



RESOLUCIÓN 045 DE 2024

(07 de junio)

Por la cual se aprueba el Proyecto Académico Educativo-PAE del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual adscrito a la Facultad de Ingeniería.

EL CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

En uso de sus atribuciones legales y en especial las conferidas por la Ley 30 de 1992 y el Artículo 24 del Acuerdo 066 de 2005 y

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo establecido en la Ley 30 de 1992, las instituciones de educación superior son autónomas para ejercer y desarrollar sus programas académicos, teniendo como objetivo prestar a la comunidad un servicio de alta calidad, como resultado de su formación.

Que el Ministerio de Educación Nacional expidió el Decreto 1075 de 2015 - Único Reglamentario del Sector Educación.

Que el Ministerio de Educación Nacional expidió el Decreto 1330 de 2019, por el cual se sustituye el Capítulo 2, Título 3 Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 – Único Reglamentario del Sector Educación.

Que el capítulo 2 del Decreto 1330 de 2019 compilado del Decreto 1075 de 2015 del Ministerio de Educación Nacional establece las condiciones de calidad para la obtención de Registro Calificado de Programas Académicos de Educación Superior y el artículo 2.5.3.2.6.1 del decreto en mención, establece que los programas de posgrados son la formación posterior al título de pregrado que se desarrolla según el marco normativo vigente, en los niveles de especialización, maestría y doctorado

Que mediante Acuerdo 023 del 25 de abril de 2024, el Consejo Superior de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia aprobó la creación del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible**.

Que el artículo 7 del citado Acuerdo, establece que el Consejo Académico aprobará mediante Resolución, el Proyecto Académico Educativo, PAE del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual.

Que el Consejo de Facultad, en sesiones 19 de noviembre 02 del 2023, y 09 del 27 de octubre del 2023, previa recomendación del Comité Escuela de Posgrados, recomendó la aprobación del Proyecto Académico Educativo del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual.



Que mediante oficio DP- 125 del 04 de abril de 2024, el Departamento de Posgrados dio a conocer que, tras revisar los documentos para la aprobación del Proyecto Académico Educativo – PAE, del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** adscrito a la Facultad de Ingeniería, se considera que cumplen con las condiciones técnicas, académicas y normativas expresadas por la Universidad, por el Ministerio de Educación Nacional y los procedimientos establecidos por este Departamento.

Que el Consejo Académico, en sesión asincrónica 14 del 07 de junio de 2024, estudió y aprobó el Proyecto Académico Educativo del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual, de la Facultad de Ingeniería.

En mérito de lo expuesto, el Honorable Consejo Académico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar el Proyecto Académico Educativo del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual, adscrito a la Facultad de Ingeniería

ARTÍCULO 2.- Identificación del Programa. El programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual, se identifica por las siguientes características generales:

Tabla 1. Identificación del programa

Nombre del Programa	Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible
Sede del Programa	Tunja
Facultad /Seccional	Ingeniería
Ubicación del Programa	Tunja
Nivel Académico	Posgrado
Nivel de Formación	Especialización
Modalidad	Virtual
Título que Otorga	Especialista en Metalurgia Extractiva Sostenible
Norma Interna de Creación	Acuerdo 023 de 2024
Número de Créditos Académicos	Veintiséis (26)
Periodicidad de Admisión	Semestral
Duración del programa	Dos (2) semestres
Valor de la matrícula	6 SMLV
Número máximo de admitidos	Treinta (30) estudiantes por grupo
Programa en convenio	N/A
	*Clasificación Internacional Normalizada de Educación – CINE F 2013 AC
Campo amplio	Ingeniería, Industria y Construcción
Campo específico	Ingeniería y profesiones afines
Campo detallado	Ingeniería y procesos químicos
	**Núcleo Básico del Conocimiento
Área de conocimiento	Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines
Núcleo Básico del Conocimiento – NBC	Ingeniería de Minas, Metalurgia y Afines

* Se refiere a los campos de conocimiento definidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, apropiados por el Ministerio de Educación Nacional.

** Áreas de conocimiento definidas por el Ministerio de Educación Nacional, orientadas a las áreas de formación posgraduada.



ARTÍCULO 3.- PERTINENCIA Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

3.1 Marco Jurídico específico del programa

- Acuerdo 070 de 2015, por el cual se expide el Estatuto Académico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, o norma que lo modifique o sustituya.
- Acuerdo 070 de 2016, por el cual se modifican y se derogan algunas disposiciones de los Acuerdos 012 de 1999, 025 de 2012, se deroga el Acuerdo 010 de 2016 y se dictan otras disposiciones.
- Acuerdo 001 de 2018, por el cual se modifica el Acuerdo 063 de 2016, que determina la Estructura Orgánica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Acuerdo 041 de 2018, por el cual se modifican los Artículos 1, 2, 3 y 5 del Acuerdo 070 de 2016 y los Artículos 21 y 22 de del Acuerdo 025 de 2012.
- Acuerdo 070 de 2023, por el cual se actualiza la Política Académica de Formación Posgraduada de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Acuerdo 071 de 2023, por el cual se actualiza el Reglamento Estudiantil de Posgrados
- Resolución 39 de 2018 por el cual se modifica la resolución 20 de 2018- áreas disciplinares de los programas de Posgrados.
- Resolución 134 de 2023, por la cual se actualiza el Modelo Pedagógico Institucional “Edificamos Futuro”

3.2 Justificación del programa:

Desde el año 2021, el Ministerio de Minas y Energía ha venido impulsando la reactivación sostenible del sector minero-energético de Colombia, traducido en equidad, desarrollo y nuevas oportunidades para el país y sus regiones, en tres ejes estratégicos: Transición Energética, seguridad energética y diversificación y formalización minera; en esta última, el país ha venido gestionando al menos tres corredores de exploración de minerales/metales claves para la Transición Energética de Colombia: el oro y el cobre. El sector minero es clave para la reactivación sostenible y segura de Colombia y sus regiones. Por ende, el gobierno nacional en cabeza del Proceso Permanente de Asignación de Áreas Estratégicas Mineras y la Agencia Nacional de Minería, ha venido liderando la elección de los mejores proponentes para impulsar la exploración y el desarrollo de proyectos.

En virtud de lo anterior, el programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible se crea en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc) como respuesta a las necesidades de actualización y optimización del sector metalúrgico extractivo de desarrollar nuevas técnicas, procesos y materiales que sean más eficientes, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, así mismo, que contribuyan a encarar los desafíos de esta rama industrial, en temas de sostenibilidad, automatización, minerales estratégicos, reciclaje de metales y colaboración interdisciplinaria. Es importante considerar que, a diferencia de los procesos

convencionales o tradicionales, para el Especialista en Metalurgia Extractiva Sostenible sus materias primas no se limitan únicamente a los minerales, sino a todas las sustancias que sean susceptibles de reuso incluyendo escorias, residuos, basura electrónica, colas de lixiviación, efluentes, entre otros.

La extracción y procesamiento de materiales para la obtención de metales contribuye significativamente a las economías nacionales y globales debido a temas de exportación y desarrollo tecnológico; por consiguiente, la formación de profesionales de ingeniería y del gremio minero/metalúrgico, a través de una oferta específica de posgrado en nuevas tecnologías, es requerida para brindarle a este sector industrial la oportunidad de liderar y consolidar un tránsito a la optimización de sus procesos extractivos.

La falta de un programa de posgrado relacionado con la metalurgia extractiva (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior) en el país, así como a las crecientes necesidades del sector minero/metalúrgico de encaminar sus procesos hacia la sostenibilidad, hace hincapié en la importancia de formación de capital humano calificado y especialista en tratamientos metalúrgicos que estén a la vanguardia de la tecnología en estos procesos extractivos.

Con el objeto de dar cumplimiento a las políticas nacionales, regionales y locales en este sector productivo, desde la Escuela de Ingeniería Metalúrgica, apoyada por el Grupo de Investigación Metalurgia No Ferrosa, se impulsa la puesta en marcha de este programa de formación posgraduada el cual es congruente con los objetivos misionales de la Uptc, prioriza su actividad académica hacia ámbitos activos, analíticos, críticos y reflexivos, así como a valores de sentido ético y de responsabilidad social centrada en la actitud investigativa interdisciplinaria y con medios de información de avanzada tecnología.

La Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible está encaminada a ser un programa de presencia nacional mediante una modalidad virtual, acercando el conocimiento a un grupo mayor de la población, eliminando las restricciones de distancias, desplazamiento y brindando la posibilidad de llevar el conocimiento a más regiones del país, lo anterior, en aras de satisfacer las necesidades regionales y nacionales en el ámbito industrial-ambiental.

3.3 Misión del programa

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible aportará al entorno local, regional y nacional, mediante la formación de profesionales altamente capacitados que puedan desempeñar un papel crucial en la promoción de prácticas responsables y sostenibles en la industria de la metalurgia extractiva, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y el bienestar social a largo plazo.

3.4 Visión del programa

La Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible se proyecta como un programa referente de formación de especialistas a nivel nacional y latinoamericano, capaces de asumir retos asociados a la obtención de metales de manera sostenible, manteniendo



un equilibrio entre la eficiencia económica y la responsabilidad ambiental y de seguridad, a través del uso de técnicas que estén a la vanguardia de la metalurgia extractiva en términos de avances científicos y tecnológicos.

3.5 Objetivos

3.5.1 Objetivo general

Aportar a la formación integral de profesionales altamente capacitados en el campo de la metalurgia extractiva con un enfoque en la sostenibilidad, a través del desarrollo de conocimientos y habilidades específicas para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos asociados con la extracción y procesamiento de minerales y materiales susceptibles a reúso.

3.5.2 Objetivos específicos

- Apropiar y actualizar los fundamentos del procesamiento de materiales por vía acuosa para la obtención de metales, adoptando tecnologías avanzadas que permitan un procesamiento más limpio y eficiente.
- Desarrollar procesos metalúrgicos a altas temperaturas que permitan eficiencia económica, seguridad, cumplimiento normativo y sostenibilidad ambiental, a través de técnicas actuales y novedosas de fusión, separación y refinación.
- Fortalecer la industria minera/metalúrgica a través de la formación de profesionales que empleen técnicas y tecnologías más avanzadas para la extracción, procesamiento y obtención de metales desde minerales y materiales susceptibles a reúso.
- Fomentar los principios de sostenibilidad en el contexto de la metalurgia extractiva encaminada a las energías limpias, uso eficiente de combustibles, incluyendo la minimización del impacto ambiental y la responsabilidad social.
- Integrar la gestión moderna de proyectos minero/metalúrgicos como prácticas comunes que permitan alcanzar procesos con sostenibilidad y responsabilidad social en el control de calidad de la metalurgia extractiva, así como en la gestión de proyectos minero/metalúrgicos.

3.6 Perfil de ingreso

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible estará dirigido a los profesionales de Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Química, Ingeniería de Minas y Profesionales con un título afín a los objetivos de formación del programa, otorgado por una Universidad colombiana o extranjera reconocida.

3.7 Perfil de Egreso

El egresado del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible impulsará el desarrollo e innovación de los procesos metalúrgicos extractivos enmarcados en la obtención de metales y procesamiento de materias primas eficiente, sustentable, legal y responsable con el medio ambiente. Su desempeño en la industria será relevante en la toma de decisiones para afrontar los desafíos actuales en el campo



de las tecnologías de operación, modelación, optimización de procesos y la seguridad en plantas metalúrgicas. Su compromiso con la sociedad estará ligado a la promoción de la diversificación productiva, la planificación socio ambiental y la sostenibilidad de las regiones en donde se desarrollan estas operaciones.

3.8. Perfil ocupacional

El egresado del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible está altamente capacitado para liderar iniciativas en la industria metalúrgica que promuevan la sostenibilidad ambiental y económica a partir de la extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso para la obtención de metales. Estos especialistas, cuentan con amplio conocimiento de los procesos metalúrgicos y su impacto en el medio ambiente lo que les permite diseñar y desarrollar estrategias innovadoras que reduzcan la huella ambiental de la extracción y procesamiento de metales; adicionalmente, están preparados para asumir roles de consultoría, investigación y gestión de proyectos, asegurando que las operaciones metalúrgicas cumplan con los más altos estándares de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa.

ARTÍCULO 4.- ASPECTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA

4.1 Componentes Formativos:

Este apartado incluye la definición del plan general de estudios de la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, el cual está representado en créditos académicos, estructura curricular, horas de interacción, resultados de aprendizaje, espacios flexibilización curricular (electivos y proceso de homologación), interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y transversalización de la formación integral.

4.1.1 Sistema de créditos

Según el Decreto 1330 de 2019, el cual establece la equivalencia de horas por crédito académico en la UPTC, en donde un crédito académico equivale a cuarenta y ocho (48) horas de trabajo del estudiante. La proporción entre la relación directa con el profesor y la práctica independiente del estudiante será de 1 hora de trabajo directo por 2 horas de trabajo independiente. El total de los créditos del programa de la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible modalidad virtual es de 26 créditos. El programa se desarrolla en dos (2) semestres académicos, cada semestre con una duración de dieciséis (16) semanas.

