

Curso: ESCALADO INDUSTRIAL		Horas aula: 48
Clave: MAE10722		Horas plataforma: 16
Antecedentes:		Horas laboratorio: 0
Competencia del área:	Competencia del curso: Aplicar los conceptos fundamentales relativos al empleo del análisis dimensional para caracterizar y escalar adecuadamente procesos de transferencia de masa, calor, mezclado, procesos que incluyen flujos y otros procedimientos inherentes a la metalurgia, minería y problemas medio ambientales, con un enfoque sustentable y con capacidad de análisis.	
Elementos de competencia:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los problemas que surgen relacionados al cambio de escala, mediante el análisis de las etapas empleadas en investigación y desarrollo (I+D) aplicando las técnicas de los principios de semejanza, régimen y extrapolación en el proceso de escalado, con capacidad para la resolución de problemas. 2. Determinar el tipo de equipamiento a utilizar en el desarrollo de procesos de biotecnología industrial y el escalado de bioreactores, con el propósito de dimensionar la etapa de laboratorio y piloto aplicando los criterios de escalado de flujo de aire y agitadores, con un enfoque sustentable y capacidad de análisis. 3. Aplicar los criterios de escalado, modelado matemático y diseño de experimentos en el desarrollo de procesos industriales, mediante el análisis experimental estadístico con simulación de procesos biotecnológicos, para el diseño de una planta piloto, con un enfoque sustentable y capacidad de análisis. 		
Perfil del docente:		
↳ Posgrado en Ciencias Químicas, Ingeniería Química o Metalurgia. Es imprescindible que el docente aporte además del conocimiento su experiencia a los futuros Maestros en Ciencias, con ejemplos y ejercicios de aplicación. Evalúa los procesos de enseñanza y de aprendizaje con un enfoque formativo, con una actitud de cambio a las innovaciones pedagógicas. Motiva al alumno a valorar aprender-aprender, a convivir, a hacer y a ser. Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo.		
Elaboró: JOEL RUIZ IBARRA		Octubre 2020
Revisó: DRA. MARTHA RIVAS VEGA		Octubre 2020
Última actualización:		
Autorizó: Coordinación de Procesos Educativos		Octubre 2020

Elemento de competencia 1: Identificar los problemas que surgen relacionados al cambio de escala, mediante el análisis de las etapas empleadas en investigación y desarrollo (I+D) aplicando las técnicas de los principios de semejanza, régimen y extrapolación en el proceso de escalado, con capacidad para la resolución de problemas.

EC1 Fase I: Escalado Industrial.

Contenido: Escala, Investigación y Desarrollo (I&D, Ingenierización.

EC1 F1 Actividad de aprendizaje 1: Resumen en Inglés Problemas Relacionados con el Cambio de Escala.

Realizar en forma individual, un resumen en inglés sobre los problemas relacionados con el cambio de escala. Incluir los problemas relacionados con calentamiento y enfriamiento, así como los problemas relacionados al tamaño de la unidad del proceso.

El resumen deberá ser enviado a la plataforma educativa institucional, posterior a su discusión grupal en clase presencial.

4 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Resumen](#)

EC1 F1 Actividad de aprendizaje 2: Presentación Oral Etapas a Considerar en los Trabajos de Investigación y Desarrollo (I&D.

Realizar una presentación oral en equipo, sobre las etapas para I&D cómo son los límites entre escalas, escala de laboratorio, escala de banco, escala piloto, escala semi-industrial y escala industrial. Las características de la presentación, así como la duración serán especificados por el facilitador de la asignatura.

Enviar el documento de la presentación a la plataforma educativa institucional, previo a su exposición en clase presencial.

4 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual () Equipo (X)

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.
- Harmsen, J. (2019). *Industrial process scale-up: a practical innovation guide from idea to commercial implementation*. Elsevier.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Presentación Oral](#)

EC1 Fase II: Técnicas en el Proceso de Escalado.

Contenido: Principio de semejanza, modelos y prototipos, concepto de régimen.

EC1 F2 Actividad de aprendizaje 3: Apuntes de clase sobre principio de semejanza.

Realizar en forma individual apuntes de clase donde el facilitador trata los siguientes temas:

- Semejanza geométrica.

