



Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.



CEPPENS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y MATERIALES



# La superconductividad como herramienta pedagógica

Tesis que como Requisito para obtener la Maestría en Educación Científica presenta:

Francisco Hernández Muñoz

Directores de tesis:

M. C. Amaro Aguilar Martínez

Dr. Luis E. Fuentes Cobas

Chihuahua, Chih. Julio de 2009

*A Paty y a Gabriel.*

*Por las lecciones de la vida  
y del amor que hemos compartido.*

## ÍNDICE

I	Resumen .....	5
	Abstract .....	5
II	Introducción .....	7
	Antecedentes .....	7
	Justificación .....	7
	Objetivos .....	8
	Objetivo general .....	8
	a) Objetivo específico científico .....	8
	b) Objetivo específico pedagógico .....	9
	Descripción del producto .....	9
III	Fundamentos pedagógicos y disciplinares .....	10
	3.1 Fundamentos pedagógicos .....	10
	3.1.1 Constructivismo .....	10
	3.1.2 Teoría del aprendizaje significativo .....	15
	3.1.3 Aprendizaje colaborativo .....	22
	3.2 Fundamentos disciplinares .....	35
	3.2.1 Electrostática .....	38
	3.2.2 Corriente eléctrica .....	40
	3.2.3 Magnetismo .....	41
	3.2.4 Inducción electromagnética .....	42
IV	Desarrollo y metodología .....	43
	4.1 Cómo fabricar una pastilla superconductora .....	43
	4.2 Procedimiento experimental .....	43

4.2.1 Materiales.....	43
4.2.2 Pasos para la fabricación de un pastilla .....	46
Aplicaciones de la superconductividad .....	49
V Implementación .....	53
VI Conclusiones .....	55
VII Bibliografía .....	56

## I RESUMEN

El desarrollo de ésta tesis propone que el fenómeno físico de la superconductividad funciona como una herramienta pedagógica de alta motivación y además sugiere su implementación en el nivel de educación media superior ya que cuentan con los laboratorios e instrumentos necesarios para la fabricación de las pastillas cerámicas superconductoras que muestran dicho fenómeno. La otra parte del trabajo consiste en el desarrollo de una metodología de laboratorio para la fabricación de dichas pastillas a partir de un polvo semiprocésado de  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  conocido como polvo superconductor 1-2-3.

Los estudiantes realizan las actividades bajo el marco del trabajo colaborativo, considerando que ya poseen las bases pedagógicas y disciplinares necesarias para el entendimiento introductorio de la superconductividad.

Palabras clave; trabajo colaborativo, superconductividad,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  polvo superconductor.

## ABSTRACT

The development of this thesis establishes that the physicist phenomenon of superconductivity works as a pedagogical tool of high motivation and it also suggests its implementation in a high school level because they have the laboratories and the instrumental needed to produce superconductor ceramic pellets which shows such phenomenon. The other part of this work consists in the development of a laboratory methodology to produce such pellets, starting from a semiprocessed powder of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  known as superconductor powder 1-2-3.

The students do activities under the basis of collaborative work, considering that they already have the pedagogical and disciplinaries needed for the introductory understanding of superconductivity.

Key words: superconductivity, electromagnetism, collaborative work,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  superconductor powder.

## II INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes.**

Actualmente el individualismo con el que trabajan los estudiantes del nivel medio superior es un hecho. En términos generales México no es la excepción y hoy en día buscar la solución de esta problemática encuentra un buen cauce en las asignaturas de ciencias experimentales. Dichas asignaturas tienen una gran ventaja en sus clases de laboratorio ya que su frecuencia mínima es de una hora a la semana. Visitar el laboratorio ofrece la oportunidad de trabajar en un ambiente diferente al salón de clases, alcanzando objetivos integrales más allá de los particulares. Se sobreentiende que trabajar por cuenta propia disminuye los resultados esperados desde varias perspectivas y se aleja de un desarrollo de la persona en un ambiente social y rico en experiencias. Entender la importancia de dar y recibir en común es el fin buscado.

Ahora se presenta la oportunidad de realizar este proyecto en el marco del trabajo colaborativo en el que se involucra a los estudiantes del nivel medio superior ya poseedores de los fundamentos necesarios para entender y eventualmente comprender el fenómeno físico de la superconductividad.

Con esta oportunidad el trabajo pretende aportar un granito de arena a las técnicas alternativas de la educación actuales que intentan satisfacer el ritmo de cambio cada vez más rápido en la sociedad, fenómeno que tiene implicaciones y repercusiones pedagógicas en varias áreas.

### **Justificación.**

El ambiente escolar siempre proporciona la oportunidad de enseñar todo tipo de conocimiento a los estudiantes. Para el docente es primordial tener la idea óptima de la importancia de todos estos conocimientos adquiridos por ellos durante este periodo, y una de las obligaciones de todo maestro es la de relacionar los contenidos curriculares con la significatividad del conocimiento para los jóvenes y

encontrar la forma de que llegue a la psique de cada uno. El trabajo tradicional y expositivo de los docentes limita esta dimensión y obliga a los estudiantes a utilizar mayormente la memoria, en lugar de que impere el análisis y la razón.

Una magnífica oportunidad para lograr el desarrollo cognitivo y social del estudiantado es el trabajo colaborativo que se plantea en este proyecto que tiene como fundamento las tesis pedagógicas del Constructivismo y el Aprendizaje Significativo en el marco del Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Cooperativo y se espera de él, sentar las bases de su metodología e información de cada actividad para beneficio del estudiantado. Paralelamente se completa el presente proyecto en los fundamentos del Electromagnetismo presentados al nivel académico en el que se desempeñan los estudiantes de acuerdo a los programas de la asignatura de Física de su subsistema de educación media.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Presentar un proyecto de interés científico y pedagógico a la altura académica del conocimiento de la asignatura de Física del bachillerato de educación media.

### **a) Objetivos específicos científicos.**

- Conocer y comprender las propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales.
- Conocer las propiedades de los materiales superconductores y sus posibles aplicaciones a la vida cotidiana.
- Optimizar el proceso de fabricación de las pastillas superconductoras atendiendo a las variables que se pueden modificar.
- Propiciar actividades de formación y conocimiento científico.



## **b) Objetivos específicos pedagógicos.**

- Propiciar el trabajo en equipo potenciado la colaboración, la cooperación y el respeto por la opinión de los demás.
- Generar una enseñanza participativa y activa.
- Adquirir competencias y una metodología científica que fomenten la observación y el análisis.
- Adquirir habilidad en el uso de material y equipo de laboratorio.

## **Descripción del producto.**

Se propone una metodología para la enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo con fuertes componentes motivacionales de trabajo experimental y colaborativo, que explotan las potencialidades de la superconductividad eléctrica y lleva a los estudiantes a la investigación para explorar las explicaciones y aplicaciones de la física.

El proyecto inicia con un reto; ¿se consideran los estudiantes capaces de crear con sus manos y explicar uno de los materiales más revolucionarios de la tecnología actual? ¿Sí? Pues se debe trabajar en el desarrollo de las actividades de este proyecto de investigación experimental y estudio teórico en el marco del trabajo colaborativo. Esto lleva al ascenso desde la base de la electrostática hasta la cima de los superconductores de alta temperatura.

El trabajo docente consiste en dirigir una excursión experimental y teórica de los estudiantes hacia la consecución de los objetivos pedagógicos y disciplinares. La metodología proporciona los elementos motivacionales que estimulan el aprendizaje satisfaciendo sus lineamientos. Cuando el estudiante desarrolla las destrezas y soluciona los problemas se da por hecho con el cumplimiento de varios de los objetivos planteados.

### III FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y DISCIPLINARES

#### 3.1 Fundamentos pedagógicos.

##### 3.1.1 Constructivismo.

El constructivismo es el modelo que sostiene que una persona en sus aspectos cognitivos, sociales y afectivos no es un producto del medio ambiente ni de sus disposiciones internas, sino de una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción de estos dos factores, resumiendo que el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción.

Dicha construcción depende sobre todo de dos aspectos:

- De la representación inicial que se tiene de la nueva información y:
- De la actividad externa o interna que se desarrolla al respecto.

Definitivamente, todo aprendizaje constructivo supone que se realiza a través de un proceso mental que conlleva a la adquisición de un conocimiento nuevo.

El modelo constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales y considera que la construcción se produce:

- Cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget)
- Cuando esto lo realiza en interacción con otros (Vygotsky)
- Cuando es significativo para el sujeto (Ausubel)

Una estrategia adecuada para llevar a la práctica este modelo es *El método de proyectos*, ya que permite interactuar en situaciones concretas y significativas y estimula el *saber*, el *saber hacer* y el *saber ser*, es decir, lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal.

En este modelo el papel del docente cambia. Es moderador, coordinador, facilitador, mediador y también un participante más. Además el constructivismo supone también un clima afectivo, armónico, de mutua confianza, ayudando a que

los estudiantes se vinculen positivamente con el conocimiento y por sobre todo con su proceso de adquisición.

El profesor como mediador del aprendizaje debe:

- Conocer los intereses de alumnos y alumnas y sus diferencias individuales (Inteligencias múltiples)
- Conocer las necesidades evolutivas de cada uno de ellos.
- Conocer los estímulos de sus contextos: familia, comunitarios, educativos y otros.
- Contextualizar las actividades.

La contribución de Vygotsky ha significado que ya el aprendizaje no se considere como una actividad individual, sino más bien social y se le ha llamado *Constructivismo social*. En este se valora la importancia de la interacción social en el aprendizaje. Se ha comprobado que el estudiante aprende más eficazmente cuando lo hace en forma cooperativa. Si bien también la enseñanza debe individualizarse en el sentido de permitir a cada alumno trabajar con independencia y a su propio ritmo, es necesario promover la colaboración y el trabajo grupal, ya que se establecen mejores relaciones con los demás, aprenden más, se sienten más motivados, aumenta su autoestima y aprenden habilidades sociales más efectivas. En la práctica esta concepción social del constructivismo, se aplica en el trabajo cooperativo, pero es necesario tener muy claro los siguientes pasos que permiten al docente estructurar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje cooperativo:

- Especificar objetivos de enseñanza, determinar el tamaño del grupo, acondicionar el aula, planear los materiales, asignar roles, explicar el trabajo, estructurar la meta del grupo y la cooperación entre el grupo, especificar las conductas del grupo, asistir en lo necesario, evaluar el aprendizaje y valorar el funcionamiento del grupo.