4.1.2 Estructura curricular

La Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible cuenta en su plan de estudios con dos espacios de formación: el área de profundización e investigación abordado por un proyecto integrador (el cual requiere de un estado del arte adaptado a la solución numérica de una situación real de la metalurgia extractiva).

Tabla 2. Estructura Curricular del programa

Espacios de formación		Actividades curriculares	% en el total de créditos
Profundización	24 créditos	- Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	15,4%
		- Innovación en Procesos metalúrgicos a altas temperaturas	15,4%
		- Innovación en Procesos metalúrgicos de vía acuosa	15,4%
		- Electiva I	15,4%
		- Electiva II	15,4%
Investigación	2 créditos	- Electiva III	15,4%
		- Proyecto integrador	7,6%

De acuerdo a la tabla 2, el programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** en modalidad virtual, está compuesto en un 92,4% por actividades curriculares de profundización, las cuales tienen como objeto soportar en el estudiante la comprensión de las diferentes temáticas que son centrales en la disciplina, y que son idóneas para la formación del especialista. Con respecto al espacio de la investigación (7,6%), éste corresponde al proyecto integrador, el cual articula los fundamentos teóricos (Termodinámica, cinética, formulación del problema) en un contexto industrial (estado del arte y de la tecnología), basado en el uso de herramientas tecnológicas (desarrollo y conclusiones), en donde el estudiante evidencia su potencial para aportar al desarrollo tecnológico, profesional y económico del país, al más alto nivel en el área de la Metalurgia Extractiva.

El programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** se aborda en dos semestres académicos; las actividades curriculares consideradas por semestre y sus créditos correspondientes, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Plan General de Estudios

Actividades curriculares	Obligatorio	Electivo	Créditos	Horas de trabajo directo			Horas de trabajo independiente	Horas totales de trabajo	Número máximo de estudiantes matriculados o proyectados por grupo
				Nº hrs. Teóricas	Nº hrs. Teórico – Prácticas	Nº hrs. Prácticas			
Primer Semestre									
Innovación en Procesos metalúrgicos de vía acuosa	X		4	64	0	0	128	192	30



Actividades curriculares	Obligatorio	Electivo	Créditos	Horas de trabajo directo			Horas de trabajo independiente	Horas totales de trabajo	Número máximo de estudiantes matriculados o proyectados por grupo
				Nº hrs. Teóricas	Nº hrs. Teórico – Practicas	Nº hrs. Practicas			
Innovación en Procesos metalúrgicos a altas temperaturas	X		4	64	0	0	128	192	30
Electiva I		X	4	64	0	0	128	192	30
Segundo Semestre									
Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	X		4	64	0	0	128	192	30
Electiva II		X	4	64	0	0	128	192	30
Electiva III		X	4	64	0	0	128	192	30
Proyecto integrador	X		2	32	0	0	64	96	30
Total Número Créditos	14	12	26						
Total porcentaje Créditos	54%	46%	100%						
Total número horas				416	0	0	832	1248	
Total porcentaje horas				33%	0%	0%	67%	100%	

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible plantea tres actividades curriculares obligatorias, tres actividades curriculares de carácter electivo y un proyecto integrador obligatorio (tabla 3). Es importante considerar que, las actividades curriculares electivas serán ofertadas por el programa y seleccionadas por los estudiantes entre las siete (7) opciones disponibles. Por su parte el comité curricular del programa propenderá porque las temáticas vayan rotando semestralmente. El comité curricular hará seguimiento continuo de dichas electivas para determinar los casos en los cuales sea necesario solicitar actualización o modificación a las instancias pertinentes, ya sea por necesidades del entorno industrial o por innovaciones en el estado del arte.

4.1.3 Perfil de Egreso y Resultados de Aprendizaje

En la estructuración de los resultados de aprendizaje hay una gran variedad de taxonomías y abordajes teóricos acerca de la conceptualización de los mismos. Sin embargo, con base en los resultados de aprendizaje esperados por el estudiante, el comité curricular del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, seleccionó el modelo de la taxonomía de “Estructura del Resultado Observado de Aprendizaje” (SOLO por su acrónimo en inglés “Structure of the Observed Learning Outcome”). Esta taxonomía fue seleccionada debido a que es una propuesta teórica de enseñanza que se basa en analizar los resultados de aprendizaje, mejorando los procesos cognitivos y por ende la calidad educativa. De este modo, los verbos utilizados



en los resultados de aprendizaje de acuerdo al nivel de formación (Especialización) fueron:

Nivel de la taxonomía	Verbo de Acción – Nivel Especialización
<ul style="list-style-type: none"> • Uni-estructural: El estudiante ha adquirido una comprensión básica del tema en este nivel, pero se limita a una sola idea o concepto. Pueden responder a preguntas simples sobre el tema, pero su comprensión es limitada, es decir que, el resultado, pese a ser cierto, solo se centra en un determinado aspecto, el cual no tiene por qué ser relevante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica y realiza • Define
<ul style="list-style-type: none"> • Multi-estructural: En este nivel, los estudiantes han aprendido muchos conceptos o ideas relacionados con el tema, pero su comprensión aún es superficial. Pueden reconocer y describir una variedad de conceptos, pero no pueden conectarlos o integrarlos de manera significativa. En este caso, el estudiante es capaz de enumerar una serie de aspectos correctos, pero no va más allá. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describe • Combina • Ejecuta • Resuelve • Caracteriza - Determina
<ul style="list-style-type: none"> • Relacional: En este nivel, los estudiantes pueden conectar y relacionar conceptos o ideas de manera más profunda. Pueden ver cómo se relacionan varias cosas y aplicar sus conocimientos a contextos más amplios y complejos. En este punto, el estudiante identifica no solo varios aspectos correctos, sino que también es capaz de relacionarlos entre sí. 	<ul style="list-style-type: none"> • Integra • Analiza • Aplica • Interpreta • Establece

Con este modelo de taxonomía SOLO, se pueden crear evaluaciones que reflejen el nivel de comprensión y habilidades de los estudiantes en un tema en particular. Además, se utiliza para dirigir la enseñanza y fomentar el desarrollo cognitivo de los estudiantes al motivarlos a avanzar hacia niveles más altos de comprensión y pensamiento crítico.

En cuanto a la redacción de los resultados de aprendizaje de las actividades curriculares, se consideró que éstas estuvieran en concordancia con las competencias y el perfil de egreso, manteniendo como ejes conceptuales: Verbo, Contenido y Contexto.

Tabla 4. Caracterización de los Resultados de Aprendizaje del programa en articulación con el perfil de egreso

Perfil de egreso	Resultados de Aprendizaje de Programa
El egresado del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible impulsará el desarrollo e innovación de los procesos metalúrgicos extractivos enmarcados en la obtención de metales y procesamiento de materias primas eficiente, sustentable, legal y responsable con el medio ambiente. Su desempeño en la industria será relevante en la toma de decisiones para afrontar los desafíos actuales en el campo de las tecnologías de operación, modelación, optimización de procesos y la seguridad en plantas metalúrgicas. Su compromiso con la sociedad estará ligado a la promoción de la diversificación productiva, la planificación socio ambiental y la sostenibilidad de las regiones en donde se desarrollan estas operaciones.	<p>Identifica y realiza procesos en las ramas fundamentales de la metalurgia extractiva, desde las técnicas convencionales como las actuales, para establecer acciones que optimicen recursos y condiciones operativas en los procesos industriales.</p> <p>Aplica teorías vigentes y modernas relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales, basado en normas locales, regionales y nacionales para contribuir a estrategias de desarrollo económico desde este sector extractivo.</p> <p>Resuelve desafíos del sector metalúrgico relacionados con el uso de combustibles, gestión de residuos industriales y contaminación, con criterios de sostenibilidad e innovación, interactuando y relacionando aspectos académicos y científicos.</p> <p>Combina habilidades y competencias necesarias para garantizar la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad en la industria extractiva, contribuyendo a un desempeño óptimo y ético en este sector.</p> <p>Integra el estado del arte con la solución numérica de un problema real en la metalurgia extractiva aplicando las técnicas modernas buscando el menor impacto en el proceso.</p>



Tabla 5. Determinación de los Resultados de Aprendizaje

Espacios de Formación	Resultados de Aprendizaje del Programa	Actividades curriculares	Resultado de Aprendizaje por actividad curricular
Profundización	Identifica y realiza procesos en las ramas fundamentales de la metalurgia extractiva, desde las técnicas convencionales como las actuales, para establecer acciones que optimicen recursos y condiciones operativas en los procesos industriales.	Innovación en Procesos metalúrgicos a altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> Define soluciones a procesos metalúrgicos a altas temperaturas basado en tecnologías recientes de procesamiento para afrontar los requerimientos actuales del sector metalúrgico. Ejecuta procesos piro metalúrgicos para la obtención de metales desde perspectivas de sostenibilidad y de calidad.
Profundización	Identifica y realiza procesos en las ramas fundamentales de la metalurgia extractiva, desde las técnicas convencionales como las actuales, para establecer acciones que optimicen recursos y condiciones operativas en los procesos industriales.	Innovación en Procesos metalúrgicos de vía acuosa	<ul style="list-style-type: none"> Describe avances recientes en tecnologías de procesamiento de materias primas y materiales de desecho por vía acuosa para afrontar retos actuales del sector metalúrgico y la minería. Combina procesos hidrometalúrgicos sustentables mediante la aplicación de condiciones operativas moderadas y reactivos alternativos no contaminantes.
Profundización	Aplica teorías vigentes y modernas relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales, basado en normas locales, regionales y nacionales para contribuir a estrategias de desarrollo económico desde este sector extractivo.	Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	<ul style="list-style-type: none"> Analiza de forma predictiva información y datos de la industria de minerales para prevenir vulnerabilidades y planificar acciones de mejora en la maquinaria. Combina procesos responsables para los materiales residuales del procesamiento de minerales en un esfuerzo por contribuir a la economía circular
Profundización	Combina habilidades y competencias necesarias para garantizar la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad en la industria extractiva, contribuyendo a un desempeño óptimo y ético en este sector.	Electiva Técnica (Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos)	<ul style="list-style-type: none"> Identifica y evalúa las fuentes de variabilidad en los procesos metalúrgicos, para diagnosticar problemas y oportunidades de mejora en la producción de metales y aleaciones Caracteriza técnicas estadísticas avanzadas, con el fin de analizar datos y mejorar procesos metalúrgicos, incluyendo el uso de herramientas como cartas de control y análisis de capacidad.
Profundización	Resuelve desafíos del sector metalúrgico relacionados con el uso de combustibles, gestión de residuos industriales y	Electiva Técnica (Transición Energética (energías limpias y	<ul style="list-style-type: none"> Describe la importancia del uso eficiente de los combustibles fósiles en pro de la transición energética



MACROPROCESO: DOCENCIA
PROCESO: FORMACIÓN POSGRADUADA
PROCEDIMIENTO: CREACIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADOS
FORMATO: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN – PAE

Código: D-FP-P04-F02 Versión: 01 Página 11 de 42

	contaminación, con criterios de sostenibilidad e innovación, interactuando y relacionando aspectos académicos y científicos.	uso eficiente de combustibles)	<ul style="list-style-type: none"> • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de combustibles fósiles enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.
Profundización	Resuelve soluciones a desafíos del sector metalúrgico relacionados con el uso de combustibles, gestión de residuos industriales y contaminación, con criterios de sostenibilidad e innovación, interactuando y relacionando aspectos académicos y científicos.	Electiva Técnica (Aprovechamiento metalúrgico de residuos y desechos.)	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica prácticas sostenibles para la gestión de residuos y la economía circular. • Combina métodos de recuperación de metales desde diferentes tipos de residuos industriales por rutas metalúrgicas de extracción o beneficio.
Profundización	Resuelve soluciones a desafíos del sector metalúrgico relacionados con el uso de combustibles, gestión de residuos industriales y contaminación, con criterios de sostenibilidad e innovación, interactuando y relacionando aspectos académicos y científicos.	Electiva Técnica (Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas)	<ul style="list-style-type: none"> • Determina la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.
Profundización	Resuelve desafíos del sector metalúrgico relacionados con el uso de combustibles, gestión de residuos industriales y contaminación, con criterios de sostenibilidad e innovación, interactuando y relacionando aspectos académicos y científicos.	Electiva Técnica (Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva)	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.
Profundización	Aplica teorías vigentes y modernas relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales, basado en normas locales, regionales y nacionales para contribuir a estrategias de desarrollo económico desde este sector extractivo	Electiva Técnica (Procesamiento de minerales no metálicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Combina estrategias que involucran tecnología actual y mejoras en los procesos de extracción y procesamiento de minerales no metálicos, a fin de aumentar la eficiencia operativa y productividad, mientras reduce impactos ambientales asociados.