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000), *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de

<ul style="list-style-type: none"> • Semejanza mecánica. • Semejanza estática. • Semejanza cinemática. • Semejanza dinámica. • Semejanza térmica. • Semejanza química. • Obtención de criterios de semejanza. <p>La información será analizada y discutida de forma grupal. La evidencia de los apuntes será material de estudio para las evaluaciones.</p> <p>4 hrs. Aula 2 hrs. Plataforma</p>	<p>Educación Superior de la República de Cuba.</p> <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica Apuntes de Clase</p>
<p>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 4: Trabajo de Investigación Régimen, Extrapolación y Efectos de Frontera en el Proceso de Escalado.</p> <p>Realizar de forma individual un trabajo de investigación sobre los conceptos de régimen, extrapolación y los efectos de frontera en el proceso de escalado.</p> <p>Enviar el documento de la investigación a la plataforma educativa institucional, previo a su discusión grupal en clase presencial. El documento deberá contener Portada y al menos tres referencias utilizadas en formato APA.</p> <p>4 hrs. Aula 1 hr. Plataforma</p>	<p>Tipo de actividad:</p> <p>Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio () Grupal (X) Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica de Trabajo de Investigación</p>
<p>EC1 Fase III: Aplicaciones del Escalado.</p> <p>Contenido: Escalado de tanques con agitación mecánica, transferencia de calor, reactores químicos.</p>	
<p>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 5: Cuadro Sinóptico Escalado Industrial.</p> <p>Realizar de forma individual, un cuadro sinóptico sobre las aplicaciones del escalado en la industria química. Incluir los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escalado de tanques de agitación mecánica. • Escalado de reactores químicos. <p>El cuadro sinóptico deberá ser enviado a la plataforma educativa institucional, posterior a la discusión grupal sobre el tema en clase presencial.</p> <p>4 hrs. Aula 2 hrs. Plataforma</p>	<p>Tipo de actividad:</p> <p>Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio () Grupal (X) Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. • Tatterson, G. (1994). <i>Scale up and design of industrial mixing processes</i>. McGraw Hill. • Tarleton, S. & Wakeman, R. (2005). <i>Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment</i>. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica de Cuadro Sinóptico</p>

<p>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 6: Examen del Elemento de Competencia.</p> <p>Resolver de manera presencial, un examen relacionado con el contenido del primer elemento de competencia, proporcionado por el facilitador.</p> <p>2 hrs. Aula</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Plataforma () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Examen y todas las evidencias generadas durante el elemento de competencia. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>La evaluación se realizará con base en el desarrollo y número de aciertos obtenidos del total de preguntas.</p>
<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resumen en Inglés Problemas Relacionados con el Cambio de Escala. Presentación Oral Etapas a Considerar en los Trabajos de Investigación y Desarrollo (I&D). Trabajo de Investigación Régimen, Extrapolación y Efectos de Frontera en el Proceso de Escalado. Cuadro Sinóptico Escalado Industrial. Examen del Elemento de Competencia. 	
<p>Fuentes de información</p>	
<ol style="list-style-type: none"> González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. Harmsen, J. (2019). <i>Industrial process scale-up: apractical innovation guide from idea to comercial implementation</i>. Elsevier. Tarleton, S. &Wakeman, R. (2005). <i>Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment</i>. Tatterson, G. (1994). <i>Scale up and design of industrial mixing processes</i>. McGraw Hill. 	

Elemento de competencia 2: Determinar el tipo de equipamiento a utilizar en el desarrollo de procesos de biotecnología industrial y el escalado de bioreactores, con el propósito de dimensionar la etapa de laboratorio y piloto aplicando los criterios de escalado de flujo de aire y agitadores, con un enfoque sustentable y capacidad de análisis.

EC2 Fase I: Introducción al Escalado de Procesos Biotecnológicos.

Contenido: Tipo de equipamiento, etapa de laboratorio, escala piloto.

EC2 F1 Actividad de aprendizaje 7: Resumen Escalado de Procesos Biotecnológicos.

Realizar de manera individual, resumen del escalado de procesos biotecnológicos contemplando el tipo de equipamiento a utilizar, la etapa de laboratorio y la escala piloto.

El resumen deberá ser enviado a la plataforma educativa institucional, posterior a la discusión grupal del tema en clase presencial.

2 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Resumen](#)

EC2 F1 Actividad de aprendizaje 8: Presentación Oral Escalado de Bioreactores.

Realizar en equipo, una exposición describiendo las técnicas aplicadas en el escalado de bioreactores. Las características de la presentación, así como la duración serán especificados por el facilitador de la asignatura.

Enviar el documento de la presentación a la plataforma educativa institucional, previo a su exposición en clase presencial.

2 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual () Equipo (X)

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.
- Harmsen, J. (2019). *Industrial process scale-up: a practical innovation guide from idea to commercial implementation*. Elsevier.
- Tatterson, G. (1994). *Scale up and design of industrial mixing processes*. McGraw Hill.
- Tarleton, S. & Wakeman, R. (2005). *Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment*.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Presentación Oral](#)

EC2 Fase II: Técnicas en el Escalado de Bioreactores.

Contenido: Criterios de escalado, escalado del flujo de aire, régimen de funcionamiento de los agitadores.

EC2 F2 Actividad de aprendizaje 9: Trabajo de Investigación Criterios de Escalado.

