

ESTRATEGIA PEDAGÓGICA QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y
EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LOS ESTUDIANTES DE
LA ASIGNATURA METALURGIA FISICA I

MONICA LIZETT FORERO AMAYA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA

2004

ESTRATEGIA PEDAGOGICA QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y
EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LOS ESTUDIANTES DE
LA ASIGNATURA METALURGIA FISICA I

MONICA LIZETT FORERO AMAYA

Trabajo de grado en la modalidad de docencia para optar al título de Ingeniera
Metalúrgica

Directores

ORLANDO JOSE GOMEZ MORENO

Doctor en Metalurgia

MARTHA ILCE PEREZ ANGULO

Magister en Pedagogía

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA

2004

DEDICATORIA

A mis padres, HUMBERTO Y EDDY, por sus esfuerzos y sacrificios... espero que se sientan muy orgullosos de mí

A mi niña preciosa, ANDREA JULIANA, quien es el regalo más preciado que me ha dado la vida y de quien espero recibir muchos triunfos como este... TE AMO...

A mis hermanos, RONALD FERNEY, EDDY JOHANNA, MARWIN JOSUE Y JENIFFER PAOLA, por su apoyo

A mis sobrinos, SURLEY VALENTINA Y JUAN SEBASTIAN, de quienes espero acojan este logro como ejemplo de esfuerzo y dedicación para sus vidas

A mis amigos, en especial a GONZALO Y DIANA YASMIN, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional...

A todos mis familiares y amigos, en especial a mi tía CARMEN ROSA y a su familia, quien ha sido ejemplo de unión y superación para mi vida

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos sinceros:

A DIOS, quien me ha dado la sabiduría y la fortaleza necesarias para superar los obstáculos presentes durante el camino hacia esta meta.

AL CEDEDUIS, por haberme acogido como una integrante más de su gran familia y brindarme los elementos necesarios para la realización de esta investigación.

A LA DRA. MARTHA ILCE PEREZ ANGULO, por guiarme en esta maravillosa experiencia docente y aportarme sus conocimientos y sus enriquecedoras experiencias pedagógicas.

AL ING. ORLANDO JOSE GOMEZ MORENO, por creer en mí y haberme brindado su confianza permitiéndome aportar mis inquietudes y conocimientos a su vida profesional.

A LA ING. LUZ AMPARO QUINTERO, por su amistad y apoyo desinteresado y por sus enseñanzas tanto personales como profesionales.

A LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA METALURGIA FISICA I, DEL SEGUNDO PERIODO ACADEMICO DEL 2003: Felix, Alexander, Enid, Geovanny, Gabriel, Fariel, Diego, Diana, Ciro, Martha, Alvaro F, Alvaro A, Julian, Oscar, Olga, Fredy, Jorge y Gerson; por haberme brindado la grandiosa oportunidad de llevar a cabo mi primera experiencia docente.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS por sus valiosos aportes y su inmenso apoyo

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTO EPISTEMOLÓGICO	4
1.1 IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES	4
1.1.1 Dimensiones de las concepciones de los estudiantes	5
1.1.2 Formas de indagar las ideas previas de los estudiantes	5
1.1.3 Análisis de las ideas previas de los estudiantes	6
1.1.4 Cómo trabajar con las ideas previas de los estudiantes	8
1.1.4.1 Explicitación de las ideas propias	8
1.1.4.2 Comunicación de las ideas propias y conocimiento de las de los compañeros	9
1.1.4.3 Realización de un conjunto de experiencias	9
1.1.4.4 Formulación de conclusiones y reconstrucción del proceso	9
1.2 CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES	10
2. FUNDAMENTO PSICOLÓGICO DEL APRENDIZAJE	14
2.1 DEL CONOCIMIENTO COTIDIANO AL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	14
2.2 PARADIGMA CONDUCTISTA DEL APRENDIZAJE	15
2.3 PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE	16
2.3.1 Teoría de aprendizaje de la Gestalt	17
2.3.2 Teoría de aprendizaje de Piaget	17
2.3.3 Teoría de aprendizaje de Vigotsky	18
2.3.4 Teoría de aprendizaje de Ausubel	18
2.4 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	19
2.4.1 Aspectos generales	19
2.4.2 Tipos de aprendizaje	20
2.4.2.1 Aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento	22
2.4.2.2 Aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo	23

2.4.3	Condiciones para el aprendizaje significativo	26
2.4.3.1	Actitud de aprendizaje significativo	26
2.4.3.2	Material potencialmente significativo	26
2.4.4	Importancia y promoción del aprendizaje significativo en la educación	27
2.4.5	Tipos de aprendizaje significativo	29
2.4.5.1	Aprendizaje de representaciones	29
2.4.5.2	Aprendizaje de conceptos	29
2.4.5.3	Aprendizaje de proposiciones	30
3	FUNDAMENTO DIDÁCTICO	31
3.1	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES	31
3.2	LA ENSEÑANZA TRADICIONAL Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	33
3.3	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	34
3.3.1	Naturaleza de los problemas	35
3.3.1.1	Tipos de problemas	36
3.3.1.2	Procedimientos en la resolución de problemas	38
3.3.2	Dificultades en la resolución de problemas	42
3.3.2.1	Dificultades de contexto	42
3.3.2.2	Dificultades de proceso	43
3.3.2.3	Dificultades de orden interno	44
3.3.3	Habilidades mentales requeridas en la resolución de problemas	45
3.3.3.1	Habilidades cognitivas	45
3.3.3.2	Habilidades cognoscitivas	46
3.3.3.3	Habilidades metacognitivas	46
3.3.3.4	Memoria	47
3.4	ENFOQUE DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS	47
3.4.1	Un acercamiento al concepto de competencia	48
3.4.1.1	Competencia lingüística	48
3.4.1.2	Competencia cognitiva	48
3.4.1.3	Competencia sociolingüística	49
3.4.2	El concepto de competencia	50
3.4.3	Clasificación de las competencias	51
3.4.3.1	Competencias básicas	51
3.4.3.2	Competencias ciudadanas	52

3.4.3.3 Competencias profesionales	53
3.4.4 El aula un espacio para poner en práctica las competencias	55
3.4.5 Descripción de competencias profesionales	56
3.4.5.1 Competencias profesionales generales	57
3.4.5.2 Competencias profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico	58
3.4.5.3 Competencias profesionales desarrolladas a partir del aprendizaje del ordenamiento atómico y las propiedades de los materiales	59
4 FUNDAMENTO TEORICO REFERENTE AL ORDENAMIENTO ATOMICO Y A LAS PROPIEDADES DE LOS METALES	61
4.1 ORDENAMIENTO ATÓMICO	61
4.2 COMPORTAMIENTO ELÁSTICO Y PLÁSTICO	65
4.2.1 Deslizamiento en diferentes estructuras cristalinas	68
4.3 CONDUCTIVIDAD EN LOS METALES	69
4.3.1 Factores que afectan la conductividad en los metales	70
4.4 PROPIEDADES MAGNÉTICAS	70
4.4.1 Permeabilidad magnética	72
5 EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	74
5.1 LA INVESTIGACION ACCION	75
5.2 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	77
5.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	82
5.3.1 Objetivos generales	82
5.3.2 Objetivos específicos	82
5.4 HIPÓTESIS	83
5.4.1 Primera hipótesis	83
5.4.2 Segunda hipótesis	83
6 ASPECTOS METODOLOGICOS	84
6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	84
6.2 FASES METODOLÓGICAS	85
6.2.1 Caracterización de concepciones e ideas previas	85
6.2.1.1 Diseño, validación y aplicación de instrumentos	85
6.2.1.2 Interpretación y análisis de concepciones iniciales	87
6.2.1.3 Implicaciones didácticas de los resultados	91
6.2.2 Intervención en el aula	91

6.2.2.1	Diseño e implementación de la estrategia pedagógica	92
6.2.2.2	Evaluación de concepciones postestrategia	96
6.2.3	Evaluación de la estrategia pedagógica	99
7	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	102
7.1	APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS	102
7.1.1	Instrumentos de caracterización de ideas previas de los estudiantes	102
7.1.2	Instrumento evaluativo de caracterización de las concepciones postestrategia de los estudiantes	104
7.2	CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS PRE Y POSTESTRATEGIA	107
7.3	CONFRONTACIÓN CON LAS HIPÓTESIS	108
7.3.1	Primera hipótesis	108
7.3.2	Segunda hipótesis	109
8	CONCLUSIONES	110
8.1	CON RESPECTO A LA ESTRATEGIA IMPLEMENTADA	110
8.2	CON RESPECTO A LA METODOLOGÍA Y A LOS RESULTADOS	111
8.3	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	112
	BIBLIOGRAFÍA	114
	ANEXOS	117

FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Aprendizajes de transición entre los aprendizajes por repetición y significativo	24
Figura 2. Pasos necesarios para resolver un problema según Polya	41
Figura 3. Componentes de fuerza sobre un plano	66
Figura 4. El flujo plástico sobre planos atómicos	67
Figura 5. Ciclo de histéresis para un material ferromagnético	72
Figura 6. Ideas previas de los estudiantes acerca del ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento de un material metálico	103
Figura 7. Ideas previas de los estudiantes acerca de la conductividad eléctrica de los materiales metálicos y factores que la afectan	103
Figura 8. Ideas previas de los estudiantes acerca de la naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo	104
Figura 9. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca del ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento mecánico de un material metálico	105
Figura 10. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca de la conductividad eléctrica en los materiales metálicos e incidencia de los defectos puntuales en ella.	106
Figura 11. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca de propiedades magnéticas de los materiales e importancia de conocimiento	106
Figura 12. Confrontación entre ideas previas y concepciones postestrategia con relación a la conductividad eléctrica en los materiales metálicos y factores que la afectan	108

CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Diferencias fundamentales entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico	25
Cuadro 2. Relaciones del aprendizaje significativo, significatividad potencial, significatividad lógica y significado psicológico	27
Cuadro 3. Competencias profesionales generales fundamentales	53
Cuadro 4. Las Redes de Bravais	63
Cuadro 5. Datos del curso Metalurgia Física I	
Cuadro 6. Campos de aplicación de la recogida de información	78
Cuadro 7. Datos del curso Metalurgia Física I	84
Cuadro 8. Categorización de las ideas previas de los estudiantes	90
Cuadro 9. Categorización de las concepciones postestrategia de los estudiantes	99

ANEXOS

Pag.

Anexo 1. Test para el diagnóstico de necesidades de la asignatura Metalurgia Física I	117
Anexo 2. Listado de clases del curso de Metalurgia Física I del segundo periodo académico del año 2003	120
Anexo 3. Programa de la asignatura Metalurgia Física I	121
Anexo 4. Instrumento gráfico para caracterización de concepciones	123
Anexo 5. Instrumento teórico explicativo para caracterización de concepciones	126
Anexo 6. Primera situación problemática	128
Anexo 7. Segunda situación problemática	129
Anexo 8. Tercera situación problemática	130
Anexo 9. Instrumento evaluativo de concepciones postestrategia	131
Anexo 10. Instrumento evaluativo de la estrategia implementada	132

RESUMEN

TITULO: ESTRATEGIA PEDAGÓGICA QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA METALURGIA FÍSICA I.*

AUTOR: MONICA LIZETT FORERO AMAYA.**

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje significativo, competencia, resolución de problemas.

DESCRIPCION:

La sociedad actual exige del profesional la capacidad de enfrentarse a situaciones y contextos culturales, tecnológicos y laborales cambiantes en los que se requiere que estos aprendan conocimientos y habilidades nuevas. Desde esta perspectiva, las Instituciones educativas deben brindar los elementos necesarios para que los alumnos adquieran las habilidades y las estrategias necesarias para aprender por sí mismos nuevos conocimientos para su desarrollo adecuado en ámbitos profesionales. Una manera de lograr esto es mediante el planteamiento de situaciones problemáticas, en las que el aprendizaje es un proceso de desarrollo de destrezas a través de las cuales los estudiantes aprenden a aprender.

Esta investigación basada en la estrategia pedagógica de resolución de problemas tiene como objetivo favorecer el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.

Para el desarrollo de esta investigación inicialmente se indagaron las ideas previas de los estudiantes acerca de los temas ordenamiento atómico y propiedades de los metales, para con base en ellas diseñar las situaciones problemáticas; posteriormente se diseñaron y aplicaron dichas situaciones, las cuales promueven el aprendizaje significativo de estos tópicos mediante el cambio de ideas cotidianas a conceptos científicamente aceptados, y favorecen el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I; por último se evaluó la estrategia metodológica implementada mediante el análisis de los resultados de la evaluación de concepciones postestrategia de los estudiantes para verificar la eficacia de la misma.

* Trabajo de Grado en la modalidad docencia.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Directores del proyecto: Dr. Orlando José Gómez Moreno y Dra. Martha Ilce Pérez Angulo.

ABSTRACT

TITLE: PEDAGOGICAL STRATEGY THAT FAVORS THE SIGNIFICANT LEARNING AND THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETITIONS IN THE STUDENTS OF THE SUBJECT PHYSICAL METALLURGY I. *

AUTHOR: JURISDICTIONAL MONICA LIZETT AMAYA. **

KEY WORDS: Significant learning, competition, resolution of problems.

DESCRIPTION:

The present society demands of the professional the capacity to face situations and cultural, technological contexts and labor money changers in whom it is required that these learn knowledge and new abilities. From this perspective, the educative Institutions must offer the necessary elements so that the students acquire the abilities and the strategies necessary by themselves to learn new knowledge for their development adapted in professional scopes. A way to obtain this is by means of the exposition of problematic situations, in which the learning is a process of development of skills through which the students learn to learn.

This investigation based on the pedagogical strategy of resolution of problems must like objective favor the significant learning and the development of professional competitions in the students of the subject Physical Metallurgy I.

For the development of this investigation initially the previous ideas of the students were investigated about the subjects atomic ordering and properties of metals, towards base in them to design the problematic situations; later these situations were designed and applied, which promote the significant learning of these topics by means of the change of daily ideas to concepts scientifically accepted, and favor the development of professional competitions in the students of the subject Physical Metallurgy I; finally the methodologic strategy implemented by means of the analysis of the results of the evaluation of conceptions was evaluated poststrategy of the students to verify the effectiveness of the same one.

* Work of Degree in the modality teaching.

** Faculty of Fisicoquímicas Engineerings. School of Metallurgical Engineering. Directors of the project: Dr Orlando Jose Gomez Moreno and Dra. Martha Ilce Perez Angulo.

INTRODUCCIÓN

Para efectos de la realización del presente trabajo se hace necesario partir del objetivo último de la Universidad que es la formación del UNIVERSITARIO UIS, claramente reconocido por las siguientes características: “CIUDADANO, ETICO, CREATIVO, PROFESIONAL EXCELENTE Y VERSATIL, CULTO, ESTETICAMENTE FORMADO, DESARROLLADO FISICA Y MENTALMENTE, PREOCUPADO POR EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y CON UN ELEVADO SENTIDO DE SU RESPONSABILIDAD SOCIAL”¹. Dicho perfil es el resultado de la FORMACION INTEGRAL, concepto que surge de los propósitos Institucionales expresados en la misión de la Universidad. Para el logro de dicha formación integral es necesario la redefinición de la Universidad como el lugar donde se formen estudiantes efectivos, es decir, autónomos para dirigir sus procesos de aprendizaje.

La iniciativa para el desarrollo de esta investigación de tipo docente, nace de la detección de obstáculos en los actuales procesos pedagógicos desarrollados en la Universidad, que favorecen la memorización de los conceptos sin ningún tipo de apropiación. Esto hace que surja un especial interés por la optimización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la asignatura Metalurgia Física I, para que favorezcan el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias profesionales y de esta manera se posibilite una formación integral.

El objetivo de esta propuesta es transformar las prácticas pedagógicas tradicionales desarrolladas en la asignatura Metalurgia Física I, que privilegian la transmisión de la información, en prácticas pedagógicas constructivistas donde los estudiantes sean los protagonistas del acto educativo, es decir, realicen una construcción personal y colectiva del conocimiento y de esta manera se posibilite el desarrollo de competencias profesionales que respondan a los retos que la sociedad actual exige.

¹ Proyecto Institucional de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, mayo del 2000. p.

Desde este punto de vista el aprendizaje significativo y la resolución de problemas se constituyen en propuestas que responden a la problemática que se pretende solucionar.

El primer capítulo de esta tesis presenta el fundamento epistemológico, es decir, contiene los elementos necesarios para la indagación tanto de las ideas previas como de las concepciones epistemológicas que presentan los estudiantes y la manera como éstas deben ser trabajadas. Una reflexión en torno al fundamento psicológico del aprendizaje, es decir, al paradigma conductista y constructivista del aprendizaje, con mayor énfasis en la teoría constructivista del aprendizaje significativo de Ausubel, es presentada en el segundo capítulo. El fundamento didáctico del aprendizaje es tratado en el tercer capítulo, en el cual se hace referencia a la estrategia de resolución de problemas, las dificultades presentes en el proceso de resolución y las habilidades requeridas en el mismo; de igual manera se enuncian las competencias profesionales generales y profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico y la relación de estas con el aprendizaje de los conceptos relacionados con el ordenamiento atómico y las propiedades de los metales. Dentro del cuarto capítulo se aborda el conocimiento científico relacionado con los contenidos teóricos tratados en la asignatura y que corresponden al ordenamiento atómico de los metales y algunas propiedades como la deformación, la conductividad y la magnetización. El tipo de investigación, así como los objetivos de la misma y las hipótesis planteadas al inicio del trabajo investigativo son enunciados en el quinto capítulo. El sexto capítulo aborda las fases metodológicas desarrolladas en la investigación, es decir, la caracterización de concepciones e ideas previas y las implicaciones didácticas de las mismas, la intervención en el aula y la evaluación de las concepciones postestrategia. Por último, el capítulo siete presenta y analiza los resultados pre y postestrategia, así como la confrontación entre dichos resultados y la validez de las hipótesis planteadas al inicio de la investigación mediante la fundamentación de las mismas con los resultados investigativos.

Esta investigación contribuye al desarrollo de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales ya que presenta aportes significativos para el replanteamiento de los procesos docentes de la misma, los cuales, desde el punto de vista de la

formación integral y el desarrollo de competencias, deben ser enfocados hacia los requerimientos que la sociedad actual exige. Además, puede ser considerada como base para la realización de posteriores trabajos de implementación de estrategias pedagógicas nuevas, no sólo en el área de la Metalurgia Física si no en áreas afines.

1. FUNDAMENTO EPISTEMOLÓGICO

La construcción de nuevos conocimientos consiste principalmente en promover el cambio de las concepciones previas de los alumnos, con el fin de acercarlos de manera progresiva a los conceptos científicamente aceptados. “Enseñar ciencias no consiste en proporcionar conceptos a los alumnos sino en cambiar los que poseen”². Desde esta perspectiva se hace evidente la necesidad de indagar las ideas previas de los alumnos respecto al concepto que interesa, así como las concepciones epistemológicas, para con base en estas fundamentar una propuesta efectiva que logre la reacomodación conceptual.

1.1 IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES

El efecto de las ideas previas de los alumnos en su aprendizaje es enorme. Lo que los alumnos saben (ideas previas), saben hacer (estrategias de razonamiento), creen (concepciones epistemológicas) y creen que saben (metacognición) constituyen obstáculos que dificultan enormemente el aprendizaje significativo de los conceptos.

Los alumnos adquieren ideas sobre cómo son los fenómenos sociales y naturales mediante experiencias con todo lo que les rodea, lo que escuchan y confrontan con otras personas, o lo que conocen por diversos medios de comunicación. Estas concepciones previas de los alumnos son estables, es decir, se mantienen a lo largo

² POZO, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata, segunda edición, Madrid, 1993, p. 243

del tiempo; no se deben al azar, sino que se relacionan con lo que conocen y con las características y capacidades de su pensamiento; son de origen cotidiano, más no construidas científicamente; poseen un carácter inconexo y a veces contradictorio y aunque son construcciones personales y propias de cada sujeto, presentan muchas más semejanzas que diferencias, lo que permite encontrar una serie de patrones comunes entre ellas para que los maestros las utilicen didácticamente.

Según los investigadores los orígenes de las ideas previas son diversos. Por una parte, algunos esquemas conceptuales ampliamente extendidos en la cultura chocan con determinados fenómenos científicos; por ejemplo esquemas tan sencillos como a mayor causa, mayor efecto es uno de los más generalizados en la enseñanza de la Física. Por otra parte, muchas de las ideas previas de los alumnos tienen su origen en la experiencia cotidiana y finalmente, algunas de las ideas previas sobre fenómenos científicos tienen su origen en el uso de analogías defectuosas en el propio medio escolar.

1.1.1 Dimensiones de las concepciones de los estudiantes

Muchas investigaciones manifiestan que las concepciones de los alumnos son dependientes de las tareas planteadas. Situaciones que aparentemente son parecidas, para los investigadores, son interpretadas de forma muy diferente por los estudiantes, por lo que se hace necesaria la identificación cuidadosa del perfil de las mismas y conviene distinguir, al menos, tres dimensiones que son: El área evaluada, que tiene que ver con la determinación del concepto indagado a través de la cuestión; los procesos científicos envueltos en la tarea, que se refiere a la identificación de actividades involucradas en el desarrollo de la situación y el contexto en el que se enmarca la situación, el cual puede ser concreto o abstracto. Una situación concreta es aquella en la que los conceptos son aplicados a objetos del mundo real y es percibida así por los estudiantes y en la situación abstracta, por el contrario, se aplican conceptos sin relación a objetos reales.

1.1.2 Formas de indagar las ideas previas de los estudiantes

Las concepciones previas de los estudiantes pueden ser indagadas de diversas maneras; una de las más empleadas es el uso de dibujos y gráficos que se constituye en un método valioso para descubrir las ideas de los alumnos. Además esta técnica puede convertirse en una herramienta que supla las dificultades lingüísticas de algunos alumnos en un intento de exponer sus propias concepciones.

Otra técnica para explorar las concepciones de los estudiantes es mediante los cuestionarios los cuales son considerados como una técnica ágil, que requiere de poco tiempo y que permite recoger datos de muestras amplias; su uso debe ajustarse a las características y fines del estudio que se realiza. Por otra parte, la entrevista se presenta como una de las técnicas más adecuada para explorar qué es lo que conocen los alumnos, ya que con ella no sólo se explora la extensión del conocimiento del aprendiz sobre un concepto en particular, sino que se tiene una idea de cómo es el razonamiento del sujeto a lo largo de la conversación; es recomendable utilizarla junto con el cuestionario. La observación, que se utiliza en forma espontánea pero de manera más sistematizada es utilizada de igual manera para este fin; es importante anotar lo que el alumno haga o diga respecto al tema que interesa, registrando si es posible, la fecha y las actividades que realizaba.

1.1.3 Análisis de las ideas previas de los estudiantes

Para el análisis de las ideas de los estudiantes podemos usar diversas técnicas entre las que se encuentran las técnicas cualitativas y las técnicas cuantitativas. Las técnicas cualitativas hacen referencia a la esencia de los fenómenos sin importar su frecuencia; estas arrojan gran cantidad de datos, los cuales se consideran como “blandos”, imprecisos y no generalizables. Por otro lado, los métodos cuantitativos arrojan datos que captan aspectos superficiales pero que permiten algún nivel de

generalización, considerándose por tanto como “duros”, rigurosos y confiables. En cuanto al alcance de los resultados, los métodos cuantitativos se fundamentan en un modo de razonamiento que busca establecer resultados generales tipo ley, mientras que los cualitativos buscan las nociones y las ideas compartidas que dan sentido al comportamiento social.

En las investigaciones pedagógicas es común comparar informaciones obtenidas de dos o más procedimientos. De acuerdo con Guba y Guerrero, la triangulación metodológica es un criterio de cientificidad en las investigaciones educativas; por ello es recomendable que para indagar concepciones de los estudiantes se recurra a tres instrumentos distintos (cualitativos y cuantitativos) que den la posibilidad de interpretar desde por lo menos tres perspectivas diferentes los diversos aspectos de la realidad social estudiada. La integración de técnicas requiere que se tengan en cuenta los presupuestos sobre la realidad social inherentes a cada método, y que se articulen los hallazgos, para que la interpretación no resulte en reflexiones paralelas sin retroalimentación.

Siendo el objetivo de la enseñanza la construcción de conocimientos por parte de los alumnos, para que los puedan aplicar fuera del contexto en el que se aprendieron, se puede fijar un conjunto de criterios para que en las indagaciones sobre las concepciones de los estudiantes se pueda alcanzar una información más significativa y completa que la obtenida de forma descriptiva:

- Es necesario contextualizar teóricamente las indagaciones sobre concepciones a fin de valorar adecuadamente los datos obtenidos del alumno.
- Hay que categorizar las respuestas del alumno por características formuladas en afirmativo y evitar hacerlo en términos de lo que el alumno desconoce de un contenido académico, pues se puede perder bastante información de lo que el alumno si conoce.
- Se deben tener en cuenta tanto los aspectos conceptuales específicos de la cognición del alumno como los procesos generales relacionados con las

dificultades y limitaciones en la asimilación que presentan los esquemas cognoscitivos.

- Es recomendable recoger información tanto específica como general a través de la entrevista individual.
- Sería interesante tener en cuenta el doble carácter evolutivo de las concepciones de los estudiantes, por un lado como evoluciona el concepto en el individuo y por otro lado como evoluciona cognitivamente en diferentes edades o niveles educativos de los estudiantes.

Ausubel manifiesta la importancia de elegir los conocimientos previos de los alumnos como punto de partida para la instrucción. “Los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen”³

Las ideas previas determinan en gran medida que aspectos de la realidad son dignos de ser estudiados para entender una determinada situación. Debido a que algunas de las predicciones formuladas por los alumnos a partir de las ideas previas son correctas, estas se constituyen en conceptos difíciles de eliminar. Además, las ideas previas dirigen y orientan el procesamiento de la información que se estudia en los textos, así como la interpretación de las explicaciones del profesor, ya que funcionan como marcos conceptuales que inciden en las observaciones e interpretaciones de las mismas. Las evidencias empíricas que contradicen las ideas previas se perciben en la mayoría de los casos de manera sesgada y, aunque se perciban correctamente, no siempre convencen a los alumnos de que sus ideas son erróneas; esto se debe a que se presta mayor atención a los aspectos de los experimentos que apoyan los puntos de vista propios.

³ CAMPANARIO, Juan M, OTERO, Jose. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), p. 155-166. 2000, p. 156

1.1.4 Cómo trabajar con las ideas previas de los estudiantes

Una forma de hacer del proceso de enseñanza y aprendizaje un proceso en el que se tengan en cuenta las ideas previas de los estudiantes consiste en los siguientes pasos:

1.1.4.1 Explicitación de las ideas propias, que consiste en explorar las concepciones de los estudiantes para que el profesor realice un enfoque adecuado de los contenidos. Es importante que el alumno manifieste sus propias ideas para que las analice, discuta y razone de una manera más fácil. Para lograr lo anterior es aconsejable realizar un cuestionario para indagar los conceptos básicos que interesan, escoger los cuestionarios más significativos para ampliar y profundizar en las ideas de los mismos mediante una entrevista con aquellos alumnos que los realizaron y por último organizar y analizar los resultados mediante la elaboración de un inventario de ideas.

1.1.4.2 Comunicación de las ideas propias y conocimiento de las de los compañeros, actividad mediante la cual se propicia la expresión y el debate de las ideas previas de los alumnos en el aula, para motivarlos a que las justifiquen y defiendan así como para que conozcan las de sus compañeros que en algunos casos son diferentes de las suyas. Para el desarrollo de esta actividad se recomienda presentar a los estudiantes un problema o un cuestionario para resolver en grupo, en el cual deban poner en juego sus representaciones, además de recomendarles elaborar un diario de grupo en el que se registren las actividades realizadas, para de esta manera con su uso continuo observar la evolución de las ideas.

1.1.4.3 Realización de un conjunto de experiencias, diseñadas especialmente para promover el cambio conceptual para buscar con ello que “los alumnos conozcan y se familiaricen con los hechos, conceptos y relaciones relativos a los contenidos que se trabajan, así como que contrasten sus ideas con esta información y obtengan,

progresivamente, niveles de conceptualización más complejos”⁴. Para llevar a cabo esta etapa, es necesario además del inconformismo, por parte del alumno, con algunos aspectos no explicables por las propias concepciones, que el profesor juegue un papel activo en el proceso, es decir, que esté constantemente señalando inconsistencias en las concepciones de los alumnos, aportando información y proponiendo puntos de vista diferentes.