Profundización	Aplica teorías vigentes y modernas relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales, basado en normas locales, regionales y nacionales para contribuir a estrategias de desarrollo económico desde este sector extractivo.	Electiva Técnica (Modelamiento computacional de procesos extractivos sostenibles)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica modelos computacionales en la evaluación y optimización de procesos extractivos, centrándose en la eficiencia operativa, la reducción de impactos ambientales y la maximización de la sostenibilidad económica y social.
Investigación	Integra el estado del arte con la solución numérica de un problema real en la metalurgia extractiva aplicando las técnicas modernas buscando el menor impacto en el proceso.	Proyecto integrador	<ul style="list-style-type: none"> • Integra el estado del arte con la solución numérica de una situación real en la metalurgia extractiva.

Fuente: Contenidos curriculares del programa

La taxonomía SOLO, se encuentra ligada a la trazabilidad y gradualidad de los resultados de aprendizaje del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, ya que permite que los docentes puedan hacer seguimiento y documentar sistemáticamente el progreso de los estudiantes a lo largo de diferentes niveles de complejidad cognitiva. Esta relación también facilita la planificación de actividades de enseñanza que siguen una progresión gradual, lo que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de manera secuencial.

4.1.4 Estrategias de flexibilización curricular

a. Electivas

Como se mencionó en el apartado 4.1.2 (Estructura curricular), dentro del plan de estudios del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, se desarrollarán tres actividades curriculares electivas con una valoración de cuatro créditos académicos cada una. Los estudiantes tienen la posibilidad, desde el segundo semestre, de seleccionar una de ellas, entre las opciones señaladas en la tabla 6. La actividad curricular electiva impartida en el primer semestre será elegida de acuerdo a análisis previo por parte del comité curricular, como respuesta de las necesidades de la industria y/o innovaciones en el estado del arte.

Tabla 6. Actividades curriculares de carácter electivo para el programa

Electiva(s)
Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos
Transición Energética (energías limpias y uso eficiente de combustibles)
Aprovechamiento metalúrgico de residuos y desechos
Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas
Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva
Procesamiento de minerales no metálicos
Modelamiento de operaciones en metalurgia extractiva

b. Libre elección. El programa se acoge a lo establecido Artículo 26 del Acuerdo 070 de 2023 o normas que lo sustituyan. En este sentido se propone como estrategias de libre elección las siguientes:

- a. Los estudiantes de posgrado de manera autónoma podrán seleccionar y cursar actividades curriculares de libre elección en diferentes programas de la universidad, independiente del nivel de formación pos gradual al que se encuentra matriculado (Especialización, Maestría y Doctorado) complementando sus intereses formativos. Esta estrategia estará sujeta al análisis y aprobación de los Comités de Currículo de posgrados y disponibilidad de cupos. Los programas deberán desarrollar y publicar ofertas de actividades curriculares dinámicas, facilitando al estudiante la elección de estas.
- b. Los estudiantes de posgrado tendrán la posibilidad de cursar créditos de libre elección fuera del plan de estudios, con la intención de complementar la formación integral a partir de sus intereses, necesidades y capacidades.
- c. A través de convenios y redes académicas los estudiantes de posgrado podrán cursar actividades curriculares en programas de posgrado de otras universidades nacionales y extranjeras. El Comité de Currículo de posgrados estudiará y homologará el número de créditos académicos aprobados.

Los créditos académicos cursados en la estrategia de libre elección, tendrán un tiempo de validez de tres (3) años para su homologación en un programa de posgrado. Transcurrido este tiempo ya no serán homologables.

Con base en lo anterior, el programa establece un total de 12 créditos dentro del plan de estudios para ser cursados.

c. Articulación curricular entre programas de pregrado y posgrado. El programa se acoge a lo establecido Artículo 28 del Acuerdo 070 de 2023 o normas que lo sustituyan.

- a. Estudiantes de pregrado pueden cursar actividades curriculares en posgrado y se registrarán acorde a lo establecido en el literal a) del Artículo 14 y el Artículo 28 del Acuerdo 030 de 2021 o normas que lo modifiquen o sustituyan.
- b. Los estudiantes de pregrado pueden cursar créditos académicos del primer semestre de un programa de posgrado como modalidad de trabajo de grado para obtener el título de pregrado, acorde a lo establecido en el literal b) del Artículo 14 del Acuerdo 030 de 2021 o normas que lo sustituyan.
- c. Si el estudiante ya ha cursado como créditos electivos del pregrado, actividades curriculares del primer semestre del programa de posgrado autorizado, estas no serán tenidas en cuenta para la modalidad de trabajo de grado, por lo que el Comité de currículo de posgrado le autorizará otras actividades en su reemplazo, hasta completar el número de créditos correspondientes al primer semestre o su equivalencia.
- d. Los estudiantes de posgrado pueden cursar actividades curriculares en pregrado, las cuales complementan su perfil e integran saberes de diferentes niveles y áreas de formación. Lo anterior, estará sujeto a la aprobación de los Comités de Currículo del posgrado y de pregrado y disponibilidad de cupos en pregrado. Los docentes que dirigen estas actividades en pregrado deben tener



un nivel de formación equivalente al que está cursando el estudiante de posgrado. En caso de que el docente no cuente con el título de posgrado requerido, los créditos cursados serán contabilizados fuera del plan de estudios, de conformidad con la estrategia de libre elección.

e. Si el estudiante de pregrado desea continuar con el programa de posgrado, deberá solicitar ante el Comité de Currículo correspondiente la homologación de los créditos cursados y aprobados. Una vez agotado este proceso su condición cambiará a estudiante activo. Estos créditos cursados y aprobados tendrán una vigencia de tres (3) años; transcurrido este tiempo ya no serán homologables (Artículo 20 del Acuerdo 071 de 2023).

d. Homologación plan de estudios del programa

Conforme al artículo 35 del Acuerdo 070 de 2023, o la norma que lo modifique o sustituya, se contempla la homologación por continuidad en los estudios de especialización a maestría. Este proceso académico, se refiere a la convalidación o reconocimiento por parte del comité de currículo de los créditos aprobados por un egresado del programa de especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible que desee continuar con sus estudios de maestría. El egresado del programa, tendrá la posibilidad de continuar su formación posgraduada en la Maestría en Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Doctorado en Ingeniería y Ciencia de los Materiales o cualquier otro programa que se genere en la Facultad de Ingeniería de la UPTC, en temáticas afines a la Metalurgia Extractiva.

Es importante considerar que, las homologaciones en los créditos cursados dependerán del nivel de estudios del profesor quien impartió la actividad curricular (que debe ser igual o superior a la modalidad que se desea homologar) y las temáticas afines y específicas. Con los programas de nivel de formación superior del área, se propenderá por que los profesores sean internacionales con trayectoria reconocida, sin exceptuar docentes nacionales externos en casos de fuerza mayor.

Para lo anterior, el estudiante deberá seguir el proceso de admisión, con base en Capítulo II del Acuerdo 071 de 2023, o la norma que lo modifique o sustituya. El proceso de selección será responsabilidad del comité currículo por cada área disciplinar al cual pertenece el programa de posgrados. Quien estudiará cada una de las actividades curriculares aprobadas por el estudiante en el programa de Especialización y con base en los contenidos programáticos, la intensidad horaria y/o créditos, definirá el plan de homologación, el cual será aprobado por el consejo de Facultad de Ingeniería.

Es importante mencionar que el programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible no permite la doble homologación, es decir, que una vez el estudiante de pregrado homologue las electivas de profundización o de complementariedad con el posgrado, éstas no podrán ser nuevamente homologadas en los programas de Maestría o Doctorado del área de Ingeniería Metalúrgica descritos en el apartado anterior b.1.

4.1.5 Estrategias de Interdisciplinariedad

De acuerdo a la Política Académica de la UPTC y a la Política Académica para la Formación Posgraduada (Acuerdo 070 de 2023), o las normas que lo modifiquen o sustituyan, se interpreta a la interdisciplinariedad como la condición para enfrentar el trabajo académico e investigativo, aceptando la pluralidad de enfoques y su posibilidad de coincidencia, la complejidad de los problemas y su impacto social dependiente del punto de vista propuesto. La interdisciplinariedad permite que una disciplina recurra y aplique métodos que han sido empleados con éxito en otra disciplina, que se transfieran a partir de la base de una justificación.

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible modalidad virtual pertenece a la Escuela de Posgrados de Ingeniería y se apoyará en los docentes de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica, adicionalmente, el Programa podrá contar con docentes de otras Escuelas que sean afines al desarrollo de la estructura curricular y temáticas del Programa, así como profesores extranjeros que pertenezcan Instituciones de Educación Superior con convenios vigentes con la UPTC.

Al ser un programa dirigido a diferentes disciplinas de la Ingeniería, permite que durante el desarrollo de las actividades curriculares se presente interacción entre los estudiantes, fomentando el enriquecimiento mutuo, mediante acciones como:

- *El desarrollo de las clases:* las diferentes formas de participación de los estudiantes sobre el análisis de los problemas de metalurgia extractiva reales, tendrán aspectos particulares de la perspectiva de su disciplina.
- *Participación de grupos de trabajo:* diferentes perspectivas para la solución de problemas al contar con estudiantes de diferentes disciplinas de la ingeniería.

4.1.6 Estrategias de Transdisciplinariedad

Según el Acuerdo 070 de 2023, por el cual se actualiza la Política Académica de Formación Posgraduada de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, la transdisciplinariedad es entendida como una forma de organización de los conocimientos que trascienden las disciplinas, las atraviesan y van más allá de ellas, creando marcos de trabajo para la integración de las áreas del conocimiento, promoviendo que los saberes científicos se nutran y aporten una mirada global.

La transdisciplinariedad busca integrar no solo las disciplinas académicas sino también el conocimiento y la sabiduría de diversas fuentes, incluyendo la experiencia práctica. En el contexto de la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, las estrategias de transdisciplinariedad pueden ser especialmente valiosas para abordar de manera integral los desafíos sostenibles. Es por esto que, el programa realizara actividades de investigación a través de los grupos y sus líneas de investigación que se articulan con su actividad de aprendizaje. Entre los grupos que comparten unas mismas líneas de investigación pero que estudian cada tema de un enfoque diferente, están: Grupo interdisciplinario e interinstitucional de Carbones y Carboquímica (GIC), Grupo en Materiales Siderúrgicos (GMS), Grupo Metalurgia No Ferrosa (GMNF) y Grupo Integridad y Evaluación de Materiales (GIEM), pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UPTC.



La transdisciplinariedad es esencial para abordar los desafíos complejos y entrelazados asociados con la metalurgia extractiva sostenible, ya que reconoce la necesidad de integrar múltiples perspectivas y tipos de conocimiento para lograr soluciones efectivas y sostenibles en este campo de la industria.

4.1.7 Formación Integral

Conforme al Acuerdo 014 de 2021, la formación integral de un/a estudiante Upetecista incluye su posicionamiento como sujeto activo, ético, y responsable con la sociedad y requiere la articulación de acciones entre las diferentes unidades académico-administrativas para hacer del proceso educativo una experiencia significativa que fortalezca el sentido de pertenencia y la permanencia estudiantil.

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible en modalidad virtual, propende por la formación de líderes en el marco nacional y regional, fortalecidos integralmente con valores éticos, morales, autónomos y responsables en el ejercicio de la labor profesional.

De acuerdo a las áreas de conocimiento, el proceso de formación integral que se plantea es el siguiente:

- *Espacio de formación Profundización* La cual aborda los desafíos técnicos, ambientales y sociales relacionados con la extracción y procesamiento de metales de manera sostenible. Éstas son definidas por el Comité Curricular del Programa, atendiendo las preferencias de los estudiantes, de acuerdo a las tendencias actuales en el área de la metalurgia extractiva.
- *Espacio de formación de investigación:* La cual constituye la base de formación científica, direccionado al planteamiento y solución de problemas relacionados con la práctica profesional. Esta área se abarca desde un proyecto integrador el cual requiere de la articulación de actividades curriculares del espacio de formación de profundización.

4.2 Componentes Pedagógicos

4.2.1 Modelo Pedagógico del Programa

La **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** ha sido diseñada y adaptada bajo la modalidad de Educación Virtual, por lo que las actividades académicas se realizarán a través de herramientas institucionales como la plataforma moodle entre otras. Esta condición, permite flexibilizar el trabajo debido a que el estudiante define el sitio para conectarse y los momentos para su aprendizaje autónomo.

