



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA

**DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN  
DEL CONOCIMIENTO EN LA GEOMETALURGIA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
QUÍMICO**

**CLAUDIO ANDRÉS DURÁN GUAJARDO**

**PROFESOR GUÍA:  
ZIOMARA GERDTZEN HAKIM**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
CECILIA PESCHKE DAGNINO  
MELANIE COLET LAGRILLE**

**SANTIAGO DE CHILE  
2016**

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Químico.  
**POR:** Claudio Andrés Durán Guajardo  
**FECHA:** 09/07/2016  
**PROFESOR GUÍA:** Ziomara Gerdtzen Hakim

## **DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA GEOMETALURGIA**

El presente trabajo de título tiene por objetivo desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento que permita y facilite a la Geometalurgia la creación de conocimiento, permitiendo conservarlo pese a la rotación de personas que presenta la industria minera.

Se entenderá como modelo de gestión del conocimiento a la representación del flujo de conocimiento que debe existir dentro de la Geometalurgia, a través de la adaptación de modelos teóricos referentes al tema y llevándolo a la realidad a través del diseño de herramientas y prácticas que permitan llevar a cabo esta conceptualización. De esta manera este trabajo dará como resultado un esquema que represente el flujo de conocimiento para la creación de conocimiento dentro de la Geometalurgia y las herramientas y prácticas que permitan su posterior aplicación dentro de una organización en particular.

Se propone una Cadena de Valor para la Geometalurgia, que permite estandarizar la visión de la disciplina y permite asegurar que la información obtenida del para la evaluación de un recurso minero tenga la calidad de necesaria para el análisis y posterior toma de decisión de explotación. Esto se logró mediante la revisión y análisis de la información que cuenta JTS Ingenieros Ltda. y aplicación de entrevistas a diversos actores de la industria minera.

La implementación del modelo demanda la adopción de nuevas prácticas, lo que implica un esfuerzo especial de la organización para instaurarlas adecuadamente. Para esto se debe nombrar un área responsable que se encargue del diseño de cada práctica, de las actividades para su puesta en marcha, de las medidas de efectividad e indicadores de control de gestión, que realice el monitoreo y evalúe los resultados, rediseñando las prácticas y condiciones de satisfacción de los objetivos del modelo cada vez que sea necesario, alineándose con las redefiniciones estratégicas de la organización, cuando éstas se lleven a cabo.

*A Noemi, mi compañera para toda la vida.  
A Maximiliano, Belén, María José y a  
nuestro hijo que viene en camino.*

## **Agradecimientos**

*Quisiera agradecer en primer lugar a mis padres Fidela y Gamalier que me han acompañado y apoyado a lo largo de este largo camino, siempre han estado ahí cuando los he necesitado. Gracias por su amor y perseverancia.*

*A mi amada esposa Noemi, mi compañera incansable en esta aventura que es la vida, a mis hijos Maximiliano, Belén y María José que han sido un regalo inmenso para mí. Ustedes son la familia que siempre desee formar.*

*A Cecilia que me dio la oportunidad de desarrollar este trabajo, y me ha ayudado tanto en el cierre de esta etapa de mi vida. A Ziomara Gerdtzen por apoyar este tema y poder llevarlo a cabo. A Gina que durante toda mi estadía en el departamento siempre fue un apoyo importante y una amiga.*

*A mis queridos amigos de la Pastoral de Ingeniería con los que compartimos grandes desafíos y experiencias que nos hicieron crecer un montón. Una mención especial a mi comunidad Apóstol Juan, que si bien hemos tomado caminos distintos seguimos siendo hermanos en la vida y tienen un rincón especial en mi corazón.*

*En este largo viaje que se transformó mi vida universitaria mi mayor aprendizaje ha sido no bajar los brazos nunca, a darle valor al propio esfuerzo, hacer vida esa frase que dice “no importa cuánto te caigas, al final lo importante es siempre levantarse”, aprender de los errores y darse el valor que uno como persona tiene.*

*Por último, quiero agradecerle a Dios que me ha puesto a personas valiosas en mi vida, de las cuales he podido aprender mucho, gracias porque siempre te has hecho presente en mi vida.*

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>1.1. Antecedentes Generales</b> .....	1
<b>1.1.1. Sociedad del Conocimiento y Gestión del Conocimiento</b> .....	1
<b>1.1.2. El Sector minero en Chile</b> .....	2
<b>1.1.3. Geometalurgia</b> .....	3
<b>1.2. Planteamiento del Problema</b> .....	3
<b>1.3. Alcance</b> .....	4
<b>1.4. Limitaciones</b> .....	5
<b>1.5. Metodología</b> .....	5
<b>1.6. Objetivos</b> .....	8
<b>1.6.1. Objetivo General</b> .....	8
<b>1.6.2. Objetivos Específicos</b> .....	8
<b>2. Marco Teórico</b> .....	9
<b>2.1. Conceptos Básicos</b> .....	9
<b>2.1.1. Datos</b> .....	9
<b>2.1.2. Información</b> .....	9
<b>2.1.3. Conocimiento</b> .....	10
<b>2.1.4. Características del Conocimiento</b> .....	11
<b>2.1.5. Tipos de Conocimiento</b> .....	12
<b>2.2. Diferencia Conocimiento e Información</b> .....	14
<b>2.3. Aprendizaje</b> .....	15
<b>2.3.1. Aprendizaje en Adultos</b> .....	16
<b>2.3.2. Barreras del Aprendizaje</b> .....	18
<b>2.4. Concepto de Gestión del Conocimiento</b> .....	20
<b>2.5. Análisis de la Gestión del Conocimiento</b> .....	22
<b>2.5.1. Enfoque de Estudio de Gestión del Conocimiento</b> .....	22
<b>2.5.2. Modelos de Gestión del Conocimiento</b> .....	24
<b>3. Conceptualización de la Geometalurgia</b> .....	32
<b>3.1. Geometalurgia <i>IN SITU</i></b> .....	33
<b>3.2. Geometalurgia de Planificación</b> .....	37
<b>3.3. Geometalurgia de la Operación</b> .....	42
<b>4. Propuesta de Cadena de Valor de la Información en la Geometalurgia</b> .....	44

<b>4.1. Eslabones de la Cadena de Valor</b> .....	45
<b>4.2. Consideraciones</b> .....	50
<b>5. Diseño de Modelo de Gestión del Conocimiento.</b> .....	52
<b>5.1. Situación Actual de la Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia en la Industria Minera en Chile</b> .....	52
<b>5.2. Criterios para propuesta de Modelo</b> .....	53
<b>5.3. Propuesta de Modelo</b> .....	56
<b>5.4. Herramienta y Prácticas diseñadas</b> .....	59
<b>5.4.1. Herramienta</b> .....	59
<b>5.4.2. Actividades</b> .....	64
<b>6. Recomendaciones de Implementación</b> .....	66
<b>7. Conclusión</b> .....	68
<b>8. Bibliografía</b> .....	70

## Índice de tablas

Tabla 1. Test Escala laboratorio Minerales Oxidados y Sulfurados vía lixiviación.....	39
Tabla 2. Test Escala de Laboratorio Minerales Sulfurados refractarios vía lixiviación.....	40
Tabla 3. Test Escala laboratorio Minerales Sulfurados vía Concentración .....	41

## Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de bloques sobre la Metodología de Trabajo. ....	5
Figura 2: Modelo de Nonaka y Takeuchi.....	24
Figura 3: Diagrama KMAT .....	27
Figura 4: Modelo KPMG.....	28
Figura 5: Rueda del Conocimiento.....	31
Figura 6: Ciclo de Vida de un Proyecto.....	32
Figura 7. Conceptualización de la Geometalurgia.....	33
Figura 8. Esquema Geometalurgia IN SITU.....	34
Figura 9. Esquema Geometalurgia de Planificación.....	37
Figura 10. Esquema Geometalurgia de Operación. ....	42
Figura 11. Esquema Cadena de Valor de la Geometalurgia. ....	45
Figura 12. Modelo de Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia.....	57
Figura 13. Ventana de Inicio de Plataforma. ....	60
Figura 14. Procedimiento de módulo “Preparación de Muestras para Caracterización”. ....	61
Figura 15. Video de módulo “Ejecución del Sondaje”.....	62
Figura 16. Pantalla de Administración, “Creación y Edición de Módulos”. ....	63
Figura 17. Pantalla de Administración de Contenido de Módulos. ....	63

# 1. Introducción

## 1.1. Antecedentes Generales

### 1.1.1. Sociedad del Conocimiento y Gestión del Conocimiento

A partir de la década del 90 se ha ido desarrollando a nivel mundial una tendencia de estudio del conocimiento a nivel organizacional, como uno de los principales recursos para la administración de organizaciones, considerando al conocimiento como un activo intangible que permite desarrollar ventajas competitivas y lograr un mejoramiento continuo dentro de ellas. Esta tendencia ha sido avalada a través de varios autores, que consideran que actualmente la economía mundial se basa en lo que denominan *Sociedad del Conocimiento*, la cual hace referencia a una sociedad en donde se tiene conciencia de la relevancia del manejo eficiente de la información y se toma el capital intelectual como el recurso clave en las organizaciones para la creación de valor.

A raíz de esto, se habla cada vez con mayor fuerza del valor del conocimiento como el activo principal dentro de las organizaciones, como una de las herramientas de generación de valor más efectiva. En la actualidad, se observa con más frecuencia cómo la experiencia y el manejo de conocimientos específicos enfocados, ya sea en el desarrollo productos, procesos productivos o servicios, se traducen en posibilidad de aumentar de manera considerable el valor económico de los mismos, más allá de los costos de insumos y esfuerzos de comercialización.

Una forma de ejemplificar esta tendencia se observa en el creciente mercado del coaching empresarial, servicio muy utilizado y valorado actualmente por empresarios y ejecutivos de empresas en distintos niveles de gestión. Este servicio basa su valor en la experiencia del coach respecto al manejo de situaciones problemáticas, en su capacidad de guiar procesos de cambio y en sus habilidades para preguntar, escuchar e indagar en el cliente y conducirlo a reconocer sus debilidades y problemas, para ayudarlo a diseñar prácticas que le permitan encontrar las soluciones. De esta manera un servicio que genera valor gracias a la experiencia y las habilidades (Conocimiento) de sus proveedores, y mientras mayor sea este conocimiento, mayor será el valor de mercado de este servicio.

A consecuencia de esta transformación hacia una *Sociedad del Conocimiento*, se ha desarrollado un área de estudio que busca manejar eficientemente el conocimiento como recurso en las organizaciones, donde se asegure la constante creación de nuevo conocimiento y se genere innovación de manera continua. Esta disciplina de estudio se denomina *Gestión del Conocimiento*, que si bien ha sido desarrollada por diversos autores, teniendo cada uno diversos enfoques, uno de los primeros y más importantes referentes, son los entregados por Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi en su libro "*La Organización Creadora de Conocimiento*" (1999), que es tomado como punto de partida para muchos trabajos posteriores de ellos mismos y otros autores. Ellos postulan las bases de un enfoque de la gestión del conocimiento a través del proceso de creación de conocimiento organizacional.

En el último tiempo se han realizado diversos estudios e investigaciones en torno a la Gestión del Conocimiento y sus aplicaciones, generando un espectro amplio de enfoques y definiciones de lo que se entiende por Gestión del Conocimiento, su importancia, su función y aplicación dentro de las organizaciones, sucede lo mismo con los conceptos básicos para su entendimiento, como son la información, el aprendizaje, y sobre todo lo relacionado a la definición misma de conocimiento. Por esta razón, el desarrollo del tema en torno a la gestión del conocimiento no ha seguido una rama única y consensuada, sino que presenta una amplia diversidad de enfoques y autores. A raíz de aquello que se requiere definir un marco conceptual y teórico que aclare el panorama y permita decidir sobre qué enfoques y definiciones estará basado el presente trabajo.

### **1.1.2. El Sector minero en Chile**

La minería ha impulsado un crecimiento alto y sostenido que ha tenido la economía chilena en el último tiempo. Se pasó de una producción de cobre en torno a 1,4 millones de toneladas anuales durante los años '80 a 4 millones de toneladas en la década siguiente, llegando en los últimos años a una producción cercana a las 6 millones de toneladas anuales. Esto permitió que Chile haya aumentado su representación en la producción mundial desde un 16% hasta un 32% en los últimos años. Además, durante este periodo la inversión en exploración aumentó casi 10 veces, llegando a montos cercanos a 1000 millones de dólares anuales, permitiendo que Chile mantenga alrededor del 30% de las reservas mundiales de cobre.

La participación de la minería en el PIB de Chile se ha ubicado en torno al 13%, a partir de sólo un 7% en la década de los '90. Adicionalmente, la participación de la minería en las exportaciones ha estado entorno al 60% del total de envíos del país. De igual modo en años recientes el sector minero ha sido el que cuenta con la mayor contribución a los ingresos fiscales con un 15% del total.

Mucho de lo anterior se puede explicar porque desde 2005 hasta aproximadamente 2013 la industria minera chilena experimentó lo que se conoce como “Súper Ciclo del Cobre”, definido como *“un aumento acentuado y simultáneo en el precio real de muchos commodities, gatillado por un shock de demanda causado por expansiones macroeconómicas rápidas en que los productores no son capaces de satisfacer la demanda”* (Radetzky, 2009). Para el caso del cobre el precio promedió los 3,43 dólares la libra, el doble del precio promedio de los 30 años anteriores que solo había sido de 1,66 dólares.

Este tiempo de bonanza llevó a una fuerte expansión e inversión en el sector que buscaba aumentar el volumen de producción, para aprovechar el alto precio, creció la mano de obra requerida y se produjo un alza en la subcontratación, a medida que el precio fue mayor las compañías tendieron a aumentar su mano de obra flexible, ya que disminuían costos y se concentraban en aquellas actividades más ligadas al giro propio de la faena minera, más estratégicas y que tienden a aumentar más directamente el valor de la organización. Pero esto también tiene un lado negativo, se perdió control y disciplina y se dispersó el conocimiento propio, pasando este conocimiento a manos de las empresas contratistas, pero dadas las restricciones propias de manejo de información con las que trabajan, el flujo de conocimiento se vio sumamente restringido.

A partir de 2013 comenzó un descenso progresivo del precio del cobre, marcando el fin del Súper Ciclo, en 2015 el precio del metal rojo llegó a cotizarse bajo los US\$2 la libra, lo que ha llevado a la revisión y paralización de muchos proyectos, despidos masivos en la mayoría de las organizaciones y una evaluación cautelosa de la situación.

### **1.1.3. Geometalurgia**

La Geometalurgia es una disciplina minera que integra Geología, Minería y Metalurgia, con el objetivo de sistematizar la determinación de la variabilidad de un recurso y su impacto en la selección de un proceso y posterior operatividad de la mina, mediante la clasificación de los minerales dentro del yacimiento según su comportamiento frente a un tratamiento metalúrgico, dado que las características geológicas de un depósito mineral condicionan enormemente la respuesta metalúrgica. Al ser una disciplina transversal es posible aportar valor para la toma de decisiones de operaciones existentes y nuevos proyectos, realizando una evaluación de los recursos de manera eficiente en términos técnicos y económicos.

Para que este trabajo pueda llevarse a cabo los profesionales de todas estas disciplinas deben trabajar en equipo y con una visión global, trabajar no sólo preocupándose de su área específica, para que de ese modo puedan realizar un diseño eficiente. Se hace necesaria la existencia de un área que vele por la realización de la Geometalurgia dentro del desarrollo de un proyecto minero.

Los datos e información entregados por la Geometalurgia como la zonación de la mineralogía del yacimiento, sus durezas, la presencia de fallas, alteraciones, las leyes presentes, entre otros son utilizados para la conceptualización de los procesos productivos involucrados en una mina, esto permite un diseño de excelencia, es decir, que son eficientes y eficaces y pueden adaptarse a la variabilidad que tiene la mina, de otro modo es posible que las plantas estén subestimadas o no puedan cumplir la producción o de plano estar diseñadas de manera errónea al considerar una ley media, o bien solo un tipo mineralogía, una dureza promedio, etc.

### **1.2. Planteamiento del Problema**

Elías Arze, presidente de la Asociación de Ingenieros Consultores (AIC), indicó en su discurso anual en 2012: *“Para nadie es una sorpresa que muchos proyectos, si no la mayoría, se atrasan o exceden sus presupuestos o simplemente no funcionan adecuadamente, problema que excede las fronteras de nuestro país. Según un informe reciente del conocido Independent Project Analysis Institute (IPA), basado en un levantamiento de casi 300 megaproyectos, un 56% de ellos no cumplió alguna de las metas establecidas al tomar la decisión de inversión. Peor aún, declara textualmente que alrededor de la mitad de los megaproyectos son desastres”* (El Mercurio, 2012).

Algunas de las principales razones para que un proyecto falle son una mala conceptualización inicial, errores de ejecución o de planificación de la ejecución, bases de diseño deficientes, malas prácticas en la utilización y/o mantención de los activos y falta de expertise.

La minería enfrenta un escenario adverso, donde las leyes del mineral están decreciendo, las producciones están siendo menores respecto de los planes trazados, existen menores rendimientos respecto de las capacidades de diseño de las plantas, además de enfrentarse a diseños poco flexibles que impiden adaptarse a la variabilidad que enfrenta la mina cada día.

El trabajo parcelado, donde cada especialidad trabaja de manera independiente, aunque se encuentren dentro de una misma área impide, por definición, realizar un buen trabajo.

Por otro lado existe una alta rotación de personal dentro de la minería, esto conlleva a que el conocimiento se vaya moviendo de organización en organización y sólo pueda ser aprovechado durante un periodo de tiempo corto y luego se pierda, si bien el profesional va creciendo en experiencia, las organizaciones van perdiendo material valioso que podría darles una ventaja competitiva más allá del periodo de permanencia del profesional.

Es necesario señalar que las palabras de Arze fueron dichas todavía bajo el contexto de precios elevados del cobre, ahora con un precio bajo si un proyecto es riesgoso se descarta de inmediato, por lo que se hace necesario una mayor precisión a la hora de evaluar los proyectos existentes y plantear un mejor escenario para el futuro.

Bajo el escenario de crisis planteada por el fin del Súper Ciclo del cobre, también subyace una oportunidad, hablar de la gestión del conocimiento.

### **1.3. Alcance**

En este trabajo de título se trabajará sobre la Geometalurgia para minerales óxidos y sulfuros de cobre, estableciéndose desde la ejecución de los sondajes exploratorios hasta el desarrollo de un modelo de bloques de los yacimientos incluidos en los proyectos mineros. Bajo este alcance se diseñara un modelo de prácticas y procedimientos que contribuya a la gestión del conocimiento dentro de la Geometalurgia.

Se entenderá como modelo de gestión del conocimiento a la representación del flujo de conocimiento que debe existir dentro de la Geometalurgia, a través de la adaptación de modelos teóricos referentes al tema y llevándolo a la realidad a través del diseño de herramientas y prácticas que permitan llevar a cabo esta conceptualización. De esta manera este trabajo dará como resultado un esquema que represente el flujo de conocimiento para la creación de conocimiento dentro de la Geometalurgia y las herramientas y prácticas que permitan su posterior aplicación dentro de una organización en particular.

Como base de trabajo se tomará la empresa JTS Ingenieros Ltda., una empresa consultora especialista en ingeniería de procesos, Geometalurgia, Metalurgia y Procesos Operacionales, que ha realizado trabajos para diversas organizaciones mineras dentro de la industria chilena.

## 1.4. Limitaciones

Como se mencionó con anterioridad este trabajo se realiza en la empresa JTS Ingenieros Ltda., consultora que realiza trabajos para diversas organizaciones de la industria minera en Chile, especializándose en el ámbito de la Geometalurgia. Esto supone trabajar con información confidencial, por lo que debe ser adaptada para el uso durante la realización de este trabajo, utilizándose mayormente la que se encuentra bajo propiedad de JTS Ingenieros Ltda.

Por otro lado, se adaptará la forma de expresar un modelo de Gestión del Conocimiento, ya que en general, bajo la bibliografía consultada se realizada bajo una organización en particular, más que es una disciplina como la Geometalurgia, desarrollada por diversas organizaciones. De esta manera se buscará en primer lugar establecer un estándar de visión acerca de la Geometalurgia y para ello se toma la experiencia de la empresa consultora.

## 1.5. Metodología

A continuación se presentan las etapas metodológicas utilizadas para el desarrollo del presente trabajo de título, se muestran mediante un diagrama de bloques en la Figura 1, luego se describen cada una de las etapas.

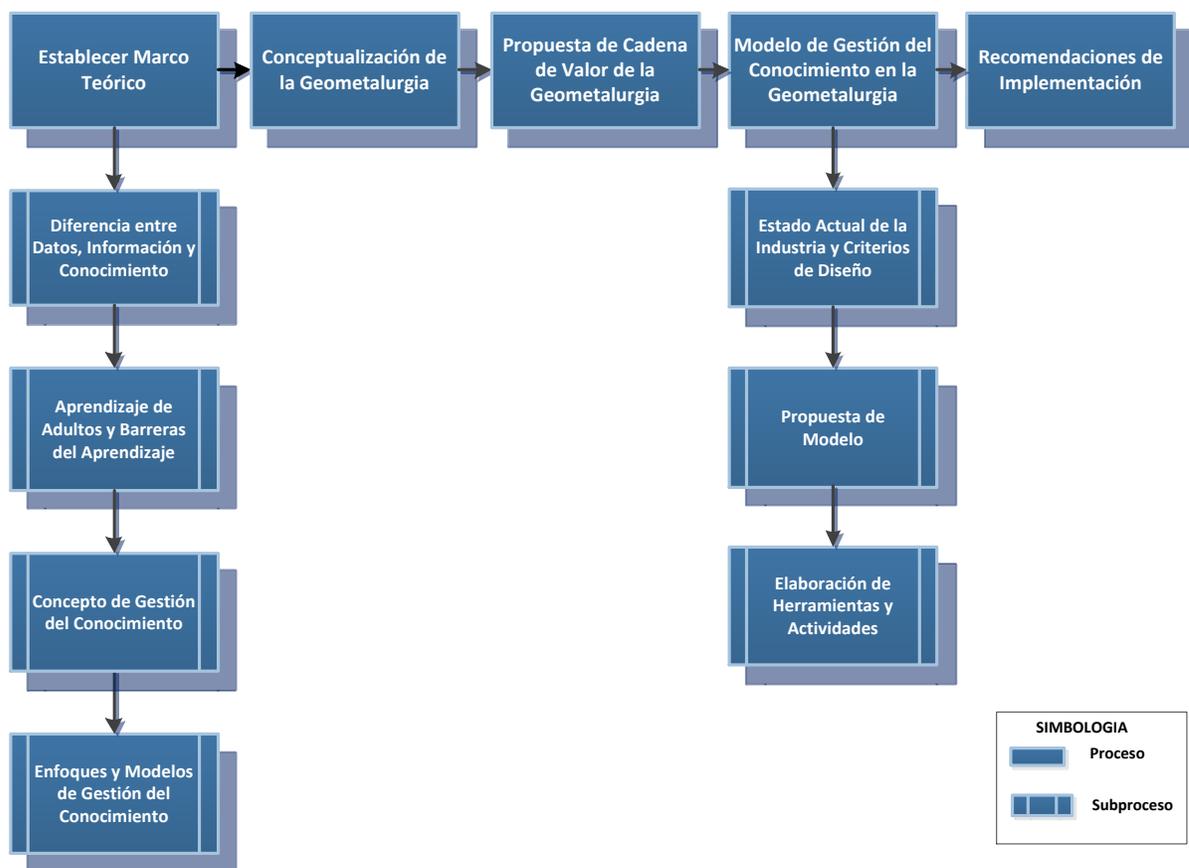


Figura 1: Diagrama de bloques sobre la Metodología de Trabajo.