1.1.4.4 Formulación de conclusiones y reconstrucción del proceso, que consiste en la obtención de “conclusiones acordes con el conocimiento del que hoy día disponemos sobre el tema, ajustado al nivel escolar del alumno”⁵ así como en la reconstrucción del proceso desarrollado por parte del grupo, lo cual facilita la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y la “toma de conciencia” de los conocimientos.

1.2 CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

Los alumnos mantienen concepciones sobre sus propios procesos y productos del aprendizaje, es decir, tienen sus propias *concepciones epistemológicas*. Según Hodson, las experiencias escolares influyen en dichas concepciones y son de dos tipos: las planificadas explícitamente y las que no lo son; “lo más frecuente es que los mensajes sobre la naturaleza de la ciencia se transmita de manera implícita a través del lenguaje, las actividades de instrucción, el material bibliográfico, etc”⁶.

⁴ CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Diada Editora S.L, 2a edición, Sevilla, España, 1993, p. 56

⁵ Ibid., p.57

⁶ CAMPANARIO, Juan M, OTERO, Jose. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), p. 155-166. 2000, p. 160

"De la misma manera que las ideas previas de los alumnos son un obstáculo en el aprendizaje de las ciencias, sus concepciones epistemológicas también influyen en los resultados del aprendizaje (Disessa, 1993; Songer y Linn, 1991; Ertmer y Newby, 1996; Zimmerman, 1990) y constituyen un factor adicional que interfiere en el aprendizaje"⁷

La mayoría de los trabajos que se dedican a analizar las concepciones del aprendizaje de los alumnos parten de que "la aparición de una teoría de la mente es un requisito necesario para tener una representación del conocimiento y su adquisición"⁸.

Los trabajos de investigación que abordan las concepciones del aprendizaje de los alumnos universitarios (su evolución y las experiencias que traen consigo) son pocos. Pero la mayor parte de las investigaciones sobre concepciones del aprendizaje y de la enseñanza proponen una evolución desde concepciones o teorías directas del aprendizaje, en las que este se concibe como "una consecuencia necesaria, simple e inmediata de la presencia de ciertas condiciones externas, ligadas a la exposición y al conocimiento verdadero, hasta concepciones más constructivistas y autónomas en las que el aprendizaje es fruto de la actividad intelectual personal, como consecuencia de la puesta en marcha de determinados procesos tanto de carácter estratégico y voluntario como de carácter menos controlado"⁹.

En general no existe un marco general que sirva para encuadrar y clasificar las concepciones epistemológicas de los alumnos; algunos estudios muestran lo siguiente:

⁷ Ibid., p. 162

⁸ PEREZ E, María del P, POZO, Juan I, RODRIGUEZ, Belen. Las concepciones sobre el aprendizaje en los estudiantes universitarios: El aprendizaje como producto o como proceso. En: Moreno, C y Pozo J.I (comps). Las estrategias de aprendizaje en la universidad. Barcelona, Paidós, 2001.

⁹ Ibid.,

Saljö en su estudio sobre concepciones del aprendizaje, realizado desde un enfoque fenomenológico, describe cinco tipos de concepciones del aprendizaje que evolucionan en función de la edad y sobre todo del nivel educativo de los sujetos. Así, los alumnos podrían concebir el aprendizaje como:

- (a) un incremento de conocimiento
- (b) memorización
- (c) adquisición de datos y procedimientos que pueden ser utilizados en la práctica
- (d) abstracción del significado
- (e) un proceso de reinterpretación o visión diferente de las cosas

Las tres primeras concepciones corresponden a visiones realistas, reproductivas y superficiales del aprendizaje. El conocimiento, según estas concepciones, mantiene una relación biunívoca con la realidad de tal manera que un buen aprendiz es aquel que representa de la manera más exacta posible lo que sucede en la realidad. Para que aparezca este tipo de aprendizaje es necesario un esfuerzo de repetición, mayor claro está, en situaciones más difíciles.

Las dos últimas concepciones reflejan una visión constructiva y más profunda del aprendizaje. Para aprender, según estas perspectivas, se requiere del concurso de ciertas condiciones externas así como de la puesta en marcha de actividades de comprensión y de comparación de conocimientos activados voluntariamente por el aprendiz. Según Saljö estas últimas posiciones son mantenidas casi exclusivamente por estudiantes universitarios; a pesar de esto, sólo algunos estudiantes de los anteriormente mencionados llegan a las posiciones de concepción del aprendizaje como una construcción. Según la afirmación anterior, se considera a los estudiantes universitarios como personas maduras e independientes en su aprendizaje, más que otros alumnos situados en niveles educativos diferentes.

Más recientemente, Marton, Dall'Alba y Beaty, utilizando el mismo enfoque fenomenológico de Saljö, identificaron una sexta concepción, el aprendizaje como:

(f) cambio o desarrollo personal.

Según esta concepción, el aprendizaje modifica las propias estructuras cognitivas encaminadas hacia la adquisición de conocimientos y, por tanto, el aprendiz queda modificado en función de sus aprendizajes. Estas teorías más complejas fueron manifestadas por unos pocos estudiantes universitarios dedicados a investigaciones doctorales.

En resumen, el conjunto de concepciones identificadas por este enfoque se pueden simplificar en dos concepciones globales: una cuantitativa, ingenua y reproductiva, y otra cualitativa, sofisticada y constructiva.

De otra parte, una investigación llevada a cabo desde dos perspectivas: una psicométrica (que utiliza cuestionarios y análisis multidimensionales) y una fenomenográfica (que utiliza entrevistas clínicas y análisis cualitativos) concluye que la mayoría de los alumnos conciben el aprendizaje como un proceso pasivo más que como un proceso de construcción del conocimiento. Muchos piensan que aprender ciencias es aprender fórmulas, que conllevan a la solución de ejercicios, o hechos que han sido descubiertos con anterioridad. Esta idea es consistente con la concepción de la ciencia como un conjunto de hechos o fórmulas. Otras concepciones sobre el aprendizaje manifiestan que este consta de un componente conceptual que se transmite mediante los libros de texto y otro experimental que se adquiere mediante la experiencia de laboratorio. “A menudo se considera que el trabajo de laboratorio debería cubrir los huecos que dejan pendiente las clases teóricas y los libros de texto”¹⁰; de hecho muchos estudiantes manifiestan que la actividad práctica por sí misma tiene efectos beneficiosos sobre el aprendizaje. Por otro lado, existen alumnos que presentan concepciones acerca del aprendizaje parecidas a las aceptadas por la didáctica de las ciencias, es decir, creen que “el

¹⁰ CAMPANARIO, Juan M, OTERO, Jose. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), p. 155-166. 2000, p. 161

conocimiento y los significados comunes se pueden negociar con el profesor”¹¹, considerando que el trabajo en grupo fomentado por dicha negociación, presenta ventajas apreciables en cuanto al aprendizaje y que cada integrante del grupo actúa de manera responsable y puede ser un guía en el trabajo de los demás.

¹¹ Ibid., p. 162.

2. FUNDAMENTO PSICOLÓGICO DEL APRENDIZAJE

La psicología y más específicamente la psicología del aprendizaje se ha constituido en la disciplina que intenta explicar el aprendizaje conceptual desde diversas perspectivas, especialmente desde la dimensión cognitiva. Estos aportes fundamentales para la educación son retomados por la Pedagogía y la didáctica para fundamentar sus reflexiones en torno al aprender, el rol del maestro y del estudiante y la generación de estrategias de aprendizaje.

Teniendo en cuenta esto, es importante presentar un panorama global de las diversas teorías de aprendizaje y de la forma como explican la evolución del conocimiento en los estudiantes.

2.1 DEL CONOCIMIENTO COTIDIANO AL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Las ideas previas de los alumnos, por originarse en la actividad espontánea y ser organizadas en teorías, resultan muy resistentes al cambio; estas persisten incluso tras una larga instrucción científica. Por tal motivo se han desarrollado modelos de cambio conceptual en los que, mediante estrategias didácticas especiales, se intentan transformar los conceptos espontáneos y erróneos en conceptos científicamente correctos.

Existen diversos planteamientos acerca del cambio conceptual. Un enfoque agregacionista considera que los conceptos adquiridos inicialmente no cambian, sólo se incrementan; otro enfoque actual, por el contrario, defiende la idea de que dichos conceptos evolucionan gradualmente. El estudio de la naturaleza de estos procesos de construcción y cambio conceptual a partir de los conceptos que las personas poseen (los cuales se encuentran organizados de una manera

determinada en la memoria) y de su interacción con el ámbito físico, social y cultural, es de vital importancia para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes.

Basado principalmente en las ideas de Lakatos el cambio conceptual se produce en las siguientes condiciones:

- Cuando en el aprendizaje exista una conexión entre la teoría espontánea del alumno y la teoría científica que se le intenta transmitir. Los conceptos científicos no son aprendidos sólo si se reemplazan las ideas del alumno por otros científicamente aceptados; es necesario además de exponer, hacerle ver al alumno que es mejor el modelo explicativo científico, es decir, que tiene un alto contenido empírico con respecto a sus conceptos espontáneos.
- Cuando se produce un conflicto cognitivo en el alumno, es decir, cuando este se da cuenta de que su teoría es inexacta en ciertas situaciones, mientras que la nueva teoría hace mejores predicciones. El conflicto cognitivo, aunque es importante en el avance conceptual, no es suficiente para que este se produzca.
- Cuando el alumno reflexiona sobre sus propios conceptos y los hace explícitos aplicándolos para la solución de situaciones complejas determinadas; de igual manera, cuando conoce la ventajas de la nueva teoría propuesta.

2.2 PARADIGMA CONDUCTISTA DEL APRENDIZAJE

Este enfoque considera que el aprendizaje es un “proceso ciego y mecánico de asociación de estímulos y respuestas provocado y determinado por las condiciones externas, ignorando la intervención mediadora de variables referentes a la estructura interna. La explicación del influjo de las contingencias externas sobre la conducta observable, y la organización y manipulación de tales contingencias para producir, en consecuencia, las conductas deseadas, son la clave del arco de esta

teoría del aprendizaje”¹². SKINNER, cuya teoría ha tenido una incidencia significativa sobre el conductismo, expone claramente, en su libro Más allá de la libertad y la dignidad, que “el hombre es el producto de las contingencias reforzantes del medio”¹³. Desde esta perspectiva la educación se convierte en la programación de estímulos y la generación de respuestas reforzadas posteriormente para la garantía observable del aprendizaje.

2.3 PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE

El constructivismo nace como oposición a concepciones conductistas e innatistas, para las cuales el sujeto cognitivo es inexistente; la posición constructivista rescata al sujeto cognitivo; este “rescate” nos remite a la cuestión de la especial relación que existe entre sujeto y estímulo, el sujeto es un “constructor” activo de sus estructuras de conocimiento, mientras que para posiciones epistemológicas más clásicas, la relación entre el sujeto y el estímulo es una relación absolutamente reactiva, es decir, el sujeto es un mero receptáculo de las influencias del medio.

El constructivismo tiene en cuenta la manera como se da la construcción en el aparato cognitivo del sujeto; explica la evolución de un estado cognitivo a otro; dicho en otras palabras, explica la “construcción” de unas estructuras a partir de otras ya existentes; se interesa por asuntos epistemológicos, es decir, por responder preguntas como ¿quién conoce? ¿cómo conoce? ¿qué conoce? ¿qué es conocer?. En Conclusión, el objetivo de estudio del constructivismo “es la construcción, desarrollo y cambio de estructuras de conocimiento”

El constructivismo, considera que los conceptos forman parte de estructuras más amplias y que el proceso de aprendizaje consiste por tanto, en la reestructuración

¹²PEREZ, Ángel I. Los procesos de enseñanza y aprendizaje: Análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. En: Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata. Madrid, 1994, p. 36

¹³ Ibid., p. 37

de estas. Desde esta perspectiva surgen teorías de aprendizaje basadas en la reestructuración, dentro de las cuales las más importantes son la teoría de aprendizaje de la Gestalt, la teoría de aprendizaje de Piaget, la teoría de aprendizaje de Vigotsky y la teoría de aprendizaje de Ausubel.

2.3.1 Teoría de aprendizaje de la Gestalt

Esta teoría considera que “la conducta es una totalidad organizada”¹⁴ y que “la comprensión parcelada y fraccionada de la realidad deforma y distorsiona la significación del conjunto”¹⁵. Desde esta perspectiva “el individuo no reacciona de forma ciega y automática a los estímulos y presiones del medio objetivo, reacciona a la realidad tal como la percibe subjetivamente”¹⁶.

En esta teoría se aloja una extraordinaria riqueza didáctica, ya que “la interpretación holística y sistémica de la conducta y la consideración de las variables internas como portadoras de significado son de un valor inestimable para la regulación didáctica del aprendizaje humano en la escuela”¹⁷.

2.3.2 Teoría de aprendizaje de Piaget

Esta teoría centra su estudio en la estructura, la génesis y el funcionamiento de la instancia mediadora de los procesos de aprendizaje, es decir, en la estructura interna del organismo.

¹⁴ Ibid., p. 41

¹⁵ Ibid., p. 41

¹⁶ Ibid., p.41

¹⁷ Ibid., p. 41

Los postulados más relevantes de esta corriente son: Que el aprendizaje como adquisición genera desarrollo cognitivo en ese intercambio del medio externo con el medio interno; las estructuras cognitivas son los mecanismos reguladores a los cuales se subordina la influencia del medio; el aprendizaje se da por procesos de equilibración en una constante dinámica de asimilación y acomodación; para que un organismo sea capaz de dar una respuesta es necesario suponer un grado de sensibilidad específica o nivel de competencia a las incitaciones diversas del medio, el conocimiento no es nunca una mera copia figurativa de lo real, es una elaboración subjetiva que desemboca en la adquisición de representaciones organizadas de lo real y en la formación de instrumentos formales de conocimiento y que los factores que intervienen en el desarrollo de las estructuras cognitivas y la regulación normativa del aprendizaje son la maduración, la experiencia física, la interacción social y el equilibrio.

2.3.3 Teoría de aprendizaje de Vigotsky

Esta teoría considera al aprendizaje como una función de la comunicación y del desarrollo, considerando a este último como “el resultado del intercambio entre la información genética y el contacto experimental con las circunstancias reales de un medio históricamente constituido”¹⁸.

Según Vygotski es apropiado centrarse en las formas cooperativas del pensamiento, en las cuales las ideas cotidianas del niño entran en contacto con los conceptos científicos que aportan los adultos. Desde este punto de vista, el verdadero avance del razonamiento infantil puede operacionalizarse como la diferencia entre el rendimiento independiente del niño y su rendimiento en colaboración con el adulto. El potencial de desarrollo que capta esta diferencia recibe el nombre de "Zona de Desarrollo Próximo"

¹⁸ Ibid., p. 49

Según Vygotsky el desarrollo del individuo se produce indisolublemente ligado a la sociedad en que vive. Toda función aparece dos veces: primero a nivel social (interpsicológico) y más tarde a nivel individual (intrapsicológico).

2.3.4 Teoría de aprendizaje de Ausubel

Para Ausubel, el aprendizaje es “un tipo de aprendizaje que alude a cuerpos organizados de material significativo”¹⁹. Para que se logren aprendizajes significativos, según AUSUBEL, es necesario que la tarea de aprendizaje esté bien organizada y que el aprendiz manifieste buena disposición ante dicho proceso; además, se debe tener en cuenta que el aprendizaje no será significativo si el alumno no cuenta con las ideas previas necesarias para relacionar los nuevos aprendizajes de una manera lógica, con sentido, y no de manera arbitraria.

2.4 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

La teoría cognitiva del aprendizaje propuesta por Ausubel centra su estudio en el aprendizaje que se produce en el marco de una situación de interiorización o de asimilación, a través de la instrucción y se ocupa además de los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos a partir de ideas previas presentes en el alumno.

Al igual que otras teorías constructivistas, la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel afirma que el conocimiento está organizado en estructuras y además cree que se producen re-estructuraciones debido a la interacción de las estructuras ya presentes en el alumno y la nueva información; para que esa reestructuración se produzca, Ausubel al igual que Vigotsky, considera que es necesaria una instrucción

¹⁹ Ibid., p. 46

formalmente establecida, la cual debe presentar de forma organizada y explícita la información para que desequilibre las estructuras ya existentes.

2.4.1 Aspectos generales

El aprendizaje significativo es el proceso de adquisición de significados nuevos en el que el aprendiz adopta una actitud de aprendizaje significativo frente a la presentación de material con *significado potencial* por parte del docente; un material es potencialmente significativo cuando se relaciona con la estructura cognoscitiva apropiada del alumno de una forma no arbitraria y sustancial y además cuando la estructura cognoscitiva del alumno contiene ideas relevantes de afianzamiento con las cuales este nuevo material guardará relación.

El significado de los conceptos, los signos o los grupos de conceptos se adquiere gradual e idiosincráticamente por los alumnos y “en el momento en que se establecen los significados iniciales de los signos o símbolos de los conceptos en el proceso de formación de conceptos, el aprendizaje significativo nuevo proporcionará significados adicionales a los mismos, y se adquirirán nuevas relaciones entre los conceptos previamente aprendidos”²⁰.

El producto del proceso de aprendizaje significativo es el *significado real, fenomenológico o psicológico*, el cual “surge cuando el significado potencial se convierte en un contenido cognoscitivo nuevo, diferenciado e idiosincrático, dentro de un individuo en particular, como resultado de haber sido relacionado de modo no arbitrario, sino sustancial con las ideas relevantes de su estructura cognoscitiva y así también de haber interactuado con estas”²¹.

Por otro lado, no debe confundirse el significado real o psicológico con el *significado lógico*, el cual depende únicamente de la “naturaleza del material” y “corresponde al

²⁰ Ibid., p. 52

²¹ Ibid., p. 54

que muestra el material de aprendizaje cuando satisface los requisitos generales o no idiosincráticos de la significatividad potencial”²². Es decir, un material presenta significado lógico cuando se relaciona no arbitraria y sí sustancialmente con las ideas pertinentes presentes en la capacidad de aprendizaje humana.

Aprendizaje significativo no es lo mismo que aprendizaje de material significativo ya que el material es sólo potencialmente significativo y por tanto para que se produzca el aprendizaje debe estar presente una actitud de aprendizaje significativo por parte del alumno. El material de aprendizaje aunque debe contener elementos ya significativos, la tarea de aprendizaje en sí no es “lógicamente” significativa y hasta el material lógicamente significativo puede ser aprendido por repetición si la actitud que el alumno presenta ante el aprendizaje no es significativa.

2.4.2 Tipos de aprendizajes

El aprendizaje es un proceso de adquisición de conceptos, actitudes o procedimientos que se produce como una asimilación o acomodación y no como una simple adición. Un buen aprendizaje se caracteriza por ser durable, transferible, producto de la acción reflexiva y consciente del sujeto que aprende. El aprendizaje por tanto “involucra un cambio de capacidad que puede inferirse por comparación de ejecuciones del tipo antes y después”²³

Desde el punto de vista de la naturaleza de los contenidos los aprendizajes pueden clasificarse en:

²² Ibid., p. 54

²³ AUSUBEL, David P, NOVAK, Joseph D, HANESIAN, Helen. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas, segunda edición, México, 1983, p. 33.

- Aprendizaje conceptual que consiste en la incorporación de datos, conceptos y principios a la estructura mental de comprensión, el cual permite describir, entender, explicar, fundamentar y proyectar la acción.
- Aprendizaje procedimental, es saber hacer algo, no sólo comprenderlo o decirlo y consiste por tanto en la adquisición de técnicas o de estrategias de acción y en el desarrollo de capacidades hasta que se constituyan en secuencias de habilidades; implica secuencia de destrezas más complejas e interrelacionadas que un simple hábito de conducta.
- Aprendizaje actitudinal, que consiste en la modificación o adquisición de actitudes y por tanto no se logra sólo persuadiendo o brindando información, porque más importante que el mensaje es quién lo emite. Se logra con mayor eficacia por exposición a modelos o provocando situaciones de conflicto que hagan evidentes las contradicciones entre el juicio, el sentimiento y la acción y además de esto, requiere disposición al cambio por parte de quien aprende.

Pero, la existencia de acciones diferenciables producto del aprendizaje hace que se reconozca que por medio del aprendizaje se establecen diferentes tipos de capacidades; “la identificación de estos tipos diferentes de ejecución, junto con los tipos diferentes de capacidad que implican, sugieren que tiene que haber muchas clases diferentes de aprendizaje”²⁴. Para diferenciar los tipos de aprendizaje es necesario distinguir dos procesos que los seccionan; la primera distinción es la de aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento y la otra, entre aprendizaje por repetición o mecánico y aprendizaje significativo.

2.4.2.1 Aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento

En el *aprendizaje por recepción* la tarea que se desea que el alumno aprenda es presentada en su forma final evitando que este haga algún descubrimiento por su

²⁴ Ibid., p. 34

cuenta; de hecho, solo se pide al alumno que incorpore el material de aprendizaje para que lo recupere posteriormente.

El aprendizaje por recepción puede ser de dos tipos; significativo y por repetición. En el *aprendizaje por recepción significativo*, el material que se supone es potencialmente significativo es comprendido o hecho significativo en el proceso mismo de internalización o incorporación, mientras que *en el aprendizaje por recepción y repetición* el material de aprendizaje no es potencialmente significativo y además este no es convertido durante la incorporación.

En el *aprendizaje por descubrimiento*, el contenido que se va a aprender no se presenta al alumno ya que este debe descubrirlo, es decir, debe reordenar la información, relacionarla en su estructura cognoscitiva y reorganizar o transformar lo integrado de manera que se genere lo deseado. Una vez realizado el aprendizaje se hace significativo el contenido descubierto de la misma forma en que se hace significativo en el aprendizaje por recepción. El *aprendizaje significativo por descubrimiento* es más complejo que el aprendizaje significativo por recepción, ya que este, antes de que el significado emerja y sea incorporado, presenta una etapa de resolución de problemas.

Aunque los aprendizajes por recepción y por descubrimiento difieren en cuanto a sus principales funciones en el desarrollo intelectual ambos coinciden en parte, ya que el conocimiento producto del aprendizaje por recepción se usa también en la resolución de problemas de la vida diaria y el aprendizaje por descubrimiento se utiliza generalmente en el aula para “aplicar, extender, aclarar, integrar y evaluar el conocimiento de la materia de estudio y para poner a prueba la comprensión”²⁵

Aunque el aprendizaje por recepción es más sencillo que el aprendizaje por descubrimiento, este surge paradójicamente cuando el desarrollo es muy avanzado e implica un nivel mayor de madurez cognoscitiva cuando es presentado en sus formas verbales puras más logradas.

²⁵ Ibid., p. 36

2.4.2.2 El aprendizaje memorístico y el aprendizaje significativo

Ausbel, Novak y Hanesian distinguen entre aprendizaje rutinario o memorístico y aprendizaje significativo. Se considera que un *aprendizaje significativo* es aquel que “puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe”²⁶, es decir, cuando el que aprende relaciona dentro de su propia estructura cognitiva, el nuevo conocimiento con otros conceptos relevantes; para que esto sea posible es necesario que los elementos del material que debe aprenderse estén organizados, es decir, que el material posea significado lógico y además que el alumno este predispuesto para el aprendizaje significativo.

Por otro lado, un *aprendizaje memorístico* se da cuando los contenidos presentan una relación arbitraria es decir, carecen de significado para el que aprende; cuando el alumno carece de ideas previas necesarias para hacer de la tarea de aprendizaje un contenido potencialmente significativo y también cuando el aprendiz adopta una actitud simple de internalizar la tarea arbitrariamente y al pie de la letra. Sin embargo, este tipo de aprendizaje conocido también como aprendizaje por asociación puede producirse con materiales que presenten significados lógicos.

El aprendizaje significativo o aprendizaje con comprensión real se presenta, desde la perspectiva del modelo de cambio conceptual y desde el punto de vista constructivista, cuando el alumno construye y transforma activamente sus propios conceptos, y no cuando adquiere y acumula pasivamente significados que se le transmiten; de esta manera, “el aprendizaje envuelve una construcción personal y una negociación social de los significados entre los miembros de la comunidad”²⁷.

²⁶ POZO, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata, segunda edición, p. 211. Madrid, 1993.

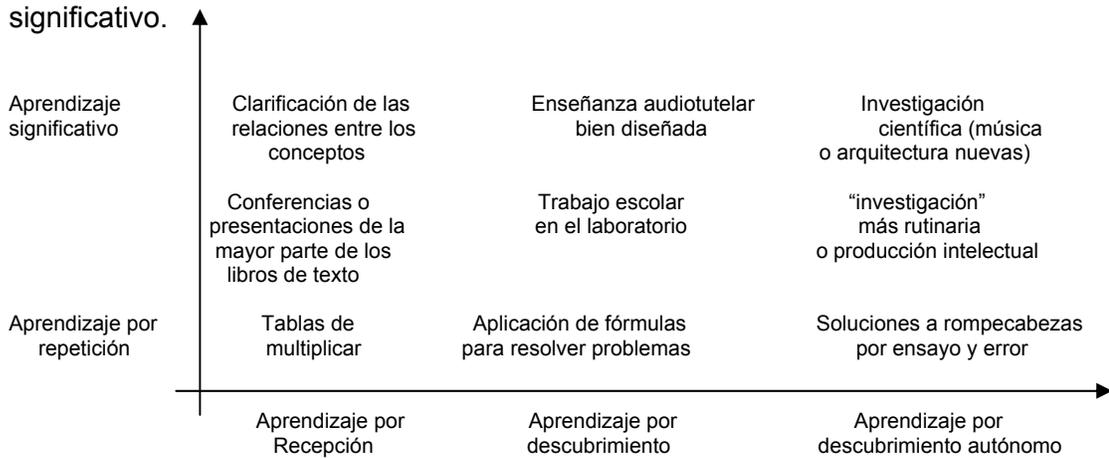
²⁷ DE POSADA, José María. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. En: Enseñanza de las ciencias, 17 (2), p. 227-245. 1999.

Mientras que el aprendizaje memorístico o aprendizaje asociativo, por su carácter repetitivo, produce una generalización más limitada, en general, que el aprendizaje constructivo, que permite dar significado a lo aprendido.

El aprendizaje por recepción y por descubrimiento pueden ser repetitivos o significativos dependiendo de las condiciones en que ocurra el proceso de aprendizaje. A pesar de que los aprendizajes por repetición y significativo son cualitativamente discontinuos, existen aprendizajes de transición entre ellos, que comparten algunas de las propiedades que los caracterizan; además, tanto el aprendizaje por repetición como el aprendizaje significativo pueden presentarse en el aprendizaje del mismo material.

En la siguiente figura se muestran dichos aprendizajes de transición, así como la relación de los aprendizajes por recepción y por descubrimiento con los aprendizajes significativos y por repetición.

Figura 1. Aprendizajes de transición entre los aprendizajes por repetición y significativo.



Tomado de Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo de David P. Ausubel

“El aprendizaje significativo es más importante con respecto al aprendizaje por repetición, de la misma manera que el aprendizaje por recepción lo es con respecto

al aprendizaje por descubrimiento”²⁸. Hay que tener en cuenta que algunos contenidos potencialmente significativos que son enseñados verbalmente, producen significados aprendidos repetitivamente debido al mal empleo de la exposición verbal que no cumple con los criterios del aprendizaje significativo.

Cuadro 1. Diferencias fundamentales entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico, según Novak y Gowin.

<p>APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación sustantiva, no arbitraria y no verbalista de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva. • Esfuerzo deliberado por relacionar los nuevos conocimientos con conceptos de nivel superior, más inclusivos, ya existentes en la estructura cognitiva. • Aprendizaje relacionado con experiencias, con hechos u objetos. • Implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.
<p>APRENDIZAJE MEMORISTICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación no sustantiva, arbitraria y verbalista de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva. • Ningún esfuerzo por integrar los nuevos conocimientos con conceptos ya existentes en la estructura cognitiva. • Aprendizaje no relacionado con experiencias, con hechos u objetos. • Ninguna implicación afectiva para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.

Tomado de Teorías cognitivas del aprendizaje de Juan Ignacio Pozo

²⁸ Ibid., p. 37

2.4.3 Condiciones para el aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo se logra cuando las nuevas ideas o conceptos se relacionan con otros conceptos relevantes presentes en la estructura cognoscitiva del aprendiz, es decir, cuando existe una relación sustancial y no arbitraria de las ideas expresadas simbólicamente con lo que el alumno ya sabe.

Para que se logre esto, se deben cumplir las siguientes condiciones:

2.4.3.1 Que exista por parte del alumno una actitud para que el aprendizaje sea significativo (que esté dispuesto a relacionar sustancialmente los nuevos conceptos con su estructura cognoscitiva)

2.4.3.2 Que el material del que se dispone a aprender sea potencialmente significativo, es decir, se pueda relacionar con su estructura cognoscitiva, de una manera no arbitraria.