Realizar de forma individual, una investigación sobre los criterios de escalado de flujo de aire.

Enviar el documento de la investigación a la plataforma educativa institucional, previo a su discusión grupal en clase presencial. El

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

<p>documento deberá contener portada y referencias utilizadas en formato APA.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Plataforma</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Harmsen, J. (2019). <i>Industrial process scale-up: apractical innovation guide from idea to comercial implementation</i>. Elsevier. • Tatterson, G. (1994). <i>Scale up and design of industrial mixing processes</i>. McGraw Hill. • Tarleton, S. &Wakeman, R. (2005). <i>Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment</i>. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica de Trabajo de Investigación</p>
<p>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 10: Reseña de Vídeo Escalamiento de Bioreactores.</p> <p>Realizar una reseña del vídeo titulado “Escalamiento de bioreactores” encontrado como recurso adjunto. La reseña deberá ser enviada a la plataforma educativa institucional, en la fecha solicitada para ello por el facilitador.</p> <p>4 hrs. Aula 1 hr. Plataforma</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rangel, L. (11 de dic de 2019). <i>Escalamiento de bioreactores</i>. [video] . https://www.youtube.com/watch?v=OoXQzM8J0lw <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica de Reseña</p>
<p>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 11: Examen del Elemento de Competencia.</p> <p>Resolver de manera presencial, un examen relacionado con el contenido del segundo elemento de competencia, proporcionado por el facilitador.</p> <p>2 hrs. Aula</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Plataforma () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen y todas las evidencias generadas durante el elemento de competencia. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>La evaluación se realizará con base en el desarrollo y número de aciertos obtenidos del total de preguntas.</p>
<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resumen Escalado de Procesos Biotecnológicos. • Presentación Oral Escalado de Bioreactores. • Trabajo de Investigación Criterios de Escalado. • Reseña de Vídeo Escalamiento de Bioreactores. • Examen del Elemento de Competencia. 	
<p>Fuentes de información</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. • Harmsen, J. (2019). <i>Industrial process scale-up: apractical innovation guide from idea to comercial</i> 	

implementation. Elsevier.

- Rangel, L. (11 de dic de 2019). *Escalamiento de bioreactores*. [video].
<https://www.youtube.com/watch?v=OoXQzM8J0lw>
- Tatterson, G. (1994). *Scale up and design of industrial mixing processes*. McGraw Hill.
- Tarleton, S. & Wakeman, R. (2005). *Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment*.

Elemento de competencia 3: Aplicar los criterios de escalado, modelado matemático y diseño de experimentos en el desarrollo de procesos industriales, mediante el análisis experimental estadístico con simulación de procesos biotecnológicos, para el diseño de una planta piloto, con un enfoque sustentable y capacidad de análisis.

EC3 Fase I: Simulación Matemática de los Procesos Industriales.

Contenido: Software de simulación de procesos biotecnológicos. Diseño estadístico de experimentos.

EC3 F1 Actividad de aprendizaje 12: Reporte Escrito Diseño Experimental Estadístico.

Desarrollar un modelo de diseño experimental que se adecue a un proceso biológico escalable, realizando un tamizado inicial de variables y registro de datos.

Enviar la evidencia en un documento a la plataforma educativa institucional, posterior a la discusión grupal sobre el tema en clase presencial.

3 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Reporte Escrito](#)

EC3 F1 Actividad de aprendizaje 13: Reporte Escrito Simulación Matemática de Procesos Industriales.

Desarrollar una simulación de un proceso industrial empleando el software que el facilitador indique, puede ser MatLAB, Octave u otro.

Enviar reporte de la simulación a la plataforma educativa institucional, para su evaluación, de acuerdo a las especificaciones solicitadas por el facilitador.

3 hrs. Aula
1 hr. Plataforma

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal () Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

Criterios de evaluación de la actividad:

[Rúbrica de Reporte Escrito](#)

EC3 Fase II: Plantas Piloto.

Contenido: Equipamiento, materias primas, productos residuales, factores de escala, seguridad.

EC3 F2 Actividad de aprendizaje 14: Reporte Escrito Definición y Costeo de Plantas Piloto.

Realizar el costeo de una planta piloto para escalar un proceso industrial, contemplando el equipamiento necesario, instrumentación, personal, materias primas, productos, subproductos y desperdicios.

La evidencia del costeo deberá ser enviada como reporte a la plataforma educativa institucional, posterior a la discusión grupal sobre el

Tipo de actividad:

Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio ()
Grupal (X) Individual (X) Equipo ()

Recursos:

- González-Castellanos, R. (2000). *Principios básicos de escalado*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba.