### **a) Definición de un Marco Teórico**

Se identificará y presentará los conceptos básicos necesarios para la comprensión del desarrollado en torno al tema de estudio y que sustentan las bases sobre las cuales se construye el Modelo de Gestión del Conocimiento, estos conceptos son datos, información, conocimiento, aprendizaje.

Se establecerán las relaciones y diferencias entre estos conceptos. Se profundizará en el aprendizaje de los adultos y las barreras del aprendizaje como base del diseño del modelo propuesto por este trabajo.

Estos conceptos desembocarán en establecer lo que se entiende por Gestión del Conocimiento, exponiendo sus principales definiciones.

Por último, se dará a conocer diversos enfoques y modelos presentes en la literatura actual y que son relevantes para este trabajo.

### **b) Conceptualización de la Geometalurgia**

El objetivo principal de esta etapa es describir la disciplina Geometalurgia, lo que permite dar un contexto al trabajo, ya que sobre ella se construirá el modelo de Gestión del Conocimiento.

Se busca establecer un estándar de lo que se entenderá como Geometalurgia para ello se realizará una revisión y análisis de documentación y experiencia acerca de la Geometalurgia que cuenta JTS Ingenieros Ltda., que ha sido desarrollada a través de la realización de diferentes proyectos referentes al tema.

Se presentará la visión de la disciplina que tiene la empresa y se explicará en detalle cada etapa, identificando sus componentes y subprocesos.

### **c) Propuesta de una Cadena de Valor de la Geometalurgia**

Se entiende como Cadena de Valor al concepto teórico que describe el modo en que se desarrollan las acciones y actividades de una empresa. En base a esta definición de cadena, es posible hallar en ella diferentes eslabones que intervienen en un proceso económico, se inicia con la materia prima y llega hasta la distribución del producto terminado. En cada eslabón, se añade valor.

Este concepto se utilizará sobre la Geometalurgia, donde se establecerá una serie de acciones o etapas que permiten obtener de manera confiable la información para los recursos mineros. Se busca con esta Cadena de Valor asegurar la calidad y trazabilidad de la información generada, la que de manera posterior permitirá tomar buenas decisiones de diseño y ejecución de proyectos mineros.

Se presentarán y describirá cada una de las etapas correspondientes a esta propuesta de cadena de Valor asociada a la Geometalurgia.

#### **d) Diseño de Modelo de Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia**

El objetivo final de esta sección es el diseño de un modelo de Gestión del Conocimiento, entendiéndose como tal a la representación del flujo de conocimiento que debe existir dentro de esta disciplina para que genere valor. Esto se realizará en diversas etapas.

En primer lugar, se dará cuenta de la situación actual de algunas organizaciones de la industria minera en Chile, en cuanto a las actividades relacionadas con la cadena de valor de la Geometalurgia y algunos aspectos de la gestión del Conocimiento que pudieran estar presentes en la industria. Para esto se realizarán entrevistas con diversos actores en la industria minera en Chile. Además, se aprovechará los diversos trabajos realizados por JTS Ingenieros Ltda. para complementar este diagnóstico.

Luego se expondrán los criterios entorno a los cuales girará el modelo de Gestión del Conocimiento, utilizando lo expuesto en los capítulos anteriores.

Se presentará un modelo teórico, adaptando alguno de los modelos presentados a la realidad de la Geometalurgia, indicando las actividades de conocimiento presentes y como se ven reflejadas en esta disciplina.

Por último, se diseñarán herramientas y actividades que permitan concretar el modelo, los cuales se realizarán utilizando como organización base a JTS Ingenieros Ltda.

#### **e) Recomendaciones de Implementación**

El objetivo de este capítulo es entregar una forma de implementar el modelo propuesto, para ello se analizarán las condiciones organizacionales necesarias y las actividades principales para realizar esta implementación.

Se tendrá como organización base para la implementación del modelo a JTS Ingenieros Ltda. Por otro lado, se complementarán estas recomendaciones teniendo en cuenta la diferencia de magnitud de esta organización respecto a otras dentro de la industria.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Diseñar un modelo de Gestión del Conocimiento para la Geometalurgia.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

Para lograr este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Describir las bases de generación de Conocimiento.
- Describir como aprenden los adultos.
- Identificar las barreras que impiden la transferencia del conocimiento.
- Describir la cadena de valor de la Geometalurgia, desde la perspectiva de la Gestión del Conocimiento.
- Analizar Escenario actual de prácticas relacionadas con la Gestión del Conocimiento de la Geometalurgia.
- Desarrollar modelo de Gestión del Conocimiento asociado a la Geometalurgia.
- Proponer recomendaciones de implementación del modelo.

## **2. Marco Teórico**

En esta sección se fijan las definiciones de los conceptos básicos en torno a la Gestión del Conocimiento, como son los datos, la información y el conocimiento propiamente tal, además del concepto de aprendizaje y se presentan como antecedentes básicos que se utilizarán para la construcción del modelo que persigue el presente trabajo.

### **2.1. Conceptos Básicos**

Existe una confusión dentro de la bibliografía disponible, respecto a la utilización de los términos dato, información, conocimiento y aprendizaje, tanto que suelen utilizarse indistintamente en muchos casos. Sin duda existe gran relación entre ellos, siendo cada uno parte o insumo en la definición de otro, pero se reconoce hoy en día que se encuentran en diferentes niveles de profundidad en cuanto a la interacción e interiorización de cada uno en el proceso de aprendizaje de los seres humanos. En esta sección se presentarán definiciones de dato, información y conocimiento, buscando dejar en claro el alcance de cada uno y su diferenciación con respecto a cada uno de ellos.

#### **2.1.1. Datos**

Un dato es un conjunto de hechos discretos y objetivos sobre un acontecimiento. Los datos son sólo descripciones de hechos y no tienen sentido ni indican ninguna consecuencia en sí mismos, no incluyen opiniones ni interpretaciones, ni mucho menos indican medidas de acción por sí solos. En las organizaciones se generan comúnmente un sinnúmero de datos, de miembros de la organización, de procesos, de análisis químico, producción, etcétera, los cuales son registrados y almacenados en bases de datos mediante algún sistema tecnológico. Actualmente, se da mucho énfasis en la calidad de estos sistemas tecnológicos de almacenamiento de datos, en cuanto a su capacidad de registro y costo y velocidad de recuperación de los datos almacenados, apuntando también a la facilidad de este proceso con tal de que sea accesible de manera amplia desde cualquier área de la organización.

#### **2.1.2. Información**

Se debe entender la información como un mensaje, en este sentido, cuenta con un emisor que la crea y utiliza con el fin de comunicar y generar un cambio en el receptor, modificar su criterio y su conducta, de esta manera, la información busca “moldear” al receptor, y generar valor en él. Los datos se convierten en información cuando el que los usa, el emisor, les agrega significado. Por otro lado, entendido desde la perspectiva del propósito de mensaje, sería el receptor quien decide si el mensaje recibido es considerado información o no, a través del juicio de que si dicho mensaje le es significativo en relación a generar un cambio de criterio o acción mediante su internalización (Davenport y Prusak, 2001).

A diferencia de los datos, la información tiene un valor significativo, según Peter Drucker, la información es “*datos dotados de propósito y sentido*”. Existen muchas formas en que el emisor puede dar significado a los datos para transformarlos en información, entre las cuales se cuentan los procesos de contextualización,

categorización, cálculo, corrección y/o condensación de los datos, los cuales ayudan a generar valor en los datos iniciales.

Retomando la idea de la información como mensaje que intenta generar un cambio en la conducta del receptor, se entiende en este sentido la información como el input para la toma de decisiones dentro de las organizaciones. El éxito o fracaso de la decisión depende en gran medida de la cantidad, calidad y oportunidad de la información disponible.

En las organizaciones la información se mueve a través de canales formales, como memorándum, correos electrónicos o boletines, así como también a través de canales informales, como pueden ser notas de escritorio, llamadas telefónicas o conversaciones de pasillo. Los canales formales son más visibles y verificables, y poseen una estructura definida. A diferencia de los canales informales que no son trazables.

Un error que se suele cometer es el de confundir la información con la tecnología que lo proporciona. Es importante hacer la distinción de que el medio por el cual se transmite la información, si bien permite la transmisión del mensaje, y puede incluso ayudar a transformar de cierta forma la información, no es el mensaje en sí ni tiene el mismo nivel de importancia. Un teléfono no garantiza conversaciones productivas; el computador, si bien ayuda a generar información a través de datos, no garantiza que esta transformación ocurra, ni mucho menos proporciona el contexto necesario a los individuos para poder realizar adecuadamente esta transformación (Davenport y Prusak, 2001), un profesional frente a una base de datos sin una preparación previa no puede realizar ningún trabajo ya que los datos carecen de significado.

### **2.1.3. Conocimiento**

Definir conocimiento no es sencillo, muchos autores han hecho referencia al conocimiento apoyados en otros términos como aprendizaje e información, pero sin desarrollar una definición específica para el conocimiento, sino más bien viéndolo como consecuencia o resultado de un proceso de aprendizaje en el que se incorpora información. Otros autores lo definen sencillamente como lo que ya se sabe o se conoce (Grant, 1996), o lo que es objetivamente conocido (Bell, 1999), relacionando al proceso de adquirir conocimiento, con la acción de saber o conocer algo.

Se destaca la propuesta de Nonaka y Takeuchi, quienes definen el conocimiento en contraste con la epistemología occidental, la cual se focaliza sobre la veracidad como el atributo esencial del conocimiento, haciendo especial énfasis en su naturaleza absoluta, estática y no humana, típicamente expresada en proposiciones y lógica formal. A diferencia de esto, Nonaka y Takeuchi, enmarcados dentro de la epistemología oriental, consideran el conocimiento como una creencia verdadera justificada (Nonaka y Takeuchi, 1995: 58), focalizándose sobre la naturaleza activa y subjetiva del conocimiento, representada en términos de compromiso y creencias que están profundamente enraizados en los valores individuales.

Otra visión interesante es la de Davenport y Prusak (2001), quienes proponen una definición bastante completa del conocimiento. *“El conocimiento es una mezcla fluida*

*de experiencia estructurada, valores, información contextual e internalización experta que proporciona un marco para la evaluación e incorporación de nuevas experiencias e información. Se origina y se aplica en la mente de los conocedores. En las organizaciones, con frecuencia no solo queda arraigado en documentos o bases de datos, sino también en las rutinas, procesos, prácticas y normas institucionales.”*

De una forma más amplia, Wainwright (2001) insiste en que la filosofía del conocimiento divide sus debates en dos grandes cuestiones: ¿qué es posible conocer? (perspectiva ontológica) y ¿cómo puede ser cierto lo que conocemos? (perspectiva epistemológica). A partir de estas perspectivas de la validación del conocimiento, surgen distintos puntos de vista:

- Criterio racionalista: bajo esta perspectiva el conocimiento debe tener explicaciones lógicas.
- Criterio existencialista: en este caso el conocimiento está enraizado en lo que se ha experimentado.
- Criterio pragmático: declara que el conocimiento debe tener un propósito útil.
- Criterio idealista: afirman que todo el conocimiento es verdadero y que se debe identificar su característica distintiva.
- Criterio realista: Se focaliza en el conocimiento obtenido desde la actividad, en lo concreto.
- Criterio oportunista: insiste que en el conocimiento se genera como un resultado deseable e identificable.

Por otro lado, una clasificación propuesta por Empson (2001), distingue el surgimiento de dos perspectivas:

- La primera considera el conocimiento como un activo, es más normativa y trata de identificar el conocimiento valioso y desarrollar mecanismos efectivos para gestionar el conocimiento dentro de las organizaciones, en definitiva considera el conocimiento como un bien definible objetivamente.
- La segunda perspectiva considera “*el conocer*” como un proceso, es descriptiva y trata de saber cómo el conocimiento es creado, articulado, diseminado y legitimado dentro de las organizaciones, es decir, considera el conocimiento como una construcción colectiva.

#### **2.1.4. Características del Conocimiento**

A continuación se presentan algunas ideas de las características más relevantes del conocimiento obtenidas a partir de los principales intentos de definición en la literatura:

- El conocimiento existe predominantemente dentro de los individuos. Si bien el conocimiento puede ser representado en documentos u otros soportes, y a menudo estar enclavado en procesos, rutinas y redes de la organización, no puede originarse fuera de los individuos (Fayey y Prusak, 1998: 267).
- El conocimiento posee un carácter ambiguo y no tangible. Nos viene a la mente sólo cuando lo necesitamos para responder algo o resolver un problema (Takeuchi, 2001: 325).
- El conocimiento, a diferencia de los capitales físicos, aumenta de valor con su uso. Además, el conocimiento, debidamente estimulado, crece exponencialmente cuando se comparte. Si dos personas intercambian conocimiento, ambas ganan información y experiencia, pero si lo comparten, es decir, se hacen preguntas, ampliaciones y modificaciones, los beneficios ya no serán lineales sino exponenciales (Quinn et al., 1996: 75; Arbonés: 2001: 47).
- Salvo que quede representado en documentos o enclavado en procesos, rutinas y redes de la organización, el conocimiento es volátil. Debido a la naturaleza de su almacenamiento en la mente de las personas, los conocimientos evolucionan en función de los cambios que se producen en sus portadores, de igual modo, cuando un especialista abandona la empresa ésta pierde conocimientos (Muñoz-Seca y Riverola, 1997: 19), y por ende, una parte importante de la capacidad competitiva futura de la empresa desaparece (Riverola y Muñoz-Seca, 1996: 92).
- El conocimiento no tiene límites, es dinámico, y si no es usado en un tiempo y lugar específico, no tiene valor, por tanto, el uso del conocimiento requiere concentrar recursos en un cierto espacio y lugar. Sin un contexto específico, es sólo información, no conocimiento (Nonaka y Konno, 1998).
- El conocimiento se transforma en acción por impulso de la motivación. La motivación para la utilización del conocimiento es pues, de gran importancia para el uso eficaz del conocimiento adquirido (Muñoz-Seca y Riverola, 1997: 19).

### **2.1.5. Tipos de Conocimiento**

Existen en la bibliografía variadas clasificaciones de tipos de conocimiento según el autor o el criterio que se considere. En esta parte se presentarán los criterios de clasificación por naturaleza del conocimiento y por naturaleza de quien aprende, porque permiten comparar con mayor facilidad el conocimiento con el aprendizaje, como se requiere para el desarrollo del modelo de Gestión del Conocimiento, y porque ayudan a enriquecer la distinción entre conocimiento tácito y explícito.

#### **2.1.5.1. Según la naturaleza del conocimiento**

La clasificación del conocimiento en función de su naturaleza es la más significativa y la que ha tenido más repercusiones en los trabajos sobre gestión de conocimiento. Según este criterio, el conocimiento puede ser explícito o bien tácito (o implícito). En primera instancia, James (1950) distingue entre conocimiento de lo conocido y conocimiento

sobre algo. Esta clasificación proviene de la distinción entre el racionalismo y el empirismo. Según el racionalismo, el conocimiento puede ser obtenido deductivamente por un razonamiento, no es producto de la experiencia sino de un proceso mental. Según el empirismo, el conocimiento puede ser obtenido inductivamente desde las experiencias. No existe a priori un conocimiento, la única fuente de conocimiento es la experiencia. A partir de esta distinción propone dos tipos de conocimiento humano: el conocimiento sobre algo (deductivo), que es abstracto y producto de la reflexión; y el conocimiento de lo conocido (empírico), que es un conocimiento íntimo, producto de la experiencia.

Según Polanyi (1962 y 1967) se distingue el conocimiento objetivo y el conocimiento tácito. El conocimiento objetivo es codificado y puede ser comunicado a través del lenguaje o a través de símbolos (explícito). El conocimiento tácito es anterior y del mismo género que el conocimiento explícito, pero con una forma de abstracción que puede sólo ser conocida, evidenciada y comunicada a través de la acción. Es un conocimiento personal, no codificable y sólo comunicable a través de la actividad.

Finalmente, se distingue entre conocimiento explícito y tácito, según los autores Nonaka y Takeuchi (1995); Nonaka et al (2001) y Takeuchi (2001). Si bien esta distinción ya es hecha por Polanyi, la de estos autores es más moderna y completa que la anterior.

El conocimiento explícito es un tipo de conocimiento formal y sistemático. Puede ser expresado en palabras, números y símbolos, y es fácilmente comunicable y compartido en forma de datos, fórmulas científicas, procedimientos codificados o principios universales, entre aquellos que comparten el mismo lenguaje.

El conocimiento tácito es un tipo de conocimiento altamente personal y difícil de formalizar, está profundamente enraizado en la acción individual y la experiencia, así como en los ideales y modelos mentales (valores o emociones) que el sujeto adopta.

Por este motivo es un conocimiento difícil de comunicar y compartir con otros. Aunque este conocimiento se constituye inicialmente a través de una experiencia personal o individual, se manifiesta en la organización de forma muy importante a través de la socialización o conocimiento tácito compartido en grupos o en el conjunto de la organización.

Según Nonaka y Takeuchi, el conocimiento tácito puede ser dividido en dos dimensiones: la dimensión técnica y la dimensión cognitiva.

La dimensión técnica engloba las habilidades o destrezas capturadas en el término saber-hacer. Por ejemplo, un artesano después de años de experiencia desarrolla en sus manos una gran riqueza de habilidad y pericia, pero es incapaz de articular los principios científicos y técnicos que hay detrás de lo que él conoce.

La dimensión cognitiva consiste en esquemas, modelos mentales, creencias y percepciones. Esta dimensión cognitiva del conocimiento tácito refleja nuestra imagen de la realidad (lo que es) y nuestra visión del futuro (lo que debería ser). Si bien no

pueden ser articulados fácilmente, estos modelos implícitos forman la manera en que percibimos el mundo que nos rodea.

### **2.1.5.2. Según la naturaleza del conocimiento y el sujeto que aprende**

Spender, a partir de la distinción entre conocimiento tácito y explícito, y añade una nueva dimensión, individual y social, crea una matriz que da lugar a cuatro tipos de conocimiento distintos: conocimiento consciente, automático, objetivo y colectivo.

#### a) Conocimiento consciente

Es un conocimiento individual que puede ser fácilmente articulable y compartido con otros individuos. Puede tratarse, bien de un conocimiento aprendido fuera de la empresa en alguna universidad, o bien, aunque se trate de un conocimiento basado en la experiencia, es fácil de comunicar o enseñar a otros individuos.

#### b) Conocimiento automático

Este tipo de conocimiento engloba las habilidades o destrezas de un individuo capturadas en el término saber-hacer que se adquieren después de años de experiencia, y que son incapaces de ser articuladas.

#### c) Conocimiento objetivo

Es aquel conocimiento totalmente difundido en la organización que ayuda en las prácticas operativas. Su arquetipo es el conocimiento científico, también puede localizarse en las reglas y normas de las operaciones de la empresa (Spender 1994a: 359). Este conocimiento se representa principalmente en memoria, como bases de datos, procedimientos estándar, o sistemas de producción basados en reglas. No hay un desarrollo de conocimiento en este tipo, y el aprendizaje tiene que ver más que nada con la capacidad de almacenamiento y recuperación (Spender, 1996b, 71).

#### d) Conocimiento colectivo

Es un tipo de conocimiento implícito que está enclavado en la práctica organizativa (Spender, 1994a: 360). Comprende tanto prácticas (comportamientos, rituales y procedimientos operativos), como significados (cognitivos, afectivos, simbólicos y culturales). Vemos, por tanto, que tiene dos dimensiones, una de carácter operativo y otra de carácter conceptual. Este conocimiento colectivo es un concepto dinámico, que no sólo es mantenido colectivamente sino que está generado y aplicado colectivamente dentro de un modelo de relaciones sociales (Spender, 1994b: 397). Este conocimiento colectivo es relativamente inamovible (no trasladable) y relativamente inimitable (Spender, 1996b: 73).

## **2.2. Diferencia Conocimiento e Información**

Como se comentó al inicio de este capítulo, existen varios autores que consideran los términos información y conocimiento como intercambiables, pero esto supone una

concepción del conocimiento pobre y simplificado. La adquisición de información no genera conocimiento en el individuo.

De esta manera, el conocimiento se relaciona con una interiorización más profunda de la información, con el desarrollo de una interpretación a través de ella, por lo mismo se asocia a un proceso más complejo del aprendizaje, implica un entendimiento del contexto de la información, de sus presunciones enraizadas (Erickson, 1996), en este sentido “si el conocimiento no fuera diferente de los datos o de la información, no habría nada nuevo o interesante en la gestión de conocimiento” (Fahey y Prusak, 1998). La información es simplemente un dato o un input dotado de estructura y significado, mientras que el conocimiento es algo más complejo, un output, el resultado de la interpretación de información o un producto del aprendizaje. Además, permite hacer predicciones, asociaciones causales, tomar decisiones y saber-cómo son las cosas.

Así, se observa cómo la información puede ofrecer la solución a un problema, mientras que el conocimiento da un paso más, no sólo puede ofrecer la solución a un problema, sino que también supone la comprensión en profundidad del problema y, en su caso, un cambio de pensamiento y nuevas acciones.

Por otro lado, la información es considerada como un flujo de mensajes, mientras que el conocimiento es creado a partir del flujo de información y está anclado en las creencias y compromisos del sujeto (Nonaka y Takeuchi, 1995: 58).

Finalmente, la información es más fácil de transmitir que el conocimiento. La información se puede transmitir fácilmente a través del diálogo, documentos escritos o tecnología. Sin embargo, aunque el conocimiento de carácter explícito puede transmitirse con los mismos medios que la información, el conocimiento tácito o implícito, sólo puede transmitirse por el contacto humano o la imitación.

### **2.3. Aprendizaje**

La literatura en torno al aprendizaje es vasta y se ha desarrollado enormemente en las últimas décadas, sin embargo, al igual como pasa con el concepto de conocimiento, existen demasiadas definiciones y enfoques distintos y “ninguna teoría o modelo de aprendizaje organizativo está ampliamente aceptado” (Fiol y Lyles, 1985: 803).

Al hacer una revisión de la bibliografía que ha surgido en relación al aprendizaje organizacional en los últimos años, se observa que se han formado dos ramas diferenciadas y con distintos objetivos.

La primera rama (Argyris y Schön, 1996; Williams, 2001) se basa en la definición de lo que es una “organización que aprende”, siendo así una rama más orientada a la práctica, mostrando lo que hacen algunas organizaciones de primer orden y lo que les hace falta al resto de las organizaciones para alcanzarlas, siendo muy estática y poco profunda en torno al concepto de aprendizaje.