Para lograr que un trabajo grupal sea cooperativo debe reunir las siguientes características:

- Interdependencia positiva, introducción cara a cara, responsabilidad individual, utilización de habilidades interpersonales y procesamiento grupal.

El constructivismo tiene como fin que el alumno construya su propio aprendizaje, por lo tanto el profesor en su rol de mediador debe apoyar al alumno para:

- Enseñarle a *pensar*, desarrollando en el alumno un conjunto de habilidades cognitivas que les permitan optimizar sus procesos de razonamiento.
- Enseñarle *sobre el pensar*, animando a los alumnos a tomar conciencia de sus propios procesos y estrategias mentales (metacognición) para poder controlarlos y modificarlos (autonomía), mejorando el rendimiento y la eficacia en el aprendizaje.
- Enseñarle sobre la *base del pensar*, esto quiere decir incorporar objetivos de aprendizaje relativos a las habilidades cognitivas, dentro del currículo escolar.

En el alumno se debe favorecer el proceso de metacognición, tomando esto como base, se presenta un gráfico tomado del libro.

*Aprender a pensar y Pensar para Aprender* donde se refleja visualmente como favorecer en el alumno esta metacognición:

Recientemente los teóricos constructivistas han extendido su tradicional orientación del aprendizaje individual a tratar dimensiones sociales y de colaboración al aprender. Es posible entender el constructivismo social como la manera de reunir aspectos del trabajo de Piaget con el de Bruner y de Vygotsky. El constructivismo social en educación y teoría de aprendizaje es una teoría de la forma en que el ser humano aprende a la luz de la situación social y la comunidad de quien aprende. La *Zona de desarrollo próximo*, propuesta por Vygotsky y aumentada por Bruner es una idea bajo el constructivismo social.

Las ideas sobre el aprendizaje que ahora llamamos constructivismo cognitivo, fueron las precursoras del constructivismo, gracias a Vygotsky, un psicólogo Bielorruso que vivió y trabajó bajo un ambiente Marxista, se hizo famoso por sus

ideas sobre la mediación como una parte integral de la psicología del ser humano, el hecho central sobre nuestra psicología es el hecho de la mediación.

El constructivismo expone que el ambiente de aprendizaje más óptimo es aquel donde existe una interacción dinámica entre los estudiantes y las actividades que proveen oportunidades para los estudiantes de crear su propia verdad, gracias a la interacción con los otros. Esta teoría, por lo tanto, enfatiza la importancia de la cultura y el contexto para el entendimiento de lo que está sucediendo en la sociedad y para construir conocimiento basado en este entendimiento.

La educación tradicional es la base de la formación de los maestros. En ésta, la práctica de la enseñanza más común es la concentración del conocimiento de la teoría en el entendido de que tanto la información como el conocimiento deben ser transmitidos casi en forma exclusiva del maestro alumno. De esta manera el resultado esperado es que los estudiantes repitan los contenidos estructurales del conocimiento en su pensamiento, y el papel principal de la escuela en la educación es poner en perspectiva el mundo real. Así se distingue la siguiente problemática:

- La enseñanza centrada en el *saber qué* y no en el *cómo*.
- El conocimiento no alcanza el nivel de significatividad y utilidad en el estudiante.
- El aprendizaje se da fuera de contexto.

El constructivismo considera el aprendizaje como un proceso interno de entendimiento, que se produce cuando el alumno participa activamente en la comprensión y elaboración del conocimiento buscando darle un matiz significativo.

Dentro de las opciones alternativas sobresale una tendencia de estudio que vincula a los estudios de Piaget y reconoce el aprendizaje de los alumnos como el fundamento de la apropiación de los contenidos de la enseñanza.

El constructivismo social, según Vygotsky, argumenta que la cultura y el contexto son importantes en la formación del entendimiento. En este tenor, el aprendizaje

no es un proceso puramente interno, sino una construcción social mediada por el lenguaje donde el contexto en el cual ocurre, constituye el centro del aprendizaje mismo.

La naturaleza del conocimiento y el proceso de construcción de conocimiento se originan en la interacción social de personas que comparten, comparan y discuten ideas. Es a través de este proceso altamente relacionado que el estudiante construye su propio conocimiento.

De lo antes mencionado, se pueden destacar dos características centrales en el proceso de aprendizaje: la *Resolución de problemas* y el *Trabajo colaborativo*. Para la primera, se requieren buenos problemas, significativos y complejos, que estimulen la exploración y reflexión necesarias para la construcción del conocimiento.

En cuanto a la segunda, el aprendizaje se puede apreciar como un proceso continuo y significativo que promueve el desarrollo individual y grupal, en el que interactúan estableciendo contextos en procesos negociadores, lo que permite verificar las conexiones entre aprendizaje, interacción y colaboración. Los individuos que intervienen en un proceso de aprendizaje colaborativo, se afectan mutuamente planteándose un proyecto que los lleve a un nivel de motivación y redundando en la significatividad de lo aprendido.

Así el aprendizaje colaborativo hace hincapié en metodologías de aprendizaje surgidas de la colaboración con grupos en un entorno que refleja que el conocimiento será creado entre todos *in situ*.

En este marco el aprendizaje sólo ocurre en el contexto *significativo* de la actividad y, por tanto, es importante analizar la actividad y el contexto como parte del proceso de diseño educativo.

El nexo entre una actividad y la comunidad que la realiza podría ser representado por la lente sociocultural que ofrece la *Teoría de la actividad*. Ésta considera al sistema de actividad como unidad primaria de análisis; permite centrar el estudio en las actividades que desarrolla un grupo, los instrumentos que utilizan, las relaciones que se establecen, los objetivos e intenciones que dirigen las

actividades y los resultados de las mismas. Hace hincapié en la interacción entre la actividad y la conciencia humana, dentro de un contexto relevante, donde éstas no solamente coexisten, sino que se soportan una a la otra. Hay una realimentación recíproca y reguladora entre conocimiento y actividad.

Cuando actuamos, ganamos conocimiento, el cual afecta nuestras acciones que, a su vez, cambian nuestros conocimientos, y así sucesivamente. Esa transformación es el punto central de la concepción de aprendizaje de la *Teoría de la actividad*.

### **3.1.2 Teoría del aprendizaje significativo.**

David Ausubel plantea que el aprendizaje del estudiante depende del conjunto de conceptos e ideas que posea de un campo del conocimiento así como su organización. Esto es conocido como la estructura cognitiva. Y en este proceso de orientación del aprendizaje es importante conocer la estructura cognitiva del estudiante así como saber la cantidad de información que posee, los conceptos y proposiciones que maneja así como su grado de estabilidad.

Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del estudiante, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa, ésta ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con mentes en blanco o que el aprendizaje de los alumnos comience de cero, pues no es así, sino que, los estudiantes tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio. Ausubel resume este hecho su obra de la siguiente manera; *si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, sería así: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, averígüese esto y enséñese consecuentemente.*

Un aprendizaje es significativo cuando las ideas y contenidos son relacionados de modo relevante en la estructura cognitiva del estudiante, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición.

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante preexistente en la estructura cognitiva, esto implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de anclaje a las primeras.

*Aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje por recepción.*

En el aprendizaje por recepción, el contenido o motivo de aprendizaje se presenta al estudiante en su forma final, sólo se le exige que internalice o incorpore el material (leyes, un poema, un teorema de geometría, etc.) que se le presenta de tal modo que pueda recuperarlo o reproducirlo en un momento posterior.

En el aprendizaje por descubrimiento, lo que va a ser aprendido no se da en su forma final, sino que debe ser reconstruido por el alumno antes de ser aprendido e incorporado significativamente en la estructura cognitiva. Esto hace que el alumno reordene la información, la integre y la reorganice dentro de su estructura cognitiva, produciéndose así el aprendizaje deseado. Si la condición para que un aprendizaje sea potencialmente significativo es que la nueva información interactúe con la estructura cognitiva previa y que exista una disposición para ello del que aprende, esto implica que el aprendizaje por descubrimiento no necesariamente es significativo y que el aprendizaje por recepción sea obligatoriamente mecánico.

Tanto uno como el otro pueden ser significativo o mecánico, dependiendo de la manera como la nueva información es almacenada en la estructura cognitiva.

Por ejemplo el armado de un rompecabezas por ensayo y error es un tipo de aprendizaje por descubrimiento en el cual, el contenido descubierto ( el armado) es incorporado de manera arbitraria a la estructura cognitiva y por lo tanto aprendido mecánicamente, por otro lado una ley física puede ser aprendida significativamente sin necesidad de ser descubierta por el alumno, está puede ser



oída, comprendida y usada significativamente, siempre que exista en su estructura cognitiva los conocimientos previos apropiados.

Las sesiones de clase están caracterizadas por orientarse hacia el aprendizaje por recepción, esta situación motiva la crítica por parte de aquellos que propician el aprendizaje por descubrimiento, pero desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento, es injustificado, pues en ningún estadio de la evolución cognitiva del educando, tienen necesariamente que descubrir los contenidos de aprendizaje a fin de que estos sean comprendidos y empleados significativamente.

El *método del descubrimiento* puede ser especialmente apropiado para ciertos aprendizajes como por ejemplo, el aprendizaje de procedimientos científicos para una disciplina en particular, pero para la adquisición de volúmenes grandes de conocimiento, es simplemente inoperante e innecesario según Ausubel.

Por otro lado, el *método expositivo* del maestro puede ser organizado de tal manera que propicie un aprendizaje por recepción significativo y ser más eficiente que cualquier otro método en el proceso de aprendizaje-enseñanza para la asimilación de contenidos a la estructura cognitiva.