A través de los elementos relacionados en el modelo pedagógico institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – “**Edificamos futuro**”, el programa adopta las definiciones de los componentes pedagógicos:



i. Estudiante: el cual es protagonista y actor principal en el curso. De su participación, dedicación y motivación, dependerán los resultados obtenidos. El aula virtual permite comunicación fácil mediante correos electrónicos con los demás compañeros y el docente.

ii. Docente-tutor: es experto en la temática de la actividad curricular y tiene conocimientos de la modalidad virtual con el fin de acoplar cada una de las temáticas a las necesidades académicas de los estudiantes.

iii. Asistente académico: el tutor es un profesional que apoya a estudiantes y docentes en el desarrollo y monitoreo de la plataforma del curso.

iv. Aula virtual: es el principal medio de interacción, comunicación y difusión del material de estudio. Se conoce también como LMS o Sistema para Administración del Aprendizaje; Moodle es el sistema que utiliza la Universidad como LMS y a través de Internet permite acceder a los diferentes elementos de cada curso:

- Contenidos y recursos digitales.
- Foros.
- Encuestas.
- Tareas, donde se requiere el envío de archivos y trabajos.
- Evaluaciones o cuestionarios, entre otros.

v. Expertos temáticos: son docentes y/o expertos en la temática de cada actividad curricular, quienes participaron en la construcción de los diferentes contenidos del programa.

vi. Contenido Interactivo: es el material didáctico diseñado para cada curso, incluye información clave de cada tema, con ejercicios de repaso y esquemas que facilitan el estudio del contenido, incluye al final la bibliografía o documentos de referencia. El material para el desarrollo del curso está disponible en formato PDF, para descargar y consultar posteriormente.

vii. Otros recursos digitales: en cada unidad se pueden encontrar materiales de referencia en el aula virtual o enlaces a otros recursos de la web, donde se puede profundizar o contrastar la información.

viii. Actividades: en el aula virtual están publicadas las diferentes actividades por unidad, indicando la forma de entrega al docente. Por curso se realizan una o más charlas o sesiones sincrónicas a través de internet que, aunque son opciones, son importantes dentro del proceso para despejar inquietudes y profundizar en algunos aspectos tratados en cada actividad curricular.

El Modelo Pedagógico del Programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, emplea los siguientes elementos fundamentales dentro del Modelo Pedagógico Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – “Edificamos Futuro”.

- El estudiante se reconoce como un participante activo en su proceso de capacitación profesional y personal. Se caracteriza por ser autónomo, ético, crítico y deliberante, creativo e involucrado en la solución de problemas de manera individual y colectiva. De su participación, dedicación y motivación, dependerán los resultados obtenidos. El aula virtual permite comunicación fácil mediante correos electrónicos con los demás compañeros y el docente.
- El docente fomenta la mediación pedagógica, la investigación y la innovación en su campo de estudio. Promueve el avance científico en su campo de estudio, es experto en la temática de la actividad curricular y tiene conocimientos y



habilidades para dirigir sesiones de clase virtuales sincrónicas con el fin de acoplar cada una de las temáticas a las necesidades académicas de los estudiantes.

- El aula virtual es el principal medio de interacción, comunicación y difusión del material de estudio. Se conoce también como LMS o Sistema para Administración del Aprendizaje; Moodle es el sistema que utiliza la UPTC como LMS y a través de Internet permite acceder a los diferentes elementos de cada curso como: contenidos y recursos digitales, chat, foros, encuestas, y espacio para envío de archivos, trabajos, presentación de evaluaciones y cuestionarios, entre otros.
- El contenido interactivo corresponde al material didáctico diseñado para cada curso, incluye información clave de cada tema, con ejercicios de repaso y esquemas que facilitan el estudio del contenido, incluye al final la bibliografía o documentos de referencia. El material para el desarrollo del curso está disponible en formato PDF, para descargar y consultar posteriormente.
- Otros recursos digitales requeridos para el desarrollo particular de las asignaturas. En cada unidad se pueden encontrar materiales de referencia en el aula virtual o enlaces a otros recursos de la web, donde se puede profundizar o contrastar la información.

4.2.2. Modelo Pedagógico del Programa y su articulación con el Modelo Pedagógico Institucional

El modelo pedagógico del programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible**, posibilita el análisis, valoración y reconstrucción de la práctica tanto investigativa para dar solución a problemas actuales de la industria en el ámbito metalúrgico extractivo, como disciplinar del docente y el estudiante, a fin de dar base a la formación de los estudiantes; lo anterior en congruencia con el Modelo Pedagógico de la UPTC. En virtud de lo anterior, se espera que las competencias de los profesionales especialistas exalten su liderazgo y expresiones éticas, siempre mediados por principios y valores que contribuyan en su desarrollo idóneo, identificado con el contexto histórico, social, multicultural, con responsabilidad social y ambiental de la industria moderna.

Así mismo, la planeación, organización y desarrollo de los Proyectos Académicos Educativos (PAE) de los programas de la UPTC deben estar articulados con las actuales políticas educativas y los criterios pedagógicos que se definen a través de los principios del Modelo pedagógico de la Universidad. Estos principios se abordan teniendo en cuenta las experiencias que aseguran la proximidad y entendimiento de las diversas realidades contextuales regionales, nacionales e internacionales para generar el estudio de varias situaciones y necesidades del entorno; mediante indagaciones y exploraciones en busca de propuestas a soluciones alternativas. En el Modelo Pedagógico de la UPTC el estudiante se reconoce como un sujeto activo en su proceso de formación profesional y personal. Se caracteriza por ser autónomo, ético, con pensamiento crítico y deliberante, creativo, que se involucra de manera individual y colectiva en la solución de problemas y situaciones sociales, ambientales, con identidad institucional, liderazgo, capaz de evaluar situaciones a través de procesos investigativos. La Resolución 134 de 2023, por la cual se actualiza el Modelo Pedagógico Institucional “Edificamos Futuro” define los principios del Modelo Pedagógico que muestran la pretensión de las acciones



de los participantes en el proceso educativo que acontece en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se entienden como reglas, pautas o normas generales, universalmente desarrolladas en comunidades académicas y enmarcadas en la concepción de educación. En consecuencia, se privilegian los siguientes principios de:

- a. Libertad y Ética;
- b. Sentido de pertenencia e identidad institucional;
- c. Cooperación;
- d. Autonomía;
- e. Actitud crítico-dialógica;
- f. Inclusión;
- g. Compromiso socio-ambiental;
- h. Construcción de conocimiento e investigación;
- i. Cultura política;
- j. Participación democrática y autoevaluación.

De igual manera, la pedagogía en la Facultad de Ingeniería sugiere que los estudiantes participen activamente en su propio proceso de aprendizaje, recreando situaciones problemáticas con imaginación científica y con respeto mutuo. Por lo tanto, el objetivo es establecer una estructura pedagógica que fomente las relaciones horizontales y críticas, y que sea receptiva a experiencias innovadoras.

4.2.3 Estrategias de enseñanza – aprendizaje

Se describen las metodologías de enseñanza y aprendizaje, según el modelo pedagógico y sus estrategias de aplicación.

Tabla 7. Componente pedagógico de las actividades curriculares acorde con los resultados de aprendizaje

Actividades curriculares	Resultados de aprendizaje por actividad curricular	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje
Innovación en procesos metalúrgicos de vía acuosa	<ul style="list-style-type: none"> • Describe avances recientes en tecnologías de procesamiento de materias primas y materiales de desecho por vía acuosa para afrontar retos actuales del sector metalúrgico y la minería. • Combina procesos hidrometalúrgicos sustentables mediante la aplicación de condiciones operativas moderadas y reactivos alternativos no contaminantes. 	<p>Trabajo directo: Los estudiantes por medio de las clases magistrales tendrán las bases teóricas, a través de ejemplos y ejercicios que permiten comprender de manera clara las diferentes temáticas. El estudiante tendrá trabajo directo con el docente a través de sesiones sincrónicas, foros de discusión, actividades taller, etc; que serán manejados mediante herramientas de software educativo.</p> <p>Tutoría y acompañamiento: El docente según la disposición horaria y convenio con el estudiante prestará su asesoría ante las inquietudes originadas en la sesión sincrónica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje memorístico: Con el objeto de repasar conocimientos previos: Subrayar, destacar, copiar y el resumir. - Aprendizaje significativo: Esta etapa es apoyada con la utilización de recursos específicos como la ejercitación, el modelamiento, instrucción directa o explícita, el análisis y la discusión.
Innovación en procesos metalúrgicos a altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> • Define soluciones a procesos metalúrgicos a altas temperaturas basado en tecnologías recientes de procesamiento para afrontar los requerimientos actuales del sector metalúrgico. 	<p>Trabajo independiente: El realizado por los estudiantes</p>	



MACROPROCESO: DOCENCIA
PROCESO: FORMACIÓN POSGRADUADA
PROCEDIMIENTO: CREACIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADOS
FORMATO: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN – PAE

Código: D-FP-P04-F02

Versión: 01

Página 20 de 42

Actividades curriculares	Resultados de aprendizaje por actividad curricular	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje
Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	<ul style="list-style-type: none"> Ejecuta procesos pirometalúrgicos para la obtención de metales desde perspectivas de sostenibilidad y de calidad. Analiza de forma predictiva información y datos de la industria de minerales para prevenir vulnerabilidades y planificar acciones de mejora en la maquinaria. Combina procesos responsables para los materiales residuales del procesamiento de minerales en un esfuerzo por contribuir a la economía circular 	<p>como una herramienta para fortalecer y afianzar los conocimientos vistos en clase. Como resultado el docente orientará actividades con el fin de incrementar el nivel de apropiación de las temáticas y ayudar a los estudiantes en la resolución de dudas</p>	
Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos	<ul style="list-style-type: none"> Identifica y evalúa las fuentes de variabilidad en los procesos metalúrgicos, para diagnosticar problemas y oportunidades de mejora en la producción de metales y aleaciones Caracteriza técnicas estadísticas avanzadas, con el fin de analizar datos y mejorar procesos metalúrgicos, incluyendo el uso de herramientas como cartas de control y análisis de capacidad. Describe la importancia del uso eficiente de los combustibles fósiles en pro de la transición energética Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de combustibles fósiles enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. 		
Transición Energética (energías limpias y uso eficiente de combustibles)			
Aprovechamiento metalúrgico de residuos y desechos	<ul style="list-style-type: none"> Identifica prácticas sostenibles para la gestión de residuos y la economía circular. Combina métodos de recuperación de metales desde diferentes tipos de residuos industriales por rutas metalúrgicas de extracción o beneficio. 		



MACROPROCESO: DOCENCIA
PROCESO: FORMACIÓN POSGRADUADA
PROCEDIMIENTO: CREACIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADOS
FORMATO: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN – PAE

Código: D-FP-P04-F02

Versión: 01

Página 21 de 42

Actividades curriculares	Resultados de aprendizaje por actividad curricular	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje
<p>Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Determina la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. 		
<p>Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> Interpreta la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. 		
<p>Procesamiento de minerales no metálicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Combina estrategias que involucran tecnología actual y mejoras en los procesos de extracción y procesamiento de minerales no metálicos, a fin de aumentar la eficiencia operativa y productividad, mientras reduce impactos ambientales asociados. 		
<p>Modelamiento o computacional de procesos extractivos sostenibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aplica modelos computacionales en la evaluación y optimización de procesos extractivos, centrándose en la eficiencia operativa, la reducción de impactos ambientales y la maximización de la sostenibilidad económica y social. 		
<p>Proyecto integrador</p>	<ul style="list-style-type: none"> Integra el estado del arte con la solución numérica de una situación real en la metalurgia extractiva. 	<p>-Tutoría y acompañamiento: El docente según la disposición horaria y de común acuerdo con el estudiante se reunirá para</p>	



Actividades curriculares	Resultados de aprendizaje por actividad curricular	Estrategias de enseñanza	Estrategias de aprendizaje
		<p>asesoría en el desarrollo del proyecto integrador. Se hará en tres entregas evaluables en el transcurso del semestre para abarcar las tres unidades del proyecto, así: Primera entrega: Fundamentos teóricos (Termoquímica, cinética, formulación del problema) Segunda entrega: Contexto industrial (estado del arte y de la tecnología) Tercera entrega: Uso de herramientas tecnológicas (desarrollo y conclusiones) Al final del semestre el tutor emitirá la evaluación respecto al documento y desarrollo del mismo que corresponde a la calificación final de la actividad curricular. -Trabajo independiente: El realizado por los estudiantes como una herramienta para fortalecer y afianzar los conocimientos vistos en clase. Como resultado el docente orientará actividades con el fin de incrementar el nivel de apropiación de las temáticas y ayudar a los estudiantes en la resolución de dudas futuras.</p>	

Fuente: Contenidos curriculares del programa

4.2.4 Talento humano que apoya el proceso pedagógico

Considerando que, al no existir programas de posgrado tipo Especialización a nivel nacional e internacional, enfocados en la actualización y optimización del sector metalúrgico extractivo, se exige que el cuerpo docente del programa cuente mínimo con Maestría en Metalurgia Extractiva y/o experiencia laboral en este campo industrial.