La segunda rama difiere de algunas pretensiones de la primera, y se enfoca en la definición de “organización y aprendizaje”, y a través de ella profundiza en lo que es el

aprendizaje organizativo, en cómo es factible, qué clase de aprendizaje organizativo es deseable y para quién o con qué posibilidad de ocurrencia; cuestiones que la primera rama ignora en su planteamiento (Williams, 2001).

En esta segunda rama se reconoce un sentido completo del aprendizaje organizativo que se refiere a la adquisición de entendimientos, *know-how*, técnicas y prácticas de la organización. De esta forma, no se considera el aprendizaje ni bueno ni malo en sí mismo.

Por otro lado, se considera como parte central del aprendizaje organizativo a los individuos, pues éstos son los que influyen, con sus pensamientos y acciones, en la capacidad de obtener un aprendizaje productivo a nivel organizacional. Además, se reconoce que el aprendizaje de los individuos, en interacción con otros individuos es lo esencial para el aprendizaje organizativo, generando una retroalimentación que influye nuevamente en el aprendizaje individual.

Las principales definiciones del concepto de aprendizaje de la bibliografía más reciente muestran algunas características comunes destacables que se comentarán a continuación:

- El aprendizaje no es un concepto estático, sino más bien dinámico pues se trata de un proceso.
- El aprendizaje está siempre asociado a un sujeto que aprende, el cual puede ser un individuo, un grupo o una organización.
- *“el aprendizaje ocurre cuando se incrementa la capacidad de un sujeto para tomar una acción efectiva”* (Kim, 1993: 37).
- El proceso de aprendizaje comienza con la interpretación y asimilación de información por parte del sujeto, y termina con la creación de nuevo conocimiento.

Justamente, la última de estas características se rescata en una de las definiciones más sencillas y que mejor ejemplifica la relación entre información y conocimiento a través del aprendizaje, es la de Moreno-Luzón et al. (2001), la cual dice que *“el aprendizaje es el proceso mediante el cual un sujeto genera conocimiento a partir de la interpretación y asimilación de información”*.

### **2.3.1. Aprendizaje en Adultos**

Existe una diferencia cuando se habla de aprendizaje de niños y adultos, cuando se habla de educación o aprendizaje de niños se denomina pedagogía, que viene del griego que significa liderando niños, para el caso de los adultos se puede hablar del término andragogía que proviene del *andrós*, hombre y de *gogos*, guiar o conducir, educación de adultos o aprendizaje de adultos. En 1984 Michael Knowles postula 4 supuestos que diferencian las características de un niño en aprendizaje versus las de un adulto en aprendizaje:

- Al madurar una persona pasa de una personalidad dependiente, donde la mayoría de las decisiones son tomadas por los padres, a autodirigirse, tomando sus propias decisiones, tiene un autoconcepto de sí mismo.
- Los adultos van acumulando una creciente reserva de experiencia que se convierte en un recurso para el aprendizaje.
- En la adultez las personas orientan su aprendizaje a desarrollar las tareas de sus roles sociales, tanto su ambiente profesional como doméstico.
- Las perspectivas de tiempo cambian, pasan de una aplicación posterior del conocimiento a una aplicación inmediata, además la orientación de su aprendizaje pasa de estar centrada en un tema a estar centrada en los problemas a resolver.

En 1984, postuló 4 principios del aprendizaje de adultos:

1. Los adultos deben estar involucrados en la planificación y evaluación de su instrucción.
2. La experiencia, incluyendo los errores que se cometan, forman la base para las actividades del aprendizaje.
3. Los adultos están más interesados en aprender temas que tengan una relevancia e impacto inmediato en sus trabajos y en sus vidas.
4. El aprendizaje de adultos está más centrado en los problemas a resolver que en los temas.

Los adultos sienten la necesidad de asumir la responsabilidad de sus vidas y decisiones, es por eso que es importante tener el control sobre su aprendizaje. Por lo tanto, una autoevaluación, una relación entre iguales con el instructor son altamente recomendables.

Los adultos en aprendizaje suelen ser prácticos, resisten la teoría, necesitan información que pueda ser aplicada de inmediato a sus necesidades profesionales, y por lo general prefieren los conocimientos prácticos que mejoren sus habilidades, faciliten su trabajo y aumenten su confianza.

La madurez y experiencias de vida generalmente conducen a la rigidez, que es el enemigo de aprendizaje. Por lo tanto, se deben proporcionar los "por qué" detrás del cambio, los nuevos conceptos que pueden estar vinculados a los ya establecidos, y promover la necesidad de explorar.

El envejecimiento afecta el aprendizaje. Los adultos tienden a aprender más lentamente con la edad. Sin embargo, la profundidad del aprendizaje tiende a aumentar con el tiempo, adquiriendo conocimientos y habilidades a niveles personales sin precedentes.

Los adultos han vivido más tiempo, tienden a vincular sus experiencias pasadas para cada nuevo aprendizaje y validan nuevos conceptos basados en el aprendizaje previo. Es por ello que es crucial fomentar la discusión y el intercambio, y en general crear una comunidad de aprendizaje que consiste en personas que puedan tener interacciones profundas.

El aprendizaje en la edad adulta suele ser voluntaria. Por lo tanto, es una opción personal, con el fin de mejorar las habilidades de trabajo y lograr un crecimiento profesional. Esta motivación es la fuerza impulsora detrás de aprendizaje y es por eso que es crucial para aprovechar impulso intrínseco.

Los adultos en aprendizaje tienen mucho que hacer; familia, amigos, trabajo, y la necesidad de tiempo de calidad personal. Es por esto que es más difícil para un adulto hacer espacio para el aprendizaje. Los adultos en aprendizaje tienen altas expectativas. Ellos quieren que se les enseñe acerca de las cosas que serán de utilidad para su trabajo, esperan tener resultados inmediatos.

### **2.3.2. Barreras del Aprendizaje**

En el proceso de aprendizaje existen condiciones que lo dificultan o lo obstaculizan sobre todo en el ámbito de las organizaciones. Dichas barreras son consideradas de manera distinta por varios autores.

Según Chris Argyris (2001), los individuos, en el proceso de aprendizaje, enfrentan una serie de situaciones incómodas que los lleva a asumir un comportamiento defensivo que les impide continuar aprendiendo de manera productiva. Algunas de ellas son:

- **Rutinas defensivas:** son acciones o prácticas que adoptan las personas para ignorar los errores que cometen y de esta manera limitan su aprendizaje, impiden que sean responsables por sus palabras (valores expresados) y sus acciones (valores en usos). Son estrategias autoprotectoras para evitar que se descubra el error y las personas o los grupos no se sientan expuestos a la vergüenza.
- **Autoengaño:** se da cuando los individuos se niegan a reconocer las incoherencias de sus acciones o niegan su existencia y llegan al punto de culpar a otros, limitándose en la mejora de su aprendizaje tanto individual como global. Este autoengaño es muy peligroso, ya que, si todo el mundo lo practica, esa ceguera se instala en la cultura de la organización y no le permite a la gente cumplir sus compromisos.
- **Malestar organizativo:** esta barrera se deriva de la práctica extendida del autoengaño. Aparece cuando varias personas se niegan a aceptar sus errores, creando así un clima de malestar lleno de críticas, por lo que termina haciéndose énfasis en lo negativo y no en lo positivo de la organización.

Por otro lado, Senge plantea (1999: 29 y ss.) que la forma como están diseñadas y administradas las organizaciones y la manera en que definen las tareas de sus miembros,

hacen que éstos aprenda mal. Entre las ideas comunes que suelen crear barreras para el aprendizaje, se encuentran las siguientes:

- Las personas de una organización se ocupan sólo de su labor, sin importar el trabajo del resto de compañeros, ni el efecto de su actividad en otros sectores de la organización donde laboran; lo cual dificulta el trabajo en equipo y, de hecho, el aprendizaje.
- La práctica generalizada de echar a los demás la culpa de los errores que se han cometido y nunca asumir la responsabilidad por los propios actos. Esto imposibilita la corrección de las fallas, impidiendo, asimismo, el aprendizaje.
- Ver solamente las dificultades inmediatas y no mirar más allá de los problemas visibles, ignorando de esta manera los problemas de largo plazo. Esta miopía hace que el espacio de aprendizaje en la organización sea solamente adaptativo.
- Incapacidad de ver cambios lentos y graduales, reaccionando solamente a los rápidos y bruscos. Como consecuencia de ello, la organización toma medidas para adaptarse a estos últimos, olvidando los primeros. Por consiguiente, se originan problemas futuros, ya que cuando se quiera reaccionar a los cambios lentos será demasiado tarde.
- Numerosas personas y organizaciones creen que se aprende mejor solo de la experiencia, sin tener en cuenta que eso muchas veces no es bueno, en razón a que determinados actos o decisiones importantes no se pueden experimentar directamente. Además, la creencia de que la experiencia es la principal fuente de aprendizaje puede impedir o frenar la comprensión de muchos fenómenos que tienen efecto en el largo plazo, limitando la capacidad de aprendizaje de la organización.

Kofman (2012) sostiene que existen numerosas fuerzas negativas que se constituyen en grandes amenazas para quienes buscan el conocimiento. Este autor las denomina “enemigos del aprendizaje”. Ellas son:

- **Arrogancia:** se fundamenta en la actitud que proyecta una persona en la relación y trato con los demás al creer que todo lo sabe y lo puede hacer, cerrando toda posibilidad de aprendizaje. En contraste, la persona debe reconocer que necesita del otro, escuchar sus puntos de vista y aceptar lo diferente para pasar de la arrogancia a la humildad y generar disposición al aprendizaje.
- **Impaciencia:** el deseo que caracteriza a la persona impaciente es el afán de ganar y obtener resultados en el menor tiempo posible; además, tiene necesidad de inmediatez muy alta y vive la espera con angustia. Constantemente tiene prisa, no quiere demora ni vacilaciones, causando deterioro en las relaciones tanto laborales como personales. Por otra parte, olvida que sin una motivación de largo plazo es imposible invertir la energía necesaria para adquirir conocimiento afectando negativamente toda posibilidad de aprender.

Las barreras son uno de los principales elementos de amenaza para el desarrollo de un buen aprendizaje organizacional, es importante identificar su presencia de manera oportuna en el ambiente natural del grupo o equipo para evitar su influencia en el proceso normal de aprendizaje, mediante una buena interacción entre los miembros de la organización.

#### **2.4. Concepto de Gestión del Conocimiento**

Así como difícil ha sido la definición misma de conocimiento, ha sido difícil también definir la gestión del conocimiento. Sin embargo, la idea de gestión ha dado un poco más de “holgura” al concepto para definirlo considerando las actividades necesarias, como los procesos de creación y transferencia, o a través de sus objetivos, sin necesidad de ahondar en la definición misma del concepto de conocimiento. Esto ha generado tener una mayor cantidad de definiciones sobre la gestión del conocimiento en comparación con las de conocimiento en sí, pero aun así, no todas lo dejan muy claro, pues en muchas ocasiones suele confundirse este concepto con otros bastante relacionados pero que no son lo mismo, como son la gestión del capital intelectual o la gestión de información.

En primer lugar se mostrarán solo algunas de las principales definiciones de gestión del conocimiento en orden cronológico y se rescatarán las principales ideas que éstas y otras en general plantean para definirla.

*"La gestión de conocimiento hace énfasis en facilitar y gestionar actividades relacionadas con el conocimiento tales como la creación, captura, transformación y uso. Su función es planificar, implementar, operar y gestionar todas las actividades relacionadas con el conocimiento y los programas requeridos para la gestión efectiva del capital intelectual [...]. Sus objetivos típicamente son incrementar la efectividad organizativa de la empresa para mejorar la competitividad a corto y largo plazo" (Wiig, 1997: 400-401).*

La gestión de conocimiento en el seno de las empresas es *"la manera de dirigir los procesos de creación, desarrollo y difusión del conocimiento con la finalidad de conseguir que la empresa sea y se mantenga competitiva. De otra forma, gestionar el conocimiento supone aprender a aprender, es decir, aumentar los conocimientos en torno al proceso de aprendizaje en el seno de las empresas"* (Hernández, 1998: 209).

La gestión del conocimiento es *"el proceso que continuamente asegura el desarrollo y aplicación de todo tipo de conocimientos pertinentes en una empresa, con objeto de mejorar su capacidad de resolución de problemas y así contribuir a la sostenibilidad de sus ventajas competitivas"* (Andreu y Sieber, 1999: 68).

La gestión del conocimiento es *"el conjunto de políticas y decisiones directivas que tienen por objeto impulsar los procesos de aprendizaje individual, grupal y organizativo con la finalidad de generar conocimiento acorde con los objetivos de la organización"* (Moreno-Luzón et al., 2001: 22).

*"Un proceso que ayuda a las organizaciones a encontrar, seleccionar, organizar, difundir y transferir información importante, y la experiencia necesaria para*

*actividades como la resolución de problemas, aprendizaje dinámico, planificación estratégica y la toma de decisiones.*" (Probst, Raub y Romhardt, 2001).

*"Proceso o práctica de creación, adquisición, compartición y uso del conocimiento, dondequiera que éste resida, para mejorar el aprendizaje y el rendimiento de las organizaciones."* (Swan, 1999).

De las definiciones que se encuentran en la literatura actual, se desprenden las siguientes reflexiones en torno a la gestión de conocimiento:

- a) La gestión del conocimiento va más allá de la gestión de la tecnología o la gestión de la información. La intervención humana, el aprendizaje y el conocimiento tácito, entre otros, son indispensables para conseguir el mejor aprovechamiento del conocimiento. Por ello, las tecnologías de información son necesarias en la gestión del conocimiento pero no deben ser el pilar fundamental sobre el que se sustenten los procesos de creación y transferencia de conocimiento (Martín y Casadesús, 1999: 11; McAdam y McCreeedy, 1999: 93; Sarvary, 1999: 5).
- b) La gestión del conocimiento es un concepto amplio, es decir, está compuesto por diferentes actividades todas ellas relacionadas con el activo del conocimiento. Entre estas actividades pueden destacarse la identificación, creación, desarrollo, transformación, renovación, difusión, aplicación o utilización del conocimiento, entre otros.
- c) El conocimiento, en principio, se encuentra dentro de las personas y se desarrolla por aprendizaje. Una eficaz gestión del conocimiento implica que dicho conocimiento pase de ser un activo humano a ser un activo organizacional. Es importante el compromiso expreso de todos los miembros de la organización, una correcta difusión del conocimiento en la organización y, sobre todo, que se incorpore con éxito a los procesos o sistemas, productos y servicios, es decir, que quede institucionalizado en la organización y perdure a sus miembros.
- d) Los objetivos de la gestión del conocimiento pueden ser variados aunque, en general, siguen una línea similar. Puede gestionarse el conocimiento con el objeto de desarrollar nuevas oportunidades, crear valor para el cliente, incrementar la efectividad organizativa u obtener ventajas competitivas, entre otros.

Considerando estas reflexiones, la gestión del conocimiento supone un conjunto de políticas, prácticas y procedimientos organizacionales que facilitan la creación, difusión, utilización e institucionalización del conocimiento para la obtención de los objetivos de la organización.

Es importante para evitar confusiones, hacer la distinción entre gestión del conocimiento y gestión del capital intelectual. El capital intelectual es el conjunto de activos intangibles de una empresa, cuyos elementos son el Capital Humano, que se refiere a los valores, actitudes, capacidades, habilidades, conocimiento y experiencias del personal que trabaja en la empresa, el Capital Estructural, comprende los sistemas de información y comunicación, procesos gerenciales, cultura corporativa, filosofía de la

administración, entre otros y por último el Capital Relacional vinculado a las relaciones que las empresas mantienen con sus clientes, proveedores y la comunidad en general. Sin embargo, el conocimiento no se convierte en capital hasta que no se recoge y comunica de modo que pueda utilizarse o influir en el beneficio de la organización.

Por su lado, Wiig (1997) postula que la gestión del conocimiento es más detallada, y trata de facilitar y gestionar las actividades relacionadas con el conocimiento: creación, captura, transformación y uso. En cambio, la gestión del capital intelectual, renueva y maximiza el valor de los capitales intelectuales de la organización. Además la gestión del conocimiento tiene una perspectiva táctica u operativa, y la gestión del capital intelectual, por su lado, se basa en una perspectiva más estratégica.

## **2.5. Análisis de la Gestión del Conocimiento**

En esta sección está basada principalmente en la revisión de distintos enfoques de la Gestión del Conocimiento, además de mostrar diferentes modelos que servirán de sustento al modelo propuesto por este trabajo de título.

### **2.5.1. Enfoque de Estudio de Gestión del Conocimiento**

Según Takeuchi, diferentes países han desarrollado enfoques muy diferenciados de la gestión del conocimiento. Las compañías europeas por un lado se han concentrado en medir el conocimiento, mientras que las norteamericanas se han enfocado a gestionar el conocimiento mediante la utilización de tecnologías de información, y por otro lado las compañías japonesas se han especializado en la creación de conocimiento organizativo a partir de conocimiento individual y grupal.

#### **a) Medir conocimiento. (Europa)**

Las compañías europeas han tomado el liderazgo en desarrollar sistemas de medida para sus activos intangibles e informar de sus resultados públicamente. Colectivamente, estas compañías han desarrollado cientos de índices y ratios en un esfuerzo por proporcionar una visión completa de los activos intelectuales. Además, estas empresas, incluyen estos datos en sus informes anuales para mostrar cómo efectivamente los activos intelectuales son apalancados. El informe anual de Skandia, por ejemplo, señala el proceso de transformar el capital humano, el cual es un activo que la empresa no puede apropiarse, en capital estructural, el cual puede ser apropiado por la empresa. El capital humano es definido como el conocimiento combinado, habilidades, capacidad de innovación, e incluso valores, cultura y filosofía de la empresa. El capital estructural es definido como el *hardware*, el *software*, bases de datos, estructura organizativa, patentes, marcas y cualquier cosa que soporta la productividad de los empleados, es decir, lo que se dejan los empleados en la oficina cuando termina la jornada laboral. El capital estructural también incluye el capital del cliente y las relaciones mantenidas con los clientes clave.

## b) Gestionar conocimiento. (EEUU)

Las compañías americanas han tomado el liderazgo en gestionar el conocimiento de forma efectiva utilizando las tecnologías de la información. Las mejores prácticas en las industrias de servicios (donde el conocimiento es efectivamente el producto), provienen en su mayor parte de las principales empresas consultoras americanas como Andersen Consulting o Ernest & Young, y entre las empresas de manufactura pueden destacarse General Electric o Hewlett-Packard. Los directivos de conocimiento son responsables de que el nuevo conocimiento se codifique y quede almacenado en bases de datos, así como de eliminar aquel que ha quedado obsoleto. Se intenta que todos los empleados tengan acceso a estas bases y sean capaces de usarlas con facilidad.

## c) Crear conocimiento. (Japón)

Los enfoques anteriores se preocupan de medir y gestionar el conocimiento de manera mecánica y sistemática, pero no se enfocan en el conocimiento en sí. La perspectiva japonesa, influida por la obra de Nonaka y seguidores, rechazan este enfoque surgiendo importantes diferencias en:

- la forma de ver el conocimiento: no es visto simplemente como datos o información que puede ser almacenada en un ordenador, sino que implica emociones, valores e intuiciones.
- lo que la compañía hace con el conocimiento: las empresas deberían crear nuevo conocimiento no sólo gestionarlo y medirlo.
- lo que son los individuos clave: cualquiera en la organización está implicado en la creación de conocimiento organizativo, con los directivos intermedios sirviendo de ingenieros de conocimiento.

Este enfoque distingue entonces, entre gestionar conocimiento y crear conocimiento. La gestión del conocimiento trata con conocimiento existente, mientras que para crearlo se necesita que dos tipos de conocimiento (el tácito y el explícito) interactúen a lo largo de los distintos niveles ontológicos (individual, grupal, organizacional e interorganizacional) formando la espiral de creación de nuevo conocimiento.

Takeuchi concluye su artículo afirmando que la gestión del conocimiento se está moviendo hacia una nueva era. Las compañías europeas están empezando a moverse más allá de la simple medida del conocimiento, buscando mejores formas de aplicarlo al trabajo. Las compañías americanas, por su parte, están empezando a darse cuenta de las limitaciones de las tecnologías de información y están incorporando el factor humano en la gestión del conocimiento. Por último, las empresas japonesas están empezando a moverse más allá de la dimensión tácita del conocimiento y explorando cómo las bases de datos pueden mejorar la productividad. Lo que empezó como tres aproximaciones diferentes a la gestión del conocimiento están acercándose en esta nueva era de síntesis para formar una base universal.

## 2.5.2. Modelos de Gestión del Conocimiento

### a) Proceso de creación del conocimiento (Nonaka, Takeuchi, 1995)

El proceso de creación del conocimiento para Nonaka y Takeuchi (1995) es a través de un modelo de generación de conocimiento mediante dos espirales de contenido epistemológico y ontológico.

Es un proceso de interacción entre conocimiento tácito y explícito que tiene naturaleza dinámica y continua. Se constituye en una espiral permanente de transformación ontológica interna de conocimiento.



*Figura 2: Modelo de Nonaka y Takeuchi*

- La **socialización** implica compartir conocimiento tácito entre individuos. Se usa este término para enfatizar que el conocimiento se intercambia a través de actividades conjuntas, tales como compartir tiempo juntos, o trabajar en el mismo entorno o espacio, antes que intercambiar conocimiento a través de instrucciones escritas o verbales. Este proceso se basa en compartir experiencias para proyectarse en el interior del proceso de pensamiento de otra persona, a través de la observación, la imitación y la práctica. La socialización implica capturar conocimiento tácito a través de la proximidad física (Nonaka y Konno, 1998: 42; Nonaka, Toyama y Konno, 2001: 17).

La clave para adquirir conocimiento tácito es la experiencia, sin alguna forma de experiencia compartida es extremadamente difícil para las personas compartir las formas de pensamiento de otros individuos. En esta etapa es importante asimilar las emociones y los contextos específicos en los que se dan las experiencias compartidas para crear conocimiento en forma de modelos compartidos y/o habilidades técnicas. La mera transferencia de información tiene poco sentido, salvo que sea abstraída de emociones y contextos que están asociados con experiencias compartidas (Nonaka, 1994: 19).

- La **exteriorización** es el proceso a través del cual se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos como metáforas, analogías, hipótesis o modelos que son generados por el diálogo o la reflexión e interacción colectiva. Requiere, por tanto, la expresión del conocimiento tácito y su traducción en formas comprensivas que puedan ser entendidas por otros. La suma de las ideas e intenciones de los individuos se fusionan y llegan a estar integradas con el esquema mental del grupo (Nonaka y Konno, 1998: 43).

En la práctica, la externalización se fundamenta en dos factores claves:

- 1) La articulación de conocimiento tácito, que es la conversión de conocimiento tácito en explícito, implica técnicas que ayudan a expresar las intuiciones e imágenes de un individuo como esquemas, conceptos, lenguaje figurativo (metáforas, analogías, modelos o narraciones) y figuras visuales.
- 2) Implica trasladar el conocimiento tácito de clientes y expertos en formas fácilmente entendibles. Esta tarea puede requerir razonamientos deductivos/inductivos o inferencias creativas. Una práctica importante es el traslado del conocimiento altamente profesional y personal del cliente o de especialistas en formas explícitas que sea posible entender y transmitir.