#### *Tipos de aprendizaje significativo.*

Es importante saber que el aprendizaje significativo no es la simple conexión de la información nueva con la ya existente en la estructura cognoscitiva del que aprende, por el contrario, sólo el aprendizaje mecánico es la simple conexión, arbitraria y no sustantiva; el aprendizaje significativo involucra la modificación y evolución de la nueva información, así como de la estructura cognoscitiva envuelta en el aprendizaje.

Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo: de representaciones, de conceptos y de proposiciones.

### *Aprendizaje de representaciones.*

Es el aprendizaje más elemental del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Consiste en la atribución de significados a determinados símbolos, al respecto y ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes ya sean objetos, eventos o conceptos y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan. Esto es una relación sustantiva y no arbitraria.

### *Aprendizaje de conceptos.*

Los conceptos se definen como objetos, eventos, situaciones o propiedades de que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos partiendo de ello podemos afirmar que en cierta forma también es un aprendizaje de representaciones. Los conceptos son adquiridos a través de dos procesos; formación y asimilación. En la formación de conceptos, los atributos de criterio del concepto se adquieren a través de la experiencia directa, en sucesivas etapas de formulación y prueba de hipótesis.

### *Aprendizaje de proposiciones.*

Este tipo de aprendizaje va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, puesto que exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. Implica la combinación y relación de varias palabras cada una de las cuales constituye un referente unitario, luego estas se combinan de tal forma que la idea resultante es más que la simple suma de los significados de las palabras componentes individuales, produciendo un nuevo significado que es asimilado a la estructura cognoscitiva. Es decir, que una proposición potencialmente significativa, expresada verbalmente, como una declaración que posee significado denotativo (las características evocadas al oír los conceptos) y connotativo (la carga emotiva, actitudinal e idiosincrática provocada por los conceptos) de los conceptos

involucrados, interactúa con las ideas relevantes ya establecidas en la estructura cognoscitiva y, de esa interacción, surgen los significados de la nueva proposición.

### *Principio de la asimilación.*

El Principio de asimilación se refiere a la interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognoscitiva existente ya que origina una reorganización de los nuevos y antiguos significados para formar una estructura cognoscitiva diferenciada, esta interacción de la información nueva con las ideas pertinentes que existen en la estructura cognitiva propician su asimilación. Este proceso de interacción modifica tanto el significado de la nueva información como el significado del concepto o proposición al cual está afianzada.

Por asimilación entendemos el proceso mediante el cual la nueva información es vinculada con aspectos relevantes y preexistentes en la estructura cognoscitiva, proceso en que se modifica la información recientemente adquirida y la estructura preexistente.

La asimilación no es un proceso que concluye después de un aprendizaje significativo sino, que continúa a lo largo del tiempo y puede involucrar nuevos aprendizajes así como la pérdida de la capacidad de reminiscencia y reproducción de las ideas subordinadas.

Se puede decir entonces que, inmediatamente después de producirse el aprendizaje significativo como resultado de la asimilación comienza una segunda etapa de llama de asimilación obliteradora.

En esta etapa las nuevas ideas se vuelven espontánea y progresivamente menos dissociables de los conceptos relevantes preexistentes. Hasta que no son reproducibles como entidades individuales, esto quiere decir que en determinado momento se olvidan, desde esta perspectiva el olvido es una continuación de fase temporal posterior del proceso de aprendizaje significativo, esto se debe que es más fácil retener los conceptos y proposiciones relevantes, que son más estables que recordar las ideas nuevas que son asimiladas en relación con dichos conceptos y proposiciones.

### *Aprendizaje subordinado.*

Este aprendizaje se presenta cuando la nueva información es vinculada con los conocimientos pertinentes de la estructura cognoscitiva previa del alumno existiendo una relación de subordinación entre el nuevo material y la estructura cognitiva preexistente.

Ausubel afirma que la estructura cognitiva tiende a una organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de las ideas, y que, la organización mental del conocimiento ejemplifica una pirámide en que las ideas más inclusivas se encuentran en la cima, e incluyen ideas progresivamente menos amplias.

El aprendizaje subordinado puede a su vez ser de dos tipos; derivativo y correlativo. El primero ocurre cuando el material es aprendido y entendido como un ejemplo específico de un concepto ya existente, confirma o ilustra una proposición general previamente aprendida. El significado del nuevo concepto surge sin mucho esfuerzo, debido a que es directamente derivable o está implícito en un concepto o proposición más inclusiva ya existente en la estructura cognitiva. Y es correlativo, si es una extensión, elaboración, modificación o limitación de proposiciones previamente aprendidas.

### *Aprendizaje Supraordinado*

Ocurre cuando una nueva proposición se relaciona con ideas subordinadas específicas ya establecidas, tienen lugar en el curso del ¿razonamiento inductivo? o cuando el material expuesto implica la síntesis de ideas componentes. Partiendo de ello se puede decir que la idea supraordinada se define mediante un conjunto nuevo de atributos de criterio que abarcan las ideas subordinadas.

El hecho que el aprendizaje supraordinado se torne subordinado en determinado momento, nos confirma que la estructura cognitiva es modificada constantemente pues el individuo puede estar aprendiendo nuevos conceptos por subordinación y a la vez, estar realizando aprendizajes supraordinados.

### *Aprendizaje Combinatorio.*

Este tipo de aprendizaje se caracteriza por que la nueva información no se relaciona de manera subordinada, ni supraordinada con la estructura cognoscitiva previa, sino se relaciona de manera general con aspectos relevantes de la estructura cognoscitiva. Es como si la nueva información fuera potencialmente significativa con toda la estructura cognoscitiva.

Considerando la disponibilidad de contenidos relevantes apenas en forma general, en este tipo de aprendizaje, las proposiciones son, probablemente las menos relacionables y menos capaces de conectarse en los conocimientos existentes, y por lo tanto más dificultosa para su aprendizaje y retención que las proposiciones subordinadas y supraordinadas. Este hecho es una consecuencia directa del papel crucial que juega la disponibilidad de conceptos preexistentes relevantes y específicos para el aprendizaje significativo.

### *Diferenciación progresiva y reconciliación integradora.*

En el proceso de asimilación las ideas previas existentes en la estructura cognitiva se modifican adquiriendo nuevos significados. La presencia sucesiva de este hecho produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos o proposiciones, dando lugar a una diferenciación progresiva. Este es un hecho que se presenta durante la asimilación, pues los conceptos relevantes están siendo reelaborados y modificados constantemente, adquiriendo nuevos significados, es decir, progresivamente diferenciados. Este proceso se presenta generalmente en el aprendizaje subordinado especialmente en el correlativo.

Por otro lado, si durante la asimilación las ideas ya establecidas en la estructura cognitiva son reconocidas y relacionadas en el curso de un nuevo aprendizaje posibilitando una nueva organización y la atribución de un significado nuevo, a este proceso se le podrá denominar reconciliación integradora, este proceso se presentan durante los aprendizajes supraordinados y combinatorios, pues demandan de una recombinación de los elementos existentes en la estructura cognitiva.

La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos dinámicos estrechamente relacionados que se presentan durante el aprendizaje significativo. La estructura cognitiva se caracteriza por lo tanto, por presentar una organización dinámica de los contenidos aprendidos. Según Ausubel, la organización de éstos, para un área determinada del saber en la mente del individuo tiende a ser una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas se sitúan en la cima y progresivamente incluyen proposiciones, conceptos y datos menos inclusivos y menos diferenciados.

### **3.1.3 Aprendizaje colaborativo.**

Las investigaciones han demostrado que mediante el aprendizaje colaborativo los estudiantes pueden tener más éxito que el propio profesor para hacer entender ciertos conceptos a sus compañeros. La razón de este hecho radica en que los compañeros están más cerca entre sí por lo que respecta a su desarrollo cognitivo y a la experiencia en la materia de estudio, de esta forma no sólo el compañero que aprende se beneficia de la experiencia, sino también el estudiante que explica la materia a sus compañeros consigue una mayor comprensión.

La utilización de grupos colaborativos en clase, especialmente si los grupos son heterogéneos, es un mecanismo ideal para aprovechar el potencial del aprendizaje entre los mismos alumnos si se complementa adecuadamente con la utilización de la tecnología informática e infraestructuras institucionales adecuadas a los objetivos de la asignatura. Además, se ha comprobado que el uso de grupos en el aula aumenta la probabilidad de que los estudiantes se reúnan fuera de clase para continuar estudiando juntos.

La educación, formación y desarrollo de la personalidad constituye una problemática esencial en el mundo actual. El prodigioso avance de los conocimientos y el desarrollo tecnológico ha generado serios problemas en las diversas instituciones educativas, no sólo en el ámbito educativo, sino en la conservación, renovación y transmisión del aprendizaje por parte de los docentes. Esto propicia que el estudiante se vea inmerso en un amplio proceso de

constantes cambios. El personal que se prepara en ella, además de que necesita desarrollar métodos efectivos de aprendizaje, debe quedar listo para potenciar el desarrollo de sus estudiantes una vez egresados de la institución que lo forma.

La nueva escuela requiere de directivos, profesores, asesores, tutores y estudiantes capaces de organizar, planificar, ejecutar, controlar y evaluar, así como atender y coordinar las acciones de los equipos de trabajo en general, cuya finalidad esencial es la gestación de comunidades de aprendizaje que garanticen el desarrollo continuo de los miembros, de las instituciones y la socialización de los conocimientos a través de la cooperación y la solución a tareas comunes encaminadas a establecer interacciones e interjuegos de adjudicación de metas y la asunción de papeles diferentes que permitan resultados conjuntos a través del desarrollo de habilidades cognitivas y también sociales.

Un proceso de cambio educativo se alcanza mediante la colaboración comprometida entre todos los agentes socializadores. El aprendizaje colaborativo propone la armonía entre la dirección, maestros, profesores, estudiantes, familia, comunidad y los medios de información y comunicación masivos, comprometiéndose a todos en la búsqueda de respuestas a las exigencias sociales amparadas en un creciente desarrollo tecnológico.

