar recheios ou pratos como internos de colunas de destilação e prever seus problemas hidrodinâmicos;

C8. Correlacionar o desempenho de uma coluna de absorção com as vazões das correntes de gás e de líquido circulando por ela e as respectivas composições de solutos a serem recuperados;

C9. Comparar o desempenho de sistemas de extração líquido-líquido empregando correntes cruzadas com o de colunas de extração em contracorrente;

C10. Avaliar a coerência de resultados de cálculos pela sua ordem de grandeza;

C11. Conhecer bancos de dados e publicações técnicas de interesse do engenheiro químico.

b) Habilidades

Seguindo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES n. 02/2019), o aluno é estimulado a desenvolver as seguintes habilidades ao longo da disciplina:

H1. Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de Engenharia, concebendo soluções criativas e o uso de técnicas adequadas;

H2. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos utilizando ferramentas matemáticas, computacionais e de simulação;

H3. Conceber, projetar e analisar processos, parâmetros construtivos e operacionais para soluções de Engenharia;

H4. Realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, econômico, legal e ambiental;

H5. Comunicar-se adequadamente nas formas escrita, oral e gráfica.



c) Atitudes

Ainda seguindo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia (Resolução CNE/CES n. 02/2019), a disciplina foi estruturada para o aluno:

A1. Compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissionais;

A2. Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional

EMENTA

Trocadores de Calor:

- 1) Importância e tipos de trocadores de calor mais comumente utilizado nas indústrias
- 2) Balanço de massa e energia
- 3) Variáveis críticas para o dimensionamento e projeto de trocadores de calor
- 4) Avaliação do desempenho de um trocador de calor
- 5) Projeto de um trocador de calor tipo casco tubos (ou feixe tubular).

Processos de separação de misturas:

- 1) Conceito de Equilíbrio líquido-vapor
- 2) Destilação: Aplicações industriais e tipos de destilação; Componente de uma coluna de destilação; Balanços de massa e de energia em colunas; Método McCabe Thiele; Internos de colunas e eficiência do processo; Aspectos operacionais; Destilação multicomponente.
- 3) Absorção gasosa. Aplicações industriais; conceito de Equilíbrio líquido-gás; Balanços de massa; Cálculo da altura, diâmetro e avaliação hidrodinâmica em coluna de recheio. Aspectos operacionais.
- 4) Extração líquido-líquido. Aplicações industriais; Conceito de Equilíbrio líquido-líquido; Balanços de massa; Aspectos operacionais
- 5) Modelagem dos processos de separação de misturas (Simulação computacional de processos de separação utilizando o simulador Aspen Hysys / Aspen PLUS)

SYLLABUS

Separation processes. Importance. Characteristics. Distillation. Applications. Liquid-vapor equilibrium. Batch distillation. Continuous distillation. Typical installation. Mass and energy balances. Method of McCabe-Thiele. Method of Sorel. Efficiency. Performance on sieve-tray. Operational aspects. Distillation of multicomponent systems. Gas absorption. Applications. Liquid-gas equilibrium. Typical installation. Mass balances. Height and hydrodynamics in packed column. Operational aspects. Liquid extraction. Applications. Liquid-liquid equilibrium. Typical installation. Mass balances. Operational aspects. Comparison of contact apparatus. Modeling of stage operations. Heat exchangers: balances, sizing and design of tubular heat exchanger.



TEMARIO

Processos de separação. Importância. Características. Destilação. Empleos. Equilíbrio líquido-vapor. Destilação em hornada. Destilação contínua. Instalação típica. Balances de massa e energia. Método de McCabe-Thiele. Método de Sorel. Eficiência. Desempenho em prato perfurado. Aspectos operacionais. Destilação de mistura multicomponente. Absorção de gases. Empleos. Equilíbrio líquido-gas. Instalação típica. Balances de massa. Altura e hidrodinâmica em coluna de enchimento. Aspectos operacionais. Extração líquida. Empleos. Equilíbrio líquido-líquido. Instalação típica. Balances de massa. Aspectos operacionais. Comparação de aparatos de contacto. Modelagem de operações de fases. Intercambiador de calor: balances, dimensionamento e design de intercambiador tubular.

ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Teoria - Não

Aulas de Exercício - Sim

LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Peer Instruction (Ensino por pares)
- Project Based Learning
- Sala de aula invertida

METODOLOGIA DIDÁTICA

As estratégias didáticas aplicadas nesta disciplina buscam respeitar o estilo de aprendizagem de cada aluno ao mesmo tempo que o desafia a expandir seu conhecimento através de experiências em grupo e individuais para que ele consiga avaliar criticamente sua capacidade de desenvolver e compreender os projetos de Engenharia e responder as futuras demandas de sua vida profissional.