Esta forma de conversión del conocimiento es una fase clave del proceso de creación de conocimiento porque crea conceptos nuevos y explícitos desde el conocimiento tácito (Nonaka y Takeuchi, 1995: 66). La esencia del aporte de Nonaka y Takeuchi es que la interacción y el conocimiento tácito compartido que se produce con la socialización, si se dan las condiciones organizativas que los autores proponen y si existe el propósito de construir nuevo conocimiento explícito, llevarán a la externalización. Este proceso de externalización no ha sido estudiado por ninguna Teoría suponiendo, por tanto, un aporte único de este modelo, y lo más importante, un nuevo paradigma en el proceso de creación de conocimiento.

- La **combinación** implica la conversión de conocimiento explícito en formas más complejas de conocimiento explícito. En esta fase, los principios clave son los procesos de comunicación y difusión, y la sistematización de conceptos a través del cual se genera un sistema de conocimiento. En esta etapa, el nuevo conocimiento generado en la fase de externalización trasciende del grupo a un nivel de agregación superior y es diseminado entre los miembros de la organización (Nonaka y Konno, 1998: 44-45). Las redes de comunicación interna y las bases de datos son básicas en esta fase (Nonaka, Toyama y Konno, 2001: 19). La administración de nivel medio en

las organizaciones desempeña un papel fundamental en la creación de nuevos conceptos a través de la distribución en redes de información y conocimiento codificados.

En la práctica la fase de combinación descansa sobre tres procesos fundamentales (Nonaka y Konno, 1998: 45).

- 1) Capturar e integrar nuevo conocimiento explícito es esencial. Esto implica recoger conocimiento (por ejemplo, datos públicos) desde el interior y exterior de la empresa, y combinar tales datos.
  - 2) La diseminación de conocimiento explícito está basada en el proceso de transferir esta forma de conocimiento directamente usando presentaciones o reuniones. Aquí el nuevo conocimiento, que está codificado en esquemas perfectamente transmisibles y comunicables, es "derramado" entre los miembros de la organización.
  - 3) La edición o procesamiento de conocimiento explícito lo hace más útil a través de documentos, planes, informes, datos de mercado, etc.
- La **interiorización**, este proceso tiene que ver con el “aprender haciendo” para interiorizar las experiencias que han generado el conocimiento explícito en la organización y transformarlo nuevamente en *know-how* técnico (conocimiento tácito). Es importante para este proceso la verbalización o diagramación del conocimiento en documentos o manuales, de manera de facilitar dicha transferencia y tangibilizar en parte el conocimiento. La internalización permite al individuo acceder al conocimiento del grupo y al conocimiento de la organización entera (Nonaka y Konno, 1998: 45). También es importante que el conocimiento individual acumulado se socialice, para comenzar una nueva espiral de creación de conocimiento organizacional, y así amplificar el proceso de creación y mantener el dinamismo y movilidad del conocimiento en la organización.

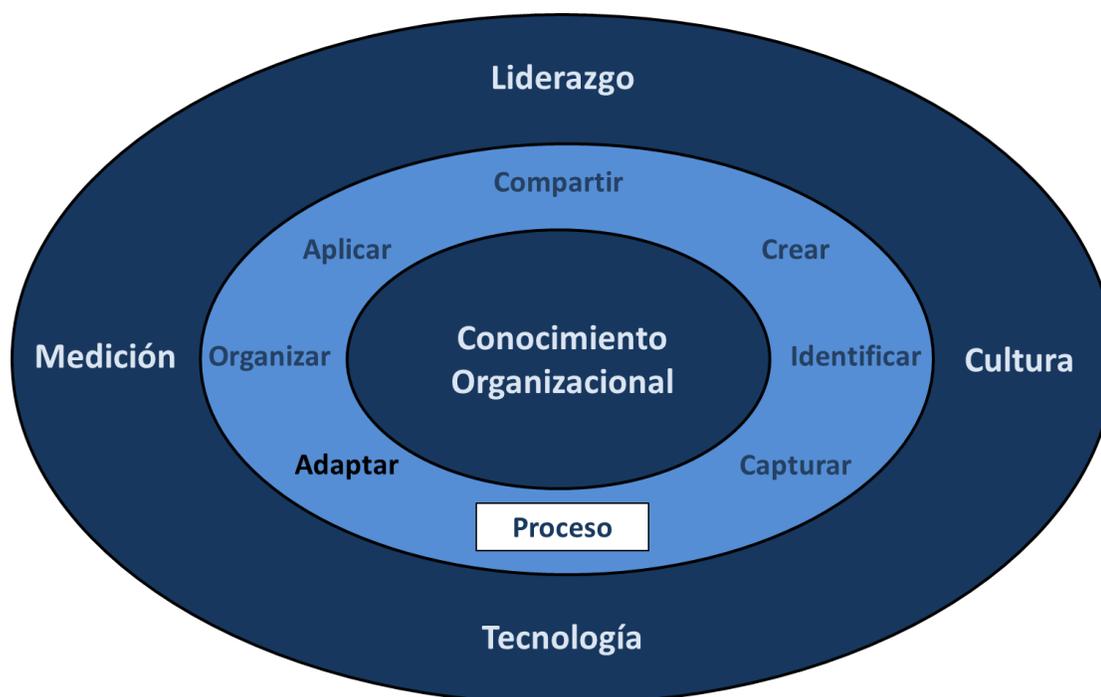
La internalización puede venir por distintas vías (Nonaka y Takeuchi, 1995: 69- 70; Nonaka, Toyama y Konno, 2001: 19). Por ejemplo, a través de las experiencias de otras personas. Si leyendo o escuchando una historia de un miembro de la organización, se siente su realismo y su esencia, esa experiencia que tuvo lugar en el pasado puede cambiar el modelo mental de otra persona. Cuando tal modelo mental es compartido por la mayoría de los miembros de la organización, el conocimiento tácito llega a formar parte de su cultura organizativa produciéndose de este modo un proceso de internalización.

Otro ejemplo, quizás más importante que el anterior, es a través del *learning by doing* o aprendizaje por experiencia. Esto se consigue dando significado a los procesos que se han interiorizado, es decir, preparando los conocimientos para que sean útiles en un contexto de acción y práctica. De esta forma los conocimientos se convierten en mejoras, nuevas formas de realizar las tareas o nuevas formas de gestión.

## b) *Knowledge Management Assessment Tool (KMAT)*

El *KMAT* es un instrumento de evaluación y diagnóstico construido sobre la base del Modelo de Administración del Conocimiento Organizacional desarrollado conjuntamente por Arthur Andersen y APQC (*American Productivity & Quality Center*) empresa del rubro de la Gestión del Conocimiento.

El modelo propone cuatro facilitadores (liderazgo, cultura, tecnología y medición) que favorecen el proceso de administrar el conocimiento organizacional.



*Figura 3: Diagrama KMAT*

- **Liderazgo.** Comprende la estrategia y cómo la organización define su negocio y el uso del conocimiento para reforzar sus competencias críticas.
- **Cultura.** Refleja cómo la organización enfoca y favorece el aprendizaje y la innovación incluyendo todas aquellas acciones que refuerzan el comportamiento abierto al cambio y al nuevo conocimiento.
- **Tecnología.** Se analiza cómo la organización equipa a sus miembros para que se puedan comunicar fácilmente y con mayor rapidez.
- **Medición.** Incluye la medición del capital intelectual y la forma en que se distribuyen los recursos para potenciar el conocimiento que alimenta el crecimiento.
- **Procesos.** Incluyen los pasos mediante los cuales la empresa identifica las brechas de conocimiento necesario para agregar valor al cliente y potenciar los resultados.

**c) Modelo de Gestión del Conocimiento de *KPMG Consulting* (Tejedor y Aguirre, 1998)**

El modelo parte de la siguiente pregunta: ¿qué factores condicionan el aprendizaje de una organización y qué resultados produce dicho aprendizaje? Para responder a esta pregunta *KPMG* realiza un esfuerzo que produce un modelo cuya finalidad es la exposición clara y práctica de los factores que condicionan la capacidad de aprendizaje de una organización, así como los resultados esperados del aprendizaje.

Una de las características esenciales del modelo es la interacción de todos sus elementos, que se presentan como un sistema complejo en el que las influencias se producen en todos los sentidos.

La estructura organizativa, la cultura, el liderazgo, los mecanismos de aprendizaje, las actitudes de las personas, la capacidad de trabajo en equipo, etc., no son independientes, sino que están conectados entre sí.



Figura 4: Modelo *KPMG*

Los factores que configuran la capacidad de aprender de una empresa han sido estructurados en los tres bloques siguientes, atendiendo a su naturaleza:

1. Compromiso firme y consciente de toda la empresa, en especial de sus líderes, con el aprendizaje generativo, continuo, consciente y a todos los niveles.

El primer requisito para el éxito de una iniciativa de gestión del conocimiento es reconocer explícitamente que el aprendizaje es un proceso que debe ser gestionado y comprometerse con todo tipo de recursos.

2. Comportamientos y mecanismos de aprendizaje a todos los niveles la organización como ente no humano sólo puede aprender en la medida que las personas y equipos que la conforman sean capaces de aprender y deseen hacerlo.

Disponer de personas y equipos preparados es condición necesaria pero no suficiente para tener una organización capaz de generar y utilizar el conocimiento mejor que las demás. Para lograr que la organización aprenda es necesario desarrollar mecanismos de creación, captación, almacenamiento, transmisión e interpretación del conocimiento, permitiendo el aprovechamiento y utilización del aprendizaje que se da en el nivel de las personas y equipos.

Los comportamientos, actitudes, habilidades, herramientas, mecanismos y sistemas de aprendizaje que el modelo considera son:

- La responsabilidad personas sobre el futuro (proactividad de las personas).
- La habilidad de cuestionar los supuestos (modelos mentales).
- La visión sistémica (ser capaz de analizar las interrelaciones existentes dentro del sistema, entender los problemas de forma no lineal y ver las relaciones – efecto a lo largo del tiempo).
- La capacidad de trabajo en equipo.
- Los procesos de elaboración de visiones compartidas.
- La capacidad de aprender de la experiencia.
- El desarrollo de la creatividad.
- La generación de una memoria organizacional.
- Desarrollo de mecanismos de aprendizaje de los errores.
- Mecanismos de captación de conocimiento exterior.
- Desarrollo de mecanismos de transmisión y difusión del conocimiento.

Si se consigue que las personas aprendan, pero no convierten ese conocimiento en un activo útil para la organización, no se puede hablar de aprendizaje organizacional. La empresa inteligente practica la comunicación a través de diversos mecanismos, tales como reuniones, informes, programas de formación internos, visitas, programas de rotación de puestos, creación de equipos multidisciplinarios.

3. Desarrollo de las infraestructuras que condicionan el funcionamiento de la empresa y el comportamiento de las personas y grupo que la integran, para favorecer el aprendizaje y el cambio permanente.

Pero no debemos olvidar que las condiciones organizativas pueden actuar como obstáculos al aprendizaje organizacional, bloqueando las posibilidades de desarrollo personal, de comunicación, de relación con el entorno, de creación, etc.

Las características de las organizaciones tradicionales que dificultan el aprendizaje son las estructuras burocráticas, el liderazgo autoritario y/o paternalista, el aislamiento del entorno, la autocomplacencia, una cultura de ocultación de errores, la búsqueda de homogeneidad, la orientación al corto plazo, una planificación rígida y continuista y el individualismo.

En definitiva, la forma de ser de la organización no es neutra y requiere cumplir una serie de condiciones para que las actitudes, comportamiento y procesos de aprendizaje descritos puedan desarrollarse.

El modelo considera los elementos de gestión que afectan directamente al a forma de ser de una organización: cultura, estilo de liderazgo, estrategia, estructura, gestión de las personas y sistemas de información y comunicación.

Una vez analizados los factores que condicionan aprendizaje, el modelo refleja los resultados que debería producir ese aprendizaje. La capacidad de la empresa para aprender se debe traducir en:

- La posibilidad de evolucionar permanentemente (flexibilidad)
- Una mejora en la calidad de sus resultados.
- La empresa se hace más consciente de su integración en sistemas más amplios y producen una implicación mayor con su entorno y desarrollo.
- El desarrollo de las personas que participan en el futuro de la empresa.

#### **d) Landray (Zhao et al., 2012)**

*Landray Management Consulting Support System Co. Ltd.* en Shenzhen, China está centrada en los servicios de Gestión del Conocimiento, Landray afirma que en la Gestión del Conocimiento la gente y el conocimiento están estrechamente ligados para hacer la “Rueda del Conocimiento”” donde la adquisición de conocimientos, la integración, el almacenamiento, el intercambio, la transferencia, la aplicación y la innovación del conocimiento forman un bucle que gira por medio de la gestión y tecnología sobre la base de la cultura corporativa, tecnología de la información, los procesos de promoción de la gestión del conocimiento de la empresa para mejorar la eficiencia y la eficacia, la creación de valor, obtener ventajas competitivas para la empresa. El núcleo de Landray la gestión del conocimiento de la empresa es captar los tres aspectos siguientes:

- La gestión del conocimiento es el proceso para gestionar los recursos propiedad de una empresa, y el objeto principal a gestionar es el conocimiento, sobre todo el conjunto de conocimientos de las competencias básicas, que es una fuente de ventajas competitivas.

- Las actividades de conocimiento, incluyendo la adquisición, la integración, la acumulación, el intercambio, la transferencia, la aplicación, la innovación del conocimiento, etc. están en un ciclo conocido como “Rueda del Conocimiento” para funcionar de forma continua con el fin de crear el valor.
- Los elementos claves para promover la “Rueda del Conocimiento” son la cultura organizacional, la tecnología y la gestión.

La cultura de la empresa se refiere principalmente a los hábitos generales, valores compartidos apoyo de los líderes de alto nivel, etc. La dirección de la empresa se refleja principalmente en las personas, organización y procesos para accionar la rueda del conocimiento, tales como la capacidad de los conocimientos, el intercambio, el aprendizaje, la aplicación y la innovación de los empleados, la organización y la estructura de gestión del conocimiento que incluye un número de comunidades virtuales, los procesos y los sistemas operativos de la gestión del conocimiento, el sistema de evaluación del desempeño de la gestión del conocimiento, los sistemas de incentivos de gestión del conocimiento, etc. La tecnología de la empresa se refleja principalmente en los sistemas y herramientas de aplicación de TI, que son necesarios en todos los aspectos de la rueda del conocimiento.

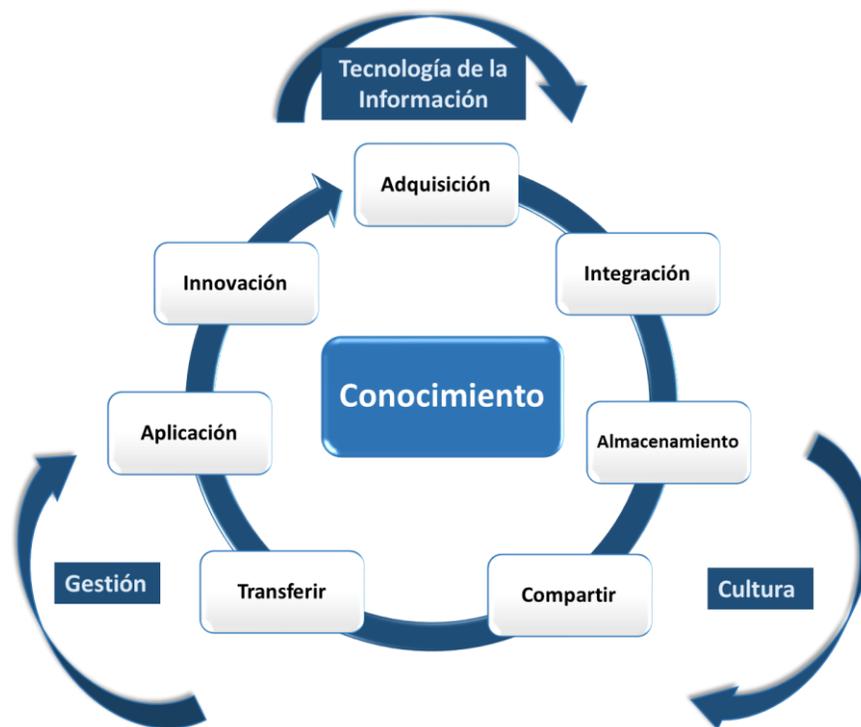


Figura 5: Rueda del Conocimiento.

### 3. Conceptualización de la Geometalurgia

Se definió a la Geometalurgia como una disciplina minera que integra Geología, Minería y Metalurgia, con el objetivo de sistematizar la determinación de la variabilidad de un recurso y su impacto en la selección de un proceso y posterior operatividad de la mina, mediante la clasificación de los minerales dentro del yacimiento según su comportamiento frente a un tratamiento metalúrgico estandarizado, dado que las características geológicas de un depósito mineral condicionan enormemente la respuesta metalúrgica. Al ser una disciplina transversal es posible aportar valor para la toma de decisiones de operaciones existentes y nuevos proyectos, realizando una evaluación de los recursos de manera eficiente en términos técnicos y económicos.

Teniendo en cuenta esta definición se pudo ubicar el trabajo fuerte de la Geometalurgia dentro del ciclo de vida de un proyecto minero, entre las etapas de Exploración y Evaluación, pudiendo estar presente también dentro del Procesamiento u Operación de la mina como instrumento de planificación. Dentro de la Evaluación del proyecto se pudo ubicar a la Geometalurgia entre los procesos de Estudio de Perfil, Pre-factibilidad y Factibilidad ya que entrega un conocimiento detallado del yacimiento, esto se entrega en forma de modelos con diferentes niveles de profundidad en la información dependiendo de la etapa de evaluación en que se encuentre el proyecto.

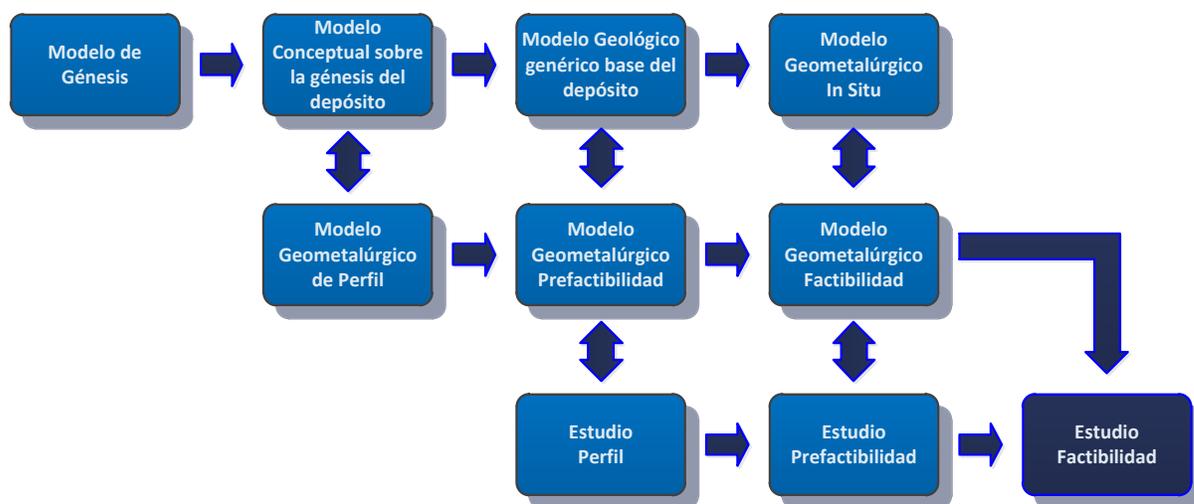


Figura 6: Ciclo de Vida de un Proyecto

En la Figura 6 se muestra el avance de desarrollo del conocimiento de lo que será el yacimiento en un proyecto minero, partiendo por el modelo de génesis, que se obtiene de los datos geológicos obtenidos de la exploración y que cada vez va mejorando en la medida que diferentes pruebas se van realizando, de manera paralela corre el nivel de detalle de los modelos Geometalúrgicos que entregan información no solo de las características geológicas del yacimiento, sino también los aspectos geotécnicos y mineralógicos que permitirán una evaluación con mejor conocimiento de causa a nivel de ingeniería.

Es posible dividir la Geometalurgia en tres etapas, que son: Geometalurgia *IN SITU*, Geometalurgia de Planificación y Geometalurgia de Operación, cada una genera un aporte que es necesario para la construcción de la etapa siguiente y a su vez retroalimenta la etapa anterior permitiendo la reconciliación de datos y un mejoramiento continuo del sistema. En la Figura 7 se muestra un esquema de estas tres etapas



Figura 7. Conceptualización de la Geometalurgia

A continuación se detallan cada una de estas etapas, describiendo sus objetivos, composición e interacciones.

### 3.1. Geometalurgia *IN SITU*

Es la primera etapa de la Geometalurgia, tiene como objetivo principal obtener un conocimiento acabado del recurso minero a explotar, con el fin de que en etapas posteriores se cuente con toda la información para una buena planificación y operación.

En la Figura 8 se muestra un esquema de esta etapa donde se realiza una caracterización del recurso en cuanto a geología, geotecnia y metalurgia básica, luego con estos datos se construyen modelos de cada área que permitan tener disponible toda la información para la evaluación del proyecto en un solo modelo llamado Modelo Geometalúrgico del *IN SITU*.

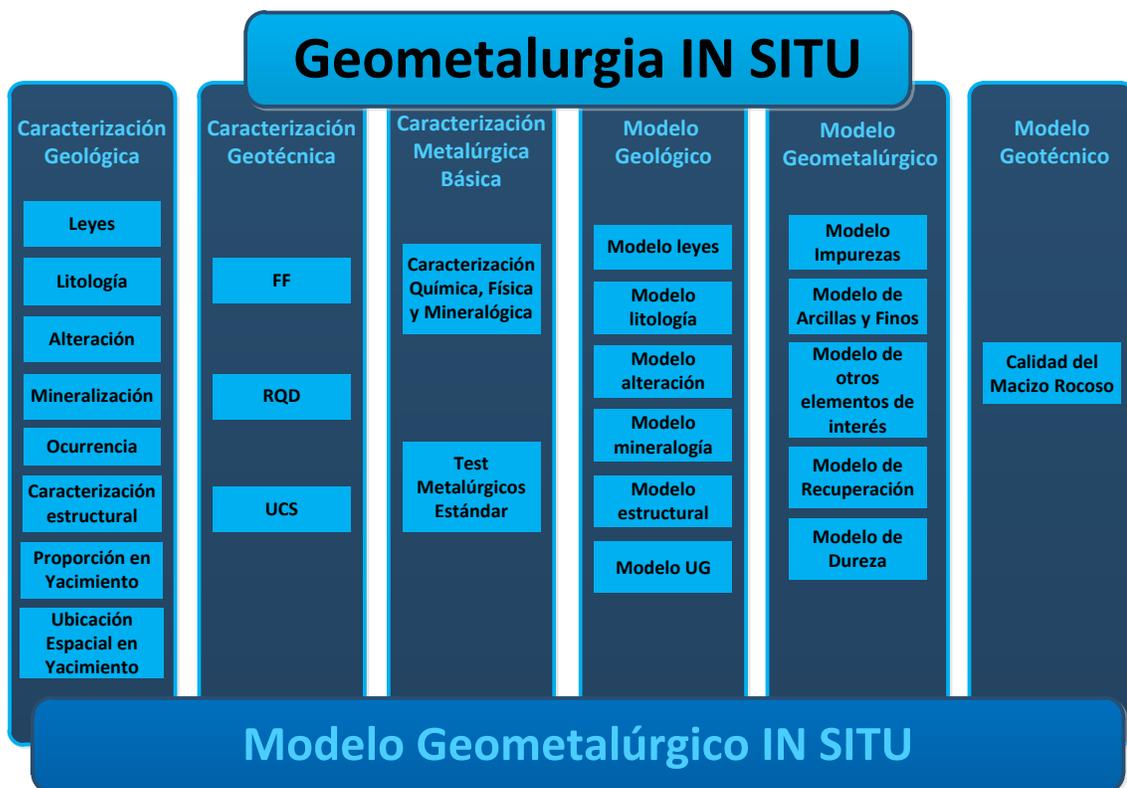


Figura 8. Esquema Geometalurgia *IN SITU*

### a) Caracterización Geológica

Corresponde al conocimiento primigenio del recurso, donde se establecen sus principales características y permite tener una noción del recurso mineral. Los principales parámetros a considerar son:

- **Leyes:** Se refiere a la concentración de los elementos de interés, como por ejemplo oro, plata, cobre, estaño, etc.
- **Litología:** Es parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.
- **Alteración:** Son fracturas producidas en la roca, que cambian su forma, pueden presentar desplazamiento, lo que se conoce como fallas o no tener desplazamiento, lo que se denominan diaclasas.
- **Mineralización:** Este término se utiliza casi exclusivamente para la introducción de minerales menas y de minerales ganga en rocas preexistentes. ya sea por vetas o fracturas, o de manera diseminada.
- **Ocurrencias:** Concentración anómala de un mineral que se considera valioso.