La revolución tecnológica es una condición que ha cambiado los modelos de desarrollo organizacional de las instituciones educativas. Son varios los rasgos que caracterizan el nuevo enfoque curricular, pero sin duda el equipo, es decir, el grupo, el líder transformacional y la dirección colaborativa participativa son elementos comunes, lo que demanda la participación, el involucramiento y también la interrelación entre todos los implicados.

El aprendizaje se apoya en la interacción que tenemos con nuestro medio y las personas que nos rodean. Esta interacción es para el que aprende, fuente importante de asimilación a nivel cognitivo, afectivo y socializador pues le permite desarrollar actitudes frente al trabajo y responder a las exigencias sociales.

La justificación del aprendizaje colaborativo, se avala porque el hombre es un ser social que vive en relación con otros y los grupos son la forma de expresión de los

vínculos que se establecen entre ellos, para Vygotsky, "... el psiquismo humano se forma y desarrolla en la actividad y la comunicación, destacando los beneficios cognitivos y afectivos que conlleva el aprendizaje grupal como elemento que establece un vínculo dialéctico entre proceso educativo y el proceso de socialización humana ..."

El grupo dentro del aula es considerado un agente social, cuya función esencial es enseñar, transmitir conocimientos que son funciones instrumentales; pero su verdadera esencia recae en la función adaptativa, la de preparar a los estudiantes en el desempeño de sus roles sociales. Así, el grupo deja de ser un mero entorno ambiental y pasa a cumplir la categoría de foco de interacción social, lo que exige que se tenga en cuenta la dinámica interna, los procesos de influencia recíproca, así como la comunicación diferencial entre los estudiantes.

#### *Antecedentes históricos y evolución.*

Sus antecedentes se remontan a la misma historia social humana. Fue la cooperación entre los hombres primitivos la clave para su evolución, a través del intercambio, la socialización de procesos y resultados así como toda actividad grupal, a la par de la propia experiencia laboral, dadas por la evolución social así como el desarrollo de las manos y la aparición del lenguaje articulado, llegando a logros materializados gracias al desarrollo del cerebro:

- En diversos escritos antiguos como en la Biblia y el Talmud aparecen referencias explícitas de colaboración entre iguales. En el Talmud se dice que para aprender se debe tener un igual que facilite el aprendizaje y a su vez facilitarle uno el aprendizaje al otro.
- El filósofo griego Sócrates enseñaba a los discípulos en grupos pequeños, involucrándolos en diálogos en su famoso *arte del discurso*.
- Séneca cita expresiones latinas como *Qui Docet Discet*, que traducidas significan, *cuando enseñas aprendes dos veces*, enfatizando el valor de enseñar para aprender.



- En la edad media los grupos de arte enfatizaban que los aprendices debían trabajar juntos y en grupos pequeños, los más hábiles con el maestro y luego enseñando sus habilidades a los menos experimentados. Pero no es hasta los siglos XVI, XVII y XVIII con la aparición de las primeras tendencias pedagógicas que se abordara el aspecto grupal de la educación.
- Se considera al precursor de la didáctica moderna al checo Juan A. Comenio, como el primer partidario de buscar vías metodológicas para transformar la enseñanza en un proceso agradable sobre el conocimiento del mundo y como forma para desarrollar las capacidades mentales. Es así como se llega a la transición de la enseñanza individualizada a la enseñanza basada en grupos. La obra magistral de Comenio, su *Didáctica magna* es un reflejo fiel de sus aportes concibiendo a la educación como un proceso que afecta al hombre en su vida y a sus múltiples adaptaciones sociales, haciendo énfasis en el papel de la imitación y de los juegos colectivos como vía de intercambio y de cooperación en la solución de un problema de aprendizaje.
- En el siglo XVIII en Inglaterra Joseph Lancaster divulgó y llevó a la práctica los grupos colaborativos, además le debemos la noción de *equipo*.
- En Boston, Benjamín Franklin, organizaba grupos de aprendizaje con la finalidad de obtener educación a partir de ellos. Dentro del *Movimiento Masivo Escolar* (Common School Movement) en los Estados Unidos, entrado el año 1800 existía un fuerte énfasis en el aprendizaje colaborativo.
- Dentro de los reformistas destacó el filósofo norteamericano John Dewey, que escribió las obras *Escuela y Sociedad* en 1899, *Cómo pensamos* en 1909 y *Democracia y Educación* en 1916, aparejado a la elaboración de un proyecto metodológico de instrucción, en el que se promueve el uso de los grupos de aprendizaje colaborativo, de él se deriva la comprensión del individuo como un órgano de la sociedad, que necesita ser preparado con la finalidad de aportar al organismo al que pertenece. Dewey revoluciona la educación e introduce la experiencia como parte de ella, lo social ocupa un

lugar relevante, sentando las bases para la creación de una *escuela activa*, de la misma forma que recalca la importancia de la cooperación frente al individualismo, la creatividad frente a la pasividad y el trabajo manual frente a las asignaturas, otro aspecto importante lo asigna a los libros de texto, sólo en función de consulta. La obra de Dewey se opuso a la enseñanza dogmática y aunque la exaltación del aspecto pragmático de la enseñanza omitió aspectos teóricos importantes, no se le puede negar la descripción y concepción del grupo escolar como integridad y como sujeto activo.

La historia y los antecedentes del trabajo grupal en centros de enseñanza revela que los métodos que más se aplicaban en la práctica pedagógica a través de todo el siglo XX, han sido; el *Plan Dalton*, el *Método de Proyectos*, el *Método de Cousinet* y el *Método de Aprendizaje Colaborativo* que a continuación se describen sus principales características:

- El *Plan Dalton* es un método de laboratorio escolar atribuido a Miss Helen Parkhurst y está basado en tres principios fundamentales. El de la libertad u organización del trabajo escolar por el propio alumno sobre la base de la elección de la tarea, el de la cooperación o socialización como aspecto fundamental de la educación democrática y el de la individualidad o desarrollo individual a partir de la satisfacción de las necesidades y aspiraciones de los alumnos.
- El *Método de Proyectos* tomaba como punto de partida el principio pedagógico de *para la vida, por la vida* y requería que toda actividad llevada a cabo por los alumnos tuviera un significado vital y un propósito intencionado. Consideró al conocimiento como fuente de valor y la escuela debía poseer un horario flexible, y un ambiente favorable en el que el maestro era más un organizador y no una persona que enseña, así los alumnos aprendían elaborando proyectos sobre problemas sociales con una aplicación práctica.

- El *Método de Aprendizaje Colaborativo* es por lógica, la continuidad de la concepción del aprendizaje activo que se arraigó en los Estados Unidos en toda esta etapa, pero redimensionado a partir de los resultados de los experimentos clásicos de la psicología social acerca de las estructuras grupales competitivas, colaborativas y cooperativas. Sus bases, sustentan que el grupo escolar es un aspecto importante del trabajo grupal, el maestro funge como facilitador, supervisor de las tareas y promotor de las habilidades o hábitos de cooperación, donde los estudiantes se convierten en constructores, descubridores y transformadores de su propios conocimientos desde la perspectiva de la colaboración así como desde las relaciones interpersonales afectivas.
- El *método de Cousinet* propuso a partir de 1920, superar las diferencias entre la vida del niño en la calle y el comportamiento que se le exige en la escuela tradicional argumentando la necesidad de agrupación voluntaria de niños al igual como lo hacen en los juegos, idea extrapolada a la organización de la escuela en una comunidad subdividida en grupos, entre los cuales debe reinar un alto espíritu colectivo. Cada grupo existiría durante tres cursos, y como término medio estos grupos estarían integrados por alumnos con dos años de experiencia, otro con un año y otro de nuevo ingreso. En el marco de un sistema de trabajo adaptado a la forma normal de vida del alumno a través de juegos, fiestas y trabajos.

Al revisar la historia sobre el aprendizaje colaborativo y la colaboración dentro de un grupo escolar, no se puede dejar de mencionar las aportaciones y la experiencia entre los años 1920 y 1939 por diversos autores.

- Antón Makarenko se destacó en la *conceptualización de la colectividad*. Él manifiesta y ejemplifica los diferentes tipos de agrupaciones sociales que se han formado históricamente. Desde la familia hasta las actuales organizaciones laborales, retoma las ideas correspondientes a la formación de grupos escolares a partir de una distribución de roles o funciones para

estimular el desarrollo y la autonomía en oposición a las formas organizativas de estudio frontal e individual.

- Con la aparición del Psicoanálisis y su consolidación, lo grupal y el trabajo en grupo serían retomados por los enfoques clínicos, Freud le atribuyó a la conducta grupal una serie de cualidades irracionales, al tiempo que las interpretó como mecanismos de defensa, proyección, racionalización e introyección.
- Por otro lado, los neofreudianos Jung, Adler, Horney, Fromm y Sullivan, interpretan la personalidad como un fenómeno que posee sus raíces en las relaciones sociales e interpersonales en el contexto de la cultura y la sociedad reconociendo el papel de la cultura y la educación y asociando estos aspectos en la práctica psicoterapéutica dirigida al grupo familiar y sus problemas educacionales, así, destacan la importancia educativa de la reestructuración de las relaciones humanas para la prevención y la recuperación de la salud psíquica.

Durante el curso del siglo XX algunos representantes de la Psicología Humanista tuvieron importantes aportaciones.

- Carl Rogers distingue una concepción de psicoterapia centrada en el cliente y una teoría sobre los grupos de encuentro, en la que el foco de atención se dirige a los individuos y a las formas en que percibe los acontecimientos de su vida. Elaboró una concepción sobre los grupos humanos que denominó el *Grupo de Encuentro*, enfatizando sobre aspectos fundamentales del trabajo con el grupo.
- En las décadas de los años 1960 y 1970, se generalizaron tratamientos grupales como Kurt Lewin, que buscaban propiciar contactos, relaciones, intercambios y vínculos entre los miembros de un grupo creado. En el Departamento de Capacitación Nacional fundado por Lewin, Lippit y White, se fomentaron los grupos de relaciones humanas a través del entrenamiento, cuya finalidad fundamental es el empleo del grupo como un

*espacio de crecimiento personal* o concebir al grupo como una vía generadora toda de experiencias enfocadas en las cualidades comunes de sus integrantes.