Tabla 8. Talento humano que apoya el proceso pedagógico

Actividad Académica	Descripción	Tipo de Personal (Profesor, Tutor, Asesor, Monitor)
Diseño Módulos	Se referencia a la ejecución de estrategias de enseñanza-aprendizaje, acompañamiento, mecanismos de evaluación, entre otros; utilizados por el docente que dirige cada uno de los módulos del programa para generar apropiación de conocimiento en los estudiantes de los contenidos temáticos de cada uno de los módulos.	Profesor
Participación en grupos de investigación	La Escuela de Ingeniería cuenta con diferentes grupos de investigación a los que el estudiante se puede vincular, con el	Profesor, Director, Asesor, Estudiante



Actividad Académica	Descripción	Tipo de Personal (Profesor, Tutor, Asesor, Monitor)
Eventos Académicos como talleres o seminarios	propósito de incentivar y apoyar a la producción investigativa y/o científica a través de espacios académicos de interacción. Se organizan espacios dinámicos de actualización y diálogo permanente con redes académicas, empresariales e institucionales, que contribuyen al mejoramiento permanente del programa y su pertinencia con el medio. En dichos eventos participan profesores invitados, estudiantes y profesores del programa.	Profesor, Estudiantes, profesores y profesionales invitados
Apoyo en actividades académicas	Los estudiantes contarán con el apoyo del docente de cada actividad curricular, en este los estudiantes son sujetos activos de aprendizaje y el docente un facilitador de comprensiones y uso de herramientas.	Profesor y estudiante

Fuente: Programa de Especialización Metalurgia extractiva sostenible, 2023

4.2.5 Organización de las Actividades Académicas

Tabla 9. Organización de las actividades académicas

Semestre Académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Primero	Innovación en procesos metalúrgicos de vía acuosa		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Describe avances recientes en tecnologías de procesamiento de materias primas y materiales de desecho por vía acuosa para afrontar retos actuales del sector metalúrgico y la minería. Combina procesos hidrometalúrgicos sustentables mediante la aplicación de condiciones operativas moderadas y reactivos alternativos no contaminantes.

Contenidos Temáticos Centrales

Unidad introductoria y de contextualización
Tendencias en procesos actuales de lixiviación
Aplicaciones actuales de purificación y concentración de licores
Innovación, evolución y tendencias en hidrometalurgia

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Primero	Innovación en procesos metalúrgicos a altas temperaturas		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Define soluciones a procesos metalúrgicos a altas temperaturas basado en tecnologías recientes de procesamiento para afrontar los requerimientos actuales del sector metalúrgico. Ejecuta procesos pirometalúrgicos para la obtención de metales desde perspectivas de sostenibilidad y de calidad.

Contenidos Temáticos Centrales

Unidad introductoria y de contextualización
Tendencias en procesos de conversión
Adelantos en los procesos de afino
Innovación en los procesos metalúrgicos a altas temperaturas



MACROPROCESO: DOCENCIA
PROCESO: FORMACIÓN POSGRADUADA
PROCEDIMIENTO: CREACIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADOS
FORMATO: RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN - PAE

Código: D-FP-P04-F02

Versión: 01

Página 24 de 42

Semestre Académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular

Primero

Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos

Teórico

- Identifica y evalúa las fuentes de variabilidad en los procesos metalúrgicos, para diagnosticar problemas y oportunidades de mejora en la producción de metales y aleaciones
- Caracteriza técnicas estadísticas avanzadas, con el fin de analizar datos y mejorar procesos metalúrgicos, incluyendo el uso de herramientas como cartas de control y análisis de capacidad.

Contenidos Temáticos Centrales

Control y sistemas de gestión de calidad en procesos metalúrgicos extractivos (análisis y evaluación)
Control estadístico de procesos metalúrgicos extractivos (CEP) y metodologías de mejora continua
Control de procesos. inteligencia operativa y tecnologías emergentes en control de calidad
Gestión ambiental y de seguridad y salud en operaciones metalúrgicas extractivas

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
--------------------	----------------------	--------	------------------------------	---

Segundo

Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales

Teórico

- Analiza de forma predictiva información y datos de la industria de minerales para prevenir vulnerabilidades y planificar acciones de mejora en la maquinaria.
- Combina procesos responsables para los materiales residuales del procesamiento de minerales en un esfuerzo por contribuir a la economía circular

Contenidos Temáticos Centrales

Unidad introductoria y de contextualización
El Presente de la conminación
Separaciones
Innovaciones en separación líquido/sólido para procesamiento metalúrgico

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
--------------------	----------------------	--------	------------------------------	---

Segundo

Transición Energética (energías limpias y uso eficiente de combustibles)

Teórico

- Describe la importancia del uso eficiente de los combustibles fósiles en pro de la transición energética
- Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de combustibles fósiles enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.

Contenidos Temáticos Centrales

Introducción a la transición energética
Eficiencia energética
Tecnologías emergentes
Mejoras en procesos industriales

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
--------------------	----------------------	--------	------------------------------	---



Semestre Académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Aprovechamiento metalúrgico de residuos y desechos		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Identifica prácticas sostenibles para la gestión de residuos y la economía circular. Combina métodos de recuperación de metales desde diferentes tipos de residuos industriales por rutas metalúrgicas de extracción o beneficio.

Contenidos Temáticos Centrales

Avances en la gestión de residuos industriales
Gestión de residuos de subproductos de industrias y residuos electrónicos
Residuos mineros: contribuciones a la economía circular
Medio ambiente/ eliminación de relaves y aguas residuales.

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Determina la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.

Contenidos Temáticos Centrales

Cierres y planes de cierre mineros
Disposición y manejo de relaves
Balance hídrico
Tratamiento de efluentes y residuos

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Interpreta la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales.

Contenidos Temáticos Centrales

Organización y dirección de los ciclos de proyectos en metalurgia extractiva sostenible
Responsabilidad social
Economía circular y sostenibilidad en procesos metalúrgicos extractivos

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Procesamiento de minerales no metálicos		Teórico	<ul style="list-style-type: none"> Combina estrategias que involucran tecnología actual y mejoras en los procesos de extracción y procesamiento de minerales no metálicos, a fin de



Semestre Académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
				• Aumentar la eficiencia operativa y productividad, mientras reduce impactos ambientales asociados.

Contenidos Temáticos Centrales

Materiales Carbonosos para la Sostenibilidad
Ingeniería de Materiales Silíceos y Cementicios
Procesamiento y usos de otros minerales no metálicos

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Modelamiento computacional de procesos extractivos sostenibles		Teórico	• Aplica modelos computacionales en la evaluación y optimización de procesos extractivos, centrándose en la eficiencia operativa, la reducción de impactos ambientales y la maximización de la sostenibilidad económica y social.

Contenidos Temáticos Centrales

Simulación computacional de circuitos de conminución con procesos y tecnología de vanguardia para operaciones sostenibles y seguras
Simulación computacional de clasificadores y circuitos de planta concentradora
Modelamiento y simulación computacional para el balance y optimización de los procesos metalúrgicos a altas temperaturas
Modelamiento y simulación computacional de procesos en sistemas acuosos

Semestre académico	Actividad curricular	Código	Tipo de actividad curricular	Resultado de Aprendizaje de la actividad curricular
Segundo	Proyecto integrador		Teórico	• Integra el estado del arte con la solución numérica de una situación real en la metalurgia extractiva.

Contenidos Temáticos Centrales

Al tratarse de una actividad curricular en modalidad de proyecto, no se tendrán unidades temáticas fijas. Al inicio de cada semestre y en conjunto con el docente se hará una selección de un estudio de caso o problemática industrial moderna, enmarcada en alguna de las tres líneas de la metalurgia extractiva. El estudio de caso puede incluir problemas reales de la compañía o el sector en el que se desempeña el estudiante como profesional, que hagan parte del quehacer en el campo de la metalurgia extractiva.

Fuente: Contenidos curriculares del programa

La actividad curricular no estará limitada a las temáticas anteriormente descritas, ésta será dinámica con la actualidad de estos procesos metalúrgicos y de la disponibilidad de los expertos para el desarrollo de la actividad curricular.

4.3 Componente de interacción

La Investigación científica es el eje articulador de la actividad académica en todos los niveles de formación en la UPTC, está orientada a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión - VIE, y la Vicerrectoría Académica y está definida como política institucional. Desde la Facultad de Ingeniería, estas actividades de investigación y extensión están coordinadas por el CEDEC, el centro de investigación de la facultad.



El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible de la UPTC promueve la actividad investigativa a través del desarrollo del proyecto integrador en el segundo semestre académico. El estudiante debe adelantar actividades tendientes a la búsqueda intencionada de conocimientos o de soluciones a problemas actuales de la industria.

El programa de Especialización estará en función de las actividades de los grupos de investigación: Grupo interdisciplinario e interinstitucional de Carbones y Carboquímica (GIC), Grupo en Materiales Siderúrgicos (GMS), Grupo Metalurgia No Ferrosa (GMNF) y Grupo Integridad y Evaluación de Materiales (GIEM) los cuales han logrado acercamientos con la industria metalúrgica y de minas, en pro del desarrollo de proyectos en conjunto, participación en convenios, consultorías y trabajos de extensión para empresas del sector minero, metalúrgico y petroquímico, con resultados satisfactorios.

4.3.1 Interacción con el proceso formativo, dinámica del entorno y aspectos curriculares

Tabla 10. Articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo

Tipo	Descripción
Clases magistrales	Cada actividad curricular del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible será orientada por un docente con estudios mínimo de Maestría y experiencia en el tema. El docente orientará a los estudiantes en la construcción de sus conocimientos.
Clase participativa	Fomentar la participación activa de los estudiantes es importante y esto puede lograrse mediante actividades grupales, proyectos colaborativos, discusiones en clase y otras formas de interacción entre estudiantes y profesores a través de: indagación, simulación, apropiación, aplicación y socialización.
Tutorías y acompañamiento	En las cuales el docente y cada estudiante trabajan en temas específicos de duda y se discute diferentes aspectos y fases de trabajos, proyectos y demás actividades de trabajo individual o grupal. Cada estudiante es diferente, por lo que es crucial brindar apoyo personalizado cuando sea necesario. Esto puede incluir asesoramiento académico, tutorías y comentarios personalizados.
Trabajo colaborativo	Los estudiantes en trabajo colaborativo, conformando equipos y en coordinación con el docente, definen tareas, dimensiones, fases o procesos, de manera que los trabajos asignados puedan ser desarrolladas y discutidas en grupo a partir del aporte individual.

Tabla 11. Interacción de profesores y estudiantes a la dinámica del entorno

Tipo	Descripción
Aporte al desarrollo tecnológico, profesional y económico del país, al más alto nivel en el área de la Metalurgia Extractiva.	El profesor propondrá a los estudiantes casos de estudio sobre situaciones reales del procesamiento de materiales para la obtención de metales; el docente orientará a los estudiantes en estos procesos y los invitará a proponer diferentes alternativas para solucionar los problemas.
Investigación	A través del proyecto integrador los estudiantes indagarán acerca de los últimos avances de la metalurgia extractiva en temas específicos para la solución de problemas actuales de la industria

Tabla 12. Relaciones y dinámicas que aporten a los aspectos curriculares

Tipo	Descripción
Redes de cooperación entre instituciones	Colaboración con empresas regionales, nacionales e internacionales para brindar a los estudiantes posibilidad de pasantías o prácticas. La colaboración

Tipo	Descripción
Investigación colaborativa	con profesores de Instituciones de Educación Superior de tipo internacional puede mejorar el currículo al ofrecer una perspectiva global, permitir la transferencia de créditos y facilitar la posible movilidad estudiantil. La colaboración en proyectos de investigación entre profesores de diferentes instituciones o entre profesores y estudiantes puede enriquecer el currículo al incorporar nuevos enfoques, puntos de vista y avances en el campo. Los estudiantes también pueden tener la oportunidad de participar en proyectos de investigación significativos a través de la investigación colaborativa y el desarrollo de su proyecto integrador.
Convenios con la industria	Colaboración con la industria a través de acuerdos y convenios puede ayudar a mantener el currículo actualizado y relevante. La capacitación también puede mejorar con la participación de profesionales expertos de la industria extractiva, como conferencistas invitados.
Aprendizaje cognitivo	Actividades de trabajo independiente de los estudiantes, para la observación, comprensión y análisis de problemas de la metalurgia extractiva en un contexto real y sostenible.