- **Caracterización estructural:** Como parte fundamental de cualquier estudio de estructuras geológicas presentes en un yacimiento, se deben distinguir los tipos de estructuras que están presentes en la roca. Su objetivo es identificar sus características e influencia en aspectos de seguridad tales como: La inestabilidad de un talud o galería por presencia de una falla, la tendencia estructural definida con un plegamiento, la secuencia de encendido para que las operaciones de tronadura sean más eficientes, al existir planos de discontinuidad ya formados.
- **Proporción en Yacimiento:** Estimación de valor entre cantidad de mineral a explotar y la cantidad de mineral estéril o ganga a excavar.
- **Ubicación espacial en yacimiento:** Posición de los minerales de interés dentro de los límites considerados para el yacimiento, información necesaria para diseño de modelos posteriores y planificación.

## b) Caracterización Geotécnica

La caracterización geotécnica consiste en determinar la composición y propiedades físicas, mecánicas, hídricas y químicas del terreno donde se proyecta el yacimiento. Algunos parámetros relevantes de esta caracterización son:

- **Frecuencia de Fracturas (FF)** corresponde a la cantidad de fracturas por unidad de largo que se miden en un testigo. Lo más común es representarla por metro. En realidad, a pesar de su nombre, no solo toma en cuenta fracturas, sino que cualquier discontinuidad.
- **Rock Quality Designation (RQD):** Es una herramienta para estimar cuantitativamente la calidad del macizo rocoso a partir de testigos de sondaje, y se define como el porcentaje de trozos intactos mayores a 10 cm en el largo total del sondaje.
- **Resistencia a la compresión uniaxial (UCS):** Corresponde a la resistencia a la compresión uniaxial de roca intacta. Es particularmente útil en métodos de clasificación de macizo rocoso.

## c) Caracterización Metalúrgica Básica

La caracterización Metalúrgica básica incluye, caracterización química, física y mineralógica.

La caracterización química tiene como objetivo determinar los elementos más significativos presentes en el mineral, en el sentido de otorgar valor agregado al producto final, como también aquellos elementos que pudieran restárselo. La determinación en una primera etapa se debe realizar empleando técnicas de Absorción Atómica para los elementos principales, por ejemplo, cobre total y soluble, fierro total y soluble, así como elementos menores mediante un ICP de masas. Particularmente, en el caso de la hidrometalurgia se debe incorporar la determinación de la ganga mediante el

consumo de ácido e impurezas solubles así como carbonatos y otros elementos de interés de acuerdo a la particularidad de cada yacimiento.

La caracterización física tiene como objetivo determinar parámetros físicos tales como densidad aparente, energía para molienda ( $W_i$ ), perfil granulométrico, humedad in situ y otros atributos físicos y de resistencia mecánica que puedan ser de interés.

Se debe realizar también una caracterización mineralógica que a través de microscopía electrónica tiene el objetivo de determinar las especies constituyentes de la mena y de la ganga, determinando asociaciones, liberación, forma y granulometría de ellas. Algunas de las herramientas utilizadas para este propósito son el DRX, la Petrografía, la Calcografía, el QEMSCAN y la Fluorescencia de Rayos X.

#### **d) Modelo Geológico**

Consiste en la representación bidimensional o tridimensional de un volumen de rocas. Es una parte fundamental en el procedimiento de estimación de reservas de un depósito, ya que incrementa el conocimiento de su morfología, permite definir volúmenes de roca en los que la variable a estimar tenga un comportamiento homogéneo y permite relacionar las unidades en diferentes tipos de modelos, como por ejemplo, de leyes, litología, alteración, etc.

#### **e) Modelo Geometalúrgico**

Es una representación de relaciones entre las características geológicas de un yacimiento y sus respuestas metalúrgicas medibles en muestras representativas de roca in situ y es la base de desarrollo de escalamientos posteriores, que mediante funciones, dan cuenta del comportamiento de las distintas unidades presentes en el depósito, en la operación minera y en los procesos metalúrgicos.

Mediante el análisis de la información, se definen unidades que agrupan conjuntos de muestras cuya respuesta metalúrgica es similar, ya sea para uno o varios procesos, tienen un sentido geológico y una concentración espacial, denominadas Unidades Geometalúrgicas (UGM). Finalmente, se interpreta y modela la distribución de estas unidades.

Una vez conseguida toda esta información se está en condiciones de elaborar el Modelo de Geometalurgia *IN SITU* que cuenta con todos los datos necesarios para la evaluación del proyecto y además para el diseño de los equipos de procesos requeridos para este yacimiento en particular, de igual modo se cuenta con la información requerida para realizar una buena planificación que permite explotar el yacimiento de manera más eficiente, este modelo podrá ser actualizado dependiendo de la realización de la siguiente etapa, esto quiere decir que tiene un carácter dinámico y debe ser considerado en el resto del ciclo de vida del proyecto.

### 3.2. Geometalurgia de Planificación

En esta etapa se comienza con el diseño propiamente tal de lo que será la operación minera, ya se cuenta con el Modelo Geometalúrgico *IN SITU* por lo que se tiene un conocimiento acabado del recurso, ahora es posible trazar un plan minero tanto a corto como largo plazo de manera más precisa que permitan determinar de qué modo se irá extrayendo el mineral. Por otro lado, se debe determinar el mejor proceso para extraer el metal valioso, por eso se debe realizar una planificación metalúrgica donde se realizan pruebas que permitan determinar el proceso más adecuado de tratamiento del mineral que se extraerá de la mina. En la Figura 9 se muestra un esquema de esta etapa.



Figura 9. Esquema Geometalurgia de Planificación

Esta etapa consta de dos partes muy importantes como son el Plan Minero y la Planificación Metalúrgica, que se detallan a continuación.

### **a) Plan Minero**

El plan minero se conoce como la secuencia para extraer el mineral de acuerdo a la capacidad de operación establecida por diversos estudios de ingeniería, compatibilizando las características de la operación con los resultados esperados para un periodo de tiempo determinado. Este plan entre, además, las bases para asegurar que la operación sea eficiente y confiable en todas sus operaciones. Para esto, se define la porción del yacimiento que se explotará de acuerdo a la ley de corte, que se determina como la relación entre el contenido de cobre y su costo de procesamiento.

En general, la extracción del material se realiza siguiendo la secuencia de perforación, tronadura, carguío y transporte. El producto principal de este proceso es la entrega de mineral para ser procesado en la planta de beneficio.

### **b) Planificación Metalúrgica**

Los test exploratorios a escala laboratorio desarrollados en Geometalurgia, deben estar estandarizados, desde la toma de muestras, diseño de la prueba, muestreos, control de calidad y toma de datos. De manera que las variaciones de sus resultados, reflejen los efectos en la respuesta metalúrgica causados por el tipo u origen de mineral en uso o de las condiciones definidas para dicha prueba y no sean causados por el error experimental.

La validez de cada prueba, se debe establecer mediante el balance de re-cálculo de cabeza (cabeza calculada), la diferencia entre cabeza calculada y analizada no debe exceder el 5%; en caso contrario el ensayo debe ser descartado.

A continuación las tablas 1 y 2 presentan pruebas a escala de laboratorio para procesos Hidrometalúrgicos de óxidos y sulfuros.

La tabla 3 indica descripción y método de las pruebas principales para concentración incluyendo análisis químicos de caracterización de elementos de beneficio e impurezas, dureza, pruebas de flotación y sedimentación.

Tabla 1. Test Escala laboratorio Minerales Oxidados y Sulfurados vía lixiviación

<b>Test preliminares escala de laboratorio</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Minerales Oxidados y Sulfurados vía Lixiviación</b>	<i>Test</i> de baja Energía y Abrasión	Permite caracterizar la fragilidad del material y su efecto sobre los fierros.
	Mineralogía	Mediante el análisis de Difracción de Rayos X. Permite identificar especies mineralógicas de mena que expliquen el comportamiento de la extracción de Cu y también las especies de ganga responsables del consumo.
	Determinación de Consumo de Ácido	Tiene el objetivo determinar el consumo analítico de ácido (150#). Este análisis es referencial para alimentar el modelo de bloques.
	<i>Test</i> Secuenciales	Determinación de las especies mineralógicas susceptibles de ser lixiviadas mediante digestión con ácidos débiles por etapas. Permite inferir la mineralogía.
	<i>Test</i> en Botellas ISO pH	Las pruebas de ISO-pH se utilizan para determinar la cinética de disolución de Cobre y el consumo de ácido a una cierta granulometría y a un cierto valor de acidez.
	<i>Test</i> en Botellas (variantes)	<b>Botellas ISO Eh:</b> Las pruebas de ISO-Eh (potencial constante > 700 mV) se utilizan para Sulfuros secundarios. <b>Botellas ISO Reductor:</b> Las pruebas de ISO-Reductor (Eh potencial constante bajo 300 mV). Se utiliza en presencia de minerales tales como copper wad o cobre no visible, negros, etc.
	Sulfatación	Definición de la cantidad de ácido sulfúrico para la recuperación de óxidos y sulfuros solubles.
	<i>Test</i> Columnas Unitarias	Definición de recuperación de Cu y consumo de ácido. Permite proyección de recuperación por fracción de tamaño granulométrico.

Tabla 2. Test Escala de Laboratorio Minerales Sulfurados refractarios vía lixiviación.

Test preliminares escala de laboratorio	Tópicos	Descripción
Minerales Sulfurados refractarios vía Lixiviación	<i>Test de Biolixiviación</i>	Este <i>test</i> se realiza para obtener información de la solubilidad en función de la actividad bacteriana, se trabaja con una cepa autóctona previamente aislada, la que actúa sobre el mineral en distintas condiciones de solución lixivante.
	<i>Test de Lixiviación a Temperatura</i>	Este test se realiza para obtener información de la solubilidad en función de la Temperatura, asumiendo que en una lixiviación bacteriana el núcleo de reacción se mantiene a una temperatura mayor a la T° ambiental producto de la disolución de pirita.
	<i>Test Columnas Unitarias</i>	Definición de recuperación de Cu y consumo de ácido a nivel de columnas. Permite proyección de recuperación por fracción de tamaño granulométrico.

Tabla 3. Test Escala laboratorio Minerales Sulfurados vía Concentración

Test preliminares escala de laboratorio	Tópicos	Descripción
Sulfuros vía Concentración	Test de conminución	<i>JKDrop-Weight</i>
		Test de Baja Energía. Permite caracterizar la fragilidad del material y su efecto sobre los fierros.
		Molienda de Barras de Bond (RWI)
		Molienda de bolas de Bond (BWI) Estas pruebas se realizan para determinar el consumo específico de energía, generalmente se considera un P80 de 212 $\mu\text{m}$ (#65 Ty) y se emplea la metodología estándar de F. Bond.
		Test de Abrasión de Bond ( $A_i$ )
		Test SMC
	Cinética Molienda	Se dispone de un molino de laboratorio con una carga de bolas estándar, dando 4 tiempos de molienda, realizando al final de cada uno de ellos, un tamizaje en húmedo en las mallas 65 Tyler (212 $\mu\text{m}$ ) y 80 Tyler (170 $\mu\text{m}$ ), determinando el porcentaje pasante en cada una de ellas.
	Cinética de Flotación	Una vez escogida la granulometría se realizan pruebas de cinética de flotación Colectiva a un $C_p$ de 33% y se definen tiempos previamente definidos (hasta 20-30min). Se debe establecer la formulación de los reactivos de flotación.  Una vez hallado el tiempo óptimo repetir prueba de flotación a tiempo fijo óptimo.
	Mineralogía	Estudios mineralógicos: DRX roca total y eventual DRX arcilla, petro-calcografía.

Una vez determinado el plan minero y realizado las pruebas metalúrgicas para la selección del proceso, se desarrolla el Modelo Geometalúrgico de Planificación o Proceso. Con esta información se retroalimenta el conocimiento del recurso.

### 3.3. Geometalurgia de la Operación

La Geometalurgia Operacional tiene como propósito la reconciliación con el requerimiento real de la planta de proceso. En la Figura 10 se muestra un esquema de esta etapa.

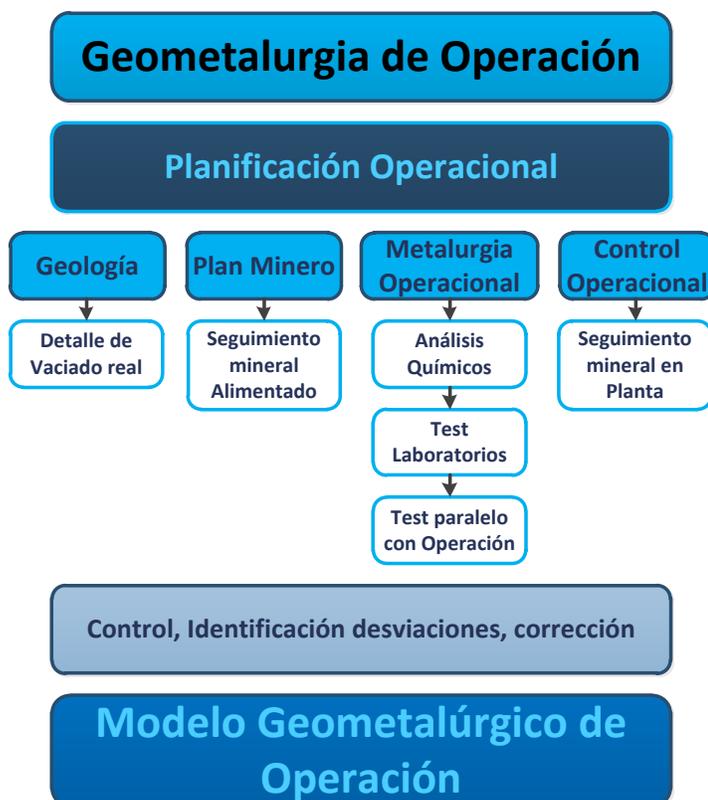


Figura 10. Esquema Geometalurgia de Operación.

#### Planificación Operacional

Cuando la mina entra en operación se pone en juego la planificación que existía, al realizar el vaciado real van apareciendo incidencias que no estaban contempladas por el modelo ya que éste era solo una representación de la realidad, es aquí donde comienza a gestarse el modelo de la operación partiendo por la geología que debe ir llevando el detalle del vaciado real de la mina con el fin de poder prever cambios que deban implantarse para que se pueda llevar a cabo la producción planificada.

Por otro lado se debe tener un seguimiento del Plan Minero existente, en un principio como se va afectando en el corto plazo, ya que se debe tener control del mineral de alimentación, ya que diferencias en la dureza, tipo de mineral y otros factores tienen un

impacto muy grande en la producción final del mineral que se está extrayendo. Pero también es necesario evaluar como esto va afectando el Plan Minero de Mediano y Largo plazo ya que si existe demasiada variación con respecto a la planificación será inevitable que estos planes sean revisados.

Es también en la operación donde el Control Metalúrgico se hace vital, ya que será el indicador de que el mineral tratado es de la calidad necesaria para cumplir la planificación.

Todos los controles, la identificación de desviaciones y las correcciones realizadas, deben incorporarse para desarrollar el Modelo Geometalúrgico de Operación, con el cual se podrá retroalimentar la planificación y corregir o rectificar los planes si fuese necesario.

#### **4. Propuesta de Cadena de Valor de la Información en la Geometalurgia**

El concepto cadena de valor describe el modo en que se desarrollan acciones y actividades de una empresa, para efectos de este trabajo de título se realiza sobre la Geometalurgia. En base a la definición de cadena, es posible hallar en ella diferentes eslabones que intervienen en un proceso económico, se inicia con la materia prima y llega hasta la distribución del producto terminado. En cada eslabón, se añade valor.

Tras revisar la conceptualización de la Geometalurgia, se realizó un análisis de las etapas y acciones que permitieran dar un ordenamiento al flujo de conocimiento dentro de la disciplina, ya que dentro de un proyecto minero son muchos los actores involucrados, muchas veces pertenecientes a diferentes organizaciones y dan cumplimiento a tareas muy específicas. Se identificó que esta situación impide mantener una visión del contexto global de la disciplina y el foco se centra únicamente actividades puntuales, no pudiendo asegurar trazabilidad y validez a los datos generados, por lo tanto la información necesaria para realizar una buena evaluación no es confiable y las decisiones derivadas no serán acertadas

Se propuso una serie de acciones o actividades que permiten asegurar que los datos obtenidos en los diferentes procesos involucrados en la Geometalurgia se transformen en información significativa, trazable y confiable para la correcta evaluación de proyectos mineros. A esto se le llamó Cadena de Valor de la Geometalurgia, que tiene como objetivo estandarizar el trabajo de la disciplina y a su vez genera conocimiento para la organización en que se aplique, ya que la forma de ejecución correspondería al *know-how* propio de la organización y es este conocimiento el que debe gestionarse.

En la Figura 11 se muestra un diagrama de flujo de la propuesta de Cadena de Valor de la Geometalurgia y a continuación se describe cada eslabón, considerando desde el inicio de la toma de sondajes en terreno hasta la construcción del modelo Geometalúrgico.

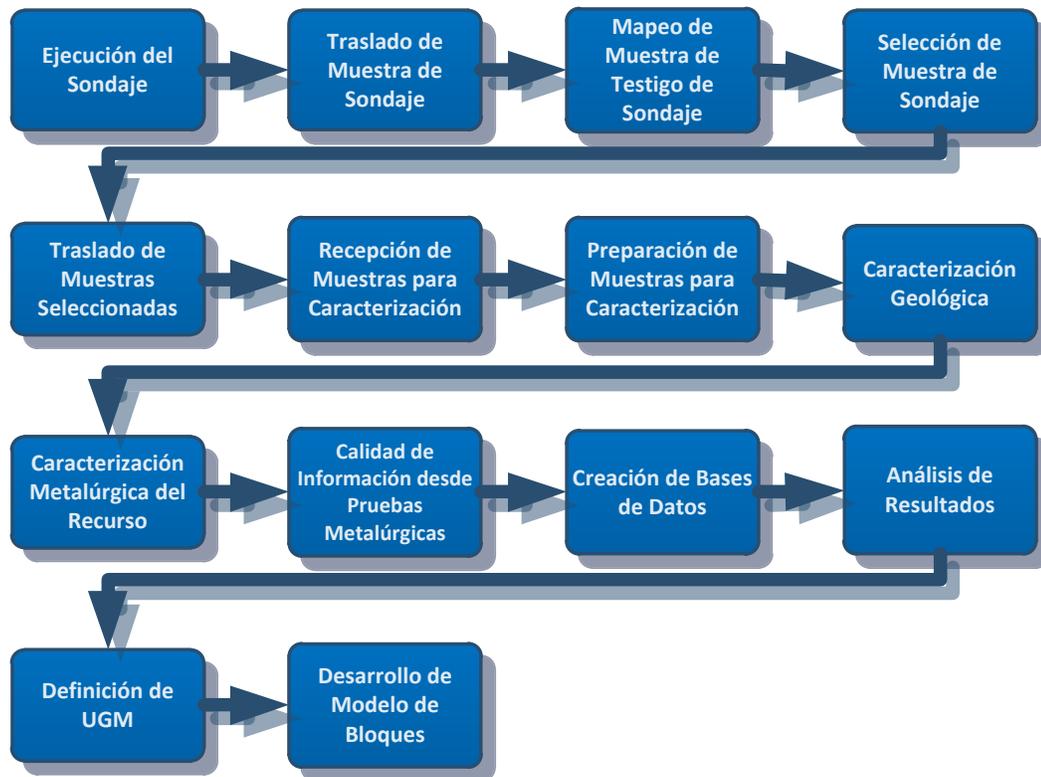


Figura 11. Esquema Cadena de Valor de la Geometalurgia.

#### 4.1. Eslabones de la Cadena de Valor

En esta sección se describe cada eslabón de la cadena de valor propuesta por este trabajo de título, con la finalidad de dar a conocer su importancia como un proceso continuo dentro de la Geometalurgia que permita la obtención de información relevante para la evaluación de proyectos mineros, pero a la vez permita generar conocimiento para la organización que la ejecute.

##### Ejecución del Sondaje

La perforación o sondajes proporcionan la mayor parte de la información para la evaluación de un yacimiento y en última instancia, determinará si el yacimiento es explotable económicamente, es por esta razón que seguir protocolos establecidos se hace fundamental.

Los dos principales tipos de perforación son diamantina y de aire reverso o circulación inversa.

Durante el proceso de ejecución del sondaje se debe tener especial atención en el manejo de la documentación de la actividad, en la manipulación del testigo extraído, asegurándose de limpiar los tramos utilizados, mantener un registro del metraje del

sondaje. Por último, es necesario asegurar la correcta colocación del testigo en la bandeja que permitirá su posterior traslado.

### **Traslado de muestra del Sondaje**

Luego de realizado los sondajes, los testigos obtenidos deben ser trasladados desde la plataforma hasta un lugar de almacenamiento para su mapeo. Los testigos de sondaje colocados en bandejas se deben amarrar para seguridad en el transporte hasta la muestrera.

Es recomendable que todo este proceso esté protocolizado, manteniendo cuidado en cada paso, designando responsables en el traslado. La carga se realiza, en general, de manera secuencial según el metraje del sondaje, lo que facilita el registro, seguimiento y control.

### **Mapeo de Muestra de Testigo del Sondaje**

El cuidadoso registro de las muestras de testigos de sondajes ayuda a delinear la geometría y el cálculo del volumen de mineral y proporciona importantes datos estructurales. Como primer paso se debe verificar que lo recibido corresponda a lo enviado, luego se procede a fotografiar para registro cada una de las bandejas y se coteja el metraje de los sondajes.