En el siglo XX la realidad del estudio de grupos fue investigada desde diferentes enfoques, tendencias y teorías, por psicólogos sociales y sociólogos en diferentes etapas y representados por tres tendencias en cuanto a la determinación del concepto *grupo social*.

- La primera tendencia, llamada sociológica es representada por Elton Mayo y colaboradores. Para Mayo, el grupo pequeño es un micro mundo que satisface necesidades de comunicación y se distingue por dos tipos de estructuras de relaciones interpersonales, la *estructura formal* y la *informal*.
- La segunda tendencia es la *Sociometría*, que se debe a Jacobo Moreno, de la que se derivaron sus dos contribuciones: el *test sociométrico* y los *métodos de psicoterapia grupal sociodrama y psicodrama*. Así el nuevo enfoque de la psicoterapia grupal influyó en los trabajos de la dinámica de grupo y la sociométrica resaltó dos estructuras dentro de la sociedad; la *macroestructura* que acoge la distribución espacial de los individuos y la *microestructura* que abarca las relaciones psicológicas.
- La tercera tendencia, de Kurt Lewin se refiere a la *dinámica de grupo* que establece un paralelismo entre lo que sucede en la vida de un grupo y los estudios de la dinámica como mecánica. El grupo es un conjunto de fuerzas organizadas que influyen sobre sus integrantes y la fuerza más representativa es la percepción individual representada en un espacio vital, lo que determina la conducta individual.
- La *Teoría de grupos operativos*, elaborada a finales de los años 1950 por Enrique Pichón – Riviére, argumenta la existencia en cada individuo, de un esquema referencial de conocimiento y afectos que adquiere unidad a través del trabajo en grupo. Las reflexiones teóricas y prácticas de la didáctica interdisciplinaria, tiene como finalidad educar, despertar interés,

instruir y transmitir conocimiento por medio de una técnica no convencional, con economía del trabajo de aprendizaje.

Actualmente la realidad grupal para las sociedades ha quedado plenamente demostrada y su influencia teórico – práctica ha sustentado a la educación como un fenómeno social de desarrollo, donde la interrelación maestro–alumno–maestro juega el papel más importante en casi cualquier modelo educativo en la actualidad.

#### *Fundamentos epistemológicos del aprendizaje colaborativo.*

El tema del aprendizaje colaborativo implica el análisis desde diversos enfoques, que lleva a realizar distintos acercamientos de estudio, como por ejemplo: el sociológico, psicológico y el pedagógico.

Los fundamentos del aprendizaje colaborativo aparecen en diversas teorías que se constituyen en los fundamentos psicológicos del aprendizaje. Para un constructivista como Piaget destacan cuatro premisas que intervienen en la modificación de estructuras cognoscitivas: *la maduración, la experiencia, el equilibrio y la transmisión social*; todas ellas se pueden propiciar a través de ambientes colaborativos.

En la teoría Histórico–Cultural el estudiante requiere la acción de un agente mediador para llegar a la zona de desarrollo próximo, éste será responsable de ir formando una estructura que le de seguridad y que le permita apropiarse del conocimiento y lo transfiera a su propio entorno. Es a través de la educación que se transmiten los conocimientos acumulados y culturalmente organizados y se entretienen los procesos de desarrollo social con los de desarrollo personal. Lo grupal y lo individual se autogeneran mutuamente a través de un proceso de socialización.

En cuanto a lo anterior, el aprendizaje se puede apreciar como un proceso continuo, significativo, activo, de promoción de desarrollo individual y grupal, de

interacción, de establecimiento de contextos mentales compartidos y a su vez de un proceso de negociación, lo que permite verificar las conexiones entre aprendizaje, interacción y colaboración.

Los individuos que intervienen en un proceso de aprendizaje colaborativo, se afectan mutuamente, intercambian proyectos, expectativas, metas, objetivos y se plantean un proyecto mutuo que los conduzca al logro de un nuevo nivel de conocimiento que satisfaga intereses, motivos y necesidades.

De ahí que el aprendizaje colaborativo haga referencia a metodologías de aprendizaje que surgen a partir de la colaboración con grupos que comparten espacios de discusión en pro de informarse o de realizar trabajos en equipo.

Si se analiza el aprendizaje colaborativo desde una visión sociológica, este representa un atributo, un componente y un soporte esencial del aprendizaje social. Porque aprender con otros y de otros, hace referencia a lo que en la psicología se conoce como *Zonas de Desarrollo Próximo*, supuesto que permite valorar desde perspectivas educativas, el trabajo que desempeña un sujeto con otros en pro de un aprendizaje determinado.

Desde el punto de vista de la psicología se dice que aprender es una experiencia de carácter fundamentalmente social en donde el lenguaje juega un papel básico como herramienta de mediación no sólo entre maestro y estudiantes sino también entre compañeros. Se observa en este sentido que los estudiantes aprenden cuando tienen que explicar, justificar o argumentar sus ideas a otros. Este estilo de aprendizaje constituye, según las investigaciones realizadas, una de las estrategias pedagógicas que obtiene grandes logros, ya que permite que los estudiantes construyan sus aprendizajes en conjunto con otros en asociación y con el empleo de diversas tecnologías.

El equipo de trabajo colaborativo, es una estructura básica que permite la máxima interacción de sus miembros, muy idónea para alcanzar objetivos inmediatos. La interacción que surge como resultado del trabajo deja en cada uno de sus participantes un nuevo aprendizaje. La colaboración implica la interacción entre dos o más personas para producir conocimiento nuevo, basándose en la

responsabilidad por las acciones individuales en un ambiente de respeto por los aportes de todos, una verdadera actitud para escuchar a los demás y un fuerte compromiso con el objetivo común del grupo de trabajo.

El clima socio-psicológico que propicia el aprendizaje colaborativo se establece a través de la articulación y la necesidad de explicarle al grupo las ideas propias de forma centrada y precisa, de esta forma también los estudiantes pueden escuchar diversas inquietudes, puntos de vista y reflexiones.

Se debe tener en cuenta cuáles son los elementos básicos para potenciar el aprendizaje colaborativo dejando entrever que el mismo es una forma de organizar la educación a diferentes niveles, debido a que es un modelo de organización institucional en el aula lo que hace necesario el enfoque colaborativo para aprender algo ya sea en la solución de un problema, hacer un experimento o escribir sobre un tema.

A lo anterior se agrega realzar la interdependencia positiva. Esto abarca las condiciones organizacionales y de funcionamiento que deben darse al interior del grupo. Los miembros del grupo deben necesitarse los unos a los otros, confiar en el entendimiento y el éxito de cada integrante, además de considerar aspectos de interdependencia en el establecimiento de metas, tareas, recursos, roles y premios.

El contacto permite realizar el seguimiento y el intercambio entre los diferentes miembros del grupo. El estudiante aprende de ese compañero con el que interactúa día a día o él mismo le puede enseñar. En la misma medida en que se posean diferentes medios de interacción, el grupo podrá enriquecerse, aumentar sus refuerzos y retroalimentarse.

En cuanto a la contribución individual, cada miembro del grupo debe asumir su tarea para compartirla con los demás y recibir sus contribuciones.

La actividad vivencial del grupo da forma a la posibilidad de crecimiento y a la obtención de habilidades grupales como escuchar a los demás, a la participación, al liderazgo, la coordinación de actividades, el seguimiento y la evaluación del proceso de aprendizaje.



El aprendizaje colaborativo como recurso didáctico, acude al principio de la socialización del conocimiento que recaba la capacitación de los estudiantes para realizar actividades en conjunto desarrollando la solidaridad y el intercambio. Este tipo de aprendizaje, refiere la planeación previa de la clase, teniendo claros los objetivos educativos que desea lograr, implica además el uso de estrategias de aprendizajes no convencionales o tradicionales, significa hacer uso del carácter activo del estudiante y el grupo, esto conlleva a que el profesor tenga una mayor dosis de creatividad.

Para trabajar en colaboración se requiere y se necesita compartir experiencias y conocimientos y tener una clara meta grupal en la que la retroalimentación es esencial para el éxito del grupo de trabajo. Lo que debe ser aprendido sólo puede conseguirse si el trabajo del grupo es realizado en colaboración. Es el grupo el que decide cómo realizar la tarea, qué procedimientos adoptar, cómo dividir el trabajo y las tareas a realizar.

El profesor tiene que tener presente todos los componentes esenciales de la propuesta y seleccionarlos adecuadamente, definir y formular los objetivos, las líneas temáticas de contenidos, los materiales de trabajo, dividir la temática a tratar en subtareas. Como recurso didáctico, el aprendizaje colaborativo comprende el espectro entero de las actividades de los grupos de estudiantes que trabajan juntos en clase y fuera de clase.

Los estudiantes asumen múltiples roles de diferentes puntos de vista de un mismo problema. A partir de esto el trabajo final del grupo colaborativo tendrá lugar cuando se llegue a la transformación de esa información adquirida que requiera de la aplicación efectiva de habilidades del pensamiento.

A continuación se muestra una tabla que compara las grandes ventajas de dos modalidades de trabajo en equipo; trabajo y aprendizaje colaborativo comparado con trabajo y aprendizaje cooperativo.