4.3.2 Gestión de la internacionalización:

La Gestión de Internacionalización es uno de los ejes transversales para la formación posgraduada, ya que requiere la integración de dimensiones internacionales, interculturales y globales dentro de los objetivos, funciones y oferta del programa. De igual forma, en el contexto de la globalización, la internacionalización se considera un factor que puede contribuir a la implementación de estándares internacionales que promueven el mejoramiento continuo, la pertinencia y la formación de talento humano competente a nivel internacional, así como los efectos globales de la educación, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en el bienestar de las comunidades. Por lo anterior, la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible en articulación con las necesidades y desarrollos actuales en la materia genera diferentes estrategias para estimular la movilidad, el perfeccionamiento y crecimiento de los estudiantes del programa, a fin de cumplir con los estándares de calidad internacionales, para participar en las dinámicas globales.

i. Organización de actividades académicas orientadas al fortalecimiento de una lengua extranjera: A través del aprovechamiento de las bases de datos de la Universidad con acceso a gran variedad de bibliografía en inglés que serán importantes y necesarias para el desarrollo de las actividades curriculares del ciclo obligatorio, electivas y para el proyecto integrador.

ii. Estrategias que promuevan la inter y multiculturalidad: Mediante el currículo diseñado el cual incluye una variedad de perspectivas en diferentes áreas de estudio. La metalurgia extractiva es un campo interdisciplinario que requiere colaboración entre científicos, ingenieros y otros profesionales. La comunicación efectiva y la colaboración entre diferentes disciplinas son esenciales para resolver desafíos complejos y actuales de la industria.

iii. Estrategias que favorecen la movilidad académica: La movilidad académica de docentes e investigadores estimula la generación y el fortalecimiento de las capacidades de los involucrados en el proceso. La Institución tiene un especial interés en que los



investigadores/docentes del programa compartan sus vivencias, impactando en la calidad de la educación y en la visibilidad de la Universidad, lo cual da como resultado convenios y una mayor participación de investigadores en redes internacionales.

4.3.3. Conceptualización teórica y epistemológica del programa:

La base conceptual y el enfoque epistemológico que sustentan la formación de los estudiantes en este campo específico de la metalurgia extractiva sostenible son:

- Fundamentos teóricos del programa:

La metalurgia extractiva como rama fundamental de la industria, se encarga de extraer los metales desde sus minerales, para luego procesarlos y purificarlos hasta obtener materias primas en forma utilizable; ésta obtención de metales se logra mediante un conjunto de procesos que se llevan a cabo para separar selectivamente las especies de interés de aquellas sin valor, a través de alguna de las dos (2) rutas principales de esta ciencia: la pirometalurgia y la hidrometalurgia. Al proporcionar los metales necesarios para una amplia gama de aplicaciones, fomentar la innovación y la sostenibilidad en la industria y generar un importante impacto en la tecnología y la economía, se considera a la metalurgia extractiva como esencial para la sociedad moderna y la economía global.

Es por esto que, la metalurgia extractiva como campo de la ingeniería que extrae, procesa y refina metales a partir de sus fuentes naturales, así como de las secundarias, se considera una disciplina fundamental que abarca los métodos y procesos que aportan de manera significativa a la economía de muchos países alrededor del mundo. La **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** modalidad virtual, busca equilibrar las necesidades actuales de la obtención de metales para el desarrollo y actualización de la sociedad, para la innovación y mejora tecnológica pero con enfoque de conservación de recursos, promoción de prácticas éticas y la reducción de los efectos ambientales.

Dado que la metalurgia extractiva debe ser sostenible, necesita un enfoque interdisciplinario que incluya temas de geología, química, ingeniería de procesos, gestión ambiental y responsabilidad social corporativa, enfocados en la creación de nuevas tecnologías y procesos más eficientes, menos impactantes y económicamente viables.

- Fundamentación Metodológica del Programa:

A través de la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, como apoyo al desarrollo académico de los mismos, la **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** se impartirá en modalidad virtual, para facilitar el acceso al programa y la oportunidad de estudio a aquellos profesionales que por la misma naturaleza del sector productivo (usualmente las plantas de procesamiento y los yacimientos minerales dispersos por todo el territorio), laboran en sitios remotos y/o en diferentes lugares del país, sin descartar los profesionales de otros países interesados en el programa.

La fundamentación metodológica del programa se enfoca en los siguientes diez (10) componentes esenciales:



- I. Enfoque interdisciplinario
- II. *ii)* Aprendizaje activo y práctico: a través de simulaciones
- III. *iii)* Estudios de casos reales: permiten analizar situaciones y tomar decisiones basadas en escenarios del mundo real.
- IV. *iv)* Investigación aplicada: esencial para el avance de la metalurgia extractiva sostenible. Con el proyecto integrador se da solución a problemas específicos relacionados con la sostenibilidad en la industria.
- V. *v)* Uso de herramientas tecnológicas: la tecnología avanzada es frecuentemente la base de la metalurgia contemporánea. La adquisición de habilidades en el uso de software y herramientas de simulación son relevantes para la gestión ambiental y la optimización de procesos.
- VI. *vi)* Evaluación del ciclo de vida (ACV): importante para evaluar los procesos metalúrgicos desde un punto de vista de sostenibilidad.
- VII. *vii)* Desarrollo de competencias Transversales: a través no solo del desarrollo de habilidades técnicas, sino también habilidades transversales como comunicación, pensamiento crítico, trabajo en equipo y toma de decisiones morales.
- VIII. *viii)* Colaboración con la industria: Para obtener experiencia práctica y aplicar lo aprendido en el programa a través de convenios y proyectos en conjunto.
- IX. *ix)* Énfasis en la ética y la responsabilidad social: análisis de casos éticos y consideración del impacto social en el contexto de la metalurgia extractiva.
- X. *x)* Orientación a la innovación: búsqueda de soluciones novedosas a las problemáticas actuales de la industria extractiva.

4.4 Mecanismos de evaluación:

4.4.1 A los estudiantes

a. Proceso de inscripción, selección y admisión

Selección: Frente al proceso de selección, este será responsabilidad del Comité de Currículo del Área Disciplinar de Ingeniería Metalúrgica, donde se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Títulos Académicos
- Promedio de calificaciones del pregrado igual o superior a 3.5
- Entrevista académica

El proceso de selección será responsabilidad del comité curricular por cada área disciplinar al cual pertenece el programa de posgrados (Acuerdo 071 del 2023, artículo 12, o norma que lo modifique o sustituya).

Requisitos de admisión: Para ingresar al programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible, el aspirante debe anexar en el sistema dispuesto por la Universidad, la siguiente documentación:

- a) Recibo de pago por derechos de inscripción.
- b) Formulario de Inscripción.
- c) Título o acta de grado del programa universitario de pregrado.

- d) Hoja de vida con los soportes correspondientes a la información requerida, a criterio del comité de currículo.
- e) Cédula de ciudadanía, Pasaporte o cédula de extranjería.
- f) Certificado Electoral sólo para nacionales (Opcional). Referencias: Ley 403 de 1997 y Ley 815 de 2003.
- g) Certificado de calificaciones de pregrado.
- h) Los demás requisitos que estipule cada programa de posgrado.

La admisión al Programa se hará por cohortes, semestral y con un número de estudiantes matriculados que viabilice el programa, lo anterior, articulado con el capítulo II del acuerdo 071 de 2023 de la UPTC.

b. Proceso de Evaluación y calificaciones

El **Programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** entiende que la evaluación del aprendizaje es el factor que estimula la reflexión e interés de los estudiantes por superar las metas de formación que fundamentan el programa. Es por esto, que el proceso formativo se desarrolla a través de la interacción entre docentes y estudiantes, así como a través de las estrategias de enseñanza-aprendizaje establecidas para cada actividad curricular, así como otras estrategias adicionales que cada docente considere adecuadas. En cada actividad curricular se fomentará la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en la solución de problemas prácticos del área de la metalurgia extractiva con enfoque sostenible, adicionalmente, se fomentará el análisis del sector extractivo actual, sus desafíos y perspectivas con relación a la transición energética y economía circular, que sin duda implica directamente la extracción y procesamiento de minerales y metales estratégicos.

Las actividades serán evaluadas por los docentes, no solo como un mecanismo de obtener una calificación, sino como un medio para identificar el grado de apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes, y servirá para establecer medidas de realimentación.

Con base en el Capítulo IV del Acuerdo 071 de 2023 (o la norma que lo modifique o sustituya) el cual definen los criterios para la evaluación de estudiantes en relación con su desempeño, el programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible considera que todas las actividades académicas se evalúan cualitativa y cuantitativamente en la escala de cero punto cero (0.0) a cinco punto cero (5.0). Adicionalmente, para aprobar las actividades curriculares del programa es necesario asistir al 80% de las actividades sincrónicas y obtener nota mínima aprobatoria de 3.5. Ninguna de las actividades curriculares cursadas puede ser habilitada.

c. Requisitos de grado

Los requisitos para obtener el título de Especialista en Metalurgia Extractiva Sostenible en modalidad virtual, están enmarcados en la normatividad establecida por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través del artículo 50 del Acuerdo 071 de 2023, los cuales son:



1. Haber cursado y aprobado la totalidad de los créditos del plan de estudios.
2. Estar a paz y salvo por todo concepto con la Institución.
3. Cancelar los derechos de grado
4. Cumplir con todos los requisitos académicos exigidos por el programa.

d. Sistema de Seguimiento al Logro

Seguimiento al logro de los Resultados de Aprendizaje, el cual se puede dar de las siguientes formas:

Tabla 13. Mecanismos de Seguimiento al logro de los Resultados de Aprendizaje

Actividad curricular	Resultados de Aprendizaje de Actividad curricular	Sistema de Seguimiento al Logro
Innovación en Procesos metalúrgicos a altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> • Propone soluciones a procesos metalúrgicos a altas temperaturas basado en tecnologías recientes de procesamiento para afrontar los requerimientos actuales del sector metalúrgico. • Diseña procesos pirometalúrgicos para la obtención de metales desde perspectivas de sostenibilidad y de calidad. 	En el proceso de desarrollo del programa, se evalúa la capacidad del estudiante para apropiar los conocimientos fundamentales en las áreas de Ingeniería Metalúrgica Extractiva, mientras que el profesor realiza el seguimiento utilizando una variedad de metodologías para demostrar el logro de los objetivos de aprendizaje. Dentro de estas metodologías se incluye la aplicación de rúbricas para realizar seguimiento al proceso de formación:
Innovación en Procesos metalúrgicos de vía acuosa	<ul style="list-style-type: none"> • Integra avances recientes en tecnologías de procesamiento de materias primas y materiales de desecho por vía acuosa para afrontar retos actuales del sector metalúrgico y la minería. • Diseña procesos hidrometalúrgicos sustentables mediante la aplicación de condiciones operativas moderadas y reactivos alternativos no contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas - Consultas - Foros - Solución a problemas numéricos
Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza de forma predictiva información y datos de la industria de minerales para prevenir vulnerabilidades y planificar acciones de mejora en la maquinaria. • Gestiona procesos responsables para los materiales residuales del procesamiento de minerales en un esfuerzo por contribuir a la economía circular 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación colectiva - Talleres en grupo de trabajo - Estudio de casos industriales - Análisis de investigaciones recientes, publicadas en revistas de alto impacto en el sector extractivo
Electiva Técnica (Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos)	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica y evalúa las fuentes de variabilidad en los procesos metalúrgicos, para diagnosticar problemas y oportunidades de mejora en la producción de metales y aleaciones • Aplica técnicas estadísticas avanzadas, con el fin de analizar datos y mejorar procesos metalúrgicos, incluyendo el uso de herramientas como cartas de control y análisis de capacidad. 	Herramientas diseñadas para evaluar y monitorizar sistemáticamente el progreso de metas y cumplimiento de objetivos. Estas temáticas responden a las necesidades actuales del sector extractivo en temas de sostenibilidad y transición energética y son el enfoque diferencial que caracteriza al programa de formación posgraduada de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible. El seguimiento al logro se realizará a través de la aplicación de rúbricas que contengan:
Electiva Técnica (Transición Energética (energías limpias y uso eficiente de combustibles))	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta la importancia del uso eficiente de los combustibles fósiles en pro de la transición energética • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de combustibles fósiles enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación individual: - Tareas - Consultas - Foros
Electiva Técnica (Aprovechamiento)	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica prácticas sostenibles para la gestión de residuos y la economía circular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solución a problemas numéricos



Actividad curricular	Resultados de Aprendizaje de Actividad curricular	Sistema de Seguimiento al Logro
metalúrgico de residuos y desechos)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseña métodos de recuperación de metales desde diferentes tipos de residuos industriales por rutas metalúrgicas de extracción o beneficio. • Interpreta la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación colectiva - Talleres en grupo de trabajo - Estudio de casos industriales -Análisis de investigaciones recientes, publicadas en revistas de alto impacto en el sector extractivo
Electiva Técnica (Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas)	<ul style="list-style-type: none"> • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. • Interpreta la importancia de la reducción del impacto ambiental generado en las operaciones metalúrgicas extractivas, en pro de la obtención de metales de manera sostenible. 	
Electiva Técnica (Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva)	<ul style="list-style-type: none"> • Establece rutas responsables para la exploración, extracción y procesamiento de minerales y materiales de reúso enmarcadas en normativas nacionales e internacionales. • Desarrolla estrategias que involucran tecnología actual y mejoras en los procesos de extracción y procesamiento de minerales no metálicos, a fin de aumentar la eficiencia operativa y productividad, mientras reduce impactos ambientales asociados. 	
Electiva Técnica (Procesamiento de minerales no metálicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla habilidades para aplicar modelos computacionales en la evaluación y optimización de procesos extractivos, centrándose en la eficiencia operativa, la reducción de impactos ambientales y la maximización de la sostenibilidad económica y social. 	
Electiva Técnica (Modelamiento computacional de procesos extractivos sostenibles)		<p>En el proceso de desarrollo del programa, se evalúa la capacidad del estudiante para apropiar los conocimientos fundamentales en las áreas de Ingeniería Metalúrgica Extractiva, mientras que el profesor realiza el seguimiento utilizando una variedad de metodologías para demostrar el logro de los objetivos de aprendizaje. Dentro de estas metodologías se incluye la aplicación de rúbricas para realizar seguimiento al proceso de formación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación individual: - Proyecto - Solución a problemas numéricos -Análisis de investigaciones recientes, publicadas en revistas de alto impacto en el sector extractivo <p>Para asegurar retroalimentación y seguimiento por parte del docente hacia el estudiante, se evaluarán</p>
Proyecto integrador	<ul style="list-style-type: none"> • Integra el estado del arte con la solución numérica de una situación real en la metalurgia extractiva. 	