Luego viene el mapeo geológico, donde por cada tramo de sondaje se deben observar los tipos litológicos, alteraciones, minerales presentes.

Por otro el mapeo básico corresponde a un levantamiento sistemático de parámetros geotécnicos de los testigos de sondaje, los cuales son registrados, entre tramos de perforación (tacos), y/o tramos sistemáticos. Para cada tramo se determinan el número de fracturas, el largo de los trozos de roca, el tipo de molido y el grado de meteorización.

Una vez completado el mapeo básico se procede a la definición de los tramos geotécnicos, para ello, se debe revisar los núcleos del sondaje completo y definir tramos de sondajes de iguales características geotécnicas.

Dentro de la definición de tramos geotécnicos se deberán considerar en especial los cambios litológicos, de alteración y mineralización. Es importante en este caso apoyarse en el registro del levantamiento geológico.

### **Selección de Muestra del Sondaje**

La selección de muestras debe asegurar que la información obtenida refleje adecuadamente las propiedades que interesan del lugar del que proviene, es decir la muestra final debe ser tan similar como sea posible a la población global a analizar, debe poseer sus características esenciales y debe ser reproducible.

Los factores que influyen en la representatividad son: el estado físico del lote de muestra, el número y tamaño de las porciones, las fluctuaciones estacionales o temporales, la manipulación, almacenamiento y transporte de las muestras.

La metodología de toma de muestras puede incluir la toma de muestras aleatoria, de manera sistémica, con lotes homogéneos o de mallas regulares.

### **Traslado de muestras Seleccionadas**

Tras la selección de las muestras, éstas deben ser envasadas, generalmente en bolsas, se deben rotular para garantizar la trazabilidad de la muestra y esta información debe ser respaldada en una base de datos.

Se debe llevar un control de la cantidad de muestras con la que se cuenta, para poder asegurar que no existe una mala manipulación durante el traslado y poder asegurar que las pruebas cuenten con la cantidad de muestra necesaria para su realización.

De este modo las muestras se agrupan en lotes, se registran y luego se envían a los laboratorios para la realización de las pruebas.

### **Recepción de Muestras del Sondaje**

Al realizar la recepción de las muestras, se debe realizar un inventario, con el fin de registrar que las muestras recepcionadas coincidan con los registros de envío. Esta comparación se debe realizar a través de las bases de datos generadas y también se debe cotejar los pesos de las muestras para revisar que no existan pérdidas de material o inconsistencias con los registros realizados previo al traslado.

Cada bandeja se debe trasvasar, por lo general, a una bolsa que tiene la identificación del sondaje del que proviene. Luego de esto se envían a proceso de reducción de tamaño como preparación de la siguiente fase.

Al término de esta etapa se cuenta con las muestras para pruebas metalúrgicas, las que cumplen con los requisitos propios de proceso y de la etapa del proyecto. Estas cuentan con una caracterización geológica macroscópica, una ubicación espacial y un contexto geológico- geotécnico y, para etapas avanzadas tipo Geometalúrgico.

### **Preparación de Muestras para caracterización**

El protocolo de preparación de muestras debe definirse al inicio del programa de pruebas, donde se debe considerar la granulometría requerida, peso necesario para las pruebas a realizar, así también el tamaño y granulometría inicial de la muestra.

Debe definirse el chancado necesario para llevar a la muestra a la granulometría requerida. También se debe realizar una separación o división en submuestras para la realización de los diferentes análisis, por ejemplo, mineralogía y análisis químico.

## **Caracterización Geológica**

Como se mencionó en la sección de conceptualización de la Geometalurgia, esta etapa corresponde a la obtención de conocimiento básico del recurso a evaluar, donde a través de parámetros tales como, leyes, litología, alteración, mineralización entre otras, permite tener la noción de lo que se puede encontrar en el futuro yacimiento, con lo que se pueden trazar planes para obtener información más detallada de zonas determinadas donde realizar las pruebas siguientes.

## **Caracterización Metalúrgica del Recurso**

En esta etapa se realizan las pruebas que permitirán la obtención de datos para la elección del proceso, se busca que los resultados reflejen la respuesta metalúrgica causada por el tipo de mineral o la variación de las condiciones definidas en las pruebas. Es necesario recalcar que esta caracterización debe ser realizada bajo test estandarizados para que la variación en los resultados no sea causado por los errores experimentales.

Los detalles de las pruebas metalúrgicas a realizar, ya sea de la línea de óxidos o de sulfuros, se encuentra en las Tablas 1, 2 y 3 de la sección de conceptualización de la Geometalurgia dentro de la descripción de la Geometalurgia del *IN SITU*.

## **Calidad de Información desde Pruebas Metalúrgicas**

Para asegurar que la información proveniente de las pruebas metalúrgicas sea de la calidad necesaria para ser usada en los procesos posteriores de la cadena de valor se debe tener en cuenta varios aspectos, por ejemplo, se debe tomar en cuenta el sesgo que se produce en los laboratorios, esto se puede controlar a través del uso de duplicados y pruebas con materiales de referencia, con el fin tener la certeza de que los datos obtenidos están dentro de un margen de error aceptable, en general, dentro del 5% o a lo sumo 10% de error.

Por otro lado, también se pueden realizar controles con otros laboratorios que se encuentren certificados con la finalidad de homologar los resultados y poder validarlos para la creación de bases de datos que contengan información significativa y también reproducible.

## **Creación de bases de datos**

La construcción de la base de datos es un aspecto crítico para la Geometalurgia, es la oportunidad en que los resultados de las pruebas realizadas en los pasos anteriores, se pongan todos juntos para tener una vista amplia de ellos, permitiendo a los profesionales poder analizar estos datos, convirtiéndolos ya en información, aunque para que esto ocurra se deben cumplir algunos requisitos.

Es importante en la construcción de las bases de datos la trazabilidad de los mismos, las muestras deben estar identificadas para cada una de las pruebas a realizar, desde el sondeo hasta la última prueba metalúrgica, con el fin poder realizar un seguimiento al

comportamiento de esa muestra, es así como la base de datos será coherente y podrá ser utilizada para el análisis y posterior creación de modelos.

En el ámbito de la Geometalurgia la trazabilidad e identificación de las muestras es crítico ya que se busca conocer el comportamiento de yacimiento, por lo que la identificación y ubicación son tan importantes como los resultados de contenidos del metal de interés.

Otro aspecto importante a considerar, es que las bases de datos deben encontrarse en un lenguaje común, es decir, que las unidades en que se presentan deben estar en sintonía, para facilitar la interpretación y el análisis. Por otro lado, deben encontrarse en un formato universal, en el cual cualquier usuario que deba utilizarlas no tenga problemas de compatibilidad.

Se debe recordar que en la Geometalurgia están involucrados profesionales de áreas del conocimiento muy distintas, por lo que se hace necesario la unificación de criterios para establecer que datos son relevantes para el análisis y la evaluación con el fin de establecer un soporte de información sin datos innecesarios o que generen inconsistencias.

### **Análisis de Resultados**

Los análisis de información necesarios de realizar por etapa son los siguientes:

- **Análisis modelo geológico:** En esta etapa la base de datos es básica, por lo cual es muy importante que el geometalurgista en conjunto con el geólogo definan las secciones tipo, analizando la representatividad de la UG en estas y la disponibilidad de sondajes para estudios químicos, mineralógicos y pruebas exploratorias.
- **Análisis base de datos:** Previo cualquier trabajo se debe analizar el total de la base de datos para hacer un catastro de la información existente (minerales mapeados, unidades geológicas, zonas minerales, zonas alteración, etc), determinar consistencias entre solubilidad y mineralización, conocer límites geológicos (techo y pisos), determinar distribución de menas (zonación mineralógica), presencia de minerales beneficio-impurezas y su distribución, relaciones principales de alteración y minerales que lo conforman, litologías, etc. En general, tener un claro detalle de las generalidades y particularidades del yacimiento, y además retroalimentar a geología de inconsistencias observadas. Este análisis servirá para determinar la selección de muestras para pruebas de lixiviación y concentración.
- **Información geotécnica y estructural:** en este análisis deben cruzarse los datos de alteración, litología, datos de testeos geotécnicos y estructuras principales. Este permitirá en primera instancia definir zonaciones preliminares y muestreo. Luego deben incorporar al análisis los resultados de las pruebas de dureza, que permitirá definir UGM preliminares para este parámetro. Este análisis es iterativo, agregando nuevos mapeos, muestras y resultados, que finalmente llevarán a definir las UGM definitivas y el modelo de estas.

- **Desarrollo de las pruebas:** Es necesario analizar los resultados obtenidos durante el desarrollo de las pruebas para ir detectando errores, tendencias, y mejorar o ajustar el programa de trabajo. Particularmente en lo que respecta al control de calidad de análisis químicos de las muestras y pruebas metalúrgicas.
- **Estudios Mineralógicos:** Se debe analizar la mineralogía de cada muestra y su relación con la respuesta metalúrgica, y comparación respecto del mapeo geológico.
- **Caracterización química de sondajes:** Esta información debe analizarse estadísticamente lo que permitirá encontrar poblaciones, tendencias, agrupaciones, correlaciones, etc. y además levantar gráficamente la información para modelar zonas preliminares.

### **Definición de UGM**

Como se mencionó en la sección de conceptualización de la Geometalurgia se define Unidad Geometalúrgica (UGM) como el conjunto de muestras que se agrupan por su respuesta metalúrgica similar para uno o varios procesos, tienen un sentido geológico y una concentración espacial.

La definición de las UGM es consecuencia del análisis de la información generada a partir de los resultados de las pruebas metalúrgicas, la información geológica y espacialidad. Esta información es contrastada con los modelos geológicos realizados y a través de geoestadística se determinan las unidades características en el yacimiento.

### **Desarrollo Modelo de Bloques**

El Modelo de Bloques es la representación del yacimiento donde se agrupan y muestran cada UGM en cuanto a su posición y magnitud, de esta manera el yacimiento completo se encuentra estimado junto con el comportamiento de su contenido.

Es importante señalar que el nivel de aproximación a la realidad del yacimiento se encuentra dado por la cantidad y calidad de las muestras y las pruebas realizadas.

El Modelo de Bloques engloba todo el conocimiento que se tiene del yacimiento, es posible conocer y adaptar los procesos al contenido del yacimiento, logrando diseños precisos de plantas y pudiendo afrontar la variabilidad de la mina con información sólida que permita la adaptación de la operación.

#### **4.2. Consideraciones**

Teniendo como base la cadena de valor propuesta por este trabajo se busca asegurar la calidad y relevancia de la información obtenida de un yacimiento, lo que permite generar el conocimiento suficiente para que la evaluación de un proyecto minero.

Esta Cadena de Valor permite tener una visión amplia del proceso, ya que muchas veces las actividades de cada eslabón son realizadas por diversas organizaciones y no se tiene un foco común. Para contrarrestar esta situación se debe tener un aseguramiento de

calidad establecido, donde exista un conjunto de procedimientos que permita estandarizar el nivel de calidad de la información, de este modo, se tiene una base mínima de calidad para cada organización que se haga cargo de las diversas actividades.

A la vez se debe exigir un control de calidad fuerte, ya que de esta manera se tendrá una mayor certeza de la veracidad de los datos y se podrán aplicar correcciones de ser necesario en el momento, minimizando el impacto de diversos errores que se puedan presentar. También se puede asegurar de esta manera la trazabilidad de la información lo que permite detectar fallas dentro de la cadena de valor.

## **5. Diseño de Modelo de Gestión del Conocimiento.**

### **5.1. Situación Actual de la Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia en la Industria Minera en Chile**

Se realizaron varias entrevistas a ejecutivos y profesionales del área técnica de diversas empresas mineras, entre las cuales se encuentran AMSA, Anglo American y Codelco, con el fin de poder establecer la situación actual de la industria respecto a la Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia.

Durante la época de bonanza económica, dada por el llamado súper ciclo del cobre, se priorizó el flujo de caja definido por el volumen de tratamiento, priorizando las altas leyes, produciéndose un estancamiento desde el incremento del conocimiento y generación de nuevas prácticas de trabajo y que hoy es necesario reactivar dado los escenarios de bajas leyes.

Otro punto a mencionar es que dentro de la industria de alta especialización, se generan espacios de alto conocimiento que no es compartido a lo largo de la organización, sumado a la rotación de profesionales conlleva a la pérdida de conocimiento. Esta situación juega en contra de conservar el conocimiento ya que cada vez se debe formar un nuevo equipo, que viene a hacer el trabajo prácticamente de cero y todo lo creado anteriormente se pierde.

El trabajo en Geometalurgia siempre es un desafío, si bien la metodología es la misma en cada ocasión, cada yacimiento es distinto y el análisis debe ser específico para cada uno de ellos, es por eso que tener un conocimiento acabado del recurso, se hace tan importante porque permite un buen diseño y evita problemas posteriores en la operación.

Es común que los proyectos se realicen de manera muy rápida, todo avanza al mismo tiempo, mientras la geología va avanzando, el proyecto ya se está diseñando, no hay tiempo de decantar la información, la Geometalurgia es un ente que va contra el tiempo, la planta la van diseñando a pesar que la Geometalurgia está en desarrollo. Cuando se llega con el Modelo Geometalúrgico, la planta ya está diseñada. Si el modelo muestra que el diseño no podrá procesar el mineral existente se ha llegado muy tarde. Se debería tener una etapa de captura de información desfasada con la etapa de diseño e ingeniería, sería la única manera de que la información sea utilizada y los diseños sean adecuados.

Por otra parte, en la forma de trabajar en la industria minera en Chile, están mezcladas muchas culturas, lo que ha marcado diferentes estilos en cómo usar la Geometalurgia. Se tienen dos extremos uno donde se toma mucho en cuenta creándose modelos que permiten un buen entendimiento del yacimiento a explotar, lo que implica una inversión mayor de tiempo y dinero, pero permite diseñar plantas más eficientes y eficaces a la hora de la operación. El otro extremo no se toma mayormente en cuenta la Geometalurgia y se utilizan pocos datos, mayormente extraídos de la etapa de geología, principalmente leyes, lo que implica proyectos más rápidos en llegar a fase de ejecución pero que luego tienen problemas en la operación, aumentando sus costos y no llegando a niveles de producción según diseño.

Adicionalmente es necesario señalar que la profesión de geometalurgista no viene del ámbito académico y se desarrolla en la industria a partir de profesionales del área de la geología y de la metalurgia, lo que hace que existan múltiples perspectivas desde donde mirar, algunos que se enfocan en crear modelos, otros en obtener datos que permitan una rápida ejecución. En algunas organizaciones no existe un área o equipo específico e independiente de Geometalurgia por lo que queda en manos de los profesionales que realizan este trabajo poder posicionarla como un aspecto relevante a la hora de la evaluación de un proyecto y que sea viable en su ejecución. En cambio al existir un área o equipo definido se tiene un mayor peso o se le da una mayor relevancia a la Geometalurgia independiente de la profundidad de datos que se vayan a utilizar, es tomada en cuenta y dado este nuevo escenario de bajo precio del cobre se hace más relevante poder realizar proyectos mineros cuya ejecución sea tanto eficiente como eficaz y no se generen gastos inesperados por fallas de diseño.

En algunas organizaciones se está dando una mezcla generacional, donde personas que llevan en la organización por mucho tiempo, incluso antes del súper ciclo del cobre, se juntan con los nuevos miembros, con el fin de traspasar su experiencia, pudiendo retomar la disciplina operacional de antaño, adaptada a los nuevos tiempos, sacando partido de la situación actual donde ésta se hace indispensable, el precio del cobre ya no cubre las holguras, se necesita ser más eficiente y aprovechar la experiencia existente se hace necesario. El “*mentoring*” es una herramienta sumamente necesaria para estos efectos.

## **5.2. Criterios para propuesta de Modelo**

El manejo de datos en la Geometalurgia es un aspecto crítico de la disciplina, la obtención de datos veraces y confiables, junto con un análisis exhaustivo proveen al sistema información relevante para la evaluación y ejecución de proyectos mineros. Con ello se está constantemente generando nuevo conocimiento, que debe ser capturado por la organización para mantener su ventaja competitiva.

En general, el conocimiento generado, más allá de la información que se puede almacenar de los mismos proyectos, se concentra en dos ámbitos, en las personas y en la forma de trabajar, reflejada principalmente en los procedimientos y protocolos. A continuación se presentan los principales criterios que regirán el modelo propuesto por este trabajo de título.

### **a) Las personas**

En cada paso de la cadena de valor la experiencia de las personas involucradas juega un papel principal, ya que son las que dan ejecución a las diversas actividades. Se considera que cuanto más experiencia tiene el individuo que realice el trabajo, la probabilidad de que la información generada, sea certera y confiable aumenta, pero esto no es completamente verdad, si bien la experiencia presenta muchas ventajas también trae consigo ciertos sesgos, ya que con la experiencia viene también una rigidez en el aprendizaje y cierta arrogancia, lo que presenta una barrera importante para crear nuevo conocimiento para la organización, porque se desestiman muchas veces nuevas formas de abordar los problemas.

Las personas poseen el conocimiento del tipo tácito, el cual es muy difícil de transmitir, pero es esencial a la hora de formar el conocimiento colectivo de una organización, que corresponde a su cultura, en el contexto de la Geometalurgia puede corresponder con el foco con el que se busca obtener los datos. Como se mencionó con anterioridad, en este proceso están involucrados diversos tipos de profesionales (Geólogo, Minero, Metalurgista), por lo que se hace necesario poder aunar los objetivos, y esto se consigue teniendo una visión completa de la Geometalurgia.

Un problema que no es posible evitar es la rotación constante de personas dentro una organización, lo que implica una fuga de conocimiento importante, por lo que el modelo debe buscar evitar o minimizar los efectos de esta situación permitiendo que lo esencial del conocimiento se quede dentro de la organización.

La Geometalurgia genera valor a través de la correcta recolección, generación y análisis de la información de los yacimientos, no se debe perder el foco que se está trabajando con personas, por esta razón se toma en cuenta para el diseño del modelo de gestión del conocimiento la forma en que los adultos aprenden, ya que cualquier iniciativa que se proponga se debe involucrar a las personas directamente afectadas, ya que al estar involucrados se pueden asimilar de mejor forma los objetivos planteados y se llega a resultados concretos.

También se hace necesario poder encontrar las barreras del aprendizaje presentes en la organización, sobre todo las que afecten la implantación del modelo de Gestión del Conocimiento, de otro modo solo serán herramientas y actividades que se perderán con el tiempo y no existirá un cambio real.

## **b) Los procedimientos y protocolos**

Los procedimientos y protocolos corresponden al conocimiento objetivo de una organización, es el conocimiento explícito que permite almacenar las diversas formas de trabajo que sustentan su know-how, ya que buscan lograr un estándar mínimo de calidad dentro de los procesos y actividades realizadas dentro de la organización, generan de manera explícita parte de la cultura de la organización.

En el ámbito de la Geometalurgia los procedimientos son vitales ya que permiten gestionar los procesos y actividades de una forma independiente de las personas, ya que establece una forma de trabajar que es el piso mínimo que se exigirá a quien realice el trabajo. Esto es importante ya que en la industria la tercerización se encuentra muy extendida, y mantener un estilo propio dentro del proceso completo debe ser reestructurado por la organización mandante. Si se tiene una visión global del proceso se podrá asegurar que los pasos necesarios se cumplan, independiente quién realice cada paso.

Es importante señalar que en los procedimientos y protocolos se puede verter gran parte de la experiencia de quienes trabajan dentro de los procesos, cada persona dentro de su individualidad puede aportar valor a la forma de realizar un trabajo y si esto se puede plasmar a través de un procedimiento o en el mejoramiento de uno pre-existente, aporta a la generación del conocimiento de la organización, pues a pesar que esta persona deje

la organización parte de su conocimiento tácito, pasa a ser conocimiento explícito de la organización y tiene el potencial de ser utilizado por un nuevo miembro y no se pierda por completo.

Se hace necesario contar con una base de datos de procedimientos, como herramienta que permita mostrar una visión global de la Geometalurgia, que pueda ser constantemente actualizada para mantener al día el conocimiento que lleva la organización y por último debe tener un fácil acceso, sobre todo a las personas directamente involucradas en el proceso con el fin de que no pierdan el foco durante la realización de los proyectos.

### **c) Otras consideraciones**

La definición de Gestión del Conocimiento que mejor logra plasmar los objetivos de la Geometalurgia es la propuesta por Probst et al. en 1999, que dice que la Gestión del Conocimiento es "*un proceso que ayuda a las organizaciones a encontrar, seleccionar, organizar, difundir y transferir información importante, y la experiencia necesaria para actividades como la resolución de problemas, aprendizaje dinámico, planificación estratégica y la toma de decisiones*". En este caso, se busca lograr la integración de muchas áreas, con objetivos muy distintos, en un solo proceso, expresado en la cadena de valor, y que el conocimiento de todos esté a disposición del objetivo principal que es generar modelos para una adecuada evaluación económica que permita tomar una buena decisión de explotación de un recurso minero.

Al analizar la cadena de valor de la Geometalurgia se pudo apreciar que los eslabones se encuentran a cargo de áreas distintas, por lo que tendrán enfoques diferentes, es por esto que se debe plantear una unificación, ya sea en una sola área o tener un encargado al respecto que se preocupe por velar la continuidad del proceso, haciéndose necesario llevar un seguimiento de cada paso con el fin de mantener actualizado los procedimientos y prácticas que permitan el aseguramiento de la calidad de la información generada y con ello de mantenga el flujo de conocimiento. Por tanto, un liderazgo fuerte y bien definido en torno a la gestión del conocimiento en la Geometalúrgico se hace indispensable.

La Geometalurgia es llevada a cabo por diversas organizaciones que ponen acento en diferentes aspectos de la disciplina, el modelo propuesto por este trabajo no busca imponer una sola forma de mirar la Geometalurgia, sino dar pauta de buenas prácticas que permitan a las organizaciones aprovechar sus recursos de una manera más eficiente, ya que el correcto uso del conocimiento Geometalúrgico, contribuirá a la precisión de la evaluación de faenas minera ya existentes o proyectos futuros, porque permite tener un conocimiento acabado del recurso a explotar, lo que facilita el diseño y planificación de las mismas. Pero no se debe olvidar que esto toma tiempo y es necesario tomárselo, para que tanto en escenarios económicos buenos como adversos se mantenga la estabilidad del negocio.

### **5.3. Propuesta de Modelo**

Revisando los antecedentes descritos en los capítulos anteriores respecto a la Geometalurgia, se muestra claramente que se trata de un proceso de creación de conocimiento, ya que con cada nuevo yacimiento a evaluar se obtiene nuevo conocimiento, dado que lo que funciona para algunos recursos no necesariamente se cumple para otros. El conocimiento acabado del recurso a explotar se hace muy relevante porque impacta las etapas siguientes de los proyectos mineros, contar con este conocimiento a tiempo puede ser la diferencia entre una buena ejecución o el fracaso del proyecto. Estas lecciones aprendidas de cada proyecto deben poder ser canalizadas de algún modo que sea independiente de las personas que las realice, ya que si esta persona abandona la organización, ese conocimiento se irá con ella. Se hace imperativo que el conocimiento adquirido en cada proyecto pueda ser almacenado y conservado por la organización.