*Tabla comparativa que muestra las ventajas del trabajo colaborativo.*

<b>Aspectos comparativos</b>	<b>Trabajo y aprendizaje colaborativo</b>	<b>Trabajo y aprendizaje cooperativo</b>
Responsabilidad	El estudiante	El profesor
Objetivos	Desarrollo social y humano	Particulares y definidos
Ambiente	Abierto, libre y creativo	Controlado y cerrado
Motivación	Intrínseca. Supeditada al compromiso personal.	Extrínseca. Supeditada por la organización.
Proceso	Formal e informal	Grupal formal
Aporte individual	Conocimiento y experiencia personal	Conocimiento y experiencia personal
Pasos del proceso grupal	Generadores de creatividad	Previos a reglas rígidas
Desarrollo personal	Es el objetivo junto al desarrollo del grupo	Supeditado a los objetivos de la organización
Productividad	El objetivo es lo que se aprende con la experiencia colaborativa	Es su fin
La tarea	Colaboración grupal en la solución de la tarea	División de la tarea para su solución
Tendencia psicopedagógica del aprendizaje	Histórico-cultura	Constructivismo

Sin duda alguna los intereses y las motivaciones de los individuos son muy importantes para estar comprometidos en lo que hace. Si las actividades que se realizan sólo por obligación, si los maestros no logran que los estudiantes se involucren en sus actividades, es muy difícil que se produzca el aprendizaje y que las personas disfruten aprendiendo.

Así las estrategias de aprendizaje se relacionan directamente con procesos de conocimiento y con prácticas que involucran en el aprender a aprender y ayudan a adquirir todo aquello que es necesario para el desarrollo personal y social que la misma sociedad valora.

A lo largo de las épocas se han hecho aportaciones educativas en casi todos sus apartados con una gran diversidad de estrategias educativas alternativas, todo esto para llegar a tener una sociedad que se desenvuelva en armonía, en paz y productiva, sin embargo, la complejidad y competitividad de la misma sociedad, por varias razones, nos aleja de eso. Así, se convierte en un reto que la educación no ha soslayado en ningún momento y que lucha incansablemente para lograrlo.

Hoy en día pareciera que los sistemas educativos de cada país están perdidos y muestran cierta impotencia para llegar a la meta; tener una sociedad educada. Sin embargo, no cejan en la lucha. Y algunos están logrando importantes desarrollos no solo educativos.

La educación y el aprendizaje finalmente se quedan en el tiempo continuo y permanente y evolucionan de acuerdo a las necesidades personales, de un grupo o de una sociedad.

### **3.2. Fundamentos disciplinares**

El trabajo dentro de un laboratorio exige a los estudiantes una actitud de responsabilidad y disciplina para lograr los objetivos y resultados esperados. La propuesta de crear una pastilla superconductor y lograr sus efectos más impactantes, la levitación, es una tarea para alumnos verdaderamente interesados por sus estudios y además, que busquen satisfacer una inquietud científica, novedosa y de alto nivel técnico.

Este proyecto de laboratorio en equipos debe ser tratado bajo el esquema de trabajo colaborativo donde la responsabilidad del aprendizaje es tanto personal como colectiva. Las ventajas que esta técnica educativa ofrece, garantizan un

mejor desarrollo de sus competencias, acopio de conocimiento, y una ganancia en experiencia y autoestima. Además las ganancias que ofrece esta modalidad educativa son múltiples pudiendo destacar entre ellas la de estimular habilidades personales, disminuir los sentimientos de aislamiento, favorecer un sentido de autosuficiencia y propiciar, a partir de la participación individual, la responsabilidad compartida por los resultados del grupo.

En relación con el aprendizaje significativo, el trabajo colaborativo permite el logro de objetivos que son cualitativamente más ricos en contenidos asegurando la calidad y exactitud en las ideas y soluciones planteadas. La oportunidad de manejar los instrumentos de laboratorio buscando resultados pequeños, para llegar al resultado final, es una forma de que los estudiantes van encontrando el significado a la consecución del proyecto hasta su terminación. Esto también propicia en el alumno la construcción de nuevo conocimiento, debido a que se ve involucrado en el trabajo y desarrollo de investigaciones, en donde su aportación es muy valiosa al no permanecer como una persona pasiva que solo recibe, capta y memoriza información.

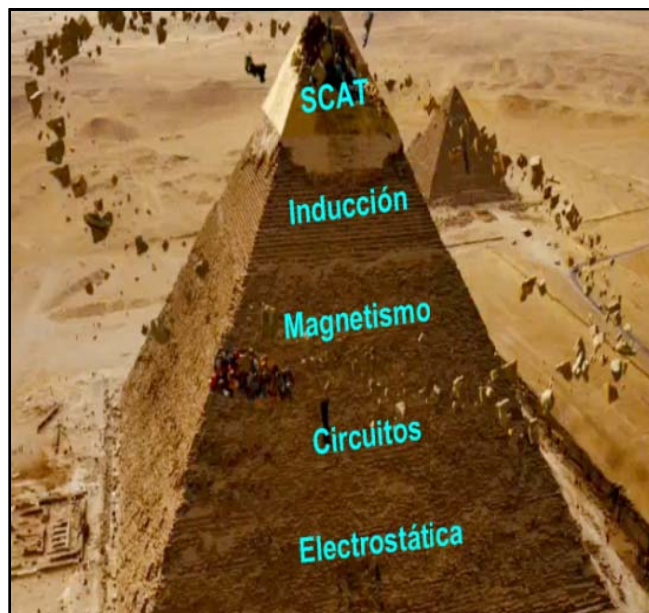
De ésta manera las instituciones educativas en el marco de la educación contemporánea buscan dar a sus estudiantes las competencias necesarias para su desempeño satisfactorio en la sociedad, y es el aprendizaje colaborativo fundamentado en los pilares de la educación, una forma de abordar las tendencias pedagógicas que exige la sociedad y la modernidad, tan dinámica en sus cambios, dentro de los esquemas de una forma de enseñar a pensar, y después dar lo lineamientos para aprender a aprender.

Una clase completa de laboratorio abarca estas formas didácticas alternativas y las lleva a la práctica en situaciones tanto reales como simuladas, dando la oportunidad de mejorar el aprendizaje en varios sentidos; creando las condiciones necesarias para que se dé el aprendizaje. En un ambiente de libertad se asimilan mejor los nuevos conceptos, se logra un incremento gradual de la motivación al

avanzar en el trabajo en equipo a fondo y se busca paulatinamente un desarrollo humano rico en experiencias educativas y con logros sustanciales.

Al iniciar este proyecto de la superconductividad, los estudiantes no parten de cero. En su curso de Física II de cuarto semestre adquieren las primeras bases de electricidad y magnetismo, que llegarán a ser sus fundamentos iniciales con cierto grado de profundidad. Después, al avanzar en su paso por la institución, al llegar a sexto semestre, retoman de nuevo esos mismos temas, pero a un nivel más alto. Así, existe la garantía de que al retomar los tres primeros niveles necesarios se harán con el menor consumo de tiempo.

Esta ventaja prepara muy bien a los estudiantes para iniciar con los temas de la inducción electromagnética y la superconductividad, que son propuestos paso a paso ya que un tema es la base del siguiente.



*Figura 1.  
La imagen muestra la jerarquía de las bases disciplinares necesarias para entender y explicarla la superconductividad.*

### 3.2.1 Electrostática

La electrostática es llamada electricidad en reposo e implica los conceptos de cargas eléctricas, las fuerzas entre ellas, el campo que las rodea y su comportamiento en los materiales.

- El primer tema es la Ley de Coulomb que establece que para dos objetos cargados, de tamaño mucho menor que la distancia que los separa, la fuerza de atracción o repulsión varía en forma directa con el producto de sus cargas, e inversamente con el cuadrado de la distancia entre ellos. Y esta ley se expresa así:

Donde  $r$  es la distancia entre las partículas cargadas,  $q_1$  representa la cantidad de carga de una partícula,  $q_2$  representa la cantidad de carga de otra partícula y  $k$  es la constante de proporcionalidad determinada por Charles Coulomb cuyo valor es de;  $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

- Por otro lado el campo eléctrico siempre manifiesta una fuerza y como tal es posible usar vectores para su descripción, así será posible determinar su dirección y su magnitud. Michael Faraday determinó el concepto de líneas de fuerza que emanan o llegan de una partícula u objeto con carga eléctrica. Esas líneas describen el campo eléctrico, así es posible determinar el sentido de su fuerza, sin embargo dichas líneas en la realidad no existen pero son muy útiles en su estudio.
- Si un cuerpo con carga  $q$  siente una fuerza  $F$  en determinado punto del espacio, el campo eléctrico es  $E$  en ese punto y la ecuación que lo describe es:

$$E = \frac{F}{q}$$

- Ahora si deseamos conocer el campo eléctrico que hay a una distancia  $r$  de una carga puntual única  $Q$ , la siguiente ecuación describe ese cálculo:

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

- Otro de los temas importantes es el potencial eléctrico y se describe de la siguiente manera; una carga eléctrica que se encuentra situada dentro de un campo eléctrico tendrá una energía potencial eléctrica ya que la fuerza que ejerce el campo es capaz de realizar un trabajo al mover la carga. Si la carga es positiva se desplazará hacia los puntos donde el potencial es mayor al menor. Si la carga es negativa sucederá lo contrario. El potencial eléctrico  $V$  en cualquier punto de un campo eléctrico es igual al trabajo  $W$  necesario para mover la carga  $q$  desde el potencial cero hasta el punto considerado. Su unidad en sistema internacional es el volt.

$$V = \frac{W}{q}$$

- Si se coloca una carga de prueba a cierta distancia  $r$  dentro del campo eléctrico tendremos:

$$V = \frac{kQ}{r}$$

- Finalmente es posible determinar la diferencia de potencial existente entre dos puntos cualesquiera dentro del campo eléctrico.

$$V_{A-B} = V_A - V_B$$

### 3.2.2 Corriente eléctrica

La corriente eléctrica no es más que el flujo de carga eléctrica. En circuitos de alambres conductores metálicos, los electrones forman el flujo de la carga. Esto es debido a que uno o más electrones de cada átomo del metal tienen libertad de movimiento por toda la red cristalina de átomos.