Criterios de evaluación de la actividad:

<p>tema en clase presencial.</p> <p>3 hrs. Aula 2 hrs. Plataforma</p>	<p>Rúbrica de Reporte Escrito</p>
<p>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 15: Resumen Diseño de Planta Piloto.</p> <p>Realizar un resumen de las bases para el diseño, factores de escala, seguridad, construcción y operación de una planta piloto para el escalado de procesos biológicos a nivel industrial.</p> <p>El resumen deberá ser enviado a la plataforma educativa institucional, previo a su discusión grupal en clase presencial.</p> <p>3 hrs. Aula 1 hr. Plataforma</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Plataforma (X) Laboratorio () Grupal (X) Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>Rúbrica Resumen</p>
<p>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 16: Examen del Elemento de Competencia.</p> <p>Resolver de manera presencial, un examen relacionado con el contenido del tercer elemento de competencia, proporcionado por el facilitador.</p> <p>2 hrs. Aula</p>	<p>Tipo de actividad: Aula (X) Plataforma () Laboratorio () Grupal () Individual (X) Equipo ()</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Examen y todas las evidencias generadas durante el elemento de competencia. <p>Criterios de evaluación de la actividad:</p> <p>La evaluación se realizará con base en el desarrollo y número de aciertos obtenidos del total de preguntas.</p>
<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reporte Escrito Diseño Experimental Estadístico. Reporte Escrito Simulación Matemática de Procesos Industriales. Reporte Escrito Definición y Costeo de Plantas Piloto. Resumen Diseño de Planta Piloto. Examen del Elemento de Competencia. 	
<p>Fuentes de información</p>	
<ul style="list-style-type: none"> González-Castellanos, R. (2000). <i>Principios básicos de escalado</i>. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. Harmsen, J. (2019). <i>Industrial process scale-up: a practical innovation guide from idea to commercial implementation</i>. Elsevier. Tatterson, G. (1994). <i>Scale up and design of industrial mixing processes</i>. McGraw Hill. Tarleton, S. & Wakeman, R. (2005). <i>Solid/liquid separation: Scale up of industrial equipment</i>. 	

Políticas

Para el desarrollo óptimo del curso

Metodología

El curso se desarrollará con la

Evaluación

La evaluación del curso será de

<p>el alumno deberá cumplir con las siguientes políticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplir cabalmente con la entrega de trabajos en cuanto a tiempo y forma. • En caso de plagio, el alumno no obtendrá la competencia en la evaluación correspondiente al trabajo. • Deberá asistir mínimo el 80% de las clases presenciales. • Mostrar respeto a sus compañeros y facilitador, en clases presenciales y virtuales. • Deberá ser puntual a sus clases presenciales, se tendrá una tolerancia de 5 minutos. 	<p>participación conjunta de facilitador y estudiantes. El curso está diseñado para que las clases presenciales sean completadas con trabajo en Plataforma Educativa Virtual.</p> <p>A continuación, se describirán algunos aspectos metodológicos sobre la clase, que son necesarios para un adecuado desempeño de las actividades académicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al acceder a la Plataforma Educativa Institucional y realizar sus actividades virtuales, es importante verificar las fechas en que es liberada la actividad, así como la fecha y hora de cierre de la misma. • Al realizar las actividades establecidas en la secuencia didáctica, se recomienda basarse en las rúbricas correspondientes. • Las evidencias de tareas, presentaciones e investigaciones deberán incluirse en el portafolio de la asignatura. 	<p>acuerdo a los siguientes artículos del reglamento escolar:</p> <p>ARTÍCULO 28. Las modalidades de evaluación son: I. Diagnóstica permanente, entendiéndose esta como la evaluación continua del estudiante durante la realización de una o varias actividades; II. Formativa, siendo esta, la evaluación al alumno durante el desarrollo de cada elemento de competencia; y III. Sumativa es la evaluación general de todas y cada una de las actividades y evidencias de las secuencias didácticas. Sólo los resultados de la evaluación sumativa tienen efectos de acreditación y serán reportados al departamento de registro y control escolar.</p> <p>ARTÍCULO 29. La evaluación sumativa será realizada tomando en consideración de manera conjunta y razonada, las evidencias del desarrollo de las competencias y los aspectos relacionados con las actitudes y valores logrados por el alumno.</p> <p>Para tener derecho a la evaluación sumativa de las asignaturas, el alumno deberá:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir con la evidencia de las actividades establecidas en las secuencias didácticas; 2. Asistir como mínimo al 70% de las sesiones de clase impartidas. <p>ARTÍCULO 30. Los resultados de la evaluación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de: I. Competente sobresaliente; II. Competente avanzado; III. Competente intermedio; IV. Competente básico; y V. No aprobado.</p> <p>El nivel mínimo para acreditar una asignatura será el de competente</p>
--	--	--

		básico.
--	--	---------