Haciendo una comparación con los enfoques de la Gestión del Conocimiento que se mostró en el marco teórico se estableció para este trabajo que sería el de creación de conocimiento propuesto por Nonaka y Takeuchi, es más, va en la dirección de no dejar solo el conocimiento tácito en las personas sino que a través de bases de datos y otras herramientas lograr que ese conocimiento que permanece en las personas y es tan difícil de compartir y preservar, se quede en las organizaciones y permitan seguir generando valor y que no se pierdan en el tiempo. Pero no solo puede quedar en la creación de conocimiento, ya que su sola creación no asegura su uso, por lo tanto es necesario complementar este modelo teórico, es por esto que se plantea utilizar además como fuente el modelo de “Rueda del Conocimiento”, con el fin de asegurar que este conocimiento generado se encuentre en constante movimiento, a través de su uso constante y no permanezca solo almacenado.

Para el desarrollo del modelo en términos teóricos se utilizó como base el propuesto por Nonaka y Takeuchi, buscando establecer los cuatro procesos de creación del conocimiento propuesto de la Geometalurgia, como son socialización, exteriorización, combinación e interiorización. Si bien el modelo propuesto por estos autores se puede ver como una espiral que va desde el individuo hasta la organización completa, al no tratarse de una organización propiamente tal, sino de una disciplina que es desarrollada por diversas organizaciones se debe utilizar un razonamiento diferente.

Se estableció la Cadena de Valor de la Geometalurgia como una manera de estandarizar la disciplina, planteando una serie de acciones que encadenadas permitirían alcanzar el objetivo de contar con información relevante para la evaluación de proyectos mineros. Además, para efectos del desarrollo de este modelo teórico, la cadena de valor actúa como estructura central, pues representa la disciplina, como si de una organización se tratase, de esta manera el modelo es independiente de la empresa donde se establezca previa a su implementación.

La cadena de valor de la Geometalurgia tiene su propio flujo de conocimiento del recurso minero a evaluar, pero bajo el sustento del control y aseguramiento de calidad que debe existir desde la misma concepción de esta cadena se debe asumir que si se establece dentro de una organización concreta el conocimiento generado permite tomar buenas

decisiones de inversión y diseño del proceso productivo del yacimiento minero. Por esta razón dentro del modelo teórico propuesto por este trabajo no se ahonda en la gestión de este flujo de conocimiento, sino que se centra en el conocimiento requerido para ejecutar esta cadena de valor y que se va enriqueciendo con las personas que la ejecutan, no perder ese valor generado cuando la persona se va de la organización es el foco de este trabajo.

Por otro lado, se buscó poder representar el conocimiento tácito y el conocimiento explícito dentro del modelo, para ello se decidió utilizar a dos actores cuyas interacciones dan lugar a los procesos de creación del conocimiento, descritos por Nonaka y Takeuchi, estos son las personas, que representan el conocimiento tácito y los procedimientos o protocolos al conocimiento explícito.

A continuación se presenta la forma del modelo teórico desarrollado por este trabajo de título, el cual gira entorno a los tres elementos mencionados con anterioridad, como son la cadena de valor de la Geometalurgia, las personas y los procedimientos asociados a cada eslabón, sus interacciones conforman las actividades del conocimiento que permiten que esté siempre en movimiento generando valor. En la Figura 12 se muestra el esquema de este modelo.

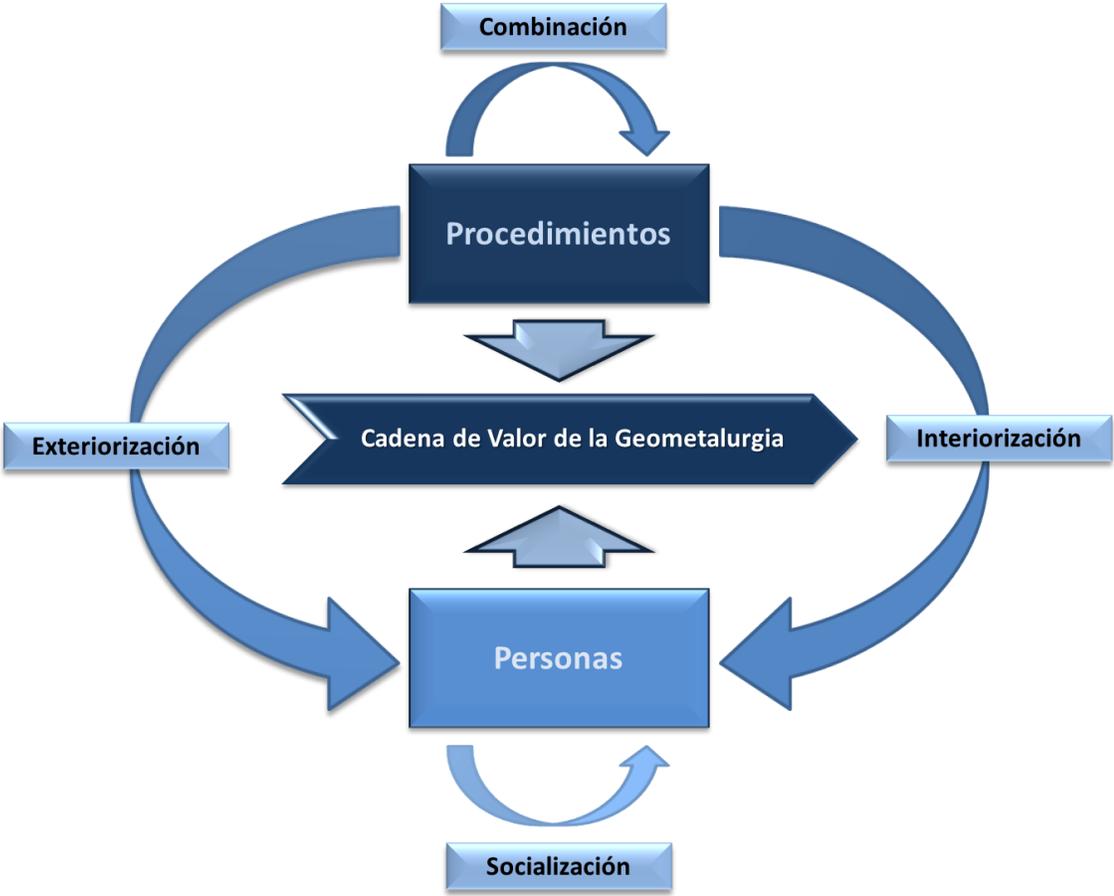


Figura 12. Modelo de Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia.

En términos del modelo de creación de conocimiento de Nonaka y Takeuchi, el modelo propuesto por este trabajo presenta los cuatro procesos descritos por estos autores, externalización, interiorización, socialización y combinación:

- El proceso de **socialización** está dado por la interacción entre las personas que trabajan dentro de la cadena de valor, a través de actividades como el mentoring o la simple interacción cotidiana comparten conocimiento, este proceso es esencial porque es la forma en que los adultos aprenden de mejor manera, involucrándose en el proceso, asimilando los procesos que le permitan resolver los problemas del rol que desempeñan, además, es el complemento al proceso de interiorización, pues está ligada a la adquisición de conocimiento mediante la práctica.
- El proceso de **exteriorización** se ve reflejado en el modelo a través de la interacción entre las personas y los procedimientos. Los procedimientos a lo largo de la cadena de valor deben ser el reflejo de la experiencia de las personas que trabajan en cada etapa, el conocimiento tácito contenido en la experiencia no es posible almacenarlo pero los protocolos y procedimientos al ser conocimiento explícito sí. De esta manera los procedimientos se pueden ir mejorando con la experiencia de las personas involucradas.
- El proceso de **combinación** viene dado por la generación de nuevo conocimiento explícito, es decir, nuevos procedimientos y protocolos a través de la “combinación” con procedimientos ya existentes o de nuevas formas de trabajar que puedan surgir tanto dentro como fuera de la propia organización y que pueden ser transmitidos a través de presentaciones o reuniones.
- Por último, el proceso de **interiorización** tiene que ver con la interacción entre los procedimientos y las personas. Principalmente orientado a las personas que se están familiarizando con el proceso, siendo la primera su aproximación los procedimientos que lo sustentan. Adquiriendo un conocimiento “teórico” que luego es asimilado llevando a la práctica dichos procedimientos e involucrándose en el mejoramiento y creación de nuevos.

El modelo propuesto por Landray llamado la “Rueda del Conocimiento” da cuenta de las denominadas actividades del conocimiento que permiten que se mantenga en constante movimiento y por lo tanto vaya aumentando el valor para la organización. De esta manera, en la concepción del modelo de Gestión del Conocimiento en la Geometalurgia se hicieron presentes vinculados a los procesos de creación del conocimiento, es así como en la socialización están involucradas las actividades de adquisición el conocimiento y de compartirlo dadas las características descritas del proceso, el conocimiento pasará de una persona en el entrenamiento diario. En la exteriorización están presentes la actividad de integración y almacenamiento del conocimiento, ya que es parte de la transformación del conocimiento tácito en explícito, además como ya se mencionó el conocimiento explícito tiene la característica de poder ser almacenado y por tanto quedarse en la organización, uno de los objetivos del modelo.

Por otro lado, en la combinación se da la oportunidad de innovar generando nuevo conocimiento para la organización, y dados los formatos en que es presentada es una forma de transferir el conocimiento también.

Por último, en el proceso de interiorización está involucrado la actividad de adquisición del conocimiento donde es el individuo el que adquiere parte del conocimiento de la Geometalurgia con que cuenta la organización, además debe integrarlo para luego poder aplicarlo en la ejecución de las tareas correspondientes a su trabajo.

Cabe mencionar que hasta el momento solo se ha presentado un modelo teórico, similar a los encontrados en la bibliografía, donde se busca representar el escenario de la Geometalurgia, presentando una visión concreta de cómo se debe trabajar en ella para generar valor constante para las organizaciones que quieran implementarlo.

#### **5.4. Herramienta y Prácticas diseñadas**

En la sección anterior se presentó un modelo teórico de la Geometalurgia, basado en modelos preexistentes, pero para poder llevar a cabo la gestión del conocimiento dentro de esta disciplina es necesario concretizar el modelo, pues de otro modo no sería más que un trabajo referencial. A continuación serán explicadas, la manera en que debería llevar a cabo cada una de las actividades y herramientas indicadas en el esquema del modelo, haciendo referencia a la etapa de creación de conocimiento en la cual participa, los actores involucrados, y la relevancia de su implementación para el proceso de creación de conocimiento.

##### **5.4.1. Herramienta**

###### **a) Plataforma Virtual de Almacenamiento y Entrenamiento**

Como una manera de concretizar el modelo teórico propuesto por este trabajo de título se ideó una plataforma virtual que cumpliera con dos objetivos claves, el primero es cumplir el rol de almacenamiento del conocimiento de la Geometalurgia expresado en los procedimientos correspondientes a cada eslabón de la Cadena de Valor. En segundo lugar, que cumpliera el rol de instrumento de consulta permanente, tanto para referencias dentro de la organización donde se implemente, como fuente de entrenamiento para nuevos miembros.

La idea en primer lugar es poder registrar en ella todos los procedimientos de cada etapa de la cadena de Valor con los que cuenta la organización donde se implemente, a continuación se pueden agregar videos que permitan darle un contexto a las diversas actividades, mostrando ejemplos de cómo se ha realizado dicha actividad, ya sea a través de videos o fotos, y por último presentaciones o diversos aspectos que puedan ser de utilidad para el desarrollo o aprendizaje de cada eslabón de la cadena.

Es importante señalar que esta plataforma se concibió como un instrumento, que necesita ser manipulado para que cumpla su finalidad, es decir, requiere de manera obligatoria ser ejecutada por una persona o un equipo, dependiendo el tamaño de la organización para que cumpla con sus objetivos.

Esta plataforma es el medio principal de concretar el modelo propuesto, muchas de las actividades propuestas en la siguiente sección dependen del funcionamiento y actualización constante de esta plataforma.

Esta plataforma fue diseñada para la empresa JTS Ingenieros Ltda., utilizando tanto su logo como los colores que la caracterizan. Además, su contenido corresponde a la información y conocimiento que se pudo recopilar de esta empresa.

Como se comentó en la sección anterior, la Cadena de Valor de la Geometalurgia es el eje rector del modelo de Gestión del Conocimiento propuesto. A través de un diseño de módulos que representan a cada eslabón de la cadena, asemejando a lo mostrado en la Figura 11, de esta manera, dentro de cada módulo se ordenarán los procedimientos, protocolos y otros documentos o medios audiovisuales que permitan almacenar el conocimiento de la disciplina expresada mediante la cadena de valor. Así se consigue un objetivo importante poder tener concentrado todo el conocimiento explícito con que la organización.

Se optó por un diseño simple que pudiera ser implementado dentro de un sistema de intranet o adosado a una página web, en la Figura 13 se muestra la pantalla de inicio de la plataforma. Se busca tener una visión completa de la cadena, con el fin de mantener siempre presente la importancia del proceso completo, siendo cada eslabón una necesidad para conseguir información consistente para la evaluación de proyectos mineros.

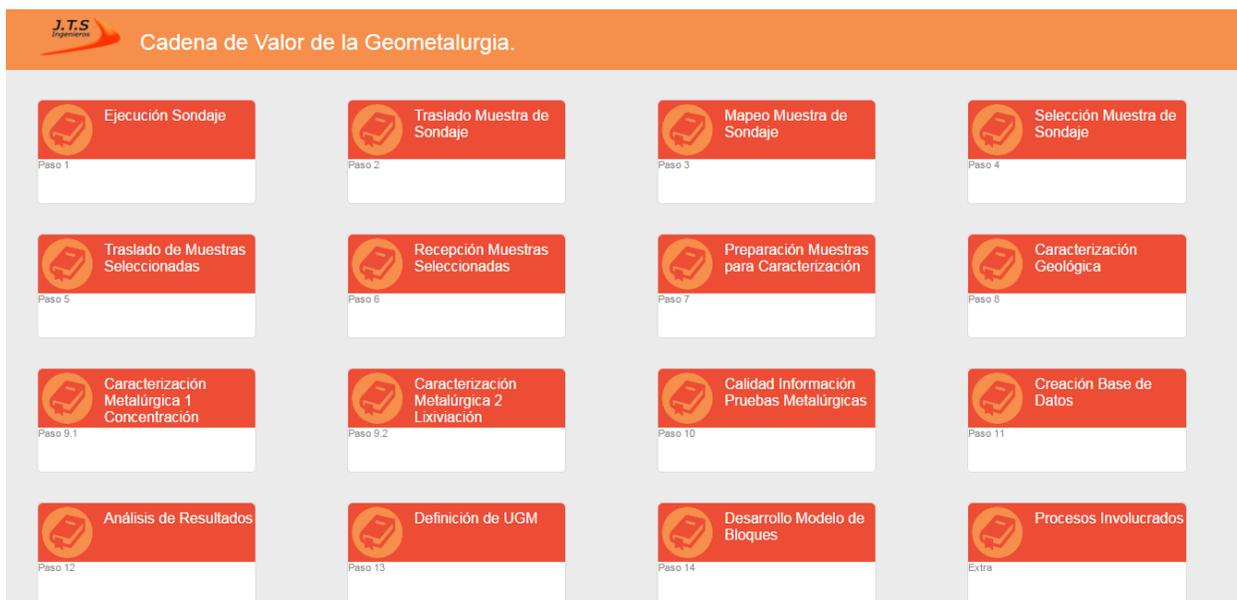


Figura 13. Ventana de Inicio de Plataforma.

Se optó por presentar la caracterización metalúrgica de las líneas de Hidrometalurgia y Concentración en módulos diferentes, para simplificar el entendimiento de los procedimientos y no generar confusiones a la hora de utilizar de manera posterior la plataforma. Por otro lado, se decidió un módulo extra al final, donde se encuentran

almacenadas presentaciones de los procesos involucrados en la producción de cobre, como Conminución, Flotación e Hidrometalurgia.

El contenido de cada módulo de la plataforma se muestra como en la Figura 14 donde se tiene como ejemplo el Módulo 7 corresponde al eslabón llamado “Preparación de las muestras para caracterización”, dentro del módulo se presenta el procedimiento de chancado. Cada documento ingresado en la plataforma debe ser agregado en formato pdf, se eligió este formato dada su versatilidad y compatibilidad con cualquier sistema desde el cual se tenga acceso.

Además, se debe mencionar que no está permitido editar el material dentro de la misma plataforma, se escogió esta opción para proteger el material almacenado en la plataforma, de forma de evitar posibles modificaciones accidentales o mal intencionadas que pongan en cuestionamiento la integridad del conocimiento explícito dentro de la plataforma, ya que es esencial para su utilización y la posibilidad de generar valor.

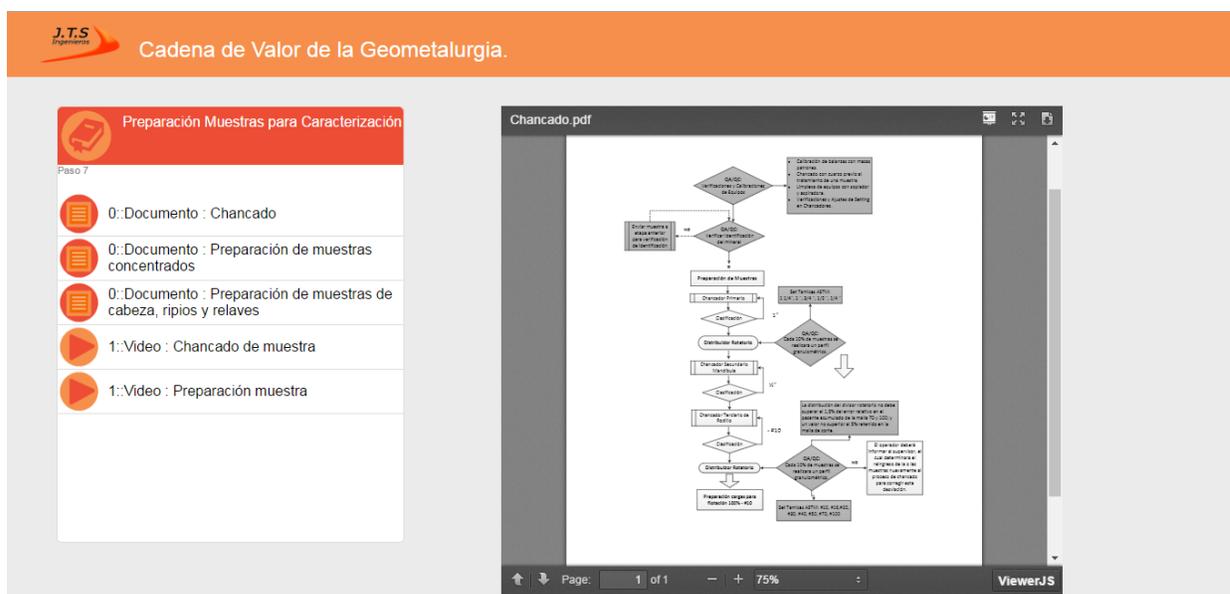


Figura 14. Procedimiento de módulo “Preparación de Muestras para Caracterización”.

Como se mencionó antes, en la plataforma no solo existen documentos con los procedimientos y protocolos que sustentan las actividades de cada eslabón de la cadena de valor, sino que se encuentran otros medios audiovisuales, como es el caso de los videos, en la Figura 15 se muestra la forma en que se visualiza un video en la plataforma, tomando como ejemplo la revisión de la Ejecución del Sondaje. Se utilizó como base la plataforma de videos *Youtube*, para tener los videos en línea, teniendo como horizonte de implementación la ubicación de la plataforma en el sitio *web* de la empresa.

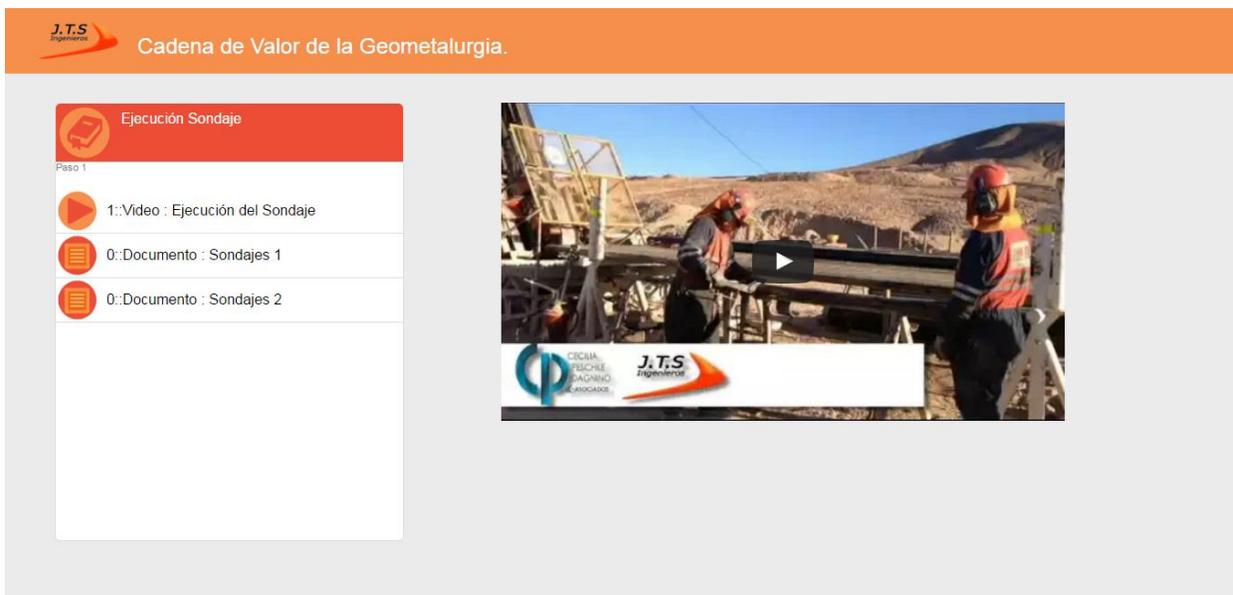


Figura 15. Video de módulo “Ejecución del Sondaje”

La plataforma es principalmente para ser utilizada como medio de visualización de su contenido, con el fin de evitar pérdidas de contenido por ediciones inesperadas o equivocadas, es por esto que para su ejecución esta herramienta requiere que una persona o un área, dependiendo el tamaño de la organización, se encargue de mantener de su administración, teniendo como principales tareas, la actualización de los procedimientos y material audiovisual que se vaya generando en la organización, sobre todo a partir de las actividades propuestas en la sección siguiente de este capítulo.

En la Figura 16 se muestran la pantalla de inicio del área de administración de la plataforma que permite la creación de los módulos que se mostrar en la pantalla de inicio, en ella se pueden tanto adicionar nuevos módulos como borrar los que ya no sean de utilidad. Cuenta con botones al lado derecho de los nombres de los módulos, siendo el “\*” el que permite la edición o borrado de un módulo existente y el de la letra “M” que permite acceder al contenido del módulo seleccionado. Es necesario agregar que para agregar un nuevo módulo se debe ingresar el nombre la descripción en los espacios correspondientes en la parte superior derecha de la pantalla, así el módulo se adicionará al final de la lista.