La significatividad potencial del material depende de:

- La naturaleza misma del material o significación lógica que se refiere a que el material no debe ser arbitrario, para que se relacione sustancialmente con las ideas relevantes del dominio de la capacidad del aprendizaje humano. Esta propiedad determina si el material es o no potencialmente significativo.
- La naturaleza de la estructura cognoscitiva del aprendiz que es propia de este y varía con la edad, la ocupación, la clase social, la cultura, entre otras; para que los nuevos conceptos se relacionen con los ya existentes en dicha estructura, es necesario que el contenido ideativo pertinente exista en la estructura cognoscitiva del aprendiz.

El proceso de aprendizaje y los resultados del mismo no serán posiblemente significativos, si el aprendiz cuenta con una actitud significativa para el aprendizaje pero el material del que aprende no es potencialmente significativo; el caso inverso,

de igual manera, traerá consigo procesos de aprendizaje y resultados no significativos (mecánicos y carentes de significado)

Cuadro 2. Relaciones del aprendizaje significativo, significatividad potencial, significatividad lógica y significado psicológico.

Aprendizaje significativo (adquisición de significado)	requiere de	<ul style="list-style-type: none"> • Material potencialmente significativo • Actitud de aprendizaje significativo
Significatividad potencial	depende de	<ul style="list-style-type: none"> • Significatividad lógica (la relacionabilidad intencionada y sustancial del material de aprendizaje con las correspondientes ideas pertinentes que se hallan al alcance de la capacidad de aprendizaje humana) • La disponibilidad de tales ideas pertinentes en la estructura cognoscitiva del alumno en particular
Significado psicológico (significado fenomenológico idiosincrático)	es el producto de	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje significativo • La significatividad potencial y la actitud de aprendizaje significativo

Tomado de Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo de David P. Ausubel

2.4.4 Importancia y promoción del aprendizaje significativo en la educación

“El aprendizaje significativo por recepción es importante en la educación porque es el mecanismo humano por excelencia que se utiliza para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representada por cualquier campo del conocimiento”²⁹. El aprendizaje significativo presenta dos características principales que son su sustancialidad y su falta de arbitrariedad; debido a sus características especiales, este tipo de aprendizaje se debe promover en el aula, ya que es más eficaz que otros tipos de aprendizajes.

Para promover el aprendizaje significativo de conceptos en el aula, es necesario:

➤ Motivar el aprendizaje

Los motivos extrínsecos como la nota y la utilidad futura son muy débiles. El reto es lograr interés y motivación intrínsecas para que cada nuevo aprendizaje se constituya en un reto personal.

➤ Problematizar

Es necesario enfrentar al estudiante con un reto o problema real y/o cercano a sus intereses profesionales, que necesite de nuevos aprendizajes para ser resuelto. Esta problematización logrará un mayor nivel de motivación intrínseca por el nuevo aprendizaje, una mayor probabilidad de aprendizaje significativo y de descubrimiento de la utilidad directa de dicho aprendizaje.

➤ Construir conocimientos

En la construcción de conocimiento es necesario partir de preguntas antes que dar respuestas, especialmente las que orientan la inducción, la deducción, el análisis y

²⁹ Ibid., p. 47

la síntesis; fomentar la diversidad de resultados, antes que la homogeneidad y uniformidad y diseñar el aprendizaje como tarea cooperativa. Esta construcción de conocimiento reestructura los esquemas mentales propios y desarrolla actitudes como la responsabilidad del estudiante sobre sus propios aprendizajes.

➤ Transferir

Sin capacidad de transferir lo aprendido a nuevos contextos, lo aprendido es muy poco eficaz. La función adaptativa del aprendizaje reside en la posibilidad de enfrentarse a situaciones nuevas, asimilándolas a lo ya conocido.

➤ Evaluar

La evaluación debe brindar información al estudiante sobre su desempeño y sus procesos de aprendizaje (Metacognición); esta reflexión sobre lo aprendido posibilita reafirmar los aprendizajes.

2.4.5 Tipos de aprendizaje significativo

Ausubel, Novak y Hanesian distinguen tres tipos básicos de aprendizaje significativo por recepción, cuya clasificación se hace en función de la naturaleza del conocimiento adquirido; estos son el aprendizaje de representaciones, el aprendizaje de conceptos y el aprendizaje de proposiciones.

2.4.5.1 Aprendizaje de representaciones, no sólo es el más cercano al aprendizaje por repetición, sino que de este dependen todos los demás aprendizajes de esta clase. "Ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan"³⁰. El aprendizaje de representaciones se

³⁰ Ibid., p. 46

refiere a la adquisición de vocabulario, en el que se presentan dos variantes que son el aprendizaje de representaciones antes de la adquisición de los conceptos y el aprendizaje de representaciones después de la formación de los conceptos. “Las primeras palabras que el niño aprendería representarían objetos u hechos reales y no categorías. Sólo más adelante, cuando el niño haya adquirido ya sus primeros conceptos, deberá aprender subsiguientemente un vocabulario que los represente”³¹

2.4.5.2 Aprendizaje de conceptos, se presenta cuando se relacionan objetos o eventos con atributos comunes a ellos, existiendo dos formas básicas de que se produzca dicha relación. La primera consiste en la *formación de conceptos* a partir de situaciones de descubrimiento en las cuales se diferencia, generaliza y comprueban hipótesis. La segunda se basa en la relación de los conceptos nuevos, producto de la instrucción formal, con otros que se encuentran ya formados en la mente del sujeto. Debido a esta instrucción, se da la *asimilación de conceptos*, que se presenta cada vez en mayor grado. La asimilación es la forma predominante de adquirir conceptos y es considerada como un aprendizaje significativo producido sólo a partir de la instrucción.

2.4.5.3 Aprendizaje de proposiciones, que puede ser de tres tipos, el subordinado, el superordinado y el combinatorio. El *aprendizaje subordinando* se presenta cuando una proposición “lógicamente” significativa se relaciona significativamente, en la estructura cognoscitiva del alumno, con proposiciones específicas superordinadas; se le llama derivativo si el material de aprendizaje sólo ejemplifica o apoya un concepto ya existente en la estructura cognoscitiva y correlativo si es una extensión o modificación de proposiciones previamente aprendidas. El *aprendizaje superordinando* ocurre, cuando una proposición nueva se relaciona, en la estructura cognoscitiva del alumno, con las ideas subordinadas específicas, y de igual manera con un fundamento amplio de contenidos pertinentes en la estructura que puede ser incluida en él. El *aprendizaje combinatorio* ocurre cuando una proposición potencialmente significativa no es relacionable con ideas superordinadas o

³¹ POZO M, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata, cuarta edición, Madrid, 1996, p. 217

subordinadas específicas de la estructura cognoscitiva del alumno, pero si lo es, con un fundamento amplio de contenidos generalmente relevantes de tal estructura.

3. FUNDAMENTO DIDÁCTICO

Durante la formación profesional los estudiantes deben contar con los elementos necesarios para adquirir una formación enfocada hacia los requerimientos que la sociedad actual exige, tales como la utilización de estrategias pedagógicas por parte del docente, que favorezcan el desarrollo de capacidades y aptitudes en el estudiante. Es necesario por tanto, resaltar los principios de la resolución de problemas, como medio para el logro de este objetivo y además describir las competencias o capacidades que el estudiante a través de dicha formación desarrollará, para efectos de su desenvolvimiento adecuado en la sociedad.

3.1 ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES

“Una estrategia de aprendizaje es un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas”³²

Cuando se utilizan las estrategias de aprendizaje interactúan los siguientes tipos de conocimiento que poseemos:

- Procesos cognitivos básicos que se refieren a las operaciones involucradas en el procesamiento de la información.
- Base de conocimientos que son los conocimientos previos, los cuales están organizados en esquemas determinados.

³² DIAZ, B. Frida, HERNANDEZ, G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Editorial McGraw-Hill, México, 1998, p.115.

- Conocimiento estratégico o estrategias de aprendizaje que tiene que ver con el saber cómo conocer.
- Conocimiento metacognitivo referido al qué y cómo lo hacemos, es decir, al conocimiento de nuestros procesos y operaciones cognitivas cuando nos enfrentamos a un aprendizaje.

Las estrategias de aprendizaje se pueden clasificar atendiendo a criterios como la generalidad o especificidad, el dominio del conocimiento al que se aplican, el tipo de aprendizaje que favorecen, su finalidad, el tipo particular de técnicas que conjuga, etc.

Desde el punto de vista del tipo de proceso cognitivo y la finalidad perseguidos Pozo clasifica las estrategias de aprendizaje en:

- Estrategias de recirculación consideradas como las estrategias más primitivas y que se utilizan para lograr un aprendizaje “al pie de la letra” de la información o aprendizajes repetitivos o memorísticos, ya que tienen un procesamiento superficial. La estrategia básica es el repaso y generalmente se acompaña de técnicas para apoyarlo tales como subrayar, destacar o copiar.
- Estrategias de elaboración encargadas de integrar y relacionar los nuevos conceptos con los ya existentes y además tratan y codifican la información atendiendo a su significado y no a sus aspectos superficiales; la elaboración puede ser visual o verbal–semántica y éstas a su vez pueden ser simples (palabra clave, rimas, imágenes mentales, parafraseo) y complejas (elaboración de inferencias, resúmenes, analogías, elaboración conceptual)
- Estrategias de organización que reorganizan de manera constructiva la información que ha de aprenderse para lograr una representación correcta de la misma. Mediante el uso de estas estrategias (uso de categorías, redes semánticas, mapas conceptuales, uso de estructuras textuales) es posible clasificar, jerarquizar u organizar la información.

- Estrategias de recuperación que tienen como fin optimizar la búsqueda de la información almacenada en la memoria a largo plazo. Entre estas se encuentran “seguir la pista”, la que se utiliza cuando ha ocurrido poco tiempo entre el momento del aprendizaje y el recuerdo y “búsqueda directa” la que se utiliza cuando ha ocurrido más tiempo entre la representación de la información y la evocación.

Tanto las estrategias de elaboración como las de organización buscan elaborar y organizar el contenido, no solo reproducir la información y pueden ponerse en práctica solo si el material del que se aprende tiene un significado en sí mismo.

3.2 LA ENSEÑANZA TRADICIONAL Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La sociedad en que nos desenvolvemos además de ser muy flexible en las demandas laborales y culturales a sus ciudadanos, es muy competitiva; por tanto, no basta con que las Instituciones educativas proporcionen a sus alumnos los conocimientos ya elaborados, cerrados en sí mismos, sino que hay que hacer que estos adquieran en todas las áreas y etapas del aprendizaje, las habilidades y estrategias que les permitan aprender por sí mismos nuevos conocimientos para que de esta manera sean capaces de enfrentarse a situaciones y contextos cambiantes, que requieran de ellos aprender conocimientos y habilidades nuevas.

Para que los alumnos estén en mejores condiciones de adaptarse a los cambios culturales, tecnológicos y laborales que les esperan en el desarrollo de su vida personal y laboral, deben aprender a aprender, es decir, deben tener la capacidad de “reflexionar en la forma en que se aprende y actuar en consecuencia, autorregulando el propio proceso de aprendizaje mediante el uso de estrategias flexibles y apropiadas que se transfieren y adaptan a nuevas situaciones”³³

³³ Ibid., p.114

Uno de los medios más asequibles para llevar a los alumnos a aprender a aprender es a través del planteamiento de situaciones problemáticas, que se oponen a los métodos tradicionales de enseñanza en los cuales el profesor transmite el conocimiento a sus alumnos como si estos fueran “receptáculos vacíos”, es decir, concibiendo la enseñanza como un proceso de “llenado de recipientes”; desde este punto de vista tradicionalista el aprendizaje consiste en la adquisición de información por parte de los alumnos, más no como un proceso de desarrollo de destrezas.

La estrategia de resolución de problemas, por el contrario, “concibe el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento, es decir, formas de realidad, y en el que interviene y se desarrolla la creatividad. Este proceso consiste en un sistema de procedimientos y métodos basado en la modificación del tipo de actividad a la cual se enfrenta el alumno, para producir la activación de su pensamiento (Martínez Llantada, 1986; Majimutov, 1983) en el que se proponen al alumno situaciones problemáticas que lo conduzcan a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores, en lugar de ejercicios de mecanización y aplicación de fórmulas; y se le exige pensar, participar, proponer y diseñar, es decir, activar su mente en lugar de callar, oír, escribir y memorizar, que es lo usual en la enseñanza tradicional”³⁴.

3.3 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Resolver problemas, o dicho en términos más acertados, enfrentarse a situaciones problemáticas puede ser definido desde el punto de vista del objetivo que tiene la resolución, teniendo en cuenta los procesos cognitivos involucrados y según las particularidades mismas del proceso.

³⁴ GARCIA, G. José J. La solución de situaciones problemáticas; una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (1), 113-129, 2000, p.114

Desde el punto de vista del objetivo que tiene la resolución, enfrentarse a situaciones problemáticas se define como “una actividad de aprendizaje, compleja, que incluye pensar”³⁵ y que se considera como un proceso creativo ya que la búsqueda de la solución es un proceso productivo.

Según las capacidades cognitivas involucrados se define como “el rango total de procedimientos y actividades cognitivas que realiza el individuo, desde el reconocimiento del problema hasta la solución del mismo... siendo... la solución del problema el último acto de esta serie de procedimientos cognitivos”³⁶.

Según las particularidades del proceso, se define como “un proceso que utiliza el conocimiento de una disciplina y las técnicas y habilidades de esa disciplina para salvar el espacio existente entre el problema y su solución”³⁷; para lograr esto es necesario procesar en el cerebro la información presentada con la ayuda de las funciones de la memoria.

“Según Birch, el aprendizaje a partir de problemas es el mejor medio disponible para desarrollar las potencialidades generales de los alumnos (Brich, 1986)”³⁸. Este autor ha resumido las ventajas que se atribuyen al aprendizaje a partir de problemas. En primer lugar, entre las situaciones más frecuentes que se deben afrontar en las ciencias experimentales se encuentra la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas, por tanto el aprendizaje basado en problemas es más adecuado que los métodos tradicionales por transmisión para las necesidades de los alumnos; en segundo lugar fomenta la percepción de la utilidad de los conocimientos teóricos, y contribuye, por tanto, a incrementar la motivación intrínseca; y en tercer lugar puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales, dado que el alumno debe movilizar

³⁵ GARCIA, GARCIA, Jose Joaquín. Didáctica de las Ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Cooperativa editorial Magisterio, 1a edición, Bogotá, 2003, p.47.

³⁶ Ibid., 47

³⁷ Ibid., 47

³⁸ CAMPANARIO, Juan M, MOYA, Aida. Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), 179-192, 1999, p. 182

constantemente sus conocimientos, los cuales cuentan con una interrelación continua con la aplicación práctica.

3.3.1 Naturaleza de los problemas

Un problema se puede definir desde el camino que se emplea para llegar a su solución o desde el grado de dificultad que presente al individuo que se enfrenta a él. En términos generales un problema se define como “una situación que un individuo o un grupo quiere o necesita resolver y para la cual no dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución”³⁹, diferenciándose de un ejercicio, básicamente, en que en este último se disponen y utilizan mecanismos que llevan de forma inmediata a la solución. En otras palabras, un problema es una situación nueva o diferente de lo ya aprendido que requiere utilizar de modo estratégico técnicas ya conocidas. Para determinar si una situación es un problema o un ejercicio, se deben tener en cuenta no solo la experiencia y los conocimientos previos de quien lo resuelve, sino también los objetivos que se marcan cuando se realiza la tarea.

3.3.1.1 Tipos de problemas

Los problemas se pueden clasificar dependiendo en primer lugar, del tipo de solución requerida y el ámbito de aplicación de los mismos, en segundo lugar, del objetivo para el cual se proponen y en tercer lugar, de la estructura del problema.

³⁹ POZO M, Juan Ignacio. La solución de problemas. Editorial aula XXI Santillana, Madrid, 1994, p.17

Según el tipo de solución que requieren y el ámbito de aplicación, los problemas pueden ser, según Frazer:

- Artificiales, los cuales tienen una solución conocida por parte de la persona que los ha propuesto. Pueden ser cerrados y abiertos; los cerrados presentan una única solución, mientras que los abiertos presentan diversas soluciones.
- Reales que se refieren a aquellos que no tienen una solución conocida, incluso puede no existir dicha solución. Entre estos encontramos los que tienen un objetivo definido (como resolver un aspecto concreto de interés científico) y los que no lo tienen.

Dentro de los problemas reales se encuentran los problemas verdaderos, los cuales, según Garret son situaciones comprensibles mas no solucionables; para este tipo de problemas pueden existir varias respuestas de las cuales ninguna es absolutamente correcta ni absolutamente equivocada sino simplemente la más adecuada para el conjunto de los diversos factores que se relacionan en el problema.

Según el objetivo para el cual se proponen, Gil y otros, clasifican los problemas en:

- Ejercicios de reconocimiento, mediante los cuales el estudiante representa datos simbólicamente de manera formalizada y estructurada a partir de datos cuantitativos o cualitativos presentados abiertamente.
- Ejercicios algorítmicos a través de los cuales el estudiante mecaniza una serie de pasos generales de resolución de problemas, que empleará para la solución de problemas numéricos determinados.
- Problemas de aplicación, que se resuelven mediante la transferencia de los conocimientos teóricos anteriormente asimilados por el alumno a situaciones nuevas.
- Problemas de búsqueda, que a diferencia de los ejercicios de reconocimiento, los ejercicios algorítmicos y los problemas de aplicación, estos si son verdaderos problemas, ya que mediante ellos, el alumno construye conocimientos, no

estrictamente a partir del conocimiento ya adquirido (aunque se requiera de la utilización de este para la construcción)

- Situaciones problemáticas, referidos al tipo de problemas que además de presentar algo desconocido para el sujeto, lo motiva a enfrentarlo y aunque requiere de la adquisición de nuevos conocimientos a partir de los ya asimilados, presenta un grado de dificultad acorde al nivel de desarrollo de las habilidades del estudiante. Estas situaciones exigen “la interpretación de situaciones reales, que requieren de la comprensión de la situación, la creación, modificación y adaptación de modelos para seleccionar, organizar e interpretar la información a partir de la situación y de estrategias para utilizar y transformar esta información y así llegar a la resolución del problema”⁴⁰

De acuerdo a la estructura, los problemas pueden ser:

- Cuantitativos que pueden ser problemas tipo estándar o genéricos y problemas duros. Los primeros, se consideran como problemas modelo, a partir de los cuales se pueden resolver otros, debido a que presentan una serie de pasos (procedimientos) estándar para alcanzar la solución. Los problemas duros “son problemas más complejos y que pueden ser hechos por la combinación de algunos problemas genéricos, por el uso de un lenguaje más complejo y/o por la extensión de un problema a una situación no familiar, en los cuales el que le va a dar solución no tiene un algoritmo para resolver el problema”⁴¹
- Cualitativos, se refiere a aquellos que exigen una explicación adecuada para una pregunta cualitativa; el problema carece de datos para poder emitir una respuesta cuantitativa. Langlois, Gréa y Viard consideran que los problemas cualitativos son verdaderos problemas porque no están formulados y modelizados claramente, no tienen un objetivo definido, durante su solución el individuo está constantemente cuestionado y porque se construyen datos a partir de la modelización realizada y en el marco de las hipótesis planteadas. Se

⁴⁰ GARCIA, GARCIA, Jose Joaquín. Didáctica de las Ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Cooperativa editorial Magisterio, 1a edición, Bogotá, 2003, p. 50.

⁴¹ Ibid., p.52

clasifican en cerrados o abiertos, y estos últimos a su vez pueden ser parcialmente cerrados (las soluciones son infinitas) o totalmente abiertos (las soluciones son finitas).

3.3.1.2 Procedimientos en la resolución de problemas

La solución de una situación problemática, en términos generales, exige comprender la tarea, concebir un plan que nos lleve a alcanzar el objetivo, ejecutar dicho plan y analizar si se alcanzó la meta trazada.

Comprender el problema significa entender su lenguaje (símbolos y palabras) y además observar las dificultades que este presenta y tomar una actitud voluntaria para superarlas; los aspectos conocidos del problema ayudarán a su comprensión ya que guiarán la búsqueda de la solución. Algunas técnicas que ayudan a la comprensión del problema son:

- Identificar por ejemplo, las partes del problema que no son claras, las dificultades del mismo, el objetivo, los datos iniciales.
- Plantear el problema en términos propios
- Explicar a otros en qué consiste la situación
- Representar el problema en un formato diferente
- Concretar el problema (si es general) o generalizar (si es específico)

Concebir un plan es plantear el procedimiento adecuado para llegar a la solución de la situación problemática (conociendo la meta que se desea alcanzar) Polya distingue entre estrategias o heurísticos (guían la solución de manera global), reglas o algoritmos (transforman la información requerida por los planes que el alumno se plantea a lo largo del problema) y operadores (conocimientos adquiridos que transforman la información de manera fija, eficaz y concreta).

En la construcción de conocimiento científico se privilegian procedimientos heurísticos, por cuanto estos posibilitan el desarrollo de la capacidad creativa, una de las habilidades requeridas en la formación profesional actual.

Algunos heurísticos de solución de problemas son:

- Realizar búsquedas por medio del ensayo – error
- Aplicar el análisis medios - fines
- Dividir el problema en subproblemas
- Establecer submetas
- Descomponer el problema
- Buscar problemas análogos
- Ir de lo conocido a lo desconocido

El éxito de la estrategia depende de la manera en que esta se acomode a la estructura del problema y de las técnicas que contribuyan al desarrollo efectivo de los planes del sujeto.

Ejecutar el plan consiste en desarrollar el plan determinado previamente y de esta manera transformar el problema. Generalmente los problemas no se solucionan linealmente, “el diseño de un plan y su puesta en marcha hacen que nos planteemos nuevos problemas que tenemos que calibrar y para los cuales hemos de diseñar nuevos planes”⁴².

Examinar la solución obtenida consiste en evaluar si se alcanzó o no la meta y si se debe revisar el procedimiento utilizado para llegar a la solución; esto ayuda al individuo a reconocer sus dificultades en el empleo de los heurísticos predeterminados y a mejorar su capacidad procedimental.

⁴² POZO M, Juan Ignacio. La solución de problemas. Editorial aula XXI Santillana, Madrid, 1994, p. 31.

Para solucionar situaciones problemáticas existen diversas propuestas o estrategias, independientes del contenido de las tareas algunas de las cuales son:

Pasos para la solución de situaciones problemáticas según Dewey:

1. Reconocimiento del problema
2. Aclaración del problema
3. Formulación de hipótesis para resolver el problema
4. Inferencia de las hipótesis
5. Verificación de la hipótesis

Pasos en la solución de problemas según Jhon Bransford y Barry Stein:

1. Identificar el problema
2. Definir y representar el problema
3. Explorar las estrategias posibles
4. Actuar con base en las estrategias
5. Llevar a cabo una retrospectiva y evaluar los efectos de las actividades

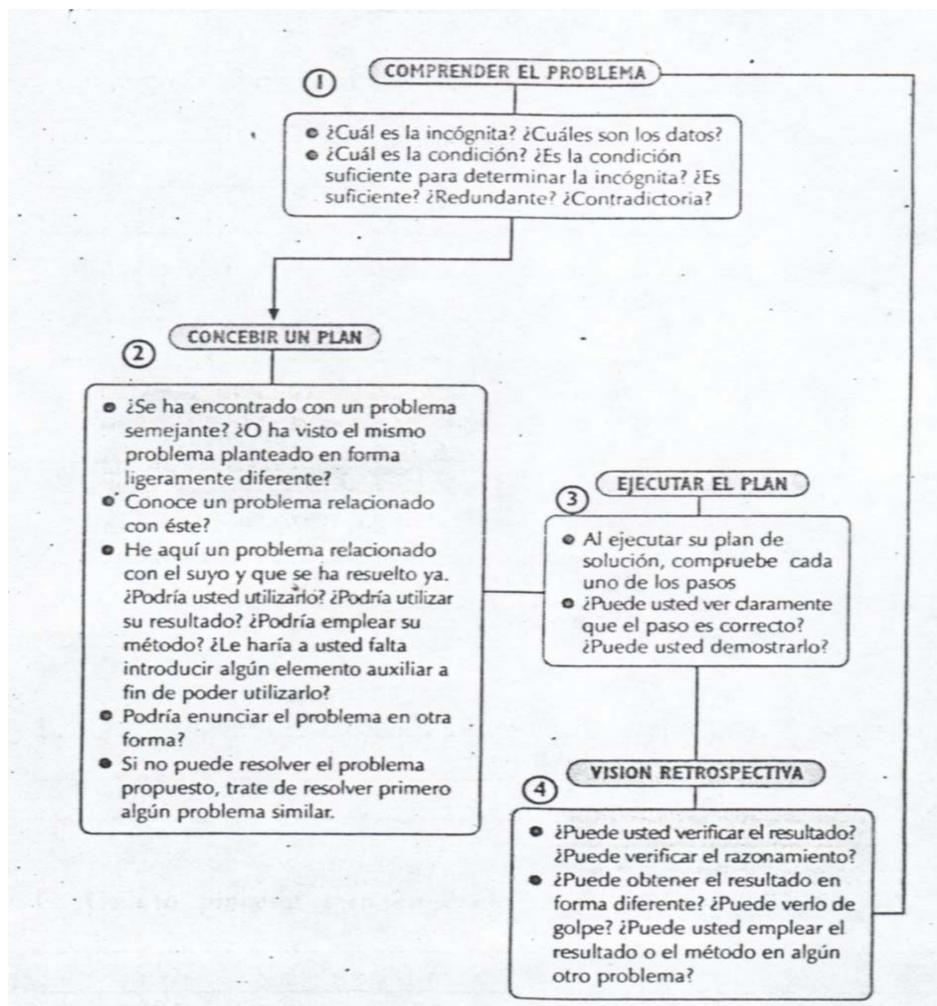
Procedimiento para abordar la solución de una situación problemática según Carlos Perea Sandoval:

1. Reflexión inicial
2. Observación clara y precisa
3. Definición del problema
4. Análisis del problema
5. Establecimiento de relaciones
6. Síntesis
7. Reflexión sobre el proceso de pensamiento llevado a cabo

Polya plantea los siguientes pasos para la resolución de problemas considerado como un método general de resolución:

1. Comprender el problema
2. Concebir un plan
3. Ejecutar el plan
4. Visión retrospectiva

Figura 2. Pasos necesarios para resolver un problema según Polya.



Tomado de El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la Educación de Carlos Perea Sandoval.

3.3.2 Dificultades en la resolución de problemas

Las dificultades que se le presentan al estudiante cuando se enfrenta a situaciones problemáticas se agrupan de la siguiente manera:

3.3.2.1 Dificultades de contexto que se refieren a las generadas por las creencias de los estudiantes, las creencias de los maestros y las relacionadas con la estructura y tipo de problemas.

Las generadas por las creencias que presentan los estudiantes acerca del proceso de resolución de problemas influyen de manera significativa en sus procesos de aprendizaje. Las más relevantes son:

- Que los alumnos, debido a la falta de interés y de confianza en sí mismos (generada por experiencias negativas pasadas de resolución de problemas) no podrán resolver la situación planteada.
- Que un problema puede ser resuelto con fórmulas o procedimientos establecidos, sin necesidad de analizar la información que este presenta.
- Que un procedimiento determinado puede llevar a la solución de cualquier situación problemática; esto obstaculiza la búsqueda y no permite darse cuenta de la existencia de otros procedimientos.

Las provocadas por las creencias erróneas del docente, con respecto al proceso de resolución de problemas que generan estrategias de aula inadecuadas; entre ellas tenemos:

- Que no todos los alumnos cuentan con la capacidad de resolver satisfactoriamente un problema; partiendo de esto, el fracaso es común en este tipo de procesos.
- Que los estudiantes aprenden a resolver problemas de un momento a otro y por repetición de los procesos de resolución; es por esto que los docentes no

ofrecen a sus alumnos los elementos necesarios para enfrentarse a una situación problemática tales como estrategias o heurísticos, métodos de escogencia y transformación de la información, elementos esenciales para formular hipótesis, entre otras.

- La creencia de que los buenos problemas son los imposibles de solucionar y por consiguiente no tienen posibilidad de un plan sistemático de solución.

Las relacionadas con la estructura y el tipo de problema que pueden constituir una barrera para la resolución de la situación, si la información es presentada de manera oculta, compleja, o conteniendo conceptos nuevos o si esta es demasiado extensa para ser retenida en la memoria o si por el contrario, el problema presenta toda la información necesaria para su solución, evitando que el estudiante se interrogue acerca de los elementos necesarios para alcanzar la meta generando por ende la incapacidad en los individuos para enfrentarse a problemas.