O eixo condutor de cada bimestre será um projeto temático relacionado a questões da Indústria Química ("project based learning"). Os fundamentos teóricos necessários para o projeto serão explorados através de discussões estimuladas pelo docente e solução de problemas selecionados para que os alunos interajam entre si ("peer instruction"). Os projetos serão desenvolvidos em sala utilizando simuladores de processos para evidenciar como estas ferramentas são usadas no dimensionamento e análise de equipamentos, preparando o aluno para integrar os conceitos adquiridos ao longo de todo o curso na disciplina de último ano intitulada EQM 404 - Projeto da Indústria Química.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Matemática: operações algébricas, construções gráficas, solução de equações algébricas lineares e não-lineares, derivada, integral, equações diferenciais e problemas de condição de contorno;

Física: algoritmos significativos, conversão de unidades, análise dimensional;

Informática: uso de planilhas eletrônicas e noções elementares de simuladores de processos;



Fundamentos de Engenharia de Processos: conservação de massa e de energia em sistemas estacionários, obtenção e manuseio de tabelas de propriedades termodinâmicas e físico-químicas de substâncias puras e de misturas;

Termodinâmica: conceitos de equilíbrio líquido-vapor, leis de Raoult, Henry e de Dalton, modelos termodinâmicos para sistemas ideais e não-ideais nas fases aquosa e vapor (equações de estado, modelos de coeficiente de atividade e modelos preditivos);

Fenômenos de Transporte: sistemas de bombeamento, caracterização do regime de escoamento de um fluido, mecanismos de troca térmica, modelagem da condução de calor e analogia com circuitos elétricos, modelos para coeficientes de transporte de calor por convecção, transporte de massa por mecanismos difusivos e convectivos, difusão binária, modelos para o coeficiente de transporte de massa por convecção.

CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A indústria química foi dominada desde suas origens pela manufatura de commodities como aromáticos, amônia e moléculas precursoras de polímeros. Nas últimas décadas, porém, uma mudança significativa ocorreu: o mercado passou a demandar produtos de alto valor agregado, como: substâncias orgânicas com estereoquímica específica, fibras sintéticas e produtos farmacêuticos. As indústrias reorganizaram suas culturas e passaram a trabalhar com equipes multidisciplinares dedicadas ao projeto de produtos, com times formados por representantes de marketing, pesquisa e desenvolvimento, engenharia e produção.

O engenheiro químico desempenha um papel fundamental na nova cultura corporativa devido a sua visão sistêmica de processos. As disciplinas de Operações Unitárias proporcionam ao aluno uma compreensão abrangente do projeto e avaliação de equipamentos necessários numa indústria sem se restringir a um tipo específico de processo. Em particular, na disciplina EQM 213 - Operações Unitárias da Indústria Química 2, o aluno irá estudar a operação de destilação, crucial para a maioria dos processos petroquímicos, além de outros processos de separação importantes para processos biotecnológicos como a extração líquido-líquido, usados para recuperar fármacos de meios de cultura, por exemplo.

Os projetos realizados em sala contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades em trabalho em grupo, permitindo que ele desenvolva sua empatia e sua capacidade de defender seu ponto de vista baseado em argumentos técnicos. Juntamente com os momentos "Peer Instruction", "Project Based Learning" e as atividades individuais, procura-se estimular a criatividade na busca por soluções inovadoras e a compreensão do impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

**BIBLIOGRAFIA****Bibliografia Básica:**

CALDAS, Jorge Novaes (Coord.). Internos de torres: pratos & recheios. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/Petrobrás, 2007. 510 p.

KAKAÇ, Sadik; LIU, Hongtan. Heat exchangers: selection, rating, and thermal design. Boca Raton: CRC, 2002. 501 p. ISBN 0849309026.

KISTER, Henry Z. Distillation design. New York: McGraw-Hill, 1992. 710 p.

McCABE, Warren L; SMITH, Julian C; HARRIOT, Peter. Unit operations of chemical engineering. 7. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. 1140 p. (McGraw-Hill Chemical Engineering Series). ISBN 9972848235.

PERRY, Robert H., (Ed.); GREEN, Don W., (Ed.). Perry's chemical engineers' handbook. 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780071422949.

WANKAT, Phillip C. Separation process engineering : includes mass transfer analysis. Trad. de Eduardo Mach Queiroz e Fernando Luiz Pellegrino Pessoa. 4. ed. Boston, MA: Prentice Hall, c2017. 1109 p. ISBN 139780133443653.