Actividad curricular	Resultados de Aprendizaje de Actividad curricular	Sistema de Seguimiento al Logro
		entregas periódicas de avances y resultados.

Fuente: Contenidos curriculares del programa

4.4.2 A los docentes

a. Proceso de selección

Conforme al Acuerdo 056 de 2018 (o la norma que lo modifique o sustituya) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, es posible que docentes de planta y ocasionales de tiempo completo adscritos a los programas de pregrado, tengan dedicación a los programas de posgrado mediante vinculación como catedráticos internos, siempre y cuando la cátedra no supere las 64 horas por semestre y se asigne en horario fuera de la jornada laboral establecida por la Institución.

La cátedra interna se asignará en cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, como una asignación adicional a la carga académica definida para cada docente según su tipo de vinculación. Del mismo modo, la vinculación al Programa de posgrado se puede dar como cambio de actividad académica. Para los docentes de planta u ocasionales de tiempo completo que tienen asignación de actividad académica en programas de Maestría o Doctorado, se considerará que una (1) actividad curricular en programas de Maestría o Doctorado, equivale a una (1) actividad curricular de pregrado (Parágrafo 4, Artículo 6, Acuerdo 041 de 2018)

Ahora bien, contemplando la posibilidad de homologación de los estudiantes a programas de Maestría y Doctorado del área de Ingeniería Metalúrgica de la escuela de Posgrados de Ingeniería, el Programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible requiere que sus profesores acrediten como mínimo un título equivalente al que ofrece la especialización, conforme a lo establecido en el Acuerdo 070 de 2023 (o la norma que lo modifique o sustituya) por el cual se reglamentan los estudios de Formación Posgraduada de la UPTC.

b. Evaluación tripartita

La evaluación del desempeño del profesor universitario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, es un proceso completo a través del cual la Universidad valora la calidad y el cumplimiento de la docencia, la investigación, la extensión, las actividades de dirección académica-administrativa, la capacitación y la productividad académica, de acuerdo con las funciones establecidas, lo anterior, conforme a lo establecido en el Acuerdo 030 de 1994.

La normativa de la UPTC referente a la evaluación de los profesores, establece el Plan de Trabajo Académico (PTA) semestral, cuyo formato lo aprueba la Resolución 030 de 2012, a través del Sistema de Evaluación Docente Institucional, SEDI. Así mismo, el Acuerdo 031 de 2007 establece que los instrumentos para la evaluación del desempeño docente son los provenientes de las relaciones:



- estudiante / profesor
- profesor / administración académica
- profesor / plan de trabajo académico.

Los cuales constituyen el horizonte para efectuar la evaluación docente con base en el PTA diligenciado.

La evaluación tripartita de los docentes se realiza semestralmente a través del Sistema de Evaluación Docente Institucional – SEDI, y corresponde a la sumatoria cuantitativa de la evaluación estudiantil, evaluación de comité de currículo y autoevaluación con respecto a la docencia, investigación y extensión.

El programa de Programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** se rige por la normatividad vigente aplicable por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para este propósito.

4.4.3 Al programa

a. Cultura de Autoevaluación

El programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** realizará sus procesos de autoevaluación cada dos (2) años como método efectivo para la mejora continua, al permitir al programa identificar sus puntos fuertes y débiles, evaluar si se están cumpliendo los objetivos establecidos, optimizar el uso de recursos y garantizar la calidad de los aspectos académicos. La autoevaluación fomenta la responsabilidad y la transparencia, así como la adaptabilidad del programa a un entorno en constante cambio.

Como resultado del proceso de autoevaluación del programa, se genera un plan de mejoramiento donde se identifican aquellos aspectos de calidad en los cuales el programa necesita realizar ajustes o cambios. De esta manera pueden plantearse las acciones de autorregulación, que se constituyen en los instrumentos de mejoramiento que se generan para alcanzar los estándares de calidad deseados.

b. Metodología de Trabajo de Autoevaluación en la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible

El proceso de autoevaluación está contemplado desde el ciclo de autorregulación del programa que se lleva a cabo en cabeza del Coordinador del programa el cual realiza un seguimiento anual a los planes de mejoramiento o el que haga sus veces conforme al modelo de autoevaluación de la UPTC con la colaboración del personal administrativo. Una vez se cuenta con la información conforme al procedimiento vigente se realiza el informe de autoevaluación en trabajo conjunto del Comité de Currículo. Posteriormente con la evaluación realizada se detectan las oportunidades de mejora y se continúa con la formulación del plan de mejoramiento.



ARTÍCULO 5.- INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y/O CREACIÓN ARTÍSTICA Y CULTURAL

El programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible** impulsa dinámicas de investigación e innovación que enriquecen los espacios formativos, a través de un currículo que moviliza el conocimiento, capacidades y actitudes de los estudiantes.

5.1 Estrategias para promover la investigación en el programa.

La investigación constituye una función misional de naturaleza universitaria, junto con la docencia y la extensión, y está orgánicamente reconocida legal y administrativamente en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Es por esto que, desde la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, la Dirección de Investigaciones –DIN–, es el ente encargado de la formulación, vigilancia y ejecución de las políticas de investigación científica en la Institución.

En el programa de **Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible**, la base de formación científica e investigativa se constituye a través del planteamiento y solución de problemas relacionados con la práctica profesional. Esta área se abarca desde el proyecto integrador el cual requiere de la articulación de actividades curriculares del espacio de formación de profundización, así como de una amplia revisión bibliográfica para estar a la vanguardia de procesos y tecnologías para afrontar desafíos actuales y específicos.

En todas las actividades curriculares del programa se fomenta la investigación formativa, donde los estudiantes trabajan con los docentes para definir preguntas de investigación desde un estudio de caso, revisar la literatura y aprender metodologías. Esto les permite crear proyectos de clase y en simultáneo, la posibilidad de aportar a las líneas de investigación de los grupos que soportan el programa.

5.2 Grupos y líneas de investigación que soportan el desarrollo del programa

Tabla 14. Grupos de Investigación que Soportan y Apoyan el desarrollo del programa

Grupo de investigación que la soporta / apoya	Fecha de creación	Líneas de investigación del grupo	Clasificación Minciencias	GrupLAC
Grupo Metalurgia No Ferrosa (GMNF)	Junio de 2012	1. Beneficio metalúrgico de materiales no ferrosos 2. Procesamiento hidrometalúrgico de materiales no ferrosos. 3. Procesamiento pirometalúrgico de materiales no ferrosos. 4. Procesos de metalurgia extractiva sostenible y aprovechamiento de residuos.	B	https://n9.cl/x9tma
Grupo interdisciplinario e Interinstitucional de Carbones y Carboquímica – (GIC)	Septiembre de 1997	1. Carboquímica 2. Pirólisis de materiales carbonosos 3. Tecnologías limpias y energías alternativas	C	https://n9.cl/_gic



Grupo de investigación que la soporta / apoya	Fecha de creación	Líneas de investigación del grupo	Clasificación Minciencias	GrupLAC
Grupo de investigación en Materiales Siderúrgicos (GMS)	Octubre de 1997	1. Diseño, producción y caracterización de aleaciones 2. Metalurgia Sostenible 3. Procesos metalúrgicos y de manufactura 4. Simulación termodinámica y cinética	A	https://n9.cl/_gms
Grupo Integridad y Evaluación de Materiales (GIEM)	Agosto de 2004	1. Análisis de Falla 2. Análisis por Sistemas de Información Georreferenciada 3. Caracterización de Materiales 4. Inspección, Monitoreo y Control Relacionados con Corrosión. 5. Integridad Mecánica de Materiales 6. Materiales Fotovoltaicos 7. Materiales Pulvimetalúrgicos 8. Recubrimientos	A1	https://n9.cl/_giem

Fuente: Elaboración propia a través del GrupLAC

ARTÍCULO 6.- RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO:

6.1. Desde la docencia

El currículo del programa plantea que desde el desarrollo de las actividades académicas, los docentes de la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible utilizarán la ejecución del proyecto integrador, así como de cada una de las actividades curriculares del ciclo obligatorio y electivo, como estrategia para el análisis de problemas y casos, así como el desarrollo de proyectos sobre situaciones de contextos reales en el ámbito de la metalurgia extractiva con enfoque sostenible, económico, de calidad y social.

6.2. Desde la Investigación

La Investigación científica es el eje articulador de la actividad académica en todos los niveles de formación en la UPTC, está orientada a través de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión - VIE, y la Vicerrectoría Académica y está definida como política institucional. Junto con la VIE, la Dirección de Investigaciones (DIN), buscan promover, apoyar y administrar los procesos investigativos, y articularlos con los demás procesos de formación que se realizan en los distintos programas académicos de pregrado y posgrado que ofrece la universidad. Desde la Facultad de Ingeniería, estas actividades de investigación y extensión están coordinadas por el CEDEC, el centro de investigación de la facultad.



La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia incentiva la participación de docentes y estudiantes del programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible en proyectos de investigación de los grupos Carbones y Carboquímica (GIC), Grupo en Materiales Siderúrgicos (GMS), Grupo Integridad y Evaluación de Materiales (GIEM), y Grupo Metalurgia No Ferrosa (GMNF), los cuales han logrado acercamientos con la industria metalúrgica y de minas, en pro del desarrollo de proyectos en conjunto, participación en convenios, consultorías y trabajos de extensión para empresas del sector minero, metalúrgico y petroquímico, con resultados satisfactorios

6.3 Desde la Extensión

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia tiene políticas claras que orientan su labor de expansión y proyección social, principalmente en la conexión entre la institución y su entorno. En conjunto con los centros de investigación de cada facultad de la institución, la extensión universitaria promueve actividades de extensión y proyección social. En el proceso de capacitación de profesionales, tanto actuales como futuros, se realizan prácticas y se fomentan servicios con el objetivo de brindar soluciones relacionadas con el entorno universitario.

ARTÍCULO 7.- APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO:

7.1. Organización administrativa del programa

Conforme al artículo 5 del Acuerdo 041 del 2018 (o la norma que lo modifique o sustituya), el comité de currículo de cada área disciplinar de la Facultad está integrada por:

- El coordinador académico del área disciplinar de la Facultad, quien lo presidirá
- Un representante de los docentes de planta, elegido por los docentes de planta y ocasionales de tiempo completo vinculados al área disciplinar de la Facultad y que estén vinculados con el programa de posgrado.
- Un representante de los estudiantes por área disciplinar de la Facultad, con matrícula vigente, elegido según convocatoria realizada por la Secretaría General.
- Un representante de los profesores pertenecientes a los grupos de investigación escalafonados, que apoyan el área disciplinar, elegido por los investigadores de dichos grupos.
- Un representante de los graduados del área disciplinar, elegido según convocatoria realizada por la Secretaria General.

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible se registrará por la normatividad vigente de la Universidad según el Acuerdo 041 del 2018 o la norma que la sustituya.

7.2. Perfil de los profesores, según la estructura curricular definida

Tabla 15. Perfil de profesores del programa

Actividad curricular	Perfil del profesor que se requiere
Innovación en Procesos metalúrgicos a altas temperaturas	



Actividad curricular	Perfil del profesor que se requiere
Innovación en Procesos metalúrgicos de vía acuosa	<p>Título de pregrado: Ingenieros Metalúrgicos, Ingenieros de Minas, Ingenieros Químicos, o profesionales con un título afin a los objetivos de formación del programa</p> <p>Título de posgrado: Mínimo título de Maestría en Metalurgia o afines a la metalurgia extractiva (en caso de no contar con estudios de maestría afines al programa, el requisito se podrá complementar con experiencia industrial (mínimo 10 años) en el sector metalúrgico extractivo (incluyendo empresas transnacionales o extranjeras con operaciones en el país).</p> <p>Requisitos adicionales:</p> <p><i>i)</i> Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p><i>ii)</i> Docentes Uptc del área de Metalurgia Extractiva, con experiencia en investigación y/o experiencia en industria en el área de extractiva.</p>
Innovación en procesos metalúrgicos de procesamiento de minerales	<p>Título de pregrado: Ingenieros Metalúrgicos, Ingenieros de Minas, Ingenieros Químicos, o profesionales con un título afin a los objetivos de formación del programa</p> <p>Título de posgrado: Mínimo título de Maestría en Metalurgia o afines a la metalurgia extractiva (en caso de no contar con estudios de maestría afines al programa, el requisito se podrá complementar con experiencia industrial (mínimo 10 años) en el sector metalúrgico extractivo (incluyendo empresas transnacionales o extranjeras con operaciones en el país).</p> <p>Requisitos adicionales:</p> <p><i>i)</i> Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p><i>ii)</i> Docentes extranjeros Investigadores internacionales del área de Metalurgia Extractiva y sostenibilidad, con experiencia en investigación y/o experiencia en industria en el área de extractiva, ó aliados de empresas multinacionales operando en Colombia del sector, ó, docentes UPTC que demuestren experiencia y manejo en las temáticas específicas de la actividad curricular. En todos los casos, la elección del docente queda a criterio del comité curricular.</p>
Electiva Técnica (Gestión Integral de Calidad de Procesos Extractivos)	<p>Título de pregrado: Ingenieros Metalúrgicos, Ingenieros de Minas, Ingenieros Químicos, o profesionales con un título afin a los objetivos de formación del programa</p> <p>Título de posgrado: Mínimo título de Maestría en Metalurgia o afines a la metalurgia extractiva (en caso de no contar con estudios de maestría afines al programa, el requisito se podrá complementar con experiencia industrial (mínimo 10 años) en el sector metalúrgico extractivo (incluyendo empresas transnacionales o extranjeras con operaciones en el país).</p> <p>Requisitos adicionales:</p> <p><i>i)</i> Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p><i>ii)</i> Docentes extranjeros Investigadores internacionales del área de Metalurgia Extractiva y sostenibilidad, con experiencia en investigación y/o experiencia en industria en el área de extractiva, ó aliados de empresas multinacionales operando en Colombia del sector, ó, docentes UPTC que demuestren experiencia y manejo en las temáticas específicas de la actividad curricular. En todos los casos, la elección del docente queda a criterio del comité curricular.</p>
Electiva Técnica (Transición Energética (energías limpias y uso eficiente de combustibles))	
Electiva Técnica (Aprovechamiento metalúrgico de residuos y desechos)	
Electiva Técnica (Cierre de proyectos Metalúrgicos y disposición de colas)	
Electiva Técnica (Gerencia de proyectos en metalurgia extractiva)	
Electiva Técnica (Procesamiento de minerales no metálicos)	<p>Título de pregrado: Ingenieros Metalúrgicos, Ingenieros de Minas, Ingenieros Químicos, o profesionales con un título afin a los objetivos de formación del programa</p> <p>Título de posgrado: Mínimo título de Maestría en Metalurgia o afines a la metalurgia extractiva (en caso de no contar con estudios de maestría afines al programa, el requisito se podrá complementar con experiencia industrial (mínimo 10 años) en el sector metalúrgico extractivo (incluyendo empresas transnacionales o extranjeras con operaciones en el país).</p> <p>Requisitos adicionales:</p> <p><i>i)</i> Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p><i>ii)</i> Docentes Uptc del área de Metalurgia Extractiva, con experiencia en investigación y/o experiencia en industria en el área de extractiva.</p>
Electiva Técnica (Modelamiento computacional de procesos extractivos sostenibles)	
Proyecto integrador	<p>Título de pregrado: Ingenieros Metalúrgicos, Ingenieros de Minas, Ingenieros Químicos, o profesionales con un título afin a los objetivos de formación del programa</p> <p>Título de posgrado: Mínimo título de Maestría en Metalurgia o afines a la metalurgia extractiva (en caso de no contar con estudios de maestría afines al programa, el requisito se podrá complementar con experiencia industrial (mínimo 10 años) en el sector metalúrgico extractivo (incluyendo empresas transnacionales o extranjeras con operaciones en el país).</p> <p>Requisitos adicionales:</p> <p><i>i)</i> Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p><i>ii)</i> Docentes Uptc del área de Metalurgia Extractiva, con experiencia en investigación y/o experiencia en industria en el área de extractiva.</p>

7.3 Recursos físicos y de apoyo a la docencia que requiere el programa.

El programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible cuenta con modalidad 100% virtual para asegurar y facilitar el acceso a la formación posgraduada



en el área a profesionales colombianos y extranjeros que se encuentran en lugares apartados, sin perturbar sus actividades laborales.

Tabla 16. Recursos y Medios Educativos de apoyo a la docencia

Ambientes de aprendizaje (Físicos y virtuales), herramientas tecnológicas y ambientes de apoyo del programa

Tipo	Descripción
Ambientes de Aprendizaje	Materiales de aprendizaje: lecturas, videos, ejercicios y evaluaciones en línea. Sesiones de clase sincrónicas: comunicación efectiva con los profesores a través de foros de discusión, correos electrónicos o videoconferencias. Orientación para el uso de la plataforma: orientación y tutoriales para que los estudiantes se familiaricen con la plataforma y las herramientas disponibles.
Herramientas Tecnológicas	Plataforma Moodle, Plataforma Zoom, Software HSC Chemistry, Medusa-Hydra chemical equilibrium software, Minprosim, Polymath, Comsol, Microsoft Excel, Acceso a biblioteca virtual y bases de datos de la Uptc
Ambientes de apoyo	Retroalimentación de temáticas evaluadas; Asesorías académicas; Tutorías individuales o en grupo para abordar las necesidades académicas de los estudiantes; Bibliotecas virtuales y recursos de investigación (bases de datos de la Uptc)

7.3.1 Bases de Datos y Recursos Bibliográficos

Para acceder a las bases de datos de consulta correspondientes a la biblioteca virtual de la UPTC, es requerido contar con un correo electrónico institucional. Todos los estudiantes de la Universidad cuentan con éste, desde el momento que se matriculan a un programa académico. Lo anterior, asegura el acceso de los estudiantes de la Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible a las siguientes bases de datos:

Tabla 17. Bases de datos del Programa.

Áreas de Conocimiento	Bases de Datos	Descripción
Ciencias Agropecuarias, de la Educación, de la Salud, Económicas y Administrativas, Derecho y Ciencias Políticas, Humanidades y Ciencias Sociales, Ingeniería y Tecnología, Multidisciplinarias	Academic Search Premier (Ebsco)	- Cuenta con índice y resúmenes de más de 8.400 publicaciones (4600 de ellas en texto completo). - Contiene archivos históricos (desde 1975 o anteriores) en PDF, de más de 100 publicaciones y referencias citadas, con posibilidad de búsqueda para más de 1.000 títulos.
Ingeniería y Tecnología	Access Engineering Ambientalex Info	- Plataforma para la enseñanza de ingeniería y áreas interdisciplinarias relacionadas. - Ofrece contenido bibliográfico práctico y teórico en diferentes formatos - Contiene una robusta colección de libros - Integra herramientas analíticas de enseñanza y aprendizaje en sus recursos. - Portal de información Científica más importante e influyente del mundo.
Multidisciplinar	Web of Science	- Contempla los 12.500 Journals de más alto impacto. - Contiene Conference Proceedings, Libros y Patentes segmentadas sobre índices especializados. - Su objetivo es incrementar las publicaciones científicas de alto impacto y fortalecer los procesos de investigación y publicación.
Multidisciplinar	Science Direct	- Base líder de Elsevier.



Áreas de Conocimiento	Bases de Datos	Descripción
Multidisciplinar	Scopus	<ul style="list-style-type: none"> - Combina publicaciones científicas, técnicas multidisciplinaria y de salud en texto completo, con más de 26,000 títulos de libros y más de 2,500 títulos de revistas. - Cuenta con numerosos enlaces cruzados incluidos en las publicaciones de ScienceDirect, libros y revistas científicas a través de temas y disciplinas, - Su objetivo es impartir conocimientos, fomentar la comprensión e iluminar nuevos caminos para el descubrimiento. - Ofrece artículos de revistas y capítulos de libros de más de 2.500 revistas revisadas por pares y más de 11.000 libros. - Incluye la colección completa de (Clínicas de Norteamérica y Colección Multidisciplinaria (Legacy) - Considerada la base de datos más grande de resúmenes y citas de literatura revisado por pares. - Cuenta con herramientas de bibliometría para poder rastrear, analizar y visualizar investigaciones. - Contiene más de 22,000 títulos de más de 5,000 editoriales de todo el mundo en los campos de la ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales y artes y humanidades. - Tiene más de 55 millones de registros que datan de 1823, el 84% de éstos contienen referencias que datan de 1996.
Ciencias Agropecuarias, de la Educación, de la Salud, Económicas y Administrativas, Derecho y Ciencias Políticas, Humanidades y Ciencias Sociales, Ingeniería y Tecnología, Multidisciplinarias Fuente: Bases de datos UPTC, 2023	Academic Search Premier (Ebsco)	<ul style="list-style-type: none"> - Contiene índice y resúmenes de más de 8.400 publicaciones (4.600 de ellas en texto completo). - Cuenta con archivos históricos en PDF (desde 1975 o anteriores), de más de 100 publicaciones y referencias citadas. - Cuenta con la posibilidad de búsqueda para más de 1.000 títulos.

Tabla 18. Recursos Bibliográficos del Programa.

Áreas de Conocimiento	Nº Ejemplares
Metalurgia extractiva (desde 2005)	37
Transición energética y combustibles (desde 2010)	38

Fuente: Listado de material bibliográfico disponible, 2023.

La Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible requiere bibliografía actual basada en la naturaleza dinámica y multidisciplinaria de este campo. La metalurgia extractiva es una disciplina que ha experimentado avances significativos en tecnología y procesos en los últimos años. La bibliografía actualizada refleja estos avances y permite a los estudiantes comprender y aplicar las prácticas más eficientes y sostenibles en la extracción y procesamiento de minerales y materiales susceptibles a reúso. Adicionalmente, el programa se centra en la reducción del impacto ambiental y la optimización de recursos, por lo que el material bibliográfico empleado debe abordar las últimas tendencias y estrategias en sostenibilidad, lo que es esencial para formar profesionales que puedan afrontar los desafíos contemporáneos de la industria.

7.3.2 Infraestructura física y Tecnológica

La Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible al ser un programa académico 100% virtual, requiere infraestructura física únicamente para la parte administrativa del programa.

Tabla 19. Características de infraestructura física del programa.

Uso de Espacios	Nº de Espacios	Tenencia	Área de MT2 por Uso
Oficinas- Posgrados Ingeniería	1	Propia UPTC	55,60

Fuente: Dirección de planeación UPTC.

Tabla 20. Recursos Tecnológicos del programa.

Recurso Tecnológico	Descripción	Cantidad
Plataforma Moodle	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, en español: Entorno de Aprendizaje Dinámico Modular, Orientado a Objetos. Es un sistema diseñado para la creación y administración de cursos virtuales.	1
Plataforma Zoom	Para las sesiones virtuales sincrónicas el programa de Especialización en Metalurgia Extractiva Sostenible dispone de licencias para el uso de la plataforma Zoom; que incluye funciones de voz, vídeo, uso compartido de pantalla y grabación de reuniones, entre otras.	1
Software HSC Chemistry	Software necesario para: Simulación de procesos químicos, diseño de procesos, cinética química, balance de materia y energía y análisis termodinámicos.	1
Medusa-Hydra chemical equilibrium software	Para realizar cálculos de equilibrio químico y termodinámico en sistemas químicos.	1
Minprosim, Polymath, Comsol, Modsim, Metsim	Simulación de procesos	1
Microsoft Excel	Para realizar balances de masa metalúrgicos	1

ARTÍCULO 8.- La actualización o modificación del Proyecto Académico Educativo - PAE se dará como resultado de los procesos de autoevaluación, evaluaciones externas o políticas institucionales y nacionales, lo cual deberá ser presentado por el Comité Curricular, recomendado por el Consejo de Facultad y aprobado por el Consejo Académico.

ARTÍCULO 9.- La presente Resolución rige a partir de la obtención del Registro Calificado del Programa, y se acoge a los Acuerdos 070 y 071 de 2023, y deroga todas las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Tunja, a los siete (07) días del mes de junio de dos mil veinticuatro (2024).


ENRIQUE VERA LÓPEZ
Presidente Consejo Académico


JUAN SEBASTIÁN GONZÁLEZ SANABRIA
Secretario Consejo Académico

Proyectó: Robinson de Jesús Torres Gómez/Director posgrados de ingeniería
Revisó: Diana Carolina Latorre Velásquez/Jefe Departamento de Posgrados UPTC
Javier Andrés Camacho Molano/Director Oficina Jurídica UPTC