- A la cantidad de carga eléctrica que pasa por cada sección de un conductor en un segundo se le llama intensidad de la corriente eléctrica, su unidad es el ampere A, se obtiene por:

$$I = \frac{Q}{t}$$

- La corriente fluye cuando es empujada o impulsada debido a una fuente de voltaje más conocido como fuerza electromotriz *fem*. La *fem* es directamente proporcional al trabajo e inversamente proporcional a la carga eléctrica, y mide la cantidad de energía que da un generador de corriente eléctrica para que la carga recorra el circuito y se mide en volts V.

$$fem = \frac{W}{q}$$

- Al fluir la corriente eléctrica por un material conductor se va a encontrar con un obstáculo llamado resistencia eléctrica, y se expresa en ohms  $\Omega$ . La resistencia en un conductor va a depender de la longitud, del grosor, de la temperatura y de la conductividad del material. La resistencia de un alambre conductor a cierta temperatura es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección transversal.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Del alfabeto griego la letra *ro*,  $\rho$ , representa la resistividad del material del que está hecho un conductor y sus unidades son ohm por metro,  $\Omega\text{m}$ .



- Continuando, la relación de voltaje, corriente y resistencia se resume en el enunciado de la ley de Ohm. George Ohm descubrió que la corriente  $I$  en un circuito es directamente proporcional a la diferencia de potencial  $V$  aplicada en sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia  $\Omega$  del conductor.

-

Hasta este momento todos los elementos descritos anteriormente nos ayudan a trabajar con circuitos mixtos y así calcular, experimentar y comprobar con las variables de intensidad  $I$ , voltaje  $V$  y resistencia  $\Omega$ .

### 3.2.3 Magnetismo

Los campos magnéticos son generados por cargas eléctricas en movimiento. En este principio fundamental se apoya la comprensión del funcionamiento de motores eléctricos, generadores, transformadores y una gran variedad de instrumentos industriales que requiere de los campos magnéticos.

- La densidad del flujo magnético  $B$  en una región de un campo magnético es el número de líneas de flujo  $\Phi$  que pasan a través de una unidad de área  $A$  perpendicular al flujo. La unidad usada para el flujo magnético es el weber,  $Wb$ .

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

- El conocimiento de la terminología del magnetismo es muy necesaria para la comprensión de temas posteriores; *fuerzas magnéticas, polos magnéticos, campo magnético, teoría moderna del magnetismo, dominios magnéticos, inducción magnética, materiales magnéticos, paramagnéticos y*

*diamagnéticos, relación entre corrientes eléctricas y campos magnéticos, electroimanes, fuerza magnética sobre conductores con corriente eléctrica.*

### 3.2.4 Inducción electromagnética

La inducción electromagnética es el resultado de producir corriente eléctrica con solo introducir o sacar un imán en una parte del conductor en forma de bobina en espiral. Es suficiente el movimiento del imán para causar o inducir voltaje. Esto fue descubierto por Faraday en Inglaterra y simultáneamente en Estados Unidos por Joseph Henry.

- La inducción electromagnética se resume en la ley de Faraday que establece que:

El voltaje inducido  $\varepsilon$  en una bobina es proporcional al producto del número de vueltas, flujo magnético  $\Phi$ , de la bobina por la rapidez  $t$  con la que el campo magnético cambia dentro de esas vueltas.

$$\varepsilon = \frac{\Phi}{t}$$

La unida usada para el flujo magnético es el weber, Wb.

## IV DESARROLLO Y METODOLOGÍA

### 4.1 Cómo fabricar un superconductor.

Hace pocos años el proceso consistía en mezclar los tres óxidos, luego hornear y moler para después repetir el mismo proceso hasta conseguir un polvo de color negro llamado polvo 1-2-3 semiprocesado. Hoy estos pasos se han simplificado y es posible conseguirlo en el mercado, lo cual ahorra tiempo en el proceso. Solo se realizan unas actividades previas a la sinterización. Estas actividades se puede llevar a cabo en cualquier escuela de nivel medio superior que cuente con un laboratorio de ciencias. El material semiprocesado de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$  goza de estabilidad química, de tal manera que permite su manipulación todo el tiempo que sea necesario para la fabricación de la pastilla superconductora.

### 4.2 Procedimiento experimental.

#### 4.2.1 Materiales.

- Polvo semiprocesado 1-2-3 para la formación de la pastilla.



Figura 2.

Se muestra el polvo semiprocesado de los óxidos de ytrio, bario y cobre.

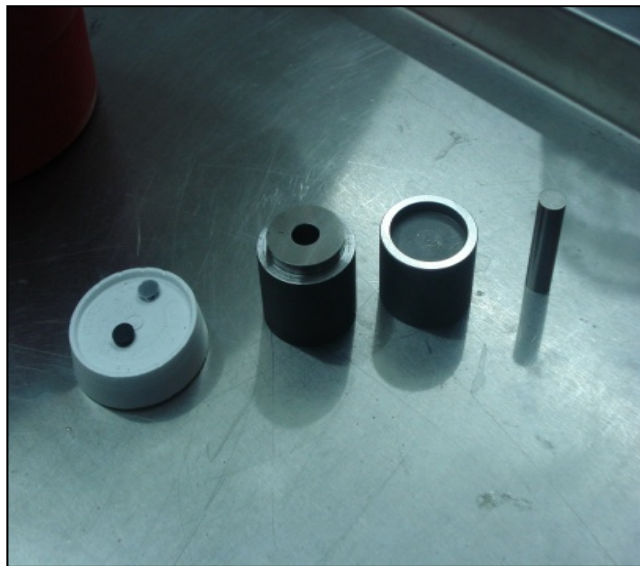
- Balanza analítica.



*Figura 3.*

*La balanza analítica da una precisión de tres décimas necesarias para este trabajo.*

- El molde puede ser de acero u otro material alternativo que resista la presión recomendada y con un orificio de un diámetro de 1 a 1.5 cm.



*Figura 4.*

*Molde de acero ideal para el prensado del polvo semiprocesado y obtener la pastilla deseada.*

- Prensa hidráulica. Es opcional ya que la presión es baja. Con un mínimo de  $150 \text{ Kg/cm}^2$  para compactar la pastilla.



*Figura 5.  
Prensa hidráulica.*

- Crisol de alúmina.



*Figura 6.  
Crisol usado para el proceso de sinterizado*

- Horno con control de temperatura y con atmósfera de oxígeno.

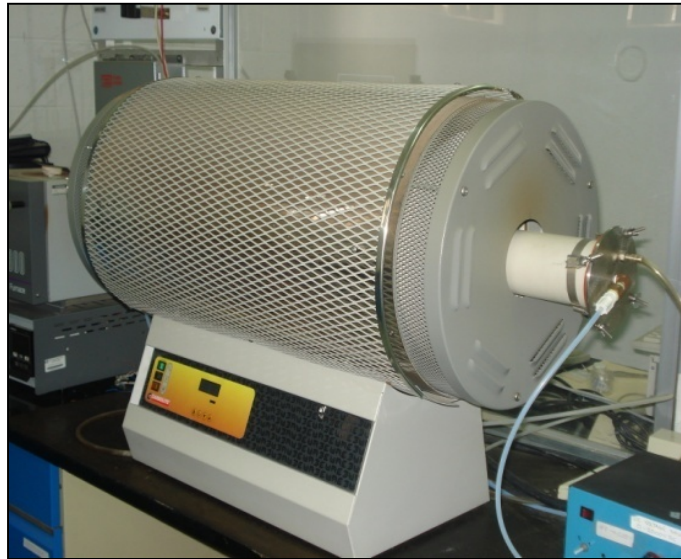


Figura 7.

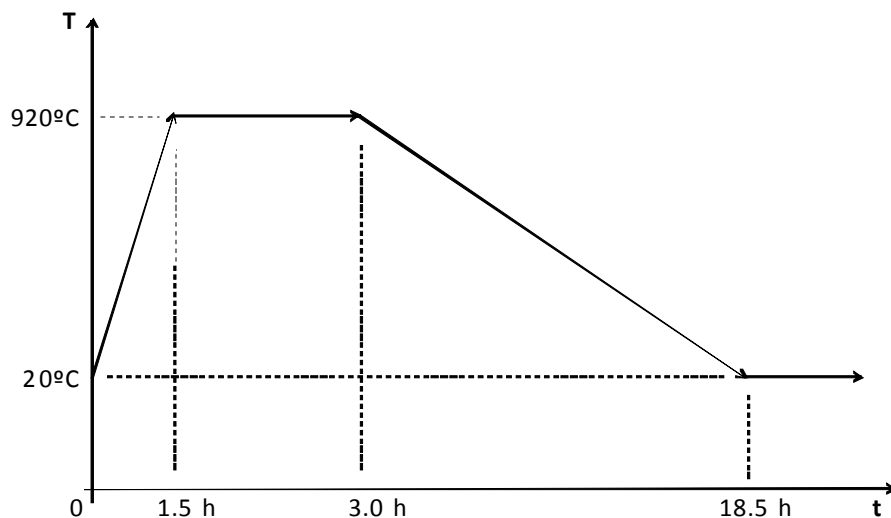
El horno debe ser capaz de mantener y variar la temperatura de sinterizado durante por un periodo de 18.5 h.

#### 4.2.2 Pasos para la fabricación de la pastilla.

- a) Para logra una pastilla de 1.2 cm de diámetro X 0.3 cm de grosor aproximados se pesa la cantidad de 0.900g de  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$
- b) El siguiente paso es el prensado o compactación. Se debe introducir el polvo en el molde y aplicar una presión recomendada de 2000 lb/in<sup>2</sup> o su equivalente de 140 Kg/cm<sup>2</sup>. Luego de compactarla quedará una pastilla con un diámetro aproximando de 1.275 cm y un grosor o altura aproximada de 0.315 cm.
- c) En este paso se evalúan las características físicas de diámetro y altura, para obtener el volumen y después evaluamos su masa. Con el volumen y la masa obtenemos su densidad.

d) El último paso para la fabricación es la sinterización o calentamiento de la pastilla en atmósfera de oxígeno. Se debe programar el horno para que realice el siguiente ciclo:

- Desde la temperatura ambiente se calienta a  $10^{\circ}\text{C}$  por minuto hasta llegar a  $920^{\circ}\text{C}$ , todo esto en un tiempo de 1.5 horas.
- Esta temperatura se mantiene por 1.5 horas en la fase conocida como meseta.
- Después se revierte el proceso enfriando a un ritmo de  $1^{\circ}\text{C}$  por minuto hasta llegar a la temperatura ambiente. Este proceso tiene una duración total de 18.5 horas.
- Finalmente, las pastillas se han sinterizado adquiriendo un aspecto compacto, su peso disminuye así como sus medidas físicas de diámetro y peso. Su color es oscuro y sin grietas ni deformaciones.