Bibliografia Complementar:

GEANKOPLIS, Christie John. Transport processes and separation process principles: (includes unit operations). 4. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003. 1026 p. ISBN 013101367X.

HENLEY, Ernest J; SEADER, J. D. Equilibrium-stage separation operations in chemical engineering. New York: John Wiley, 1981. 742 p.

KERN, Donald Q. Processos de transmissão de calor. Trad. de Adir M. Luiz. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Dois, 1982. 671 p.

KISTER, Henry Z. Distillation operation. New York: McGraw-Hill, 1990. 729 p.

AValiação (conforme Resolução RN CEPE 16/2014)



Disciplina anual, com trabalhos e provas (quatro e duas substitutivas).

Pesos dos trabalhos:

$k_1: 1,0$ $k_2: 1,0$ $k_3: 1,0$ $k_4: 1,0$

Peso de MP(k_p): 7,5

Peso de MT(k_T): 2,5

INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS

a) Provas

As avaliações da disciplina permitem que o aluno reflita sobre sua assimilação do conteúdo e desenvolva sua postura de permanente atualização profissional. Para contribuir e fortalecer o desenvolvimento profissional, além dos exercícios desenvolvidos ao longo de cada bimestre, as avaliações serão pautadas pelos seguintes princípios:

- Não será permitida a consulta a nenhum material (será fornecido um formulário na prova). Será permitido o uso de calculadoras;
- Uma das questões envolverá uma avaliação do projeto desenvolvido ao longo do bimestre. Ela abordará aspectos teóricos e cálculos simples para valorizar a participação ativa do aluno no desenvolvimento dos projetos;
- O restante da avaliação será dedicada a cálculos mais elaborados envolvendo os conteúdos abordados no bimestre.
- O conteúdo da Prova Substitutiva PS1 será o do 1º Semestre, enquanto o da Prova Prova Substitutiva PS2 será o do ano todo.

O tempo total das avaliações será de 90 min.

b) Provinhas

Ao longo de cada bimestre haverá uma provinha (sem consulta) para que o aluno possa ter um primeiro retorno de seu aprendizado.

As provinhas serão feitas em duplas sorteadas no momento e terão duas questões. Caso o aluno prefira, é possível fazer a provinha individualmente. Uma das questões será em inglês, com o intuito de familiarizar o aluno com o vocabulário técnico da disciplina e explorar sua comunicação com equipes multinacionais.

c) Projetos

1o e 2o bimestres



Os projetos deverão ser realizados durante o horário de aula da disciplina, em grupos de, no máximo, 5 alunos.

A composição dos grupos, em cada bimestre, será definida por sorteio realizado pelo professor da disciplina.

O projeto será realizado em sala (horário de aula) e a entrega também deverá ser realizada em sala de aula.

Não será permitida entrega do projeto após o horário da aula, exceto em situações específicas definidas pelo professor da disciplina.

3o e 4o bimestre

Será desenvolvido um projeto integrador, no qual os alunos poderão trabalhar conhecimentos de diversas disciplinas para a elaboração de um projeto multidisciplinar.

Será reservada pelo menos uma aula do bimestre para a elaboração do projeto em sala de aula

Para o projeto integrador os alunos poderão definir os grupos de trabalho (máximo 5 alunos)

O aluno que não entregar uma atividade (projeto ou provinha) poderá fazer uma atividade extra, individualmente, durante a semana de provas, que não corresponderá necessariamente à execução das partes faltantes do projeto do bimestre. A atividade será marcada em data e horário estabelecido pelo professor da disciplina.

d) Composição da nota de trabalhos (nota T)

A nota de trabalho de cada bimestre será composta pela provinha correspondente (peso de 30 %) e pelo projeto desenvolvido em sala (peso de 70 %), salvo situações específicas definidas pelo professor da discipl

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

Alunos dependentes não poderão reaproveitar a nota de trabalhos nem de provinhas de oferecimentos anteriores.

O critério de avaliação enquadra-se na categoria C2/2007, disciplina anual, baseando-se em provas (quatro provas e duas substitutivas) e trabalhos.

**SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA**

A disciplina EQM 213 - Operações Unitárias da Indústria Química II visa trazer o dia-a-dia das indústrias químicas para o aluno desenvolver suas habilidades. Assim, os projetos serão desenvolvidos na suíte de simulação de processos Aspen One, com aplicação do simulador de processos Aspen Plus e o software de projeto e análise de trocadores de calor Aspen EDR, ambos na versão mais recente disponível na instituição.