3.3.2.2 Dificultades de proceso que tienen en cuenta la comprensión y la regulación de los procesos:

Las provocadas por la no comprensión de la situación problemática debido a la lectura inadecuada del enunciado del problema que puede hacer que no se visualice la incógnita, no se distinga la información relevante de la que no lo es y no se identifiquen claramente los conceptos que debe agregarse al problema para su posterior solución; la representación incorrecta del problema, debido posiblemente a “la escritura fraccionada de los datos y de las incógnitas, el procesamiento y transformación en forma inmediata de los datos en otros y la tendencia a dejar estos datos e incógnitas como expresiones numéricas y de no convertirlos en sistemas de símbolos, que son mucho más manejables”⁴³ y la no estimación de una posible solución del problema puede hacer que se omita alguna incógnita presente en el enunciado.

⁴³ GARCIA, GARCIA, Jose Joaquín. Didáctica de las Ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Cooperativa editorial Magisterio, 1a edición, Bogotá, 2003, p. 59.

Las provocadas por el establecimiento y regulación de los procesos de solución:

- Las relacionadas con el procesamiento de la información. Dentro de estas se encuentran la inexactitud e imprecisión en los resultados por análisis y cálculos errados, debido a la manera rápida como se ha abordado el problema ya conocido y al afán de obtener una respuesta numérica; el conocimiento impreciso del significado de algunos términos involucrados en relaciones matemáticas, lo que conlleva a no distinguir entre el valor de una cantidad y lo que esta representa, “Fallos en el cálculo de cantidades, producidos por la confusión entre los conceptos que representan estas cantidades y las cantidades como tal”⁴⁴ y la no utilización de unidades al expresar una cantidad así como de la aplicación de factores de conversión a las mismas, en el momento en que se requiera.
- Las que se presentan por el inadecuado uso de la información, tienen que ver con la búsqueda de la solución al problema sólo en el contexto en el cual este es encuentra enmarcado, sin tener en cuenta otros contextos diferentes relacionados con él que pueden ser útiles a la hora de transformar las condiciones iniciales de la situación problemática.
- Las que se encuentran asociadas con el procedimiento de resolución de problemas empleado. Estas son el diseño de estrategias de resolución por parte de los estudiantes sólo en el momento en el que son sometidos a procesos evaluativos; el desconocimiento de procedimientos eficaces de resolución por parte de los estudiantes, debido a que no han sido enseñados durante la actividad académica; la falta de representación y reformulación del enunciado del problema, que hace que los alumnos utilicen estrategias incorrectas para su solución; la no revisión por parte de los estudiantes de las soluciones dadas al problema ni mucho menos la adecuación del procedimiento utilizado en la resolución.

3.3.2.3 Dificultades de orden interno que tienen que ver con la ausencia de habilidades cognitivas y cognoscitivas propias de la persona que se enfrenta a la

⁴⁴ Ibid., p. 60

situación problemática. Algunas de estas son, la deficiencia para la construcción de modelos de procedimiento para la resolución de situaciones problemáticas con datos y unidades que no son fijas; la falta de habilidad para transformar el enunciado del problema en un esquema físico apropiado para su solución, la incapacidad de transferencia, es decir, incapacidad para “extender o aproximar un patrón o forma de resolución de un problema desde un área a otro”⁴⁵; la ausencia de conocimientos tanto declarativos como procedimentales, generando fallos en la utilización de los conceptos y de las posibles relaciones entre ellos, así como dificultad en la aplicación de heurísticos de solución; la incapacidad para utilizar la información conocida; esta inhabilidad puede ser función de la desigualdad entre la memoria del individuo y la exigida por la información, la falta de confianza y el bajo autoconcepto, entre otras características de personalidad negativas, hace que se pierda el interés de la obtención de la respuesta.

3.3.3 Habilidades mentales requeridas en la resolución de problemas

Para que un individuo aborde satisfactoriamente una situación problemática, es necesario que cuente con capacidades o habilidades tales como:

3.3.3.1 Habilidades cognitivas, que son llamadas también habilidades de orden superior y son:

- Capacidad de análisis, mediante la cual es posible distinguir entre la información relevante y la que no lo es, para representar el problema de manera coherente definiendo las variables del problema y sus relaciones; de igual forma tiene que ver con la habilidad para determinar conceptos no presentados en el problema necesarios para la solución del mismo.

⁴⁵ Ibid., p.62

- Capacidad de síntesis que tiene que ver con la habilidad para establecer estrategias o pasos de resolución, plantear hipótesis, procesar y transformar los datos y elaborar juicios para la generación de conclusiones.
- Transferencia definida por García como “el proceso por el cual la experiencia que tenemos en una actividad tiene efectos (tanto positivos como negativos) en el desarrollo de otra nueva actividad”⁴⁶. Los individuos transfieren cuando a partir de patrones de resolución conocidos planean sus propias estrategias de resolución para aplicarlas a la nueva situación y cuando extraen conceptos de contextos diferentes a aquellos en los que se está presentando el problema.
- Creatividad, habilidad necesaria para la elaboración de patrones de resolución, de nuevos procedimientos a partir de unos ya conocidos y de respuestas que requieren de conceptos nuevos.

3.3.3.2 Habilidades cognoscitivas que se refieren a los conocimientos propios del sujeto, los cuales son necesarios para que se pueda enfrentar al proceso de resolución de situaciones problemáticas. Se dividen en:

- Habilidades cognoscitivas procedimentales que hacen referencia a las habilidades que el sujeto ha desarrollado durante otros procesos de enseñanza y aprendizaje y que son requeridos para enfrentarse a un problema. Algunas de estas son observación e identificación de los problemas, habilidad de cuestionamiento y planteo de preguntas, habilidad para modelización (construir sistemas con significado acerca del problema), habilidad para el trabajo en grupo y el “trabajo cooperativo”, habilidad para aplicar estrategias o algoritmos en el procesamiento de la información y la resolución de la situación problemática, y habilidad de lectura y de escritura.
- Habilidades cognoscitivas declarativas, se refieren al conocimiento de teoremas, leyes y principios con que cuenta el sujeto y que harán de la solución del problema un proceso más eficaz; por tanto, las habilidades cognoscitivas declarativas son propias de cada problema.

⁴⁶ Ibid., p. 64

3.3.3.3 Habilidades metacognitivas, que son importantes porque “La metacognición eleva la conciencia de los procesos mentales propios y da apoyo a la autorregulación del pensamiento”⁴⁷ contrarrestando la aplicación inconsciente de procedimientos sin ningún sentido para la resolución de problemas por parte de los estudiantes. Las más importantes son:

- Planificar las actividades a realizar para establecer los elementos que se requieren, los objetivos y los cursos de acción.
- Evaluar y retroalimentar los planes de aprendizaje, detectar los posible errores y confrontar lo planeado con lo ejecutado.
- Aprovechar el tiempo para ser más eficiente en el desarrollo de las actividades planeadas.

3.3.3.4 Memoria. Los procesos en los que está implicada la capacidad de memoria, y que ayudan a que un individuo resuelva situaciones problemáticas satisfactoriamente son:

- Donación de significado a los conceptos que llegan a la mente.
- Almacenamiento y organización de los conceptos en la mente con la participación de la memoria a largo plazo (base de conocimientos acumulados por el sujeto)
- Recuperación de datos para transferirlos y aplicarlos en los procedimientos de resolución; esto depende de la manera en que los conceptos se hallen organizados en la memoria a largo plazo y de las claves que se utilizan para recordarlo.
- “Procesado, transformación y codificación de la información con la intervención de la memoria a corto plazo y de la memoria de trabajo”⁴⁸

⁴⁷ Ibid., p.67

⁴⁸ Ibid., p.69

3.4 ENFOQUE DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS

El desarrollo de competencias profesionales se ha constituido en un propósito de la educación universitaria, pues responde a los retos educativos que exige la sociedad actual: es necesario que los profesionales de las diversas disciplinas vayan más allá del saber, que sean lo suficientemente creativos para utilizar los conocimientos en diversos contextos, es decir sean “competentes” en su desempeño laboral.

3.4.1 Un acercamiento al concepto de competencia

El concepto de competencia surge en el contexto del desarrollo histórico de diferentes corrientes psicológicas y disciplinas del conocimiento, caracterizándose desde el campo de la lingüística, de la sociolingüística y de la psicología cognitiva.

3.4.1.1 Competencia lingüística: el enfoque chomskyano

Noam Chomsky define la competencia lingüística como “la posesión intuitiva de las reglas de la gramática que posee un individuo”⁴⁹, es decir, el conocimiento inconsciente que un individuo tiene de su lengua. Según esta perspectiva el sujeto trae consigo los elementos necesarios para ejercer de manera creadora la facultad del lenguaje independientemente de factores ambientales. Para Chomsky “el cerebro y la mente del niño tienen la capacidad innata para el lenguaje: una competencia lingüística”⁵⁰. Por tanto la adquisición y el desarrollo del lenguaje son función de las estructuras innatas que el individuo posee.

⁴⁹ PEREA, S. Carlos. El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación. Editorial ASED, 1a edición, Bucaramanga, 2000, p. 15.

⁵⁰ Ibid., p. 17

3.4.1.2 Competencia cognitiva

El concepto de competencia es abordado por Piaget y Vygotski, desde el punto de vista de la psicología cognitiva así:

➤ El enfoque Piagetano

Según Piaget la maduración biológica, la actividad, las experiencias sociales y el equilibrio son factores que determinan ciertas competencias en el sujeto; esto es posible, mediante la interacción constante de dichos factores.

La maduración, definida como los cambios biológicos en el individuo, se produce cuando el individuo se relaciona con todo lo que le rodea. La actividad es “la interacción recíproca entre el sujeto y el entorno”⁵¹ y se manifiesta cuando el individuo observa, organiza, clasifica y planifica. Las experiencias sociales son el resultado de la relación del individuo con otras personas y hacen que el individuo se percate de las competencias con que cuenta y las demuestre. El equilibrio, se da por la interacción entre los sistemas cognitivos del individuo y la información que proporciona el entorno, haciendo que se fortalezcan los procesos mentales del sujeto.

Desde el punto de vista de Piaget, “los seres humanos presentan una tendencia innata a organizar sus procesos de pensamiento en estructuras psicológicas, estas estructuras psicológicas son las que le posibilitan al individuo comprender e interactuar con su entorno”⁵²

➤ El enfoque Vygotskiano

Según este autor, en el proceso de desarrollo intelectual, las funciones primero se socializan (intersicológicamente) y seguidamente se interiorizan

⁵¹ Ibid., p.19

⁵² Ibid., p.19

(intrascólicamente). En este orden de ideas, las funciones psíquicas superiores son producto de la relación entre los seres humanos en un contexto determinado. Según Vygotski, “la influencia del desarrollo biológico y el entorno cultural actúan desde la infancia promoviendo en el niño la *competencia de usar los signos y el lenguaje*. En este proceso interviene la mediación del signo (mediación semiótica) y la mediación de los instrumentos”⁵³

El nivel de funcionamiento de las competencias está determinado por el área de desarrollo efectivo (realización de una actividad sin mediación de otra persona) y el área de desarrollo próximo (realización de una actividad con mediación de otra persona)

3.4.1.3 Competencia sociolingüística: el enfoque de Dell Hymes

D. Hymes define la competencia comunicativa como “la habilidad que tiene un emisor nativo, respecto de su comunidad de hablantes de interpretar y producir lenguaje apropiado a las situaciones”⁵⁴. Teniendo en cuenta esta definición, la actividad lingüística que el sujeto desarrolla, está relacionada con la motivación y el estilo cognitivo del individuo y con la comunicación y la interacción social, es decir, está en directa relación con el contexto en el cual se desarrolla la acción comunicativa.

3.4.2 El Concepto de competencia

La necesidad de valorar los conocimientos (saberes), las habilidades y destrezas (saber hacer) desarrolladas por un individuo, así como de apreciar su capacidad de

⁵³ Ibid., p.21

⁵⁴ Ibid., p. 21

emplearlas para enfrentarse a situaciones, resolver problemas y desenvolverse en la sociedad, hace que surja el concepto de competencia.

De la misma manera, este concepto implica una mirada a las condiciones del individuo y a las disposiciones con las que actúa, o sea, al componente actitudinal y valorativo (saber ser) incidente sobre los resultados de la acción.

La competencia es “un saber hacer frente a una tarea específica, la cual se hace evidente cuando el sujeto entra en contacto con ella. Esta competencia supone conocimientos, saberes y habilidades que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y la tarea y que no siempre están de antemano”⁵⁵

Las competencias se demuestran a través de los desempeños, observables y medibles y, por tanto, evaluables, de una persona en un contexto específico. “Las competencias se visualizan, actualizan y desarrollan a través de desempeños o realizaciones en los distintos campos de la acción humana”⁵⁶

Las competencias se caracterizan por que:

- Son personales y están presentes en todos los seres humanos.
- Siempre están referidas a un ámbito o un contexto en el cual se materializan.
- Representan potenciales que siempre son desarrolladas en contextos de relaciones disciplinares significativas.
- Se realizan a través de las habilidades.
- Están asociadas a una movilización de saberes.
- Son patrones de articulación del conocimiento al servicio de la inteligencia.
- Representan la potencialidad para la realización de intenciones referidas.

⁵⁵Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría de Educación. Evaluación de competencias básicas en lenguaje y matemáticas. Bogotá, D.C., 1999.

⁵⁶Ibid.,

3.4.3 Clasificación de las competencias

Cuando se habla de competencia, se hace referencia a un fenómeno tanto individual como social y cultural, ya que es en la sociedad donde se le da sentido y legitimidad a las competencias esperadas y de mayor reconocimiento; por ello las competencias se refieren a la capacidad de una persona para desenvolverse en ámbitos de la vida personal, intelectual, social, ciudadana y laboral.

La formación integral de un estudiante es la responsable de su desempeño óptimo en la sociedad; debido a esto, en la actualidad se hace énfasis en el desarrollo y evaluación de competencias de distinto tipo, tales como básicas (relacionadas con el lenguaje, la matemática y las ciencias), ciudadanas (referidas a la capacidad de actuar en sociedad) y profesionales (necesarias para actuar como ser productivo)

3.4.3.1 Competencias básicas

“Las competencias básicas están relacionadas con el pensamiento lógico matemático y las habilidades comunicativas”⁵⁷. Son la base para que los individuos aprendan continuamente y apliquen los conocimientos aprendidos en todos los ámbitos (personal, social, etc) y además permiten el desarrollo de las competencias ciudadanas y laborales.

La Secretaría de Educación de Bogotá, en su documento competencias laborales: base para mejorar la empleabilidad de las personas, hace referencia a las competencia básicas:

- Las competencias básicas en matemáticas se relacionan con el saber hacer en el contexto matemático, que no es otra cosa que el uso que el estudiante hace

⁵⁷ Ibid.,

de la matemática para comprender, utilizar, aplicar y comunicar conceptos y procedimientos matemáticos.

- La competencia comunicativa o de uso del lenguaje, se refiere al uso del lenguaje para acceder a la comprensión y a la producción de diferentes tipos de textos. Es decir, a la manera como el estudiante emplea su lenguaje en los procesos de negociación del sentido.

En el contexto laboral, estas competencias permiten al individuo entender instrucciones, producir textos, interpretar información, analizar problemas y sus posibles soluciones, comprender y comunicar sentidos con otras personas.

3.4.3.2 Competencias ciudadanas

Las competencias ciudadanas son el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que hacen que un individuo se desenvuelva adecuadamente en la sociedad y contribuya de esta manera, al bienestar común y al desarrollo de región.

“La formación de competencias ciudadanas está relacionada con la apropiación de mecanismos de regulación del comportamiento, tales como la ley, principios, valores, normas, reglamentos, creados para convivir en armonía con otros diversos, regular los acuerdos y respetarlos”⁵⁸

En el contexto laboral, estas competencias habilitan al individuo para que asuma comportamientos adecuados, respete las leyes y procedimientos, sea crítico y reflexivo, busque la armonía en la relación con los demás, cuide los bienes que le sean encomendados, participe activamente y genere sentido de pertenencia con su organización.

⁵⁸ Ibid.,

3.4.3.3 Competencias profesionales

Las competencias profesionales son las capacidades que una persona posee para desempeñarse productivamente en escenarios laborales, mediante el uso de diversos recursos en condiciones específicas, asegurando la calidad en el logro de los resultados.

- Competencias profesionales generales. “Se caracterizan por no estar ligadas a una ocupación en particular, ni a ningún sector económico, cargo o tipo de actividad productiva, pero habilitan a las personas para ingresar al trabajo, mantenerse en él y aprender. Junto con las competencias básicas y ciudadanas, facilitan la empleabilidad de las personas”⁵⁹ Este tipo de competencias son adquiridas en procesos de enseñanza y aprendizaje y permiten el desarrollo de nuevas habilidades.

Cuadro 3. Competencias profesionales generales fundamentales.

COMPETENCIAS PROFESIONALES GENERALES	
Intelectuales	Condiciones intelectuales asociadas con la atención, la memoria, la concentración, la solución de problemas, la toma de decisiones y la creatividad.
Personales	Condiciones del individuo que le permiten actuar adecuada y asertivamente en un espacio productivo, aportando sus talentos y desarrollando sus potencialidades, en el marco de comportamientos social y universalmente aceptados. Aquí se incluye la inteligencia emocional y la ética, así como la adaptación al cambio.
Interpersonales	Capacidad de adaptación, trabajo en equipo, resolución de conflictos, liderazgo y proactividad en las relaciones interpersonales en un espacio productivo.
Organizacionales	Capacidad para gestionar recursos e información, orientación al servicio y aprendizaje a través de la referenciación de experiencias de otros.
Tecnológicas	Capacidad para transformar e innovar elementos tangibles del entorno (procesos, procedimientos, métodos y aparatos) y para encontrar soluciones prácticas. Se incluye en este grupo las competencias informáticas y la capacidad de identificar, adaptar, apropiar y transferir tecnologías.
Empresariales (para generación de empresa)	Capacidades que habilitan a un individuo para crear, liderar y sostener unidades de negocio por cuenta propia, tales como identificación de oportunidades, consecución de recursos, tolerancia al riesgo, elaboración de proyectos y planes de negocios, mercadeo y ventas, entre otras.

⁵⁹ Ibid.,

- Competencias profesionales específicas. “Son aquellas necesarias para el desempeño de las funciones propias de las ocupaciones del sector productivo”⁶⁰. Quien las posee cuenta con conocimientos, habilidades y actitudes que conlleven al alcance de resultados de calidad en el cumplimiento de una ocupación y, por ende, facilitan el logro de los objetivos de la organización.

Las competencias profesionales específicas habilitan a las personas para desempeñar una ocupación; Según el SENA una ocupación es el conjunto de puestos de trabajo con funciones productivas afines cuyo desempeño requiere competencias comunes relacionadas con los resultados que se obtienen.

En Colombia, el SENA clasificó 450 ocupaciones (Clasificación Nacional de Ocupaciones) agrupándolas en 9 áreas, cada una de las cuales contiene ocupaciones en cinco niveles que son el directivo, el profesional, el técnico, el calificado y el semicalificado. Dichas áreas son:

- Finanzas y administración
- Ciencias naturales y aplicadas
- Salud
- Ciencias sociales, educativas, religiosas y servicios gubernamentales
- Arte, cultura, esparcimiento y deporte
- Ventas y servicios
- Explotación primaria y extractiva
- Oficios, operación de equipos y transporte
- Procesamiento, fabricación y ensamble

Según el SENA, las ocupaciones se han agrupado por afinidad de funciones, buscando con ello hacer ofertas educativas que permitan la movilidad entre varios campos ocupacionales, es decir, formar en áreas que sirvan a varias ocupaciones, logrando con ello polivalencia y movilidad ocupacional de quienes poseen dicha formación.

⁶⁰ Ibid.,

3.4.4 El aula un espacio para el desarrollo de competencias

Para la formación integral de la persona, se deben tener en cuenta las competencias cognitivas, afectivas, sociales y comunicativas que el alumno ha adquirido en sus procesos educativos; por tal motivo, el aula debe constituirse en un espacio dialógico donde el estudiante ponga en práctica sus competencias, es decir, un lugar donde se asocie el discurso que trae el alumno (producto de su aprendizaje espontáneo) con el discurso que trae el profesor. Para favorecer dicho espacio dialógico se deben tener en cuenta las ideas previas y el estilo metacognitivo con los que el alumno inicia su participación en el aula, ya que es allí donde debe utilizarlos para interpretar, argumentar y proponer.

El profesor debe pasar de ser un profesor tradicional a ser un profesor – mediador. Este último “posee una formación integral (humanística y técnica). Educa desde el campo de la pedagogía, la psicología, la filosofía y la epistemología del área del conocimiento del cual es especialista. Constantemente se está actualizando y es flexible hacia la recepción crítica de nuevas propuestas; se autoevalúa y permite ser evaluado respecto a su estructura mental y su entramado conceptual. Posee una conciencia discursiva y una gran capacidad para establecer relaciones con las demás personas”⁶¹

El profesor – mediador, debe facilitar las experiencias de aprendizaje, de tal manera que se construyan aprendizajes significativos y se propicie el desarrollo de las potencialidades de los estudiantes, para de esta manera promover en ellos la puesta en práctica de sus competencias.

Una propuesta para mejorar los niveles de competencia en el aula es conveniente llevar a cabo los siguientes pasos:

⁶¹ PEREA, S. Carlos. El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación. Editorial ASED, 1a edición, Bucaramanga, 2000, p. 62.

- Definición de logros e indicadores de los mismos que se tendrán en cuenta en la sesión: Tanto el logro para la sesión como los indicadores de logro que puedan manifestarse durante el desarrollo de la misma deben ser definidos por el mediador.
- Fase de sensibilización y diagnóstico: Consiste en motivar al alumno respecto al tema que se va a tratar y lograr un acercamiento inicial con él para tener una primera impresión de su estructura mental, su entramado conceptual básico y el funcionamiento de sus competencias.
- Fase de desarrollo temático: Tiene por objetivo mediar en los alumnos los conceptos científicos que se quieren sean incorporados significativamente, así como cualificar su estructura mental.
- Autorregulación: Consiste en comentar con el estudiante cómo logró los objetivos, por qué lo hizo así, qué otras alternativas existían, qué competencias considera que activó, que aprendió y qué transferencias hizo de lo aprendido a otras situaciones.
- Coevaluación: Reflexión sobre la actividad desarrollada por parte del mediador y por parte de los alumnos, para lo cual se analiza la metodología y los instrumentos empleados así como la relación existente entre las partes (alumnos y mediador) y el comportamiento de los alumnos, entre otras.

3.4.5 Descripción de competencias profesionales

Las competencias profesionales del Ingeniero metalúrgico no han sido construidas ni descritas por la comunidad docente, por tanto, fue necesario enunciarlas para efectos de esta investigación, además, desde el punto de vista del grupo de investigación, este primer acercamiento a las competencias del Ingeniero Metalúrgico, sirve de base para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje que la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de materiales de la Universidad Industrial de Santander se encuentra desarrollando con miras a una enseñanza basada en el desarrollo de competencias.

Para la descripción de las mencionadas competencias, se contó con documentos tales como el perfil profesional del Ingeniero Metalúrgico de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander, la misión de la misma, la Monografía Ocupacional de la profesión del Ingeniero Metalúrgico de la Universidad Central de Venezuela, entre otras.

Inicialmente se describieron las competencias profesionales generales y profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico, con la supervisión del profesor titular de la asignatura. El documento elaborado se entregó a algunos docentes de la escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, los cuales mediante sus aportes y críticas, contribuyeron a su mejoramiento.

El resultado final de este trabajo es el siguiente:

3.4.5.1 Competencias profesionales generales

Las competencias profesionales se pueden definir como:

- Competencia tecnológica. Esta Competencia está relacionada con la capacidad para diseñar, transformar y optimizar procesos, procedimientos, métodos, aparatos y materiales que conlleven a la búsqueda de soluciones prácticas de los problemas ingenieriles. De igual manera implica contribuir a través de la investigación básica y aplicada al avance de las fronteras de la ciencia, mediante la identificación, apropiación, creación y transferencia de tecnología.
- Competencia administrativa. Esta competencia implica en primer lugar el conocimiento de la organización de la empresa en la que presta sus servicios, así como de sus normas, sistemas y procedimientos, para hacer una buena gestión de los recursos y la información existente en el entorno laboral. Lo anterior se logra mediante la identificación de oportunidades, la tolerancia al riesgo, la elaboración de proyectos y planes de negocios, entre otros. Y en

segundo lugar, está relacionada con las destrezas para la elaboración de planes de desarrollo, propuestas de mejoramiento y gestiones económicas.

- Competencia sociohumanística. Esta competencia está basada en primer lugar en el trabajo por la identificación de las metas de la organización con la satisfacción de las expectativas de los miembros de la misma, y en segundo lugar en la demostración consistente por la vía de las acciones de una genuina preocupación tanto por la gente con que trabaja como por los resultados alcanzados. Por otra parte tiene que ver con el respeto por las diferencias individuales y con la creación de un ambiente laboral apropiado, donde se fomente la superación y capacitación del personal.

3.4.5.2 Competencias profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico

Las competencias profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico (desde el punto de vista tecnológico) se pueden definir como:

- Competencia de obtención de metales. Esta competencia se relaciona con el conocimiento de las diferentes formas de presentación de los elementos y compuestos de origen mineral y sus posibilidades de explotación. De igual manera tiene que ver con la habilidad para aplicar las etapas de beneficio de minerales metálicos y no metálicos para la extracción, obtención, refinación y combinación de metales y aleaciones en estado bruto preservando el medio ambiente.
- Competencia de adaptación de materiales. Esta competencia se define como la habilidad para comprender la naturaleza de la estructura interna de los materiales de ingeniería, las relaciones existentes entre estas y su comportamiento y propiedades. Al mismo tiempo tiene que ver con la aptitud para desarrollar y mejorar los métodos de conversión de refinados, metales o aleaciones en productos útiles para la comunidad, elaborados o semielaborados

para usos específicos, a través de procesos de conformado tales como fundición, soldadura, deformación plástica, tratamientos térmicos y maquinado.

- Competencia de selección y diseño de materiales. Esta competencia implica el conocimiento de la estructura interna y propiedades de los materiales para tener la capacidad de evaluarlos y seleccionarlos adecuadamente para la elaboración de determinados productos basándose en factores de procesamiento, requerimientos de servicios, disponibilidad y economía. Y, en caso de no existir los materiales, tener las destrezas suficientes para fabricarlos, dependiendo de los requerimientos de la aplicación.
- Competencia de control de la calidad. Esta competencia está basada en la aplicación de técnicas de medición de propiedades físicas, mecánicas y químicas, así como técnicas de ensayos destructivos y no destructivos y, en la interpretación de los resultados de dichos análisis, pruebas y ensayos para tomar decisiones de aceptación, reprocesamiento, rechazo o cambio de destino de materias primas y productos elaborados o semielaborados.

3.4.5.3 Competencias profesionales desarrolladas a partir del aprendizaje del ordenamiento atómico y las propiedades de los materiales

El proceso de aprendizaje de los conceptos relacionados con el ordenamiento atómico y las propiedades de los metales ayuda, de una manera directa, al desarrollo de las siguientes competencias profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico: Competencia de adaptación de materiales, competencia de selección y diseño de materiales, competencia de control de calidad; e indirectamente al desarrollo de las siguientes competencias profesionales generales: Competencia sociohumanística y competencia administrativa.

Posteriormente a la descripción de las competencias profesionales del Ingeniero Metalúrgico se definieron algunos desempeños, que hacen parte de estas y que los

estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I alcanzarán en el proceso de aprendizaje de los conceptos anteriormente mencionados.

Estos desempeños son:

- Relación estructura-propiedades. Este desempeño tiene que ver con la capacidad para relacionar de manera directa el ordenamiento atómico de un metal con su comportamiento.
- Selección general de materiales. Este desempeño está relacionado con la habilidad para identificar los requerimientos de una aplicación específica y con la capacidad para escoger de una manera general un material que cumpla dichos requerimientos.

Vale la pena mencionar que dentro de cada competencia existen ciertos niveles de desempeño, que apuntan al desarrollo de estas. Debido a que las competencias profesionales del Ingeniero Metalúrgico fueron enunciadas para efectos de esta investigación, no se han descrito niveles de desempeño para dichas competencias, solo se enunciaron algunos desempeños de las mismas, con el fin de conseguir un acercamiento a dicha categorización; esta debe ser posteriormente diseñada para efectos de una enseñanza basada en el desarrollo de competencias.