*Figura 8.*

*Esta es la gráfica de sinterización, que muestra el proceso completo con sus variables de temperatura y tiempo. El proceso inicia con una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ .*

Las temperaturas de transición más altas se obtienen cuando la muestra se calienta permitiendo un flujo de oxígeno en el horno y se deja enfriar lentamente desde 920°C hacia la temperatura ambiente en un proceso de varias horas. La preparación de la muestra 1-2-3 en el seno de una atmósfera inerte evita totalmente la obtención de una muestra superconductora. De aquí la importancia de presencia de oxígeno durante el sinterizado.

5) Se evalúan las características físicas de diámetro y altura, para obtener el volumen y después evaluamos su masa. Con el volumen y la masa obtenemos su densidad.

6) Este es el último paso. Se evalúan las propiedades magnéticas de la pastilla.

Empleando un súper imán que genere un campo magnético uniforme y un baño de nitrógeno líquido se realiza la prueba de levitación de una de las pastillas obtenidas.



*Figura 9.  
Finalmente se demuestra el fenómeno buscado de la superconductividad  
con la levitación de la pastilla.*



## **Aplicaciones de la superconductividad.**

Uno de los grandes problemas de nuestra *sociedad eléctrica* es que con nuestra tecnológica actual se pierden muchísima energía al transportar electricidad. Resulta que los cables que usamos para conducir electricidad lo hacen con bastante deficiencia debido a la resistencia natural que tienen cuando pasan electrones por su interior. Se pierden cantidades enormes de energía cada día en el mundo por culpa de los cables.

Una de las soluciones a este problema podría estar en el dominio de la superconductividad. Pero resulta que se necesita más energía para enfriar los materiales superconductores que la energía que nos ahorraríamos, por eso hay esfuerzos en buscar estados de superconducción a temperaturas más altas algo que si se lograra a temperatura ambiente cambiaría totalmente el mundo que conocemos.

Una propiedad de los superconductores es que al igual que transportan electricidad a la perfección también pueden transportar magnetismo a la perfección pudiéndose crear los imanes superconductores que ya tienen muchas aplicaciones en la actualidad aun necesitando mucha energía para ser alimentados. Con estos imanes superconductores se pueden crear fenómenos curiosos tales como la levitación.

Las aplicaciones de los superconductores son muy importantes:

- El SQUID o dispositivo superconductor de interferencia cuántica, fue una de las primeras aplicaciones comerciales de la superconductividad. Basado en las uniones Josephson, son captadores magnéticos extraordinariamente sensibles que permiten medir campos magnéticos y tensiones eléctricas increíblemente débiles, con una resolución del orden del picovoltio. Los SQUID llevan utilizándose ininterrumpidamente desde los años 60 en multitud de aplicaciones: detección súper precisa de las señales eléctricas del cerebro y el corazón, comprobación no destructiva de tuberías y

puentes (la fatiga del metal produce una firma magnética peculiar), paleomagnetismo, sensores geológicos para prospecciones petrolíferas, equipos militares de detección de sumergibles y un largo etcétera.

- Aparatos de formación de imágenes por resonancia magnética, más conocidos como RMN. Con esta técnica se coloca una sustancia en un campo magnético intenso que modifica el spin de los núcleos de determinados iones. Después, se somete a la muestra a una onda de radio que reorienta los núcleos. Al desaparecer la excitación se libera un pulso de energía que proporciona información sobre la estructura molecular de la sustancia que puede transformarse en una imagen mediante técnicas informáticas. El RMN es una herramienta casi indispensable para la formación de imágenes del cerebro, y con el advenimiento de los superconductores de alta temperatura podrá convertirse en una máquina mucho más pequeña y barata. Los superconductores clásicos enfriados por helio requieren voluminosos y delicados equipos de refrigeración. En cambio, el nitrógeno líquido es fácil de producir y utilizar.
- Computadoras más rápidas. Otra aplicación de las uniones Josephson es la posibilidad de fabricar transistores basados en ellas. Estos circuitos podrían activarse y desactivarse muy rápidamente con un consumo de potencia mínimo. En teoría, una computadora basada en el efecto Josephson sería 50 veces más rápida que una convencional, aunque hasta hoy no ha sido construido debido a problemas de fiabilidad, de interfaces y a la dificultad de competir con un adversario tan poderoso como los circuitos de silicio.
- En todas aquellas aplicaciones en que sean necesarios campos de una intensidad enorme, los superconductores clásicos no tienen rival. La forma más evidente de crear un campo magnético es mediante una bobina de cable enrollado, que al ser atravesada por una corriente eléctrica crea un campo directamente proporcional a la intensidad de la misma. Pero el campo máximo que podemos generar no es muy grande, ya que al incrementar la corriente los cables comienzan a calentarse debido a la resistencia eléctrica. Con los superconductores no pasa esto: su resistencia

es cero y pueden producir campos magnéticos altísimos. La aplicación típica en este caso son los aceleradores de partículas como el Tevatron del Fermilab en EE.UU. con una capacidad de un teraelectrón voltio (TeV), equivalente a un billón de voltios.

- Los imanes basados en superconductores de alta temperatura todavía están lejos de estos márgenes, aunque ya se pueden conseguir imanes de cerámicas superconductoras que pueden generar un campo de dos teslas, cinco veces mayor que el que se puede conseguir con un imán permanente. Estos imanes se utilizan por ejemplo en los trenes de alta velocidad sobre cojín magnético (MAGLEV). Los trenes tipo suspensión electrodinámica (SED) japoneses pueden desplazarse de 320 a 500 Km/h mediante imanes superconductores que inducen corrientes en las bobinas conductoras de las guías. Esta interacción eleva al vehículo unos 15 cm del suelo, como si fuera un avión en vuelo rasante. A menos de 100 Km/h, este vehículo circula sobre ruedas como un tren convencional.
- Transporte de energía mediante cables eléctricos, transformadores de corriente y conmutadores de potencia. De este modo se podría reducir el recibo de la luz al compensarse el importante porcentaje de energía eléctrica que se disipa en forma de calor debido a la resistencia eléctrica. También podrían utilizarse como limitadores de corriente, proporcionándonos un voltaje más estable. Hace poco, el Departamento de Energía de Estados Unidos ha anunciado el primer proyecto de uso comercial a gran escala de los superconductores de alta temperatura. Se pretenden instalar cables superconductores de unos 130 metros en una subestación eléctrica de Detroit. Se sustituirán los cables de cobre de tal manera que la nueva instalación albergara una capacidad tres veces mayor (24000 voltios). Sin embargo, el principal inconveniente para que esta prueba se generalice es el alto coste, ya que se han presupuestado unos 5,5 millones de dólares.
- Almacenamiento de energía mediante superconductores magnéticos de almacenamiento de energía (SMES). Este sistema consiste en "cargar"

una bobina superconductor de electricidad y luego cerrarla formando un anillo. La corriente teóricamente circularía sin pérdidas, y cuando hubiera que utilizarla bastaría con abrirla y extraer la cantidad necesaria. Este sistema se ha propuesto, por ejemplo, para el almacenamiento de energía en vehículos eléctricos.

- Combinación de corrientes y magnetismo para la generación de potencia y trabajo, como motores y generadores eléctricos muchísimo más eficientes.
- Investigación espacial. En el espacio, protegidos de la luz solar, es fácil conseguir temperaturas dentro del rango funcional de los superconductores de alta temperatura. En este aspecto la NASA ha financiado diferentes estudios sobre sensores y elementos de actuación electromecánicos con vistas a su utilización en naves espaciales...

## V IMPLEMENTACIÓN

Es importante que los participantes de este proyecto tengan claros los objetivos para que el trabajo de estudio, investigación y laboratorio sea completo cubriendo los propósitos de forma eficiente.

Bajo las expectativas del maestro se plantean los elementos esenciales y aunque pueden existir varias formas cuando menos debe contener los siguientes elementos:

- Descripción y propósitos del proyecto.
- Especificación detallada del trabajo a desempeñar dentro de los equipos colaborativos. Se piden criterios de calidad.
- Desarrollar una guía del trabajo señalando los roles que los integrantes asumen.
- La evaluación se presenta en dos momentos; pre-test y pos-test. También el producto obtenido en el laboratorio es parte del éxito de la realización del proyecto.

Mientras exista un mayor involucramiento de los estudiantes en el proceso de trabajo más se responsabilizarán de su propio aprendizaje.

A continuación se sugieren algunos pasos para su implementación.

- Se define el tema del proyecto y la forma en cómo será posible realizarlo tomado como base sus objetivos.
- Se identifican los conocimientos a lograr y se especifica el cómo.
- Se establecen claramente los objetivos de aprendizaje colaborativo a lograr.
- Se especifica la forma de trabajar de lo equipos

Como todo proyecto pedagógico, éste está compuesto de un conjunto de acciones; plan de estudios, desarrollo de competencias de los estudiantes y acción de las autoridades escolares, que implican entonces las fases de

planeación, ejecución, verificación y resultados que permitan alcanzar sus objetivos.

A continuación se muestra una tabla que resume las actividades académicas presentadas a los estudiantes para su implementación.

Tema	Definiciones y leyes	Actividades experimentales
Superconductividad de alta temperatura (SCAT).	Desaparición total del