Pacotes de escritório (Microsoft Word, Excel, Power Point e Visio) serão aplicados para a redação dos projetos e realização de provinhas em situações especificadas pelos docentes.



APROVAÇÕES

Prof.(a) Luciano Gonçalves Ribeiro
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Luciano Gonçalves Ribeiro
Coordenador(a) do Curso de Engenharia Química

Data de Aprovação:



PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 E	Tipos de trocadores de calor. Balanço de energia de fluidos. Arranjo de escoamento em trocadores de calor. Diferença logarítmica de temperaturas. Equação de projeto de um trocador de calor.	11% a 40%
1 T	As Operações Unitárias na Engenharia Química. Segurança de processos. Organização da disciplina: competências, habilidades e soft skills a serem desenvolvidos. Transferência de Calor na Indústria Química.	
2 E	Operação de trocadores de calor sujos: fator de sujeira e cálculo do coeficiente global de troca térmica. Estratégias de limpeza e de manutenção de trocadores de calor.	11% a 40%
2 T	Mecanismos de transporte de energia. Coeficiente global de troca térmica. Área de troca térmica. Operação de trocadores de calor limpos.	
3 E	Comparação da performance de trocadores de calor	91% a 100%
3 T	Regulamentação de trocadores de calor pelas normas TEMA. Tipos de casco, e de chicanas. Layout dos tubos em um trocador de calor. Correção da diferença logarítmica de temperaturas.	
4 E	Dimensionamento de trocadores de calor para novos projetos e possibilidade de realocação de equipamentos.	61% a 90%
4 T	Variáveis geométricas de um trocador de calor	
5 E	Análise de viabilidade de trocadores de calor já construídos.	91% a 100%
5 T	Introdução ao Projeto de Trocadores de Calor Casco-e-Tubos: critérios para otimização e estratégias geométricas para melhorar a performance.	
6 E	Introdução a metodologias de projeto de trocadores de calor através do Aspen Exchanger Design and Rating.	91% a 100%
6 T	Provinha 1	
7 E	Projeto 1: Dimensionamento de um trocador de calor casco-e-tubos	91% a 100%
7 T	Projeto 1: Dimensionamento de um trocador de calor casco-e-tubos	
8 E	Projeto 1: Dimensionamento de um trocador de calor casco-e-tubos	91% a 100%
8 T	Projeto 1: Dimensionamento de um trocador de calor casco-e-tubos	
9 E	Avaliação Escolar da Prova P1	91% a 100%
9 T	Avaliação Escolar da Prova P1	
10 E	Fundamentos de Termodinâmica para Destilação: equilíbrio líquido-vapor.	41% a 60%
10 T	Operações Unitárias de Separação de Misturas. Pressão de vapor de uma substância pura. Modelagem de misturas ideais pelas leis de Raoult e de Dalton.	



11 E	Caracterização do equilíbrio de fases aplicado à separação de misturas homogêneas	91% a 100%
11 T	Idealidade de misturas líquidas e gasosas. Saturação e curvas de bolha e de orvalho.	
12 E	Balances de massa e de energia em colunas de destilação.	91% a 100%
12 T	Construção conceitual de uma coluna de destilação a partir de estágios de equilíbrio líquido-vapor. A necessidade da corrente de refluxo, do condensador e do refeedor	
13 E	Cálculo do número de estágios de equilíbrio ideais em uma coluna de destilação pelo método de McCabe-Thiele	91% a 100%
13 T	Balances internos em colunas de destilação. Formulação matemática do método de McCabe-Thiele.	
14 E	Influência das variáveis operacionais e de projeto sobre a performance de uma coluna de destilação. Razão de refluxo mínima. Posição ótima da alimentação.	91% a 100%
14 T	Influência das variáveis operacionais e de projeto sobre a performance de uma coluna de destilação. Razão de refluxo mínima. Posição ótima da alimentação.	
15 E	Semana Mauá de Inovação, Liderança e Empreendedorismo (SMILE)	41% a 60%
15 T	Semana Mauá de Inovação, Liderança e Empreendedorismo (SMILE)	
16 E	Seleção de modelos termodinâmicos para colunas de destilação. Fundamentos do método de Fenske-Underwood-Gilliland. Projeto básico de colunas de destilação no Aspen Plus.	61% a 90%
16 T	Provinha 2	
17 E	Projeto 2: Dimensionamento de uma coluna de destilação - Parte 1 - Modelagem termodinâmica, número de estágios e definição da razão de refluxo operacional	91% a 100%
17 T	Simulação rigorosa de colunas de destilação no Aspen Plus.	
18 E	Projeto 2: Dimensionamento de uma coluna de destilação - Parte 1 - Modelagem termodinâmica, número de estágios e definição da razão de refluxo operacional.	91% a 100%
18 T	Projeto 2: Dimensionamento de uma coluna de destilação - Parte 1 - Modelagem termodinâmica, número de estágios e definição da razão de refluxo operacional	
19 E	Avaliação Escolar da Prova P2	91% a 100%
19 T	Avaliação Escolar da Prova P2	
20 E	Avaliação Escolar da Prova P2	91% a 100%
20 T	Avaliação Escolar da Prova P2	
21 E	Atendimento aos alunos e finalização do Projeto 2.	91% a 100%
21 T	Atendimento aos alunos e finalização do Projeto 2.	
22 E	Atendimento aos alunos	91% a 100%
22 T	Atendimento aos alunos	