4. FUNDAMENTO TEORICO REFERENTE AL ORDENAMIENTO ATOMICO Y A LAS PROPIEDADES DE LOS METALES

Dentro de los materiales de Ingeniería, los materiales metálicos son de especial interés en la Industria debido a la diversidad de propiedades tanto físicas como mecánicas que presentan y por consiguiente a la gran variedad de aplicaciones para las que son requeridos. Estas propiedades son una función directa del ordenamiento atómico o microestructura del material y por tal motivo conocer el arreglo interno de los materiales es, para el Ingeniero de Metalúrgico, relevante a la hora de determinar el uso específico de los mismos.

4.1 Ordenamiento atómico

Para comprender por qué los átomos se ordenan en la manera en que lo hacen en un sólido, es necesario dividir las uniones interatómicas en uniones direccionales (covalentes y de dipolo permanente) y en no direccionales (metálicas, iónicas y de Van der Waals); los átomos unidos direccionalmente están ordenados de tal forma que se respetan los valores de los ángulos de unión, mientras que los átomos unidos de manera no direccional se comportan como esferas ordenadas compactamente y obedecen reglas geométricas que son función de sus diferencias de tamaño.

Aunque por conveniencia los dos tipos de uniones son discutidos separadamente, la unión en los materiales reales es, a menudo, una mezcla de ambos.

Los átomos unidos no direccionalmente, tales como los de los elementos metálicos o nobles, solidifican con un ordenamiento tan compacto como sea posible, minimizando de esta manera la energía de ligadura por unidad de volumen. Por tanto, dichos átomos son considerados esferas rígidas apiladas, siendo doce las que pueden apilarse en torno de una central de manera que todas la toquen

simultáneamente. En muchas estructuras metálicas se observan dos ordenamientos de este tipo, el *hexagonal compacto* (HC) y el *cúbico de caras centradas* (CCC), los cuales no son equivalentes.

Los ordenamientos atómicos locales que se observan entre los elementos metálicos muestran en qué medida están apilados compactamente átomos de igual tamaño ligados no direccionalmente. Los elementos nobles presentan estructuras compactas cuando solidifican a muy bajas temperaturas y aproximadamente dos tercios de los metales exhiben ordenamiento atómico compacto, es decir, HC o CCC a temperatura ambiente. La mayoría del tercio restante, que no solidifica con estructura compacta, son los metales alcalinos y los de transición, los cuales tienden a presentar una estructura *cúbica centrada en el cuerpo* (CC), que aunque no es tan compacta como una cúbica de caras centradas o hexagonal compacta, es un ordenamiento atómico de energía relativamente baja.

La eficiencia de empaquetamiento o eficiencia con que los átomos llenan el espacio es directamente proporcional al número de átomos que se encuentran en contacto con un átomo en particular, es decir, al número de primeros átomos vecinos que tiene un átomo; este número es conocido con el nombre de ***número de coordinación***.

Los poliedros de enlace o celdas unidad que no son otra cosa que el resultado de la unión de los centros de los átomos que rodean a un átomo central (como el hexagonal compacto, el cúbico de caras centradas, el cúbico centrado en el cuerpo) se consideran como subunidades que apiladas forman las estructuras tridimensionales que conforman los sólidos. La forma de apilamiento determina si el sólido es no cristalino (vítreo o amorfo) o cristalino y, si es cristalino, cuál es su estructura cristalina. En un sólido no cristalino, los poliedros de enlace se agregan al azar, mientras que en un sólido cristalino, cada tipo de ordenación se continúa regularmente en tres dimensiones, es decir, en el espacio. Las diversas geometrías resultantes de los diferentes tipos de ordenación se conocen con el nombre de ***estructuras cristalinas***.

Las estructuras cristalinas son descritas en términos de un concepto geométrico denominado red espacial, que es una ordenación tridimensional infinita de puntos en la que cada uno de ellos tiene un entorno idéntico a los demás; estos puntos se ordenan de catorce formas diferentes llamadas **redes de Bravais**. Estas redes se derivan de las siete formas básicas de sistemas cristalinos llamados primitivos o simples, cuyos tamaños y formas se designan por los ángulos entre las caras y la longitud de las aristas de la celda; estos números se conocen con el nombre de *parámetros de la red*.

Por lo tanto, los átomos en toda estructura cristalina están en posiciones designadas por una de las catorce formas existentes y el comportamiento del material es una función directa de su estructura cristalina, es decir, de su ordenamiento interno.

A continuación se presentan los sistemas cristalinos y las Redes de Bravais derivadas de estos.

Cuadro 4. Las Redes de Bravais.

SISTEMA CRISTALINO	PRIMITIVO	CENTRADO EN EL CUERPO	CENTRADO EN LAS CARAS	CENTRADO EN BASE
<i>Cúbico</i> $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
<i>Tetragonal</i> $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
<i>Ortorrémico</i> $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
<i>Hexagonal</i> $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$				
<i>Monoclínico</i> $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma \neq 90^\circ$				
<i>Triclínico</i> $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$				
<i>Reboédrico</i> $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$				

Algunos materiales presentan más de una de las estructuras cristalinas mostradas anteriormente, ya sea en forma natural o al ser sometidos a cambios de temperatura. Esta propiedad se conoce con el nombre de polimorfismo o alotropía; tal es el caso del hierro, que a temperaturas bajas cristaliza en el sistema CC pero a temperaturas mayores se transforma en CCC.

Los planos en los que se ordenan los átomos se denominan planos atómicos o cristalográficos y la relación de estos con los ejes de la celda se designa por los **índices de Miller**. Para la determinación de dichos índices, se establece que una esquina de la celda sea el origen de las coordenadas espaciales, y cualquier conjunto de planos se identifica invirtiendo las intercepciones de estos con las coordenadas mencionadas, teniendo en cuenta que la unidad de las coordenadas es el parámetro de la red del cristal. Se debe tener en cuenta que si un plano es paralelo a un eje, lo interceptará en el infinito, si corta el lado negativo del eje, el índice será negativo y se indicará colocando un signo menos arriba del índice y si los índices son fraccionarios, estas fracciones deben convertirse a números enteros. Vale la pena resaltar que todos los planos paralelos tienen los mismos índices y que para la designación de los índices de Miller, se utilizan los paréntesis () alrededor de los índices indicando un plano específico o un conjunto de planos paralelos y las llaves { } que significan una familia de planos de la misma "forma" equivalentes en el cristal.

Para determinar los índices de una dirección dada, se coloca la base de la flecha del vector con dirección al origen y se sigue su eje hasta encontrar coordenadas enteras. En lugar de construir otras celdas, se puede usar un punto que tenga intersecciones fraccionarias en la celda unitaria y multiplicar por el mínimo común denominador. Al especificar una dirección se coloca un paréntesis cuadrado alrededor de los números para distinguir la dirección de la notación usada para los planos. Cuando se tengan índices negativos, estos se especifican colocando un signo negativo encima del número, y para especificar un conjunto de direcciones semejantes se utilizan paréntesis agudos y se escriben los índices de una sola dirección.

En la estructura cristalina existe un número infinito de planos, pero la mayoría no tienen importancia práctica. Cada conjunto de planos paralelos debe dar cuenta de todos los átomos y por tanto los planos más importantes son los de alta población atómica y más grande distancia interplanar. En la estructura cúbica centrada en el cuerpo, éstos son los planos $\{110\}$ y en la estructura cúbica de caras centradas son los planos $\{111\}$.

Cabe resaltar que los materiales presentan *irregularidades o defectos* en el arreglo de las partículas que conforman el retículo, los cuales, en muchos casos se agregan intencionalmente para obtener propiedades físicas y mecánicas deseadas.

Dentro de estas irregularidades se encuentran los defectos puntuales, los defectos lineales y los defectos de superficie.

Dentro de los defectos puntuales están las vacancias que son sitios vacíos en el retículo cristalino debidos a la ausencia de partículas en su posición normal; los defectos intersticiales correspondientes a la presencia de átomos extraños en los intersticios presentes entre átomos y los defectos sustitucionales o presencia de átomos que reemplazan a los que conforman la red. Los defectos lineales o dislocaciones son regiones de átomos ubicadas entre dos partes esencialmente perfectas del cristal. Dentro de los defectos superficiales se encuentran los bordes de grano que representan la delimitación entre dos granos y las fallas de apilamiento, correspondientes a un error en la secuencia de apilamiento de los planos del cristal.

4.2 Comportamiento elástico y plástico

Cuando un material se tensiona por debajo de su límite elástico, se deforma temporalmente y al suprimir el esfuerzo aplicado, dicho material retorna de manera gradual a sus dimensiones originales; pero si por el contrario, el material se tensiona más allá de su límite elástico, este se deforma plástica o permanentemente y no

regresará a su forma original por la sola suspensión de la fuerza. El comportamiento de un metal que experimenta deformación plástica y el mecanismo mediante el cual ocurre dicha deformación son de especial interés para perfeccionar las operaciones de conformado y de maquinado a que son sometidos estos materiales tales como troquelado, prensado, laminado, forjado, estirado, fresado, torneado, punzado, entre otras.

La deformación plástica en los metales tiene lugar principalmente por deslizamiento, aunque se puede dar por maclaje o mediante una combinación de ambos procesos; La deformación plástica ocurre por el deslizamiento de los planos del cristal a medida que se aplica un esfuerzo suficientemente elevado, de manera que cuando éste se retira, el material no recupera su forma ya que dentro de él ha habido desplazamiento permanente de los átomos; el aumento progresivo de la carga produce eventualmente la fractura del material. Este tipo de deformación se presenta generalmente en materiales dúctiles, como la mayoría de los metales y los cauchos, los cuales inicialmente se deforman elásticamente pero luego exhiben deformación plástica antes de su fractura. Según investigaciones se ha demostrado que el deslizamiento ocurre en planos de átomos específicos del cristal y a lo largo de ciertas direcciones en dichos planos y que además el deslizamiento depende de la estructura perfectamente repetitiva del cristal.

El deslizamiento es el resultado de un simple esfuerzo cortante producto de la descomposición de la carga de tensión axial F aplicada al material. Dicha descomposición da como resultado una carga tangencial ($F_s = F \cos \theta$) a lo largo del plano de deslizamiento y una carga normal ($F_n = F \sin \theta$) perpendicular al plano, como se muestra en la figura.

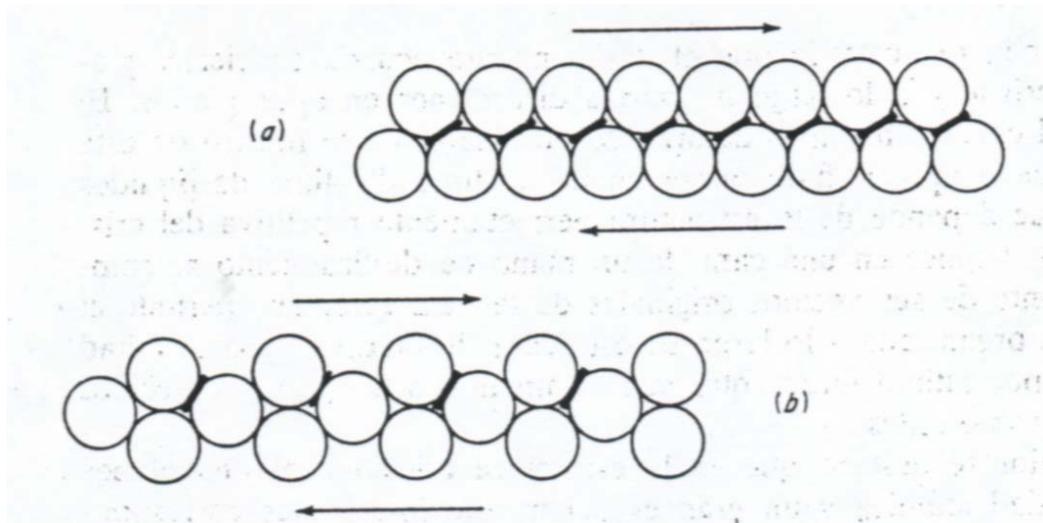
Figura 3. Componentes de fuerza sobre un plano.



Tomado de Introducción a la metalurgia Física de Sydney H. Avner

Un factor importante para determinar el movimiento de deslizamiento es la dirección y el sentido del esfuerzo cortante sobre el plano de deslizamiento, el cual ocurre en las direcciones de empaquetamiento compacto ya que de esta manera se requiere la mínima cantidad de energía. Debido a que estas direcciones de empaquetamiento compacto están más separadas entre sí que las filas de bajo empaquetamiento compacto, estas se deslizan con menos interferencia y sin separarse. Los átomos pertenecientes a una dirección de empaquetamiento compacto por estar más juntos y las direcciones por encontrarse más apartadas necesitan menor fuerza para desplazarse horizontalmente; además se necesita menor desplazamiento para mover los átomos a posiciones inestables, de donde tenderán hacia posiciones estables cuando estas se hallan cercanas entre sí. Esto se puede observar en la siguiente figura.

Figura 4. El flujo plástico se presenta cuando planos de átomos se deslizan uno sobre el otro. Los planos de empaquetamiento compacto hacen esto más fácilmente a) que los planos alineados en otra dirección b)



Tomado de Introducción a la metalurgia Física de Sydney H. Avner

Las investigaciones han demostrado que los cristales de un determinado metal orientados en forma diferente, comenzarán a deslizarse cuando se aplique cualquier esfuerzo axial, pero el esfuerzo necesario para iniciar el deslizamiento, siempre es el mismo. Si los planos de deslizamiento son paralelos o perpendiculares a la dirección del esfuerzo aplicado, no habrá deslizamiento, y el material se deformará por anclaje o simplemente se fracturará. Conforme avanza la deformación y la carga de tensión se conserva axial, tanto el plano de deslizamiento como la dirección de deslizamiento tienden a girar sobre el eje de tensión.

4.2.1 Deslizamiento en diferentes estructuras cristalinas

Un plano de deslizamiento y una dirección de deslizamiento se conoce como *sistema de deslizamiento*; la dirección de deslizamiento es la de más denso empaquetamiento atómico dentro del plano de deslizamiento y es, además el factor más importante en dicho sistema.

En los materiales con sistema cristalino cúbico centrado en las caras existen cuatro conjuntos de planos (111) y tres direcciones de empaquetamiento compacto $\langle 110 \rangle$ en cada plano, presentándose por tanto doce sistemas posibles de deslizamiento bien distribuidos en el espacio; debido a esto al deformar un cristal cúbico centrado en las caras se tendrá al menos un plano {111} en una posición favorable para el deslizamiento. En conclusión, los metales con este tipo de estructura reticular tales como la plata, el oro, el cobre y el aluminio se deforman fácilmente.

Los metales que cristalizan en el sistema hexagonal compacto como el cadmio, el magnesio, el cobalto y el titanio tienen sólo un plano de alta población atómica, el (0001) y tres direcciones de empaquetamiento compacto en ese plano $\langle 1120 \rangle$; por tanto el número de sistemas de deslizamiento es limitado, pero su plasticidad se aproxima a aquellas de las estructuras cúbicas de caras centradas y sobrepasa la de los metales con estructuras cúbicas centradas en el cuerpo, debido a otro tipo de deformación, la deformación por maclaje, que ayuda a colocar más sistemas de deslizamiento en posición adecuada.

Los metales con estructura cristalina cúbica centrada en el cuerpo tienen pocos átomos por celda (por poliedro de enlace) y por tanto no tienen un plano realmente compacto; los planos {110}, {112} y {123} se han identificado como de deslizamiento en este tipo de cristales y la dirección de empaquetamiento compacto $\langle 111 \rangle$ como la dirección de deslizamiento, pero estos no poseen un sistema de deslizamiento bien definido. Los estudios han indicado que cualquier plano que contiene una dirección de empaquetamiento compacto $\langle 111 \rangle$ actúa como un plano de

deslizamiento. Por tanto, los metales que cristalizan en este sistema tales como el molibdeno, el hierro alfa y el tungsteno no muestran un alto grado de plasticidad.

4.3 CONDUCTIVIDAD EN LOS METALES

La corriente I que fluye a través de un material al cual se le aplica un potencial E depende de la resistencia del circuito R , como lo dice la ley de Ohm: $I = E/R$. Pero la resistencia depende de la naturaleza del material: un material de cobre tiene una menor resistencia que un material de hierro de la misma longitud y sección transversal. La resistividad caracteriza la facultad inherente del material para afectar el flujo de corriente, y multiplicarla por l/A proporciona la resistencia:

$$R = \rho l/A \quad \text{o} \quad \rho = RA/l \quad [\text{ohm-m}]$$

Donde R = resistencia, ρ = resistividad, l = longitud del material y A = área de la sección transversal del material.

Es más simple suponer que el material es conductor en lugar de resistir el paso de corriente; por tanto, se emplea el parámetro *conductividad* en lugar de resistividad, que es el recíproco la esta última:

$$\sigma = 1/\rho \quad [\text{ohm/m}]$$

En términos generales se puede decir que la alta conductividad de los metales se debe a que sus bandas de valencia y de conducción están parcialmente llenas y superpuestas presentándose entre ellas una diferencia de energía nula; la migración de electrones, desde orbitales llenos hacia orbitales vacíos, debido a esta diferencia de energía, necesita sólo una pequeña excitación (por un campo eléctrico o magnético) y debido a que los electrones se encuentran deslocalizados, tienen libertad para acelerarse en el sentido del campo aplicado y producen corriente eléctrica.

4.3.1 Factores que afectan la conductividad en los metales

- La temperatura, que al ser incrementada aumenta la amplitud y la frecuencia de las vibraciones de los átomos de la red metálica; en un momento dado éstos átomos pueden estar desplazados de sus posiciones de equilibrio, obstaculizando de esta manera el paso de los electrones y aumentando por ende la resistividad eléctrica del material.
- Imperfecciones de la red, tanto puntuales como lineales, que dispersan los electrones, reduciendo la movilidad de estos y disminuyendo de esta manera la conductividad del metal tanto más, cuanto más elevada sea la temperatura.
- Procesamiento, estos tratamientos afectan la regularidad del espaciamiento atómico en la red, afectando por tanto la uniformidad del movimiento de los electrones.

4.4 PROPIEDADES MAGNÉTICAS

En un circuito eléctrico, cuando se aplica un voltaje E , la corriente I que fluye en el material conductor está relacionada con la conductividad σ del material de la siguiente manera:

$$E = IR \quad R = \rho l/A = l/\sigma \quad \text{entonces, } E = (I/A) (l/\sigma)$$

$$\text{Por lo tanto} \quad \sigma = (I/A) (l/E)$$

Donde I/A es la densidad de corriente [A/m^2] y E/l es el gradiente de voltaje [volt/m]

Entonces, $\sigma = \text{densidad de la corriente} / \text{gradiente de voltaje}$

De manera similar, cuando se aplica un campo magnético a un espacio, el flujo es proporcional a la permeabilidad μ del material que se encuentra en dicho espacio. Siendo la intensidad del campo o gradiente H y la densidad del flujo B, se tiene:

$$\mu = B/H = \text{densidad de flujo} / \text{intensidad o gradiente de campo}$$

donde H = 1 A/m, B = 1 volt-s/m²

Para un vacío $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ henry/m

La diferencia entre el circuito eléctrico y el circuito magnético es que en el primero, la conductividad es constante, es decir, independiente del voltaje aplicado y de la corriente que fluye, mientras que en un circuito magnético la permeabilidad del material magnético varía con la intensidad del campo aplicado H, es decir, la relación B/H no es constante. Además es posible tener un flujo que persista después de suspendido el campo, es decir, una *inducción remanente*, como en el caso de un imán permanente.

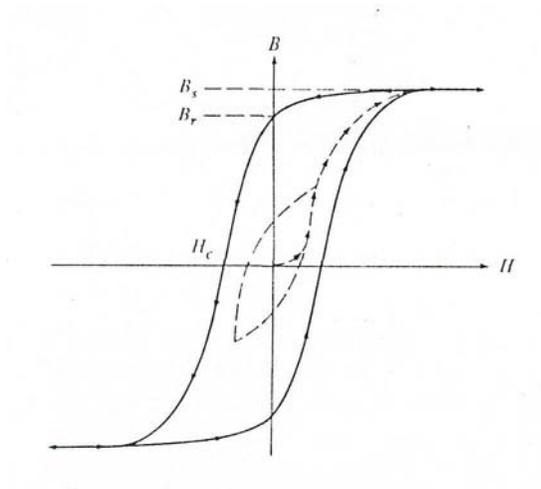
Es necesario estudiar estos efectos importantes en un circuito magnético y relacionarlos con la estructura del material para comprender y conformar aparatos magnéticos. Para este fin se cuenta con la curva B-H, que es tan importante para determinar las propiedades magnéticas como lo es la curva esfuerzo-deformación para las propiedades mecánicas.

Cuando se aplica un campo magnético controlado H a un espacio en el que se encuentra un material y se mide la densidad del flujo magnético B, es posible obtener la curva B-H del material, como la que se muestra en la figura 5. Cuando el material es magnetizado por primera vez (líneas punteadas en la figura), el valor de B sube de manera rápida y luego se pone prácticamente a nivel con la *inducción de saturación* B_s. A medida que la intensidad del campo se reduce a cero, queda todavía una densidad de flujo magnético B_r o *inducción remanente*. La intensidad de campo necesaria para disminuir el flujo a cero, la cual debe estar en dirección opuesta a la original, es la *fuerza magnética coercitiva* H_c. Ya que la gráfica traza un

circuito cerrado, la curva se denomina ciclo de histéresis y es un índice de la pérdida de energía en un ciclo completo de magnetización.

La forma de la curva B-H varía con diversos materiales magnéticos. En términos generales se puede decir que las curvas de histéresis pertenecientes a materiales magnéticamente blandos presentan áreas encerradas por el ciclo de histéresis considerablemente pequeñas o dicho en otras palabras, tienen curvas esbeltas, mientras que las de materiales magnéticamente duros presentan áreas más grandes con tendencia a curvas cuadradas.

Figura 5. Ciclo de histéresis para un material ferromagnético



Tomado de Materiales de Ingeniería y su aplicación de Richard A. Flinn

4. 4.1 Permeabilidad magnética

Recordando que la permeabilidad de un vacío es $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ henry/m, si se introduce un material en el mismo espacio, se obtiene un nuevo valor para la permeabilidad porque el mismo campo aplicado produce una densidad de flujo diferente B. Comparando el valor relativo con el del vacío, se define la permeabilidad relativa como:

$$\mu_r = \mu / \mu_0$$

Para vacío, $\mu = \mu_0$ y $\mu_r = 1.0$. Según los valores de μ_r obtenidos para una gran variedad de materiales, estos se pueden clasificar en tres grupos generales:

- Si μ_r es menor que 1 por aproximadamente 0,00005, el material se denomina diamagnético.
- Si μ_r es ligeramente mayor que 1 (hasta 1.01), el material se denomina paramagnético.
- Si μ_r es mucho mayor que 1 (hasta 10^6), el material se denomina ferromagnético o, en el caso de los imanes cerámicos, ferrimagnético.

El comportamiento de cada uno de estos materiales está relacionado con la estructura del material. El comportamiento diamagnético, despreciable desde el punto de vista de la ingeniería, se produce cuando al aplicar un campo magnético a un material, en el que el movimiento de todos los electrones cambia, se genera un campo local alrededor de cada electrón, el cual según la ley de Lenz, se encuentra en dirección opuesta al campo aplicado produciendo una pequeña disminución en el magnetismo total. El comportamiento paramagnético se presenta cuando se alinean los electrones con el campo aplicado, reforzándolo: aquí se presenta un valor de permeabilidad ligeramente mayor que 1.

El comportamiento ferromagnético tiene gran importancia en la ingeniería debido a la alta permeabilidad que presentan los materiales que lo experimentan, lo que conduce a una gran densidad de flujo B para una fuerza magnetizante determinada H comparada con el vacío o con materiales normales. Debido a la alta densidad de flujo y la capacidad de cambiarla (materiales magnéticos blandos, como los electroimanes) o mantenerla después de suspendido el campo (imanes duros o permanentes) la mayoría de los aparatos eléctricos trabajan de la manera como lo hacen. El ferromagnetismo se encuentra únicamente en unos pocos elementos, como hierro, cobalto y níquel y el gadolinio. Aunque sólo estos elementos exhiben ferromagnetismo a temperatura ambiente, las aleaciones o compuestos cerámicos de otros como el magnesio, tienen propiedades magnéticas importantes.

5. EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

La intervención docente, como práctica social, es sin duda un proceso de investigación y como tal debe diagnosticar los estados y movimientos de quienes intervienen en la vida del aula y de igual manera diseñar, implementar, evaluar y redefinir las estrategias de intervención en ella; en función de los principios educativos que validan la práctica y de la propia evolución individual y colectiva de los alumnos. Teniendo en cuenta esto, el docente debe ser un facilitador de los procesos de comprensión de la realidad natural, social e individual.

La orientación simplemente técnica de la función docente no sólo distorsiona el valor educativo de la práctica, al reducirla a una secuencia mecánica de actos orientados a resultados previstos, sino que convierte a los profesores en aplicadores de dichas secuencias preestablecidas a problemas estandarizados, considerando esta, la mejor manera de orientar racionalmente su práctica pedagógica; de esta manera, el profesor no está en capacidad de afrontar la complejidad, diversidad y riqueza dinámica de la vida de aula. Por esto, Elliott manifiesta la necesidad de reconsiderar la naturaleza de la práctica docente teniendo en cuenta “el carácter ético de toda actividad educativa y la comprensión como eje de la intencionalidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje”⁶², para lo cual propone la deliberación como un método de intervención más racional.

Según este autor “Mediante la reflexión y el diálogo es posible progresar en el desarrollo de formas compartidas de comprensión de los conceptos éticos y de los dilemas contradictorios de la práctica”⁶³. Mediante el proceso de deliberación, el profesor forma su conocimiento profesional en un complejo proceso de conocimiento en la acción, es decir, en el saber hacer y de reflexión en y sobre la acción, es decir, en el saber pensar e investigar. Así, el conocimiento surge en la

⁶² ELLIOT, John. La investigación acción en educación. Ediciones Morata, segunda edición, Madrid, 1994, p. 16

⁶³ Ibid., p. 17

reflexión sobre el diseño, la implementación y la evaluación de los procesos característicos de su propia práctica, para con ello, facilitar la comprensión de los alumnos en la incierta vida del aula.

Sin embargo, el docente no debe solo reflexionar en torno a su experiencia práctica, sino también debe tener en cuenta experiencias pasadas y presentes de los demás para llegar, según Elliott, “a desarrollar conocimientos prácticos compartidos que emergen de la reflexión, el diálogo y el contraste permanente”⁶⁴

5.1 LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN

La investigación-acción representa un área creciente en la investigación educativa en la que todos los participantes como son estudiantes, maestros y otros grupos, son conscientemente activos y miembros del proceso de investigación. En este proceso, dichos participantes cuentan con las herramientas necesarias para el mejoramiento de las prácticas desarrolladas en la experiencia educativa.

La investigación acción tiene como prioridad “ayudar a los actores a tomar conciencia de los factores determinantes de su acción y a adoptar, por sí mismos, decisiones específicas consecuentes”⁶⁵ para de esta manera “garantizar la EFICACIA, EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD de las respuestas a los problemas tanto en el campo de la investigación pura como en el de la aplicada”⁶⁶.

La investigación acción “es el conjunto de operaciones realizadas para obtener la solución a un problema, como en cualquier otro tipo de investigación, con la gran

⁶⁴ Ibid., p. 17

⁶⁵ DE KÉTELE, Jean – marie, ROEGIERS, Xavier. Metodología para la recogida de la información, editorial la Muralla S.A, Madrid, 1995, p. 100

⁶⁶ ARBELAEZ, Ruby. El proceso de la Investigación. I. Planeación. Publicaciones UIS, Bucaramanga, Colombia, 1992, p. 53

diferencia de que en esta búsqueda participa la población “objeto” de estudio⁶⁷. “Es una investigación aplicada en la cual el conocimiento científico se conjuga permanentemente con los principios culturales para llegar a la “construcción” de una solución que logre la identidad de la población involucrada”⁶⁸. Es decir, investigación acción se denomina a la “reflexión relacionada con el diagnóstico” y es un proceso de reflexión cooperativa más que privada; enfoca el análisis conjunto de medios y fines en la práctica; transforma la realidad mediante la comprensión previa y la participación de los agentes en el diseño, desarrolla y evalúa las estrategias de cambio; plantea como imprescindible la consideración del contexto psicosocial e institucional no sólo como marco de actuación sino como importante factor inductor de comportamientos e ideas; propicia un clima de aprendizaje profesional basado en la comprensión y orientado a facilitar la comprensión.

La recogida de información desempeña ciertas funciones prioritarias que se encuentran ligadas al tipo de investigación. La recogida de información en la investigación acción, la cual está orientada hacia la emancipación de los actores, alimenta el análisis ya que contribuye prioritariamente a la *función formativa* que es aquella en la que “se recoge información para actuar retroactivamente y se actúa retroactivamente para formar”⁶⁹, es decir, está orientada hacia el individuo. Y de manera secundaria a la *función de regulación* en la que “se recoge información para verificar la eficacia de una acción”⁷⁰ con el fin de plantear posibles modificaciones.

Existen ciertos campos de aplicación de la recogida de información definidos por los tipos de investigación y por las funciones prioritarias que estos cumplen en dichos campos. Estos son:

- El campo “*exploración de un dominio*” que está constituido por la investigación exploratoria, descriptiva y especulativa y se encuentra orientado hacia la función descriptiva, heurística, prospectiva y predictiva.

⁶⁷ Ibid., p. 55

⁶⁸ Ibid., p. 55

⁶⁹ DE KETELE, Jean – marie, ROEGIERS, Xavier. Metodología para la recogida de la información, editorial la Muralla S.A, Madrid, 1995, p. 135.

⁷⁰ Ibid., p. 135

- El campo “ *investigación experimental*” conformado por la investigación científica y tecnológica, está enfocado hacia la función de concepción y de verificación de una hipótesis.
- El campo “ *evaluación de un proyecto o de un sistema*” constituido por la investigación evaluativa y la evaluación de organización, está orientado hacia la función de regulación y de previsión.
- El campo “ *evaluación del rendimiento de las personas*” se encuentra orientado hacia la función de diagnóstico, formativa y de certificación, las cuales interactúan de forma continua.
- El campo “ *evaluación de emancipación*” enfocado de manera exclusiva a la función formativa.

El cuadro 7 muestra los campos de aplicación de la recogida de información definidos por los tipos de investigación y por las funciones prioritarias que estos cumplen en dichos campos.

El campo de “evaluación de emancipación” correspondiente a la investigación acción, tiene un grado de generalización menor, o no pertinente y a la vez presenta efectos precisos alcanzables en un plazo de tiempo corto, es decir, los efectos deseados e inducidos son inmediatos.

5.2 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La iniciativa de una investigación de tipo docente, nace principalmente de mi inclinación por la docencia. Este gusto por la pedagogía me ha llevado a detectar obstáculos en los actuales procesos docentes desarrollados en la Universidad, que favorecen la memorización de los conceptos sin ningún tipo de apropiación y por tanto a mostrar especial interés por la optimización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura Metalurgia Física I.

La indagación de las estrategias de aprendizaje de esta materia, fundamental en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Metalúrgica, es la base de la investigación que servirá para el establecimiento de una propuesta que defina el aprendizaje significativo de esta asignatura y el desarrollo de competencias profesionales.

Cuadro 7. Campos de aplicación de la recogida de información

Función Tipo de Investigación	Descriptiva	Heurística	Prospectiva	Predictiva	De certificación	Formativa	Reguladora	Preventiva	De verificación	De concepción
	Investigación Descriptiva	I								
Investigación Exploratoria										
Investigación Especulativa										
Investigación Científica									II	
Investigación Tecnológica										
Investigación Evaluativa								III		
Investigación de la organización										
Investigación del rendimiento					IV					
Investigación Acción						V				

- I. Exploración de un dominio
- II. Investigación experimental
- III. Evaluación de un proyecto, de un sistema o de un funcionamiento
- IV. Evaluación del rendimiento de las personas
- V. Evaluación de emancipación

La indagación sobre las estrategias de enseñanza de la asignatura se realizó de la siguiente manera:

- Observación del desarrollo de la clase

Mediante la observación fue posible visualizar los aspectos que obstaculizan y favorecen el aprendizaje de los temas de la asignatura Metalurgia Física I; esta asignatura de tipo teórico corresponde a una materia de la formación profesional del Ingeniero Metalúrgico.

Se hace necesario resaltar los siguientes aspectos observados:

- A este curso asisten aproximadamente 20 estudiantes cada semestre. Esta situación favorece la interacción del profesor con los estudiantes.
- El programa es muy largo con relación al tiempo de que se dispone para su desarrollo; esta situación genera que los temas sean estudiados de prisa, ocasionando problemas para la asimilación de los conceptos.
- En el desarrollo de los temas de la asignatura predominan las clases magistrales, que aunque son enriquecedoras debido a la excelente formación y experiencia Ingenieril del profesor, no son suficientes para la realización de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes.
- La mayoría de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica ingresan a esta carrera como segunda opción y los que no deciden cambiarse, se quedan en ella “tal vez” con inconformismo. Hay que tener en cuenta que dichos cambios se efectúan en quinto semestre, tiempo en el que está programado el aprendizaje de esta asignatura.

- Para el desarrollo de la clase no se cuenta con medios didácticos innovadores que despierten el interés de los estudiantes y las aulas no ofrecen un ambiente favorecedor para el aprendizaje.
- Realización de encuestas de opinión

Mediante el diseño y aplicación de una encuesta se indagaron aspectos relacionados con la importancia y nivel de aprendizaje de la asignatura Metalurgia Física I (Anexo 1). Las encuestas fueron aplicadas al 60% de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica que aprobaron la asignatura Metalurgia Física I, es decir, estudiantes entre sexto y décimo nivel. Dichos estudiantes se escogieron al azar y de las 50 encuestas distribuidas solo fueron respondidas 20, las cuales son consideradas como una muestra representativa para el análisis. Esta actividad resaltó las debilidades y las fortalezas de los procesos de enseñanza y aprendizaje utilizados en la asignatura.

Una descripción global de los resultados es resumida en las siguientes conclusiones:

- La totalidad de los encuestados consideran que la asignatura Metalurgia Física I es fundamental en la formación del Ingeniero Metalúrgico ya que ella contiene las bases de una de las ramas más importantes de la Metalurgia. Algunos estudiantes manifiestan haberse dado cuenta de ello mucho después de haber aprobado la asignatura.
- Todos los encuestados aseguran haber realizado buenos aprendizajes de los conceptos básicos de esta materia.
- Dentro de las actividades metodológicas que los estudiantes consideran ayudaron en el aprendizaje se encuentran el intercambio de ideas con el profesor durante la clase y la manera como éste transmite los conocimientos a los estudiantes.
- Por el contrario, actividades tales como exposiciones por parte de los alumnos fueron clasificadas dentro de aquellas que favorecen poco el aprendizaje.

- Algunas actividades metodológicas sugeridas para el mejoramiento del aprendizaje fueron las siguientes: la realización de talleres dentro y fuera del aula y el desarrollo de investigaciones por parte de los estudiantes.
- Aproximadamente el 20% de los estudiantes encuestados expresaron su inconformismo por la manera como se evaluó el aprendizaje; afirman que los previos son muy largos y abarcan mucho tema, que existen preguntas ambiguas, difíciles de entender y además consideran que pueden ser evaluados con otros instrumentos como trabajos en clase, talleres, investigaciones, entre otros. El resto de los estudiantes encuestados manifestaron que este método de evaluación es el adecuado, con relación a la metodología utilizada por el docente.
- Más del 50% de los estudiantes expresan haber aprendido con mayor facilidad los temas de diagramas de equilibrio de fases y propiedades de los metales. Argumentan que son temas prácticos que requieren de análisis y comprensión por parte del estudiante.
- Un número considerable de alumnos manifestó que la unidad de estructuras cristalinas presentó un alto grado de dificultad para su aprendizaje, debido a que los conceptos son muy abstractos y en su enseñanza no se establecieron relaciones concretas con su utilidad práctica.
- En términos generales los estudiantes llenaron las expectativas que tenían de la materia, tanto que aproximadamente el 20% de ellos deseaban cambiarse de carrera y desistieron de ello, gracias a la visión del amplio campo de la Ingeniería Metalúrgica que la asignatura les ofreció.
- Las sugerencias aportes y observaciones de los estudiantes, para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula fueron:
 - Propiciar mayor participación de los estudiantes para que la clase sea más amena.
 - Elaborar un cronograma de las actividades a desarrollar durante el semestre.
 - Realizar actividades de solución de dudas antes de los parciales y de retroalimentación después de los mismos.

- Enseñar los temas de la asignatura con otras actividades tales como investigaciones, discusión de casos, solución de problemas, entre otros.
- Evaluar el aprendizaje con actividades como quices, tareas, aportes individuales y colectivos, etc.
- Reducir el tiempo de las exposiciones realizadas por los alumnos y cambiar su visión para que sean en realidad espacios de investigación y discusión.
- Mejorar las condiciones físicas del aula.
- Visitar industrias del sector Metalúrgico.

A pesar de que los estudiantes aseguran haber realizado un buen aprendizaje de los temas de la materia, en un análisis más profundo de lo que se considera un aprendizaje significativo y desde la perspectiva de la UNESCO acerca de los pilares básicos en la educación (aprender a aprender, aprender a ser, aprender a hacer y aprender a convivir), lo que realmente se logra en la asignatura son aprendizajes mecánicos de tipo memorístico, que aluden a procedimientos preestablecidos disminuyendo de esta manera las posibilidades de que los futuros profesionales desarrollen competencias ingenieriles.

Con base en las consideraciones anteriormente expuestas el problema de la investigación puede concretarse en la siguiente pregunta:

¿CÓMO LOGRAR APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y DESARROLLAR COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA METALURGIA FÍSICA I?

5.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.3.1 Objetivo general

- Desarrollar una estrategia pedagógica que propicie aprendizajes significativos y contribuya al desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.

5.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las concepciones de enseñanza, de aprendizaje y las ideas previas sobre ordenamiento atómico y propiedades de los metales que manejan los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.
- Describir las competencias profesionales del Ingeniero Metalúrgico y relacionarlas con los procesos de enseñanza y aprendizaje de los conceptos sobre ordenamiento atómico y propiedades de los metales.
- Diseñar, implementar y evaluar una estrategia pedagógica fundamentada en la resolución de problemas que posibilite el aprendizaje significativo de los temas ordenamiento atómico y propiedades de los metales y promueva el desarrollo de competencias profesionales en la asignatura Metalurgia Física I.
- Evaluar los resultados obtenidos en el aprendizaje de los conceptos de ordenamiento atómico y propiedades de los metales, abordados mediante la estrategia pedagógica de resolución de problemas.

5.4 HIPÓTESIS

5.4.1 Primera hipótesis

Los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I presentan dificultades para relacionar el ordenamiento atómico y las propiedades de los metales, debido a que manejan ideas intuitivas de estos conceptos.

5.4.2 Segunda hipótesis

Una estrategia metodológica y didáctica fundamentada en la resolución de problemas favorece el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con ordenamiento atómico y posibilita el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.

6. ASPECTOS METODOLOGICOS

La presente investigación enmarcada dentro de un proceso de investigación acción participativa, trabaja con una población de estudiantes de Ingeniería Metalúrgica, específicamente con una muestra de alumnos de la asignatura Metalurgia Física I. Así mismo, contempla las fases propias de la investigación acción como son la caracterización de ideas previas, la intervención en el aula y la evaluación de la estrategia pedagógica implementada.

6.1 Población y muestra

El grupo de Metalurgia Física I del segundo periodo académico del año 2003 (Anexo 2) que participó en el desarrollo de esta investigación, está conformado por 18 estudiantes; catorce hombres y cuatro mujeres. Algunos datos cruciales en esta investigación, desde el punto de vista de la autora, se presentan a continuación.

Cuadro 7. Datos del curso Metalurgia Física I

	<i>OPCION DE LA CARRERA</i>		CREDITOS MATRICULADOS	
	PRIMERA	SEGUNDA	ENTRE 25 Y 39	ENTRE 40 Y 44
No. ESTUDIANTES	12	6	7	11

El hecho de que la mayoría de los estudiantes hayan ingresado a la carrera de Ingeniería Metalúrgica como primera opción, hace que se presente en ellos una actitud de motivación para el aprendizaje, la cual es fundamental para el aprendizaje significativo de los conceptos a partir de la estrategia diseñada. Esto debido a que una de las condiciones para que se produzca este tipo de aprendizaje es precisamente la existencia de una actitud de aprendizaje significativo en el alumno. Por otro lado, un factor que obstaculiza el proceso de aprendizaje es la cantidad de créditos matriculados por los estudiantes, que contarán con menor tiempo y disponibilidad para el desarrollo de la estrategia, la cual requiere tiempo y dedicación.

6.2 Fases metodológicas

Durante esta investigación se desarrollaron tres fases metodológicas. En primer lugar, la caracterización de las concepciones de enseñanza y de aprendizaje y de las ideas previas sobre ordenamiento atómico y propiedades de los metales que manejan los estudiantes; en segundo lugar, la intervención en el aula que contó con el diseño y la implementación de una estrategia pedagógica fundamentada en la resolución de problemas que favorece el aprendizaje significativo de los temas mencionados anteriormente y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I, así como la evaluación de las concepciones postestrategia, es decir, las desarrolladas mediante la metodología implementada; y en tercer lugar la evaluación de dicha estrategia.

6.2.1 Caracterización de concepciones e ideas previas

Durante la etapa de caracterización se indagaron las concepciones de enseñanza y de aprendizaje y las ideas previas sobre ordenamiento atómico y propiedades de los metales que manejan los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.

6.2.1.1 Diseño, validación y aplicación de instrumentos

Se diseñaron dos pruebas, para la caracterización de los conceptos mencionados que pertenecen al capítulo 2 y al capítulo 3 del programa de la asignatura (Anexo 3); una prueba de tipo gráfico (Anexo 4) y otra prueba teórica explicativa (Anexo 5) El objetivo de utilizar dos instrumentos para la indagación es el de tener una idea más amplia de lo que los alumnos creen o saben de los conceptos que interesan. La indagación de las ideas se realizó con base en estos conceptos, debido a que un número considerable de alumnos manifestó, en la encuesta de indagación realizada sobre las estrategias de enseñanza utilizadas en la asignatura, que la unidad de estructuras cristalinas (ordenamiento atómico en los metales) presenta un alto grado de dificultad en su aprendizaje debido a que los conceptos son muy abstractos y, además de esto, en su enseñanza no se establecen relaciones concretas con su utilidad práctica. Esto último, por tanto, es subsanado con la enseñanza del ordenamiento atómico de los metales y su incidencia en el comportamiento, es decir, en sus propiedades.

La primera pregunta, tanto de la primera como de la segunda prueba, fueron diseñadas con el fin de conocer las ideas que los alumnos tienen acerca de la manera como pueden estar ordenadas las partículas que conforman los materiales metálicos y la incidencia de dicho ordenamiento en el comportamiento de estos materiales.

La segunda pregunta, tanto de la primera como de la segunda prueba, fueron diseñadas con el fin de conocer las ideas que los alumnos tienen acerca de la conductividad eléctrica en los materiales metálicos y la manera como el ordenamiento atómico de estos materiales la afectan.

La tercera pregunta, tanto de la primera como de la segunda prueba, fueron diseñadas con el fin de conocer las ideas que los alumnos tienen acerca de la incidencia de la fuerza que mantiene unidos los átomos de un material (enlace químico) en el comportamiento de este.

La validación de los instrumentos de caracterización se llevó a cabo mediante una prueba piloto, con el fin de observar si estos evidentemente suministran la información requerida, y a su vez si las preguntas fueron planteadas de manera clara para los estudiantes. La prueba piloto se aplicó a cinco estudiantes próximos a matricularse en la asignatura, los cuales fueron sometidos a las dos pruebas de manera simultánea.

La aplicación de las pruebas de caracterización de ideas previas a la muestra elegida para la investigación se llevó a cabo en el aula; la primera prueba se realizó al finalizar una clase en el horario habitual de la misma, previa contextualización del trabajo a realizar, y la segunda prueba fue aplicada al día siguiente bajo las mismas condiciones de la primera.

La indagación de las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje que manejan los estudiantes, es decir, de sus concepciones epistemológicas se realizó a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Que es aprender?
- ¿Que es enseñar?

Estas fueron aplicadas en el aula aproximadamente una semana antes de la implementación de la estrategia y se realizó al igual que las pruebas de caracterización de ideas previas, al finaliza de una clase habitual.

6.2.1.2 Interpretación y análisis de concepciones e ideas previas

Primera prueba: instrumento gráfico

- Primera pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento de los materiales metálicos

Categoría 1. Considera que un material metálico puede presentar diversos ordenamientos atómicos y reconoce que estos tienen incidencia sobre el comportamiento del material.

Categoría 2. Considera que un material metálico puede presentar diversos ordenamientos atómicos y no reconoce que estos tienen incidencia sobre el comportamiento del material.

Categoría 3. No considera que un material metálico pueda presentar diversos ordenamientos atómicos

- Segunda pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Conductividad eléctrica en los materiales metálicos y factores que la afectan

Categoría 1: Sabe que es conductividad eléctrica y reconoce los factores que la afectan.

Categoría 2: Sabe que es conductividad eléctrica y no reconoce los factores que la afectan.

Categoría 3: No sabe que es conductividad eléctrica

- Tercera pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo

Categoría 1: Establece relaciones acertadas entre la naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo.

Categoría 2: No establece relaciones acertadas entre la naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo.

Categoría 3: No relaciona la naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo.

Segunda prueba: Instrumento teórico explicativo

- Primera pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y dos categorías.

Variable: Relación de factores físicos y comportamiento de un material metálico

Categoría 1: Presenta argumentos cercanos a los conocimientos científicos

Categoría 2: Presenta argumentos alejados de los conocimientos científicos

Categoría 3: No presenta argumentos

- Segunda pregunta:

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y dos categorías.

Variable: Factores que mejoran la conductividad eléctrica de un material metálico

Categoría 1: Conoce factores que mejoran la conductividad eléctrica de un material metálico

Categoría 2: No conoce factores que mejoran la conductividad eléctrica de un material metálico

- Tercera pregunta:

Para la caracterización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Propiedades requeridas por la aplicación y escogencia del material

Categoría 1: Tiene en cuenta las dos propiedades requeridas para la escogencia del material

Categoría 2: Tiene en cuenta sólo una propiedad requerida para la escogencia del material

Categoría 3: No tiene en cuenta ninguna propiedad requerida para la escogencia del material

En el cuadro 8. se muestran las categorías dentro de las cuales se clasifican las respuestas de los estudiantes.

Según la categorización anteriormente realizada se observa, en primer lugar, que la mayoría de los estudiantes reconocen la posibilidad de diversos ordenamientos atómicos en un material metálico y además saben que el comportamiento de estos materiales es una función directa de dicho ordenamiento. En segundo lugar, que aproximadamente la mitad de los estudiantes del curso saben que es conductividad eléctrica, pero no todos reconocen los factores que la afectan. Y en tercer lugar, que de la misma manera, aproximadamente la mitad del curso establece relaciones acertadas entre la naturaleza del enlace químico de un material y propiedades del mismo.

Con relación a las concepciones epistemológicas, la mayoría de los estudiantes considera que enseñar es transmitir información, conceptos o experiencias de tal manera que sean entendidos por el receptor y que aprender es recibir lo transmitido e interiorizarlo para recordarlo posteriormente y aplicarlo.

Cuadro 8. Categorización de las ideas previas de los estudiantes

ESTUDIANTE	CATEGORIAS					
	PRIMERA PRUEBA			SEGUNDA PRUEBA		
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
1	1	3	2	1	2	3
2	1	3	2	2	2	1
3	2	3	2	2	2	1
4	1	1	1	1	2	1
5	----	----	----	----	----	----
6	1	2	1	1	2	2
7	2	2	2	1	1	2
8	1	2	1	1	2	1
9	2	1	2	1	1	1
10	2	3	1	1	2	1
11	1	1	1	2	1	3
12	1	3	1	1	2	3
13	1	1	1	1	1	1
14	2	3	1	2	2	1
15	3	2	1	1	2	2
16	1	2	2	1	1	1
17	1	1	1	1	1	2
18	1	3	2	1	2	1

6.2.1.3 Implicaciones didácticas de los resultados

El hecho de que los estudiantes reconozcan la existencia de diversos ordenamientos atómicos en un mismo material metálico y que estos ordenamientos

tienen influencias directas en el comportamiento del material; sepan que es conductividad eléctrica y cuáles son los factores que la afectan; y conozcan propiedades del material que dependen de la naturaleza del enlace químico, tiene implicaciones en el aprendizaje en la medida en que estos comprendan dichas relaciones; es decir, los estudiantes que saben y de alguna manera comprenden se encuentran por tanto más cercanos a comprensiones poderosas, es decir, fundamentadas, facilitándose de esta manera sus procesos de aprendizaje en comparación con aquellos estudiantes que no saben o saben y no comprenden.

La categorización realizada sobre las ideas previas de los estudiantes ayuda en la determinación de los tópicos que deben ser desarrollados mediante la estrategia pedagógica fundamentada en la resolución de problemas que favorecerá el aprendizaje significativo de los conceptos. Teniendo en cuenta esto, las situaciones problemáticas serán planteadas para que los estudiantes conozcan y comprendan las relaciones directas entre el ordenamiento atómico de los materiales metálicos y el comportamiento mecánico y físico de dichos materiales.

Las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje que manejan los estudiantes influyen considerablemente en los resultados de los procesos de aprendizaje desarrollados por los alumnos y constituyen un factor adicional de interferencia en los mismos. El hecho de que los estudiantes piensen de esta manera hace que se genere en ellos un estado de incertidumbre cuando se enfrentan a metodologías nuevas de enseñanza como la estrategia de resolución de problemas que se diseñó para el desarrollo de esta investigación; ya que están acostumbrados a la enseñanza de los conceptos de manera pasiva, es decir, mediante la transmisión de los mismos.

6.2.2 Intervención en el aula

La fase de intervención en el aula consta de tres etapas; en primer lugar el diseño de una estrategia pedagógica fundamentada en la resolución de problemas que

favorece el aprendizaje significativo de los temas ordenamiento atómico y propiedades de los metales y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I, en segundo lugar la aplicación de dicha estrategia a los estudiantes y en tercer lugar la evaluación de las concepciones postestrategia, es decir, de los conceptos desarrollados mediante la metodología implementada.

6.2.2.1 Diseño e implementación de la estrategia pedagógica

Las situaciones problemáticas diseñadas fueron elaboradas con la ayuda del profesor titular de la asignatura y con ellas se buscaba promover el aprendizaje significativo de conceptos relacionados con el ordenamiento atómico y las propiedades de los metales, además de lograr desempeños en ellos que favorezcan el desarrollo de competencias profesionales; estos conceptos anteriormente eran enseñados de manera aislada sin que se viera la relación entre ellos, por tanto esta deficiencia fue subsanada mediante el planteamiento de problemas cualitativos abiertos en los que se buscaba no solo involucrar más de un concepto si no observar la utilidad práctica de los mismos.

Terminado el primer capítulo del programa, el cual fue enseñado de la manera tradicional, se entregó a los estudiantes un documento acerca de competencias que incluye el concepto de competencia y la clasificación de estas; clasificación presentada en el marco teórico de este trabajo, la descripción de las competencias profesionales generales y profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico, la descripción de los desempeños que se esperan lograr por el aprendizaje de los tópicos y las competencias que dichos desempeños desarrollan. Este documento que fue leído por los estudiantes para el siguiente día en el que se daría inicio a la actividad de resolución de problemas, fue entregado con el fin de mostrar la importancia de la implementación de una estrategia pedagógica diferente que conlleve no sólo al aprendizaje de conceptos, es decir, al saber, sino al desarrollo de competencias, o sea, al “saber hacer”.

Para dar inicio a la actividad de resolución de problemas, inicialmente se realizan las siguientes actividades:

- *Debate del documento entregado el día anterior previa profundización del objetivo del trabajo de grado.*
- *Formación de grupos de trabajo de cuatro y de cinco estudiantes para lo cual se tuvieron en cuenta las ideas previas de los estudiantes y el conocimiento entre ellos, aspectos importantes desde el punto de vista de la investigadora, ya que se puede propiciar en el aula el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes gracias a la formación de grupos heterogéneos en cuanto al nivel de elaboración de las ideas indagadas y posibilitar el mejoramiento del nivel de integración y conocimiento entre los estudiantes.*
- *Entrega a cada grupo de un documento acerca de la estrategia de resolución de problemas el cual incluye la definición de la estrategia y el procedimiento en la resolución de problemas según Dewey, que debido a la sencillez de los pasos que presenta permite una mejor comprensión de la estrategia.*
- *Entrega de una situación problemática a dos de los cuatro grupos. Esta situación (Anexo 6) relaciona el cambio de un ordenamiento atómico a otro, en el carbono elemental, con el comportamiento en cada uno de estos estados y sirve para ampliar el área del conocimiento acerca de la posibilidad de diferentes ordenamientos atómicos en un mismo material y la incidencia de estos ordenamientos en las propiedades, que como se ve en esta situación, no sólo se presenta en materiales metálicos, sino en otro tipo de materiales. A los dos grupos restantes se asigna otra situación problemática (Anexo 7) que relaciona el ordenamiento atómico en un material metálico, más específicamente el grado de compacidad o la densidad atómica de este, con sus propiedades de deformación. La entrega de las situaciones problemáticas estuvo acompañada*

de explicaciones verbales referentes a la manera de abordar el proceso de resolución.

- *Establecimiento, por parte del grupo de investigación (profesor, investigadora y estudiantes), de las actividades a desarrollar. Estas son: En primer lugar que el proceso de resolución de problemas será desarrollado en los grupos establecidos durante horas de clase habituales en las que el profesor y la investigadora estarán presentes y serán guías en el proceso de alcance de la solución; en segundo lugar que la recopilación de la información se llevará a cabo por los alumnos y que esta será previamente leída e interpretada en horas extraclase; y en tercer lugar, que la puesta en común se realizará en el aula con la confrontación de la solución por parte del otro grupo y el curso en general.*

En las dos clases siguientes, los alumnos asistieron al aula como se esperaba y se dio inicio a la actividad de resolución de problemas, en la que el profesor y la investigadora fueron mediadores del aprendizaje, guiando la solución del problema. De esta manera se resalta el valor de la instrucción más que la actividad del individuo por sí sólo, como lo hace Vigotsky, presentándose lo que este define como Zona de desarrollo próximo, es decir el área que abarca el desarrollo del individuo desde su capacidad de actividad independiente hasta la capacidad de actividad guiada.

En la clase siguiente se realizó la puesta en común, en la cual el grupo expositor definió cada uno de los conceptos involucrados en la situación problemática a medida que se iba solucionando esta; el resto del grupo comentó acerca de la solución de sus compañeros, abriéndose de esta manera el espacio para la discusión en el aula, que sirvió no sólo para la solución de las dudas en conjunto, sino que favoreció la participación, ya que los estudiantes hicieron comentarios acerca de conocimientos adquiridos de otras áreas. Desde este punto de vista la resolución de problemas genera una mirada más integral al conocimiento para reforzar los conceptos adquiridos y enmarcarlos dentro un contexto científico más amplio.

Con el desarrollo de la estrategia se evolucionó claramente en el desarrollo de ideas intuitivas a conceptos claros y fundamentados. Esto se vio reflejado por ejemplo en la idea que los estudiantes tenían acerca de la relación existente entre la deformación de un material metálico y el grado de compacidad de este; ellos creían intuitivamente que se deformaría más un material de menor compacidad o densidad atómica, que uno de mayor densidad, idea que es errónea. Al terminar el desarrollo de la actividad de resolución de problemas, esta creencia había evolucionado con la ayuda de fundamentos científicos aceptados que demostraron a los estudiantes el porqué de su error.

Al terminar la puesta en común se realizó una evaluación intermedia (verbal) sobre la estrategia pedagógica fundamentada en el aula. Esta sirvió básicamente para detectar los aspectos positivos y los aspectos negativos o por mejorar, del proceso implementado, la que arrojó los siguientes resultados:

- Aspectos positivos:
 - Se promovió el aprendizaje como un proceso autónomo y responsable, haciendo que se fomentara en los estudiantes la participación y la toma de decisiones.
 - La enseñanza de los conceptos se hizo mediante la relación de estos con su utilidad práctica, permitiendo ver la importancia del aprendizaje de los mismos.
 - Se aprendieron conceptos no sólo del área sino de otras áreas del conocimiento ya que la solución se fundamentó en la investigación.
 - Se promovió el desarrollo de algunas capacidades como la solución de problemas, la actuación adecuada en un espacio productivo, la adaptación al cambio, el trabajo en equipo, las relaciones interpersonales y la apropiación del conocimiento.

- Aspectos negativos (por mejorar)
 - Los conceptos no quedaron totalmente “asimilados” a pesar de que en la puesta en común fueron definidos. Esto se debió a que no tuvieron mayor explicación por parte del grupo ponente y además, al terminar la intervención de estos se

realizaron aportes y críticas referentes a la respuesta presentada y poco en cuanto a los conceptos en sí.

- La búsqueda fue difícil ya que los estudiantes no contaron con los elementos necesarios (libros, revistas, artículos, etc) para realizar una verdadera investigación en el aula, es decir, faltó motivación para la realización de trabajo extraclase.

Teniendo en cuenta estas observaciones, el grupo de investigación (docente, investigadora y alumnos) decide en primer lugar realizar una profundización de los conceptos involucrados en las situaciones problemáticas anteriores y en segundo lugar, para posteriores intervenciones, enunciar la situación problemática; dar un tiempo prudente para que los estudiantes investiguen y se acerquen a una posible solución en horas extraclase, en las que el profesor y la investigadora brinden orientación a los estudiantes; y que la puesta en común se lleve a cabo en el aula por el grupo en general y esté acompañada de un debate, respuestas a las posibles dudas que se presenten y ampliación de los conceptos por parte del docente durante el proceso de resolución, para así hacer más enriquecedora la actividad y evitar posteriores profundizaciones que pueden restarle significatividad a la estrategia metodológica y didáctica.

Posteriormente se enunció otra situación problemática (Anexo 8) que requiere de la selección de materiales adecuados para la elaboración de un electroimán; en esta selección se debe tener en cuenta el ordenamiento atómico de los materiales para relacionarlos con las propiedades magnéticas y eléctricas requeridas. Se determinó que la puesta en común se realizaría en el aula, bajo los parámetros anteriormente establecidos.

Una vez leído el enunciado del problema, los estudiantes empezaron a hacer los aportes necesarios para la solución del mismo, los cuales, con la intervención del profesor y de la investigadora, fueron dándole forma a la solución del problema. Durante este proceso se enriquecieron los conceptos involucrados en la situación, se precisaron conceptos, se realizó un consenso de ideas, se aclararon dudas y se ampliaron los conocimientos con el aporte de los estudiantes, el profesor y la

investigadora. Dado que el grupo estaba conformado por 18 estudiantes fue posible desarrollar la actividad a manera de plenaria. Para grupos más grandes es aconsejable como primera medida el abordaje personal del conocimiento por parte de los estudiantes, seguido del abordaje en pequeños grupos que es fundamental en la posterior etapa de puesta en común para finalmente lograr acuerdos o negociaciones entre el grupo.

6.2.2.2 Evaluación de concepciones postestrategia

La fase de evaluación, consistió en la búsqueda de evidencias que demostraran la incidencia y significatividad de la propuesta metodológica y didáctica implementada con relación al aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I.

➤ Diseño y aplicación de instrumentos evaluativos

Se diseñó un instrumento evaluativo para apreciar la apropiación significativa de los conceptos por parte de los estudiantes (Anexo 9); este se aplicó a los estudiantes como una parte del primer parcial de la asignatura y tuvo un porcentaje de 33,33% de la nota definitiva.

➤ Interpretación y análisis de resultados postestrategia

- Primera pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y dos categorías.

Variable: Ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento mecánico de un material metálico

Categoría 1: Conoce la relación existente entre el ordenamiento atómico de un material metálico y sus propiedades mecánicas y expresa de manera precisa dicha relación.

Categoría 2: Conoce la relación existente entre el ordenamiento atómico de un material metálico y sus propiedades mecánicas y no expresa de manera precisa dicha relación

Categoría 3: No conoce la relación existente entre el ordenamiento atómico de un material metálico y sus propiedades de deformación

- Segunda pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Conductividad eléctrica en los materiales metálicos e incidencia de los defectos puntuales en ella

Categoría 1: Sabe que es conductividad eléctrica y conoce la manera como la afectan los defectos puntuales.

Categoría 2: Sabe que es conductividad eléctrica y no conoce la manera como la afectan los defectos puntuales.

Categoría 3: No sabe que es conductividad eléctrica

- Tercera pregunta

Para la categorización de las respuestas de los estudiantes se determinó una variable y tres categorías.

Variable: Propiedades magnéticas de los materiales e importancia de su conocimiento

Categoría 1: Conoce las propiedades magnéticas de los materiales y la importancia de su conocimiento.

Categoría 2: Conoce las propiedades magnéticas de los materiales pero no la importancia de su conocimiento.

Categoría 3: No conoce las propiedades magnéticas de los materiales

En el cuadro 9 se muestran las categorías dentro de las cuales se clasifican las respuestas de los estudiantes.

Según la categorización anteriormente realizada se observa, en primer lugar, que a pesar de que la totalidad de los estudiantes conoce la relación existente entre el ordenamiento atómico de un material metálico y sus propiedades mecánicas, son muy pocos los que describen de manera precisa dicha relación. En segundo lugar, que la gran mayoría de los estudiantes sabe que es conductividad eléctrica, pero no todos conocen la manera como la afectan los defectos puntuales. Y en tercer lugar, que todos los estudiantes del curso conoce las propiedades magnéticas de los materiales, pero no la importancia de dicho conocimiento.

Posterior a la obtención de los resultados se llevó a cabo una realimentación con cada uno de los estudiantes, en primer lugar para ampliar las ideas acerca del horizonte del conocimiento que presentan y así poder interpretar de la mejor manera sus respuestas y en segundo lugar, para contrastar sus ideas erróneas con los conocimientos científicamente aceptados.

Cuadro 9. Categorización de las concepciones postestrategia de los estudiantes

Estudiante	CATEGORÍAS		
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
1	1	3	1
2	2	1	1
3	2	3	2
4	1	1	1
5	2	1	1
6	2	2	2
7	1	1	1
8	2	2	1
9	2	1	2
10	2	1	2
11	2	1	1
12	2	3	1
13	2	2	2
14	2	1	1
15	----	----	----
16	2	1	1
17	2	1	1
18	2	1	1

6.2.3 Evaluación de la estrategia pedagógica

Para la evaluación de la estrategia pedagógica, se diseñó un instrumento evaluativo (Anexo 10), con el cual se quería conocer el pensamiento de los estudiantes en cuanto al alcance de los objetivos, en cuanto a los aspectos positivos y negativos de

la estrategia implementada y a manera de información, en cuanto al desarrollo de trabajos de grado en la modalidad de docencia.

- Con relación al objetivo trazado, la totalidad de los estudiantes considera que la estrategia pedagógica fundamentada en la resolución de problemas implementada en el aula, cumplió con el objetivo que era propiciar aprendizajes significativos de temas relacionados con el ordenamiento atómico y las propiedades de los metales y alcanzar niveles de desempeño que ayuden al desarrollo de competencias.
- Con relación a los aspectos positivos y negativos (o por mejorar) de la metodología empleada, los estudiantes consideran:

Aspectos positivos:

- Se fomentó la investigación extraclase, es decir, se promovió la capacidad de investigación individual, trabajo crucial en el desarrollo de actividades de este tipo, que promueven el desarrollo integral del estudiante.
- Además de las capacidades anteriormente mencionadas en la evaluación verbal de la estrategia, se promovió el desarrollo de otras capacidades como la toma de decisiones, la creatividad y el liderazgo, las cuales favorecen el desarrollo de las competencias profesionales generales; de igual manera se promovieron los desempeños de relación estructura-propiedades y de selección general de materiales los cuales apuntan, como se había mencionado anteriormente, a las competencias de adaptación de materiales, de selección y diseño de materiales y control de calidad, clasificadas dentro de las competencias profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico.
- Se plantearon situaciones problemáticas reales semejantes a las que sin duda se presentarán en el desempeño profesional, creándose de esta manera la conciencia y el estado de responsabilidad necesarios para la asimilación de los conceptos involucrados en dichas situaciones; se despertó el entusiasmo por la materia y por la carrera y se aprendió, no por

compromiso, si no por adquirir los elementos necesarios para el desempeño profesional.

- La interacción entre los estudiantes y el profesor para promover el aprendizaje de los conceptos, fomentó la participación, el debate y la socialización, dándole un giro a la enseñanza tradicional.
- Uno de los factores importantes en el desarrollo de la estrategia pedagógica fue el compromiso y la motivación por parte de la investigadora de realizar un buen trabajo, ya que este es un aspecto fundamental en el desarrollo de una buena práctica docente.

Aspectos negativos:

- Faltó motivar más al grupo a la participación en la plenaria, ya que no se está acostumbrado a metodologías de este tipo, donde se aprende con estrategias pedagógicas participativas.
 - El tiempo entregado por la asignatura para el desarrollo del proyecto fue muy corto; la estrategia merece más tiempo para que los estudiantes expongan sus puntos de vista con relación a la evolución de los conceptos finalmente asimilados.
 - Hubiera sido bueno aplicar la estrategia a más temas de la carrera para de esta manera desarrollar más espacios de discusión de situaciones problemáticas.
- Con relación a la importancia del desarrollo de trabajos de grado en la modalidad de docencia, los estudiantes que vivieron esta experiencia docente innovadora consideran que un trabajo de grado en esta modalidad tiene un valor considerablemente significativo ya que a través de estos se mejoran los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la evaluación y posterior replanteamiento de los mismos.

7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este tipo de investigación, la captación de las concepciones de los actores del proceso investigativo alimenta el análisis. La interpretación de estas concepciones se realiza con el fin de establecer la eficacia de la estrategia pedagógica basada en la resolución de problemas implementada en el aula para de esta manera validarla como proceso metodológico y didáctico que favorece el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias profesionales. Desde este punto de vista, los resultados cualitativos juegan un papel importante en el conocimiento de la “verdadera” realidad y de los fenómenos en su complejidad, teniendo en cuenta desde luego, los resultados cuantitativos que controlan variables y ofrecen validez y fiabilidad al proceso investigativo.

7.1 APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación de los diversos instrumentos elaborados para el desarrollo de la investigación. Vale la pena aclarar que aunque los resultados fueron obtenidos en ambientes de clase habituales posiblemente no gozan de total validez debido al tiempo tan reducido de aplicación de la estrategia.

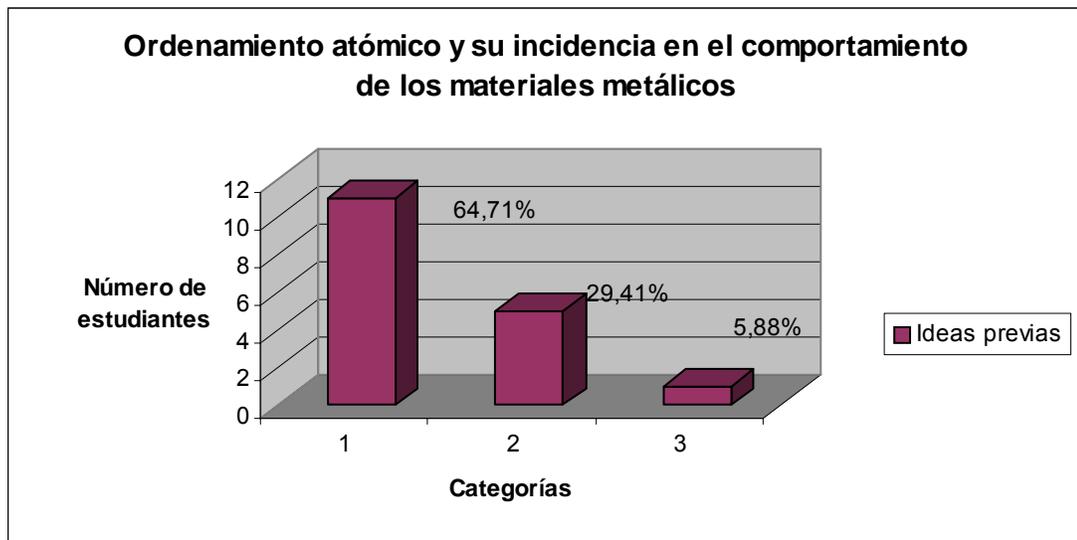
7.1.2 Instrumentos de caracterización de ideas previas de los estudiantes

Con la aplicación de esta prueba se obtuvo los siguientes resultados:

- De los 17 estudiantes del curso, 16 consideran que un material metálico puede presentar diversos ordenamientos atómicos, mientras que el estudiante restante

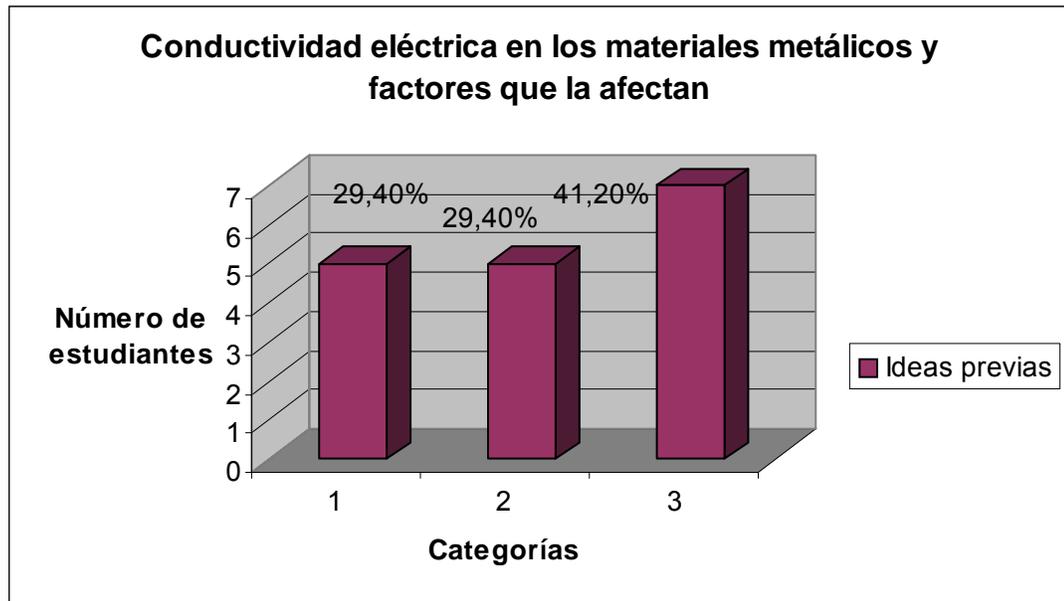
no lo considera. De estos 16, sólo 11 reconocen que dichos ordenamientos tienen incidencia sobre el comportamiento del material. Dichos resultados se muestran en la figura 6 .

Figura 6. Ideas previas de los estudiantes acerca del ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento de un material metálico.



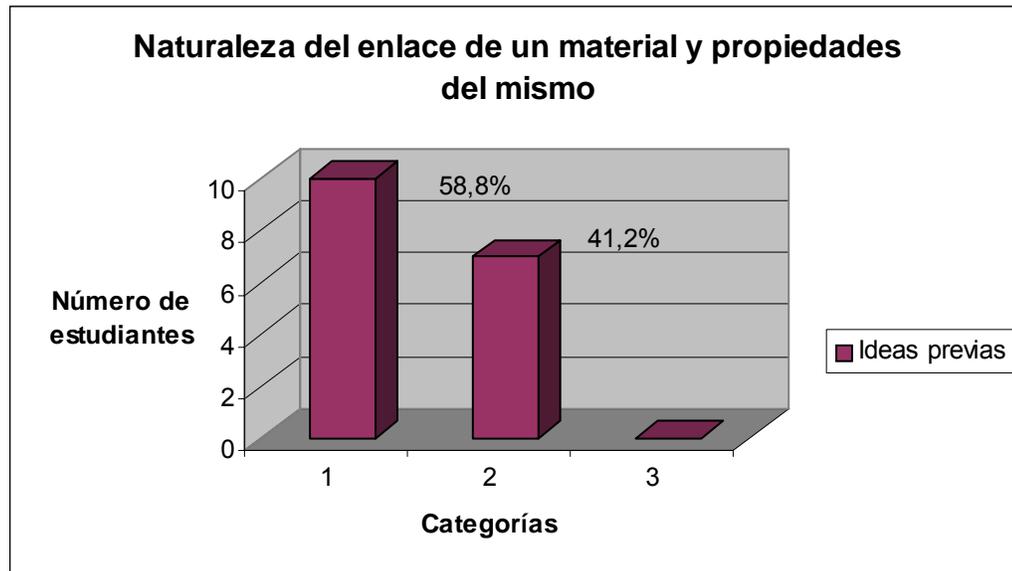
- De la totalidad de los estudiantes del curso, 10 conoce el mecanismo de conductividad que opera en los materiales metálicos, mientras que los 7 estudiantes restantes no conocen dicho mecanismo. De estos 10, sólo 5 reconocen los factores que la afectan. Estos resultados se visualiza en la figura 7.

Figura 7. Ideas previas de los estudiantes acerca de la conductividad eléctrica de los materiales metálicos y los factores que la afectan.



- Más de la mitad de los estudiantes del curso, exactamente 10 de los 17, establecen relaciones acertadas entre la naturaleza del enlace químico de un material y las propiedades del mismo, mientras que los estudiantes restantes no establece dichas relaciones de manera acertada. En la figura 8 se observan estos resultados.

Figura 8. Ideas previas de los estudiantes acerca de la naturaleza del enlace químico de un material y las propiedades del mismo



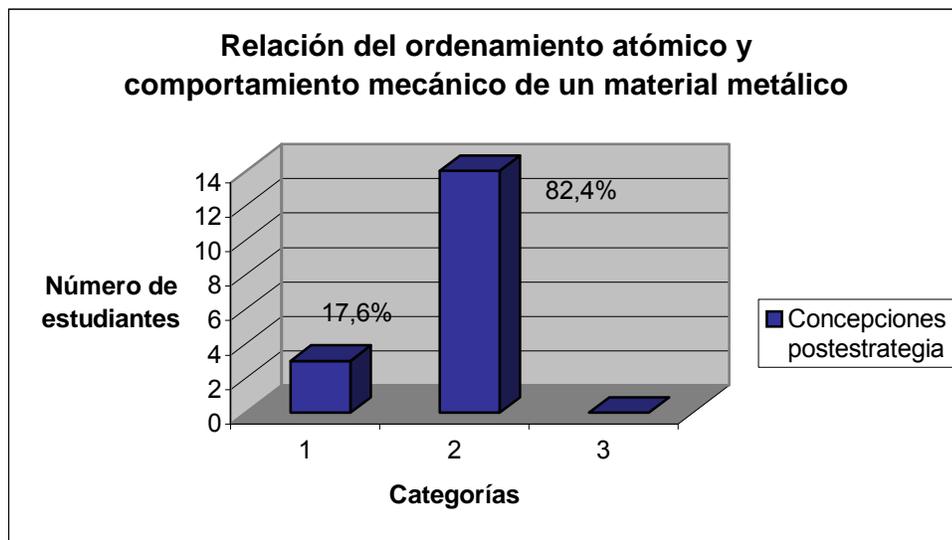
7.1.2 Instrumento evaluativo de concepciones postestrategia de los estudiantes

Con la aplicación de este instrumento evaluativo y teniendo en cuenta la realimentación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La mayoría de los estudiantes conoce la relación existente entre el ordenamiento atómico de un material metálico y sus propiedades mecánicas, pero sólo 3 de ellos expresaron de manera precisa dicha relación, es decir, establecieron específicamente bajo qué condiciones de ordenamiento atómico el material presentará mayor o menor deformación. Los 14 estudiantes restantes no expresaron dicha relación de manera precisa, aunque la mayoría de estos la conocen y la comprenden, cosa que fue percibida en la realimentación; estos

estudiantes manifestaron no haber mencionado condiciones específicas debido a la manera tan general como estaba formulada la pregunta. Estos resultados se muestran en la figura 9.

Figura 9. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca del ordenamiento atómico y su incidencia en el comportamiento mecánico de un material metálico



- De los 17 estudiantes del curso, 14 conocen el mecanismo de conductividad eléctrica que opera en los materiales metálicos, mientras que los 3 restantes no lo conoce. De los 14 estudiantes mencionados, 11 saben de qué manera ésta es afectada por los defectos puntuales, mientras que los 3 estudiantes restante persisten en sus ideas intuitivas en cuanto a la forma como los defectos puntuales en general afectan la conductividad en los materiales metálicos. La figura 10 muestra estos resultados.
- La totalidad de los estudiantes conoce las propiedades magnéticas de los materiales, pero sólo 12 de estos expresan la importancia de dicho

conocimiento; los 5 estudiantes restantes no expresan claramente o simplemente no expresan la importancia de dicho conocimiento, aún cuando la mayoría de ellos la conoce, según lo percibido en la realimentación. Estos resultados se presentan en la figura 11.

Figura 10. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca de la conductividad eléctrica en los materiales metálicos e incidencia de los defectos puntuales en ella.

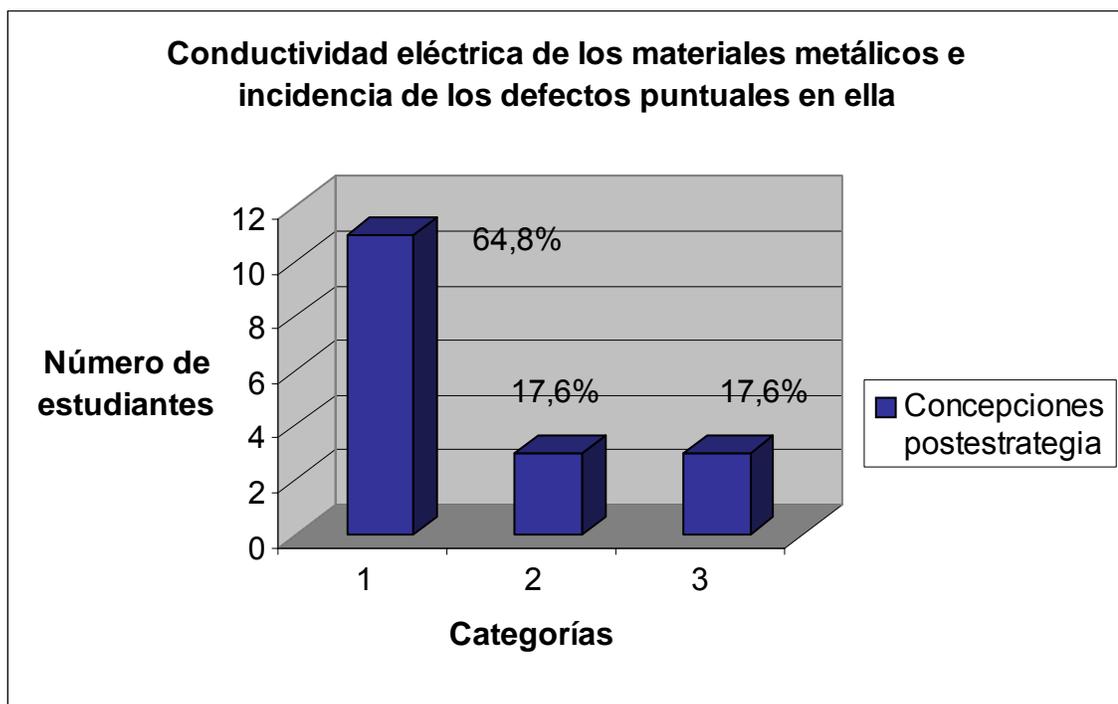
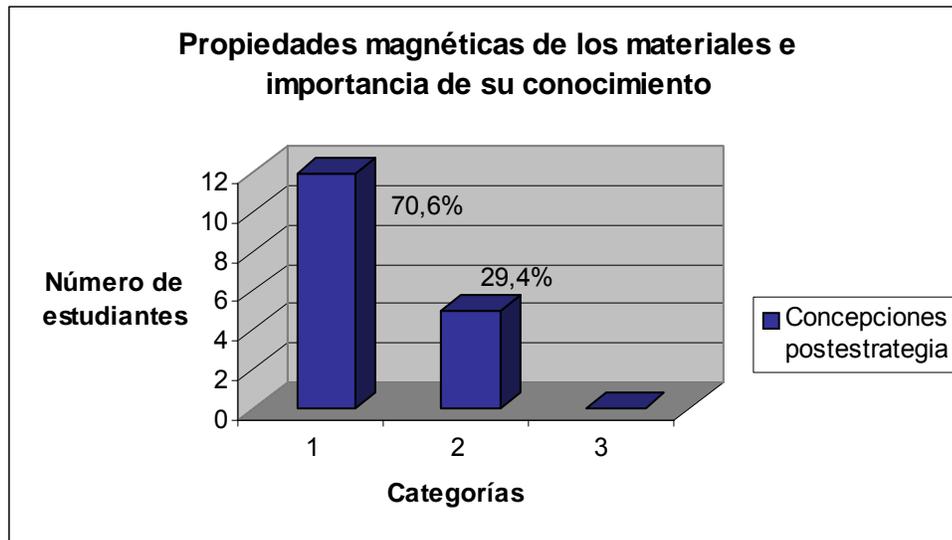


Figura 11. Concepciones postestrategia de los estudiantes acerca de propiedades magnéticas de los materiales e importancia de su conocimiento.



7.2 CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS PRE Y POSTESTRATEGIA

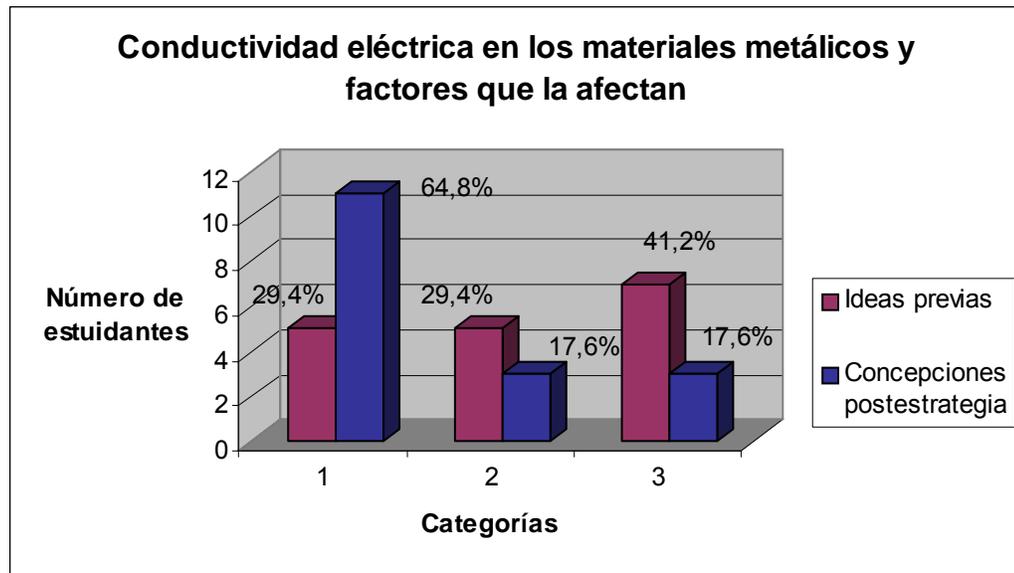
Para el establecimiento de la eficacia de la estrategia implementada es necesario confrontar los resultados de la caracterización de las concepciones iniciales con los de la evaluación de concepciones postestrategia. Los resultados obtenidos de esta confrontación son los siguientes:

- Antes de dar inicio a la actividad de resolución de problemas, la mayoría de los estudiantes, cerca del 65%, reconocían la incidencia del ordenamiento atómico en el comportamiento de un material metálico, pero la relación directa entre dicho ordenamiento y alguna propiedad específica del material era desconocida y por tanto esta relación presentaba niveles de elaboración bajo. Al final del desarrollo de la estrategia basada en la resolución de problemas, la totalidad de los estudiantes saben de la relación directa existente entre el ordenamiento

atómico de un material metálico y su comportamiento; pero lo más importante es que sus niveles de elaboración han cambiado, ya que la mayoría de los estudiantes comprende el comportamiento mecánico de un material metálico, más específicamente su comportamiento de deformación en función del ordenamiento atómico del mismo. Debido a que las categorías de las ideas previas y de las concepciones postestrategia son diferentes, y teniendo en cuenta que la comprensión de la relación mencionada anteriormente fue percibida básicamente de manera verbal, no es posible realizar una comparación directa entre los resultados pre y postestrategia.

- Los estudiantes evolucionaron en cuanto a las ideas que presentaban con relación a la conductividad eléctrica en los materiales metálicos y los factores que la afectan; esto se vio reflejado al final de la estrategia con el incremento en el porcentaje de estudiantes que conocen el mecanismo de conductividad que opera en los metales, el cual pasó de 58,8% a 82,4%. De la misma manera, los estudiantes lograron niveles de elaboración mayor en cuanto a sus ideas intuitivas y se acercaron progresivamente al cambio conceptual, esto último se traduce en un aumento en los estudiantes que comprenden la manera como los defectos puntuales en general afectan la conductividad eléctrica en los metales, el cual pasó de 29,4% a 64,8%; a pesar de esto, existen alumnos que persisten en ideas cotidianas erróneas.

Figura 12. Confrontación entre ideas previas y concepciones postestrategia con relación a la conductividad eléctrica en los materiales metálicos y factores que la afectan



7.3 CONFRONTACIÓN CON LAS HIPÓTESIS

Una vez obtenidos los resultados de la investigación es preciso confrontarlos con las hipótesis planteadas al inicio de la investigación, ya que estos fundamentan el grado de validez de las mismas.

7.2.1 Primera hipótesis

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I si presentan ideas intuitivas acerca de la incidencia del ordenamiento atómico en el comportamiento de los metales; estas ideas se

constituyen en obstáculos para el establecimiento de relaciones acertadas entre el ordenamiento atómico de los metales y las propiedades de estos materiales. Estas ideas, en algunos casos persisten y por tanto se hace necesario el establecimiento de estrategias efectivas que logren la evolución de estas hacia conceptos científicos aceptados.

7.2.2 Segunda hipótesis

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que la estrategia metodológica y didáctica fundamentada en la resolución de problemas si favorece el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con ordenamiento atómico, en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I. Claro que sería interesante verificar el desempeño de los estudiantes, con quienes se implementó esta nueva estrategia, en situaciones posteriores que requieran del uso de estos conceptos y confrontarlos con los estudiantes que han vivido una experiencia transmisionista en el aprendizaje de los mismos, a fin de determinar el impacto de la estrategia fundamentada en la resolución de problemas.

Además, se puede afirmar que la implementación de la estrategia fundamentada en la resolución de problemas, si favorece el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura. Pero debido, en primer lugar, a que las competencias se adquieren a lo largo de la formación profesional mediante el desarrollo de los tópicos contemplados en el plan de estudios, en segundo lugar, al poco tiempo de aplicación de la estrategia y en tercer lugar a que las competencias sólo se demuestran a través de los desempeños, observables y medibles en un contexto específico, sería apresurado afirmar si se consiguió o no la evolución de las mismas.

8. CONCLUSIONES

8.1 CON RESPECTO A LA ESTRATEGIA IMPLEMENTADA

- La estrategia metodológica y didáctica fundamentada en la resolución de problemas favorece el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con ordenamiento atómico, en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I. Aunque los resultados fueron obtenidos en ambientes de clase habituales posiblemente no gozan de total validez debido al tiempo tan reducido de aplicación de la estrategia, por tanto sería interesante confrontar el desempeño de los estudiantes que vivieron esta experiencia pedagógica innovadora, en situaciones posteriores que requieran del uso de los conceptos desarrollados, con el de los estudiantes que han vivido una experiencia transmisionista en el aprendizaje; esto con el fin de determinar el impacto de la estrategia implementada, fundamentada en la resolución de problemas.
- La implementación de una estrategia fundamentada en la resolución de problemas, favorece el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I; pero, debido a que las competencias se adquieren a lo largo de la formación profesional; al poco tiempo de aplicación de la estrategia; y a que las competencias sólo se demuestran a través de los desempeños en un contexto específico, sería apresurado afirmar si se consiguió o no la evolución de las mismas.
- En términos generales se puede afirmar que se promovió el desarrollo de algunas capacidades como la solución de problemas, la adaptación al cambio, el trabajo en equipo, la toma de decisiones, la creatividad y el liderazgo, que favorecen el desarrollo de las competencias profesionales generales; de igual manera se promovieron los desempeños de relación estructura-propiedades y de selección general de materiales, los cuales apuntan a las competencias

profesionales específicas del Ingeniero Metalúrgico tales como la adaptación de materiales, la selección y diseño de materiales y el control de calidad.

- La estrategia de resolución de problemas permite que el alumno elabore y desarrolle estrategias personales de identificación y de resolución de situaciones problemáticas mediante la utilización de hábitos de razonamiento objetivo, sistemático y riguroso, las cuales serán aplicadas de manera espontánea a situaciones que se le presentarán en la vida profesional.
- En el aula, la construcción del conocimiento tanto conceptual como procedimental debe ser colectiva, es decir, debe envolver frecuentemente el trabajo en equipo mediante la utilización de estrategias como la resolución de problemas; de esta manera, la construcción del conocimiento en el aula se asemeja a la construcción del conocimiento científico.
- El aprendizaje a partir de situaciones problemáticas exige una mayor dedicación por parte del docente y de los alumnos, presentándose para estos últimos un choque con los hábitos pasivos desarrollados tras años de inmersión en ambientes de enseñanza transmisionistas. En cuanto al docente, requiere de mayor dedicación para la elaboración de situaciones problemáticas acertadas con secuencias correctas, que despierten la motivación de los alumnos para la apropiación de las mismas y de la búsqueda de la solución.

8.2 CON RESPECTO A LA METODOLOGÍA Y A LOS RESULTADOS

- Los estudiantes de la asignatura Metalurgia Física I presentan ideas intuitivas acerca de la incidencia del ordenamiento atómico en el comportamiento de los metales, las cuales constituyen obstáculos para el proceso de aprendizaje en el que se busca el acercamiento a conceptos científicamente aceptados. En algunos casos, estas ideas erróneas persisten a pesar de la instrucción.

- Las concepciones epistemológicas de los estudiantes acerca de la enseñanza y el aprendizaje constituyen obstáculos adicionales para el proceso de aprendizaje, ya que generan en ellos un estado de incertidumbre cuando se enfrentan a metodologías nuevas de enseñanza como la estrategia de resolución de problemas implementada.
- La realimentación de las concepciones postestrategia sirvió en primer lugar para validar la recogida de la información, es decir, para ampliar el horizonte de los conocimientos que presentan los estudiantes y de esta manera interpretar de la mejor forma sus respuestas, y en segundo lugar para contrastar sus ideas erróneas con los conocimientos científicamente aceptados.

8.3 OBSERVACIONES, SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- Un aspecto importante dentro de la implementación de metodologías innovadoras es el conocimiento de las mismas por parte de los estudiantes; por tanto, la estrategia debe ser presentada a los alumnos durante un periodo mayor de tiempo para, de esta manera, despertar en ellos el deseo de apropiación de las situaciones problemáticas planteadas y de responsabilidad con la búsqueda de su solución.
- Hubiera sido interesante la aplicación de un tercer método de caracterización de ideas previas para realizar la triangulación metodológica, como por ejemplo la entrevista individual que es una técnica que permite recoger información general y específica; de esta manera se logra la interpretación de los resultados desde diversas perspectivas, brindando validez a los mismos.
- Debido a las concepciones inadecuadas que los estudiantes mantienen sobre el aprendizaje, las cuales están fuertemente arraigadas debido a la ideología implícita sobre el aprendizaje, que la enseñanza tradicional (basada en la toma de apuntes y en la recepción pasiva de los conocimientos) transmite a los

alumnos, se hace difícil implementar en las aulas estrategias pedagógicas innovadoras que mejoren el proceso de aprendizaje y favorezcan la formación integral del estudiante.

- Esta investigación puede ser considerada como la base para la realización de posteriores trabajos de implementación de estrategias pedagógicas nuevas, no sólo en el área de la Metalurgia, si no en áreas afines, ya que se llevó a cabo sin el conocimiento de trabajos precedentes de la misma naturaleza.
- Aunque los resultados se obtuvieron en corto tiempo, son considerablemente significativos y sirven como propuesta para el cambio de enfoque de los procesos de enseñanza y aprendizaje que la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales se encuentra desarrollando.
- Los trabajos de grado en la modalidad de docencia optimizan los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la evaluación y posterior replanteamiento de los mismos, mejorando de esta manera la calidad de la educación en la Universidad. Este tipo de investigaciones crea elementos que favorecen el proceso de formación integral de los estudiantes, que influirá en el desempeño adecuado de estos como profesionales. De igual manera es de especial importancia para los estudiantes que lo desarrollan ya que investigaciones de este tipo contribuyen en la formación de estos como futuros docentes. Desde este punto de vista la Universidad debe promover los trabajos de grado enfocados hacia la docencia y brindar los elementos necesarios para la elaboración y desarrollo de los mismos, ya que estos contribuyen al mejoramiento de los procesos docentes y por tanto al desarrollo de la Universidad como entidad educativa.
- De la misma manera, es aconsejable dar a conocer esta investigación a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, para motivarlos hacia la actividad pedagógica mediante la realización de proyectos de grado de este tipo y así enriquecer la actividad docente en la UIS

- El aula debe ser un espacio dinámico y convertirse en un facilitador para que los alumnos desarrollen competencias profesionales; por tanto, es necesario incorporar en los procesos desarrollados en el aula, los principios del aprendizaje significativo, las soluciones problemáticas, el aprendizaje mediado y la elaboración de instrumentos adecuados para planificar las diferentes sesiones y de esta manera garantizar la consecución de las metas que se proponen con los alumnos. Un paso imprescindible que debe ser llevado a cabo, para el logro de este objetivo, es la realización de un estudio crítico de los lineamientos curriculares de las áreas de la educación universitaria, y a partir de este, estructurar los diferentes planes de estudio por competencias con sus correspondientes instrumentos evaluativos.

BIBLIOGRAFIA

- ARBELAEZ, Ruby. El proceso de la Investigación. I Planeación. Publicaciones UIS. Bucaramanga. 1992.
- ARENAS DE PULIDO, Helena. Conferencias de Química I. El Estado Sólido y Propiedades de los Materiales. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Química, Facultad de Ciencias. Bucaramanga. 1992.
- ASTOLFI Jean-Pierre. Información, conocimiento, saber. En: Aprender en la Escuela. Chile: Dolmen.1997.
- AUSUBEL, David P, NOVAK, Joseph D, HANESIAN, Helen. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México. Editorial Trillas. Segunda edición. 1983.
- AVNER, Sidney H. Introducción a la metalurgia física. México. Editorial McGraw Hill. Segunda edición. 1979.
- BOGOYA MALDONADO, Daniel, SOLSONA VINENT, Manuel. Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Evaluación de competencias básicas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
- BONILLA, C. Elssy, RODRIGUEZ, S. Penélope. Más allá del dilema de los métodos: La investigación de ciencias sociales. Santa Fe de Bogotá, D.C. Grupo editorial norma. Primera edición.
- CAMPANARIO, Juan M, MOYA, Aida. Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las Ciencias, 17 (2). 1999. p. 179-192.
- CAMPANARIO, Juan M, OTERO, José. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (2). 2000. p. 155-166.
- COLLOGO M, Norberto Miguel. La enseñanza problémica, una alternativa pedagógica. En: Academia Libre, año 3, No. 3. Bogotá. 2003.
- CROIL, Paul. La observación sistemática en el aula, editorial la Muralla S.A. Madrid. 1995.

CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Diada Editora S.L. Segunda edición. Sevilla, España. 1993.

DE KETELE, Jean – marie, ROEGIERS, Xavier. Metodología para la recogida de la información, editorial la Muralla S.A. Madrid. 1995.

DIAZ, B. Frida, HERNANDEZ, G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Editorial Mc Graw-Hill. México.1998.

ELLIOT, John. La investigación acción en educación. Ediciones Morata. Segunda edición. Madrid. 1994.

ELLIOT, John. El cambio educativo desde la investigación-acción. Morata, S.L, tercera edición. Madrid. 2000.

FLINN Richard, A, TROJAN, Paul K. Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones. Editorial McGraw Hill. Tercera edición. Bogotá. 1989.

GALLEGO BADILLO, R. Competencias cognoscitivas: Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Santa Fe de Bogotá: Magisterio. 1999.

GARCIA, G. José J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. En: Enseñanza de las Ciencias, 18 (1). 2000. p. 113-129.

GARCIA, GARCIA, José Joaquín. Didáctica de las Ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Cooperativa editorial Magisterio. Primera edición. Bogotá. 2003.

GOMEZ M. Orlando José. 40 años de la Ingeniería Metalúrgica en Colombia. En: Carta Metalúrgica. Edición No. 356. 1994.

HORST Rump. Los conocimientos no se pueden transmitir a otros como informaciones. En: Educación. Alemania, Vol. 42, 1995.

MENDOZA P, Alvaro José. Propuesta docente para la construcción de competencias profesionales en estudiantes de la asignatura Proyectos en Ingeniería fundamentada en la resolución de problemas. Bucaramanga. 2003.

MOFFATT, William, PEARSALL, George, WULFF, Jhon. La ciencia de los materiales: Estructura. Editorial Limusa. Primera edición. México. 1979.

NOT, Louis. La enseñanza dialogante. Editorial Herder. Barcelona. 1992.

PEREA, S. Carlos. El concepto de competencia y su aplicación en el campo de la educación. Editorial ASED. Primera edición. Bucaramanga. 2000.

PEREZ, Ángel I. Los procesos de enseñanza y aprendizaje: Análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. En: Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata. Madrid. 1994.

POZO M, Juan Ignacio. La solución de problemas. Editorial aula XXI Santillana. Madrid. 1994.

POZO M, Juan Ignacio. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata. Cuarta edición. Madrid. 1996.

RICO PRADILLA, Leocadio. Construcción de competencias en los estudiantes de Topografía I de Ingeniería Civil a través de la resolución de problemas. Bucaramanga. 2002.

ROSAS, Ricardo, SEBASTIAN, Christian. Piaget, Vigotski y Maturana, Constructivismo a tres voces. Edición Aique. Primera edición. Argentina. 2001.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN. Competencias Laborales: Base para mejorar la empleabilidad de las personas. Bogotá, D.C. 2003.

SMITH, William F. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de materiales. Editorial McGraw-Hill. Segunda edición. España. 1993.

STONE W, Marta. Enseñanza para la comprensión. Editorial Paidós. Buenos Aires. 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID: FACULTAD DE PSICOLOGIA. Pérez E, María del P, Pozo, Juan I, Rodríguez, Belén. Las concepciones sobre el aprendizaje en los estudiantes universitarios: El aprendizaje como producto o como proceso.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. Monografía Ocupacional: La profesión del Ingeniero Metalúrgico. Perfil ocupacional del Ingeniero Metalúrgico egresado de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los materiales. Editado por el Servicio de Orientación de la Facultad de Ingeniería. 1987.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Proyecto institucional. Bucaramanga, 2000.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Memorias, IV Semana Técnica Nacional de Ingeniería Metalúrgica "Metalurgia y Medio ambiente". Bucaramanga. 1997.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Arbeláez, Ruby, Corredor, Martha V. Artículo evaluación y Formación Integral. Bucaramanga. 2002.

ANEXO 1

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES**

El siguiente test servirá de marco de referencia para el diagnóstico de necesidades de la asignatura Metalurgia Física I. Por tal motivo todo lo que conteste será tenido en cuenta para el replanteamiento de aspectos pedagógicos desarrollados en la materia.

Semestre _____

1, ¿Considera que la asignatura Metalurgia Física I es fundamental en su carrera?

Si _____ No _____

¿Porqué? _____

2. ¿Considera que realizó un aprendizaje significativo (duradero, aplicable) de los temas tratados en la materia?

Si _____ No _____

¿Porqué? _____

3. Enuncie las actividades metodológicas de la clase que:

Le _____ ayudaron _____ en _____ el aprendizaje _____

No _____ le _____ ayudaron _____ en _____ el aprendizaje _____

Sugiera algunas actividades metodológicas para el mejoramiento del aprendizaje _____

4. ¿Considera que la forma de evaluar el aprendizaje fue la correcta?

Si _____ No _____

¿Porqué? _____

5. ¿Cuáles temas aprendió con:

Mayor

facilidad? _____

¿Porqué? _____

Mayor
dificultad? _____

¿Porqué? _____

6. ¿La materia llenó las expectativas que tenía?

Si _____ No _____

¿Porqué? _____

7. Observaciones, sugerencias y aportes para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura

ANEXO 2

LISTADO DE CLASE			
Año: 2003		Periodo 2	
Asignatura: 3211		Metalurgia Física I Grupo C2	
Profesor: 13222856		Gómez Moreno Orlando Jose	
Escuela: 6430		Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales	
ORDEN	CODIGO	PROGRAMA	NOMBRE ESTUDIANTE
1	1983152	31	BARAJAS RUEDA FELIX DAVID
2	1993152	31	BELTRAN AGUILAR ALEXANDER
3	2006055	31	CARRENO RAMIREZ ENID CRISTINA
4	1993110	31	CUESTA GONZALEZ GEOVANNY YESYD
5	2006058	31	DELGADILLO NORIEGA JUAN GABRIEL
6	2010912	31	DEWDNEY MORALES FARIEL ALBERTO
7	2012386	31	DUARTE HERRERA DIEGO ALEXANDER
8	2005179	31	ESPINOSA RATIVA DIANA MARCELA
9	1963112	31	GONZALEZ SANTOS CIRO ALFREDO
10	1993169	31	JAIMES GARCIA MARTHA LILIANA
11	2010801	31	MEJIA LOPEZ ALVARO FERNANDO
12	2013279	31	MENDOZA PRADA ALVARO ALEXIS
13	1993149	31	MORON AVENDANO JULIAN ALBERTO
14	1993176	31	PENA ORDONEZ OSCAR IGNACIO
15	2010917	31	PEREZ GALAN OLGA LUCIA
16	1993191	31	RUEDA CHANAGA FREDY ALEXANDER
17	1973191	31	SARMIENTO ARIAS JORGE ENRIQUE
18	1983141	31	ZAMBRANO DALLOS GERSON

ANEXO 3

PROGRAMA METALURGIA FISICA I

1. INTRODUCCION A LA METALURGIA, ESTRUCTURA ATOMICA Y ENLACES
 - 1.1 Metalurgia, ramas de la metalurgia, la metalurgia física
 - 1.2 Introducción a los materiales, materiales de ingeniería
 - 1.3 Estructura atómica
 - 1.4 Enlaces
 - 1.5 Clasificación de los materiales en función del enlace
 - 1.6 Teoría electrónica de los metales, teoría del electrón libre, teoría de las zonas de Brillouin

2. ESTRUCTURAS CRISTALINAS
 - 2.1 Ordenamiento atómico
 - 2.2 Sistemas cristalinos
 - 2.3 Posiciones, direcciones y planos de la red
 - 2.4 Índices de Miller
 - 2.5 Estructuras cristalinas complejas
 - 2.6 Estructuras compactas
 - 2.7 Apilamiento de planos compactos
 - 2.8 Coordinación
 - 2.9 Polimorfismo
 - 2.10 Energía de cohesión
 - 2.11 Distancia interatómica
 - 2.12 Cristales reales, defectos e imperfecciones cristalinas

3. PROPIEDADES DE LOS METALES
 - 3.1 Comportamiento elástico y plástico
 - 3.2 Propiedades térmicas
 - 3.3 Propiedades eléctricas
 - 3.4 Propiedades magnéticas

4. ALEACIONES
 - 4.1 Aleaciones
 - 4.2 Soluciones sólidas
 - 4.3 Fases intermedias
 - 4.4 Estabilidad relativa de las fases

5. DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE FASES
 - 5.1 Generalidades
 - 5.2 Regla de las fases
 - 5.3 Reglas para la lectura de los diagramas de equilibrio de fases
 - 5.4 Dos fases en equilibrio

- 5.5 Tres fases en equilibrio
- 5.6 Sistemas eutecticos binarios
- 5.7 Sistemas peritecticos binarios
- 5.8 Transformaciones en el estado sólido, reacciones eutectoide y peritectoide, orden, desorden, cambios alotrópicos
- 5.9 Diagramas con fases intermedias
- 5.10 Diagramas con fases intermedias
- 5.11 Miscibilidad parcial en el estado sólido
- 5.12 Diagramas de equilibrio binarios monotectico y sintectico

6. TRANSFORMACIONES DE FASE FUERA DE EQUILIBRIO

- 6.1 Segregación intracristalina durante la solidificación
- 6.2 Cercado durante la solidificación
- 6.3 Transformaciones invariantes inducidas por enfriamiento
- 6.4 Sobresaturación y precipitación
- 6.5 Transformaciones invariantes inhibidas por enfriamiento rápido

7. SOLIDIFICACION

- 7.1 Hechos experimentales
- 7.2 El estado líquido
- 7.3 Termodinámica de la solidificación
- 7.4 Factor de acomodamiento
- 7.5 Subenfriamiento termico
- 7.6 Subenfriamiento constitucional

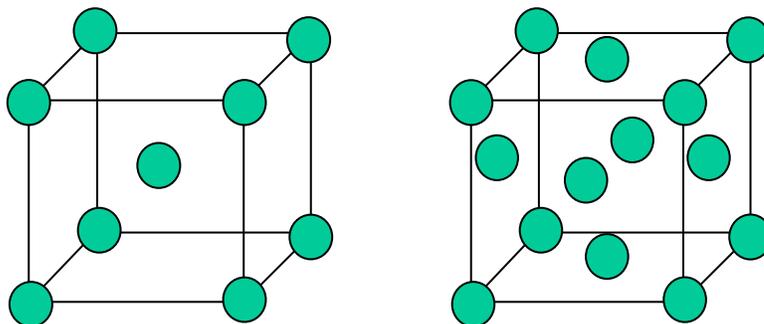
ANEXO 4

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

La interpretación de las siguientes situaciones servirá para caracterizar las concepciones sobre estructuras cristalinas y propiedades de los materiales. Conteste de la forma más clara posible, teniendo en cuenta que estos resultados serán utilizados con fines investigativos.

1. Los sólidos cristalinos como los metales constan de minúsculos cristales individuales, los cuales presentan una forma geométrica determinada y poseen un átomo en cada vértice del sólido. Estos cristales reciben el nombre de **celda unidad**.

A continuación se presentan dos celdas unidad cúbicas diferentes, una con un átomo en el centro y otra con un átomo en cada cara del cubo.



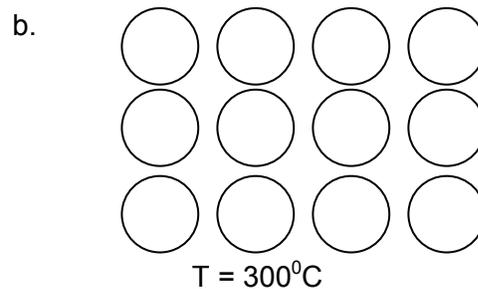
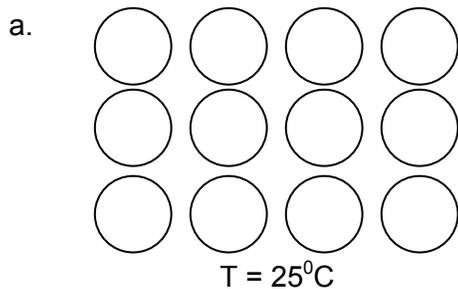
¿Es posible que un material cristalino pueda cambiar el ordenamiento de sus átomos, es decir, pasar de una estructura a otra?

Si su respuesta es afirmativa ¿cómo cree que se puede lograr esto?

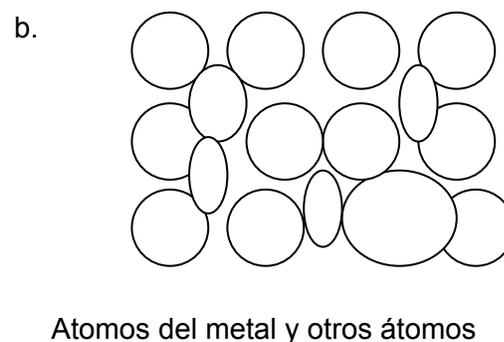
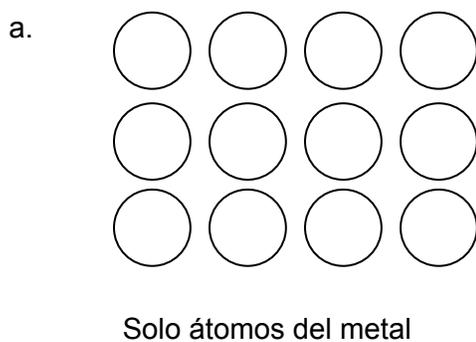
¿Se afectará el comportamiento del material? Argumente su respuesta.

2. En los siguientes casos, marque con una X las condiciones en las que una red metálica es más conductora. Justifique su respuesta.

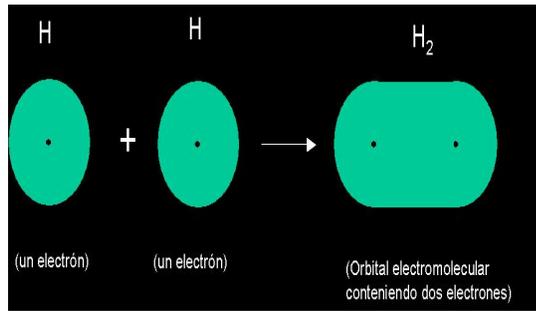
Primer caso:



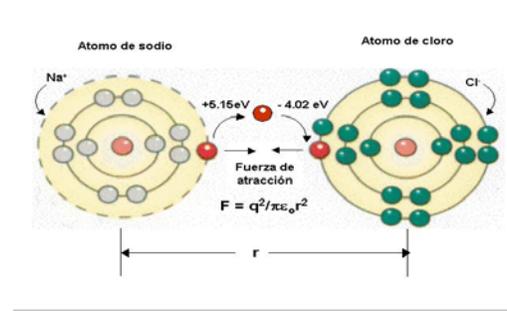
Segundo Caso:



3. La fuerza que mantiene unidas las partículas que conforman un material se conoce con el nombre de enlace químico. De los dos tipos de enlaces que se presentan a continuación ¿cuál es más fuerte?



Enlace covalente



Enlace iónico

Nombre “una” propiedad del material que este relacionada directamente con su tipo de enlace y diga ¿de qué manera?.

ANEXO 5

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I

La interpretación de las siguientes situaciones servirá para caracterizar las concepciones sobre estructuras cristalinas y propiedades de los materiales. Conteste de la forma más clara posible, teniendo en cuenta que estos resultados serán utilizados con fines investigativos.

1. Dentro de los acontecimientos catastróficos ocurridos en la historia mundial se encuentra el derrumbamiento de las Torres Gemelas. ¿Tiene usted idea de las causas (desde el punto de vista de la ingeniería de los materiales) que produjeron este hecho?
2. La industria está actualmente utilizando un material metálico para una aplicación que requiere excelente conductividad eléctrica. Se necesita que el material aporte mayor conductividad debido a que los requerimientos de la aplicación han cambiado. Usted como ingeniero metalúrgico ¿qué le sugeriría a la empresa para lograr esto? Justifique su respuesta.

Nota: Tenga en cuenta que el material no puede ser sustituido por otro.

3. Se necesita un material para la elaboración de las bolas de un molino de bolas. De los materiales mencionados a continuación ¿cuál escogería? Teniendo en cuenta que este debe poseer una dureza elevada, ya que las bolas van a pulverizar a otros materiales. Justifique su respuesta.

- Material con enlace covalente
- Material con enlace molecular
- Material con enlace iónico
- Material con enlace metálico

ANEXO 6

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

SITUACION PROBLEMATICA 1

En un laboratorio mediante la técnica de difracción de Rayos X se estableció la estructura cristalina de dos materiales; se pudo observar que presentan números de coordinación 8 y 12 respectivamente. Si estos materiales van a ser sometidos a esfuerzos de tracción durante su servicio ¿cuál presentará mayor deformación y porqué?

ANEXO 7

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

SITUACION PROBLEMATICA 2

En un Instituto de investigación óptico, se están adelantando estudios de la utilización de lasers para calentamiento quirúrgico y metalúrgico; estos lasers utilizan diamantes, los cuales tienen un costo elevado de adquisición. Se ha mencionado la posibilidad de obtener los diamantes a partir de grafito ¿Existe la posibilidad de obtener los diamantes de esta manera? ¿Porqué?

ANEXO 8

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

SITUACION PROBLEMATICA 3

A una pequeña planta donde se produce acero a partir de chatarra, llega materia prima proveniente de diversos lugares. Se debe separar la chatarra no ferrosa de la ferrosa, para utilizar solo esta última y así evitar la contaminación del acero; esta separación se puede llevar a cabo mediante la utilización de un electroimán.

Si usted tuviera que escoger los materiales para la elaboración del electroimán, entre los siguientes materiales ¿Cuál o cuáles escogería y porqué?

Materiales:

- Fibra de vidrio
- Polietileno
- Hierro
- Aluminio
- Cobre
- Aleación de Cobre
- Magnetita

ANEXO 9

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

EVALUACION DE CONCEPCIONES POSTESTRATEGIA

NOMBRE:

CODIGO:

1. Describa la relación existente entre la estructura cristalina de un material y sus propiedades mecánicas.

2. ¿Que importancia tienen los defectos puntuales en la conductividad de los metales?

3. ¿Cuáles son las propiedades magnéticas de los materiales de empleo ingenieril? ¿Por que es importante su conocimiento?

ANEXO 10

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
METALURGIA FISICA I**

EVALUACION DE LA ESTRATEGIA IMPLEMENTADA

1. ¿Considera que la estrategia pedagógica desarrollada en el curso promovió aprendizajes significativos y contribuyó en el desarrollo de competencias profesionales?

2. Mencione los aspectos positivos y los aspectos por mejorar presentados durante el desarrollo de la estrategia.

3. ¿Cree que es importante el desarrollo de trabajos de grado en esta modalidad?