### Administración

Titulo	Descripción Corta	Descripción	Editar	Modulos
Ejecución Sondaje		Paso 1	*	M
Traslado Muestra de Sondaje		Paso 2	*	M
Mapeo Muestra de Sondaje		Paso 3	*	M
Selección Muestra de Sondaje		Paso 4	*	M
Traslado de Muestras Seleccionadas		Paso 5	*	M
Recepción Muestras Seleccionadas		Paso 6	*	M
Preparación Muestras para Caracterización		Paso 7	*	M
Caracterización Geológica		Paso 8	*	M
Caracterización Metalúrgica 1	Concentración	Paso 9.1	*	M
Caracterización Metalúrgica 2	Lixiviación	Paso 9.2	*	M
Calidad Información Pruebas Metalúrgicas		Paso 10	*	M
Creación Base de Datos		Paso 11	*	M
Análisis de Resultados		Paso 12	*	M
Definición de UGM		Paso 13	*	M
Desarrollo Modelo de Bloques		Paso 14	*	M
Procesos Involucrados		Extra	*	M

Titulo

Descripción Corta

Descripción Larga

Grabar  Eliminar

Figura 16. Pantalla de Administración, “Creación y Edición de Módulos”.

La Figura 17 muestra la pantalla de administración específica del contenido de los módulos, se puede agregar tanto documentos como videos, eligiendo la opción en cada caso, se le debe asignar un nombre y un orden para determinar en qué posición de la lista se mostrará. Se cuenta también con la opción de agregar los archivos desde el pc donde se administre la plataforma o a través de un link externo, sobre todo utilizado para agregar los videos desde “Youtube”.

### Modulos Preparación Muestras para Caracterización

Nombre	Descripcion	Tipo	Link Externo	Link Int	Orden
Chancado	Chancado	Documento		Chancado.pdf	01
PREPRACION DE MUESTRAS DE CONCENTRADOS	Preparación de muestras concentrados	Documento		PREPRACION DE MUESTRAS DE CONCENTRADOS.pdf	02
PREPRACION DE MUESTRAS DE CABEZA, RIPIOS Y RELAVES	Preparación de cabezas, rpios y relaves	Documento		PREPRACION DE MUESTRAS DE CABEZA, RIPIOS Y RELAVES.pdf	03
Preparación mecánica	Preparación mecánica	Documento		Preparación mecánica.pdf	04
Preparación mecánica de pozo de tronadura	Preparación mecánica de pozo de tronadura	Video	<a href="https://www.youtube.com/embed/-cHrk1joNhE">https://www.youtube.com/embed/-cHrk1joNhE</a>		05

Nombre

Descripcion

Tipo  Documento  Video

Link Externo

Link Interno

Seleccionar archivo  Ningún archivo seleccionado

Orden

Grabar  Eliminar  Volver

Figura 17. Pantalla de Administración de Contenido de Módulos.

Es importante señalar que esta plataforma no genera valor por sí sola, como parte de la gestión del conocimiento, esta herramienta es capaz de desplegar todo su potencial con el uso que la organización donde esté implementada.

## **5.4.2. Actividades**

### **a) Revisión del estado de la cadena de valor.**

Dentro de las organizaciones mineras en la industria chilena se cuenta con muchas faenas o divisiones de trabajo, que trabajan prácticamente independiente una de la otra, por lo que muchas veces no se aprovecha el conocimiento generado en una faena para otra ya en operación como un nuevo proyecto. El objetivo principal de esta actividad es poder poner sobre la mesa el potencial de conocimiento existente en la organización completa, ya que sería una forma de poder aprovechar los recursos ya existentes.

La diversidad de procesos utilizados según el tipo de material a extraer, pueden presentarse como restricciones a elaborar una sola cadena de valor para la organización completa, pero si se pueden buscar puntos en común que permitan su elaboración, de esta forma todas las faenas podrán aportar, esto es algo muy valioso ya que, favorece el aprendizaje organizacional, porque las personas al hacerse partícipes del proceso de elaboración de la cadena de valor, la harán presente en su trabajo también pues es una de las condiciones del aprendizaje de adultos.

La propuesta de cadena de valor de este trabajo de título, busca ser la guía de inicio para las organizaciones por lo que puede ser el punto de partida para esta revisión, teniendo en cuenta que la interacción marcará también la disposición a adoptar este nuevo enfoque de trabajo basado en la generación de conocimiento, se recomienda hacerlo a base de reuniones presenciales o juntas periódicas por un periodo determinado de tiempo, ya que de esta manera el compromiso de adhesión será mayor.

### **b) Revisión de protocolos y procedimientos presentes en la organización.**

Para mantener actualizado el conocimiento dentro de la organización una revisión de los procedimientos presentes en ella se hace necesario, es la única manera de mantener el flujo constante de conocimiento.

Las razones por la que se deben revisar y/o cambiar los procedimientos que rigen la cadena de valor establecidos son variados, dentro de los cuales se encuentran, la innovación que genera una organización, ya sea por la incorporación de nuevas tecnologías, por la resolución de un problema inesperado durante la evaluación o ejecución de un proyecto, por cambios en el mercado que requieren un cambio de forma de trabajo, etc. Por lo que cada organización debe determinar la periodicidad en que se realizarán estas revisiones, ya que dependen de como sea su orgánica.

Para realizar estas revisiones se debe consultar a las áreas involucradas para cada uno de los eslabones de la cadena de valor, de esta manera los nuevos procedimientos surgirán de un trabajo conjunto con las personas que posteriormente ejecutarán dichos procedimientos, por lo que su incorporación será más rápida.

### **c) Mentoring entre miembros de la organización.**

Como un complemento al aprendizaje que los nuevos miembros de la organización tengan a través de la plataforma de almacenamiento de procedimientos de la cadena de valor de la Geometalurgia, se plantea la posibilidad de realizar un programa de mentoring durante el primer periodo de permanencia en la organización, con el fin de poder mejorar el desempeño y adaptación al trabajo.

El objetivo de esta actividad es dar una oportunidad de impulsar el proceso de socialización descrito por Nonaka y Takeuchi, donde se comparte conocimiento del tipo tácito quede otro modo no sería posible compartir. Es una manera de aprovechar la experiencia de las personas que han permanecido durante mucho tiempo dentro de la organización, o de personas que tienen una experiencia específica que se vuelve valiosa por las circunstancias que enfrenta tanto el mercado como la misma organización.

Teniendo en cuenta la forma en que aprenden los adultos, esta actividad debe ser conducida de tal forma que desde un comienzo se establezcan los objetivos específicos de la misma, mediante un acuerdo entre las partes involucradas ya que de esta forma se logrará un mejor aprovechamiento de la interacción entre los miembros de la organización.

## **6. Recomendaciones de Implementación**

Dado que el modelo de Gestión del Conocimiento desarrollado por este trabajo de título se realizó bajo una disciplina y no sobre una organización como es tradicional dentro la bibliografía consultada, para dar coherencia a esta sección se utilizará como caso base la implementación del modelo, con sus herramientas y actividades asociadas en la organización patrocinante de este trabajo JTS Ingenieros Ltda.

Se debe realizar en primer lugar una revisión de los elementos de la Cadena de Valor de la Geometalurgia que se encuentran presentes en la organización, además los medios de control con los que se cuenta, de modo de tener una evaluación de como se está llevando de la disciplina, así se podrá también tomar las medidas necesarias para instaurar los elementos con los que no se cuenta.

En segundo lugar, se deben catastrar los procedimientos con los que la organización, se deben ordenar según los eslabones de la Cadena de Valor propuesta por este trabajando de título. De esta manera, se tendrá una evaluación del estado de la empresa respecto a cómo está trabajando la Geometalurgia, de ser necesario se deberán tomar medidas para establecer los procedimientos faltantes, ya sea instaurando un área de Geometalurgia, en el caso de organizaciones grandes, o poniendo personas a cargo que permita unificar el conocimiento presente en la organización y que seguramente se encuentra esparcida y poco aprovechada. De existir más de un procedimiento para alguna actividad se deben realizar acuerdos para unificarlos o elegir el que sea más adecuado para las necesidades de la organización.

Siguiendo las bases del aprendizaje de adultos se debe manejar la implementación del modelo manteniendo un contacto directo con las personas involucradas las actividades de la cadena de valor, tomando en cuenta su opinión, involucrándolas, pues es solo de esta manera en que esta forma de trabajo perdurará en el tiempo. Esto se hace especialmente relevante en la creación y mejoramiento de los protocolos, ya que de otro modo no serán implementados, involucrar a las personas que ejecutarán de manera constante los procedimientos, es la forma más eficaz de asegurarse de que serán implementados.

De no existir un encargado o equipo de Geometalurgia en la organización, se hace necesaria su creación, pues permitirá velar por la buena ejecución de la cadena de valor, pudiéndose establecer los puntos más conflictivos y darles una solución en el corto tiempo, de no ser así se podrían comenzar a saltar pasos en la cadena lo que pondría en juicio la veracidad de la información generada para la evaluación de los proyectos. Además se debe delegar la administración de la plataforma para que pueda ser actualizada de manera oportuna.

De ser necesario, dado un tamaño mayor en la organización donde se implemente el modelo se debe realizar una evaluación de la plataforma propuesta por este trabajo, con el fin de adecuarla y optimizarla para el uso, sobre todo en organizaciones grandes, se debe aprovechar los recursos técnicos con lo que ya cuenta la organización, de esta manera no se generarán cuellos de botella para la utilización de esta herramienta.

Se ha planteado un modelo de gestión del conocimiento basado en la adopción de distintos procedimientos, prácticas y/o herramientas que facilitan la generación de las cuatro etapas que permiten la creación de conocimiento organizacional. Dichas actividades, si bien parecen sencillas, demandan una preocupación especial de la organización para lograr su correcta implementación, pues se debe generar la motivación o los mecanismos de control necesarios para que los miembros de la organización las adopten adecuadamente.

La adopción de una práctica es un proceso en el cual el individuo tiene que realizar una actividad sistemática y recurrentemente con el fin de hacerla parte de su accionar natural incorporándose en sus rutinas. Esta incorporación de prácticas no es algo que se logre fácilmente, por lo que el individuo debe ser apoyado por mecanismos que lo ayuden a recordar y mantener la práctica. Estos mecanismos pueden darse a través de generar una motivación personal en el individuo para adquirir la práctica, instaurar medidas formales de control y/o reportes de la realización de las actividades involucradas, o bien a través de artefactos y/o herramientas que apoyen y den cuenta de su realización.

Este tema es crucial para el éxito de la implementación del modelo, pues éste se basa en realización de actividades y utilización de herramientas que significan la adopción de nuevas prácticas por parte de los miembros de la organización, o bien la modificación de algunas existentes, y el hecho que esto se logre de manera adecuada tiene relación directa con las condiciones y capacidades de la organización para hacerlas posibles. Es necesario para las actividades más relevantes del modelo, definir responsables que se hagan cargo de diseñar en detalle las actividades del modelo y sus mecanismos de implementación, monitorear la implementación y seguimiento de las prácticas diseñadas controlando que se cumplan las condiciones solicitadas y los objetivos relacionados al proceso de creación de conocimiento.

Para implementar las distintas actividades consideradas en el modelo, como se dijo anteriormente, deben nombrarse a las personas o equipos responsables de cada iniciativa, quien debe diseñar en detalle los procedimientos y condiciones de satisfacción de los objetivos (medidas de efectividad e indicadores de control de gestión), y la puesta en marcha de dichas actividades, monitorear y evaluar los resultados e implementar los rediseños necesarios.

## **7. Conclusión**

El objetivo principal de este trabajo de título fue el desarrollo de un modelo de Gestión de Conocimiento que permita y facilite la creación y flujo de conocimiento dentro de la Geometalurgia, donde se plantearon varios desafíos, siendo el primero establecer el modelo fuera de una organización particular sino sobre la disciplina en general.

En segundo lugar, se tuvo que establecer el concepto de conocimiento, diferenciándolo de la información y datos, ya que de no hacerlo podría generar confusión a la hora de entender que la Gestión del Conocimiento va más allá de sólo la administración de documentos.

También se debió establecer el concepto de aprendizaje, haciendo hincapié en el aprendizaje de los adultos, recurso necesario para poder implantar el modelo propuesto, pues permite crear estrategias para que las actividades y herramientas propuestas para la implementación del modelo sean utilizadas de verdad.

En el caso de la Geometalurgia se reconoce la necesidad de rescatar los conocimientos generados por las personas, los que están permaneciendo dentro de cada uno de los individuos al no existir los mecanismos y condiciones organizacionales necesarias para movilizar y transformar dichos conocimientos individuales en activos de conocimiento organizacional, dándose el caso de que cuando abandonan la organización, su conocimiento se pierde completamente. De esta forma, se plantea la adopción y desarrollo de un modelo de gestión de conocimiento perteneciente al enfoque de creación de conocimiento, al ser el más adecuado a las condiciones de la Geometalurgia.

La gestión del conocimiento contempla la generación de un conjunto de condiciones y políticas que dirijan y faciliten la creación, transferencia e institucionalización del conocimiento presente en la organización, de manera de cumplir los objetivos de la misma. De esta forma, se hace necesario para la creación de un modelo de gestión de conocimiento, identificar los componentes de la Geometalurgia con el fin de establecer los puntos desde los cuales se reconocen los conocimientos generados y su relevancia para la organización, pudiendo identificar así los procesos críticos de aprendizaje que deben ser centro del análisis para la generación del modelo.

Plantear una cadena de valor para la Geometalurgia se hace esencial ya que permite estandarizar la visión que se tiene de la disciplina, permitiendo generalizar la visión del desarrollo de un modelo específico para una organización particular a la Geometalurgia como una disciplina en general.

Al analizar la cadena de valor propuesta para la Geometalurgia, se reconoció que en su mayoría se tratan de conocimientos de carácter tácito, que son más difíciles de articular, ya que permanece dentro de las personas, de esta manera se hace necesario basar el desarrollo del modelo de Gestión de Conocimiento en la Geometalurgia principalmente en el trabajo realizado por Nonaka y Takeuchi, adaptándolo a la realidad de la disciplina en estudio.

En este caso, el objetivo principal de la Geometalurgia es obtener un conocimiento acabado del recurso minero en estudio, ya que de esta manera se puede realizar una evaluación precisa y se puede tomar una buena decisión de negocio. El conocimiento más valioso, es el método de obtención de la información necesaria, es este conocimiento el que debe ser gestionado. Por tanto, los recursos más valiosos dentro de la disciplina son las personas y los procedimientos necesarios para llevar a cabo las diversas actividades de la cadena de valor.

Se plantea en primer lugar un modelo teórico de la Gestión del Conocimiento ya que permite entender, no solo como es el flujo del conocimiento que se quiere gestionar, sino poder idear las herramientas y actividades necesarias para llevar a cabo esta idea generada a partir de modelos desarrollados con anterioridad.

Es importante destacar la relevancia del proceso de generación de prácticas organizacionales y la capacidad de la organización para implementarlas de manera adecuada, monitoreando y controlando mediante mecanismos eficientes la adopción y mantención de dichas prácticas en los individuos para obtener los resultados esperados por el modelo, evaluando y rediseñando constantemente las mismas para que se cumplan los objetivos planteados.

Para la adopción de todas estas actividades, es imprescindible potenciar y mantener las buenas relaciones entre los miembros de las organizaciones que ejecutan la Geometalurgia, condición que potencia enormemente la generación de contextos de confianza adecuados para la socialización y transferencia de conocimientos entre los miembros, generando así de manera sencilla la etapa inicial del modelo y facilitando los procesos de comunicación y adopción de prácticas gracias al apoyo constante de los equipos de trabajo.

## 8. Bibliografía

1. Nonaka, I. y Takeuchi, H., (1999): La Organización Creadora de Conocimiento, Editorial Mexicana.
2. Radetzky, M. (2009), "Commodities primarios en la economía mundial: foro en economía de minerales", vol. vi.
3. El Mercurio. (2012): Elías Arze, AIC: ""Sin ingeniería el cobre en los yacimientos vale cero". [en línea] Minería Chilena en línea. 1 de diciembre, 2012. <<http://www.mch.cl/2012/12/01/elias-arze-aic-sin-ingenieria-el-cobre-en-los-yacimientos-vale-cero/>> [consulta: 30 de septiembre 2015].
4. Davenport, T.H. y Prusak, L. (1998): "Working knowledge: How organizations manage what they know". Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
5. Grant, R.M. (1996a): "Toward a knowledge-based theory of the firm". Strategic Management Journal, Vol. 17, Winter Special Issue, 109-122.
6. Grant, R.M. (1996b): "Prospering in dynamically-competitive environments: organizational capability as knowledge integration". Organization Science, Vol. 7, n° 4, July / August, 375-387.
7. Bell, D. (1973): The Coming of Post-industrial Society: A Venture in Forecasting. New York, Basic Books.
8. Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.
9. Wainwright, C. (2001): "Knowledge management: Aspects of knowledge". Management Services, Vol. 45, n° 11, Noviembre, 16-19.
10. Empson, L. (2001): "Introduction: Knowledge management in professional service firms". Human Relations, Vol. 54, n° 7, 811-817.
11. Fayey, L. y Prusak, L. (1998): "The eleven deadliest sins of knowledge management". California Management Review, Vol. 40, n° 3, Spring, 265-276.
12. Takeuchi, H. (2001): "Towards a Universal Management Concept of Knowledge". En Nonaka, I. y Teece, D.J.: Managing Industrial Knowledge: Creation, Transfer and Utilization. SAGE, Londres. 315-329.
13. Quinn, J.B., Anderson, P. y Finkelstein, S. (1996): "Making professional intellect: Making the most of the best". Harvard Business Review, March / April, 71-80.
14. Arbonés, A. L. (2001): "Las dificultades para construir la empresa del conocimiento". Harvard DEUSTO Business Review, Vol. 0, Issue 104, 46-51.

15. Muñoz-Seca, B. y Riverola, J. (1997): *Gestión del conocimiento*. Biblioteca IESE de Gestión de Empresas, Universidad de Navarra, Editorial Folio.
16. Riverola, J. y Muñoz-Seca, B. (1996): "Gestión del aprendizaje y creatividad en las operaciones". *Harvard DEUSTO Business Review*, nº 71, Págs. 92-103.
17. Nonaka, I. y Konno, N. (1998): "The concept of Ba: Building a foundation for knowledge creation". *California Management Review*, Vol. 40, nº 3, Spring, 40-54.
18. James, W. (1950): *The principles of psychology*. Vol. I and II. Dover Publications, New York.
19. Polanyi, M. (1962): *Personal Knowledge: Towards a Post-critical Philosophy*. Chicago University Press, Chicago, IL.
20. Spender, J.C. (1994a): "Organizational knowledge, colective practice and Penrose rents". *International Business Review*, Vol. 3, nº 4, 353-367.
21. Spender, J.C. (1994b): "Knowing, Managing and Learning: A dynamic managerial epistemology", *Management Learning*, Vol. 25, nº 3, 387-412.
22. Spender, J.C. (1996a): "Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm". *Strategic Management Journal*, Vol. 17, Winter Special Issue, 45-62.
23. Spender, J.C. (1996b): "Organizational Knowledge, Learning and Memory: Three concepts in search of a theory". *Journal of organizational change management*, Vol. 9, nº 1, Págs. 67-79.
24. Ericksen, G.K. (1996): "Creating value by managing you organization´s information and knowledge". *Directorship*, Summer, Vol. 22, Issue 8, 1-3.
25. Fahey, L., & Prusak, L. (1998). *The eleven deadliest sins of knowledge management*. *California management review*, 40(3), 265-276.
26. Fiol, C.M. y Lyles, M.A. (1985): "Organizational Learning". *Academy of Management Review*, Vol. 10, nº 4, 803-813.
27. Argyris, C. y Schön, D. (1996): *Organizational Learning II: Theory, Method and Practice*, Addison-Wesley, Mass.
28. Williams, A. P. O. (2001): "A belief-focused process model of organizational learning". *Journal of Management Studies*, Vol. 38, nº 1, January, 67-85.
29. Kim, D.H. (1993): "The link between individual and organizational learning". *Sloan Management Review*, Fall, 37-50.
30. Moreno-Luzón, M.D., Balbastre, F., Escribá, M<sup>a</sup> A., LLoria, M<sup>a</sup> B., Martínez, J.F., Méndez, M., Oltra, V. y Peris, F.J. (2001 a): "La generación de conocimiento en la organización: Propuesta de un modelo integrador de los distintos niveles ontológicos

de aprendizaje”. Quadern de Treball, nº 126 (nova època), Facultat de Economia. Universitat de València.

31. Moreno-Luzón, M.D., Oltra, V. Balbastre, F. y Vivas, S. (2001 b): “Aprendizaje organizativo y creación de conocimiento: Un modelo dinámico integrador de ambas corrientes”. Comunicación presentada en el XI Congreso Nacional de ACEDE, Zaragoza, septiembre.
32. Knowles, M. S. (1984). *Andragogy in action* (pp. 1-21). San Francisco: Jossey-Bass.
33. Argyris, C. (2001). 15 Empowerment: The Emperor's New Clothes. *Creative Management*, 195.
34. Senge, P. (1999). *La Quinta Disciplina. El Arte y la Práctica de la Organización Abierta al Aprendizaje*. Ediciones Granica.
35. Kofman, F. (2012). *La Empresa Consciente: Cómo construir valor a través de valores*. Aguilar.
36. Wiig, K.M. (1997): "Integrating intellectual capital and knowledge management". *Long Range Planning*, Vol. 30, nº 3, 399-405.
37. Hernangómez, J. (1998). Saber y ganar: El reto de la empresa. In Ponencia presentada en el VIII Congreso Nacional de ACEDE, Septiembre, Las Palmas de Gran Canaria, 201-215.
38. Andreu, R. y Sieber, S. (1999): “La gestión integral del conocimiento y del aprendizaje”. *Economía industrial*, nº 326, Págs. 63-72.
39. Probst, G., Raub, S. y Romhardt, K. (2001). *Administre el conocimiento*. México: Prentice Hall.
40. Swan, J. y Scarbrough, H. (2001): “Knowledge management: Concepts and controversies”. *Journal of Management Studies*, Vol. 38, nº 7, November, 913- 921.
41. Martín, I. y Casadesús, M. (1999): “Las TIC como factor determinante del aprendizaje organizativo. El caso de una empresa suministradora en el sector del automóvil”. *Economía Industrial*, nº 326, 73-84.
42. McAdam, R. y McCreedy, S. (1999): “A critical review of knowledge management models”. *The learning organization*, Vol. 6, nº 3, 91-100.
43. Sarvary, M. (1999): “Knowledge management and competition in the consulting industry”. *California Management Review*, Vol. 41, nº 2, 95-107.
44. Andersen, A. (1999). *KMAT Knowledge Management Assessment Tool. Modelo de Gestión del Conocimiento*.

45. Tejedor, B., & Aguirre, A. (1998). Modelo de gestión del conocimiento de KPMG CONSULTING.
46. Zhao, J., de Pablos, P. O., & Qi, Z. (2012). Enterprise knowledge management model based on China's practice and case study. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 324-330.