23 E	Avaliação Escolar da Prova Substitutiva PS 2	91% a 100%
23 T	Avaliação Escolar da Prova Substitutiva PS 2	
24 E	Solução gráfica do projeto e análise de colunas de destilação complexas	91% a 100%
24 T	Revisão do método de McCabe-Thiele e do conceito de linhas de operação. Colunas de destilação complexas: múltiplas alimentações e retirada lateral.	
25 E	Projeto de colunas de destilação multicomponente no Aspen Plus	91% a 100%
25 T	Fundamentos de destilação multicomponente: componentes chave e balanços molares. Método de Fenske-Underwood-Gilliland.	
26 E	Diagnóstico de problemas operacionais em colunas de destilação	41% a 60%
26 T	Aspectos operacionais de colunas de destilação. Definição da pressão de operação. Modelo hidrodinâmico padrão.	
27 E	Recheios para colunas de destilação: evolução e características. Conceito de altura equivalente a um prato teórico. Cálculo da altura e do diâmetro de colunas de destilação com recheios.	11% a 40%
27 T	Tipos de internos de colunas e acessórios. Tipos de pratos e suas características construtivas. Cálculo do diâmetro de colunas com pratos.	
28 E	Provinha 3	91% a 100%
28 T	Revamp de colunas de destilação	
29 E	Projeto 3: Dimensionamento de uma coluna de destilação - Parte 2 - Avaliação da hidrodinâmica, seleção de pratos e determinação do diâmetro.	91% a 100%
29 T	Projeto 3: Dimensionamento de uma coluna de destilação - Parte 2 - Avaliação da hidrodinâmica, seleção de pratos e determinação do diâmetro.	
30 E	Avaliação Escolar da Prova P3	91% a 100%
30 T	Avaliação Escolar da Prova P3	
31 E	Balanços de massa em colunas de absorção: caso geral e de soluções diluídas. Linha de operação e de equilíbrio. Vazão mínima de solvente.	41% a 60%
31 T	Separação de misturas homogêneas. Aplicações da absorção gasosa. Instalação típica de absorção e equilíbrio líquido-gás.	
32 E	Hidrodinâmica de colunas de absorção. Cálculo do diâmetro de colunas de absorção.	61% a 90%
32 T	Transporte de massa aplicado à absorção gasosa. Correlações para cálculo da altura de colunas de absorção.	
33 E	Simulação de colunas de absorção no Aspen Plus.	91% a 100%
33 T	Reciclo como estratégia para economia de solvente em absorção gasosa. Exercícios de absorção gasosa.	
34 E	Projeto 4a: Dimensionamento de um processo de absorção gasosa	0
34 T	Projeto 4a: Dimensionamento de um processo de absorção gasosa	



35 E	Análise global de sistemas de extração líquido-líquido. Extração por estágios.	41% a 60%
35 T	Extração líquido-líquido: aplicações e sistemas de extração. Equilíbrio líquido-líquido e diagramas ternários.	
36 E	Análise de sistemas de extração líquido-líquido	91% a 100%
36 T	Cálculo do número de estágios em colunas de extração contracorrente	
37 E	Projeto 4b - Avaliação de um sistema de extração líquido-líquido	91% a 100%
37 T	Projeto 4b - Avaliação de um sistema de extração líquido-líquido	
38 E	Avaliação Escolar da Prova P4	91% a 100%
38 T	Avaliação Escolar da Prova P4	
39 E	Avaliação Escolar da Prova P4	91% a 100%
39 T	Avaliação Escolar da Prova P4	
40 E	Atendimento aos alunos e finalização do Projeto 4	91% a 100%
40 T	Atendimento aos alunos e finalização do Projeto 4	
41 E	Avaliação Escolar da Prova Substitutiva PS 2	91% a 100%
41 T	Avaliação Escolar da Prova Substitutiva PS 2	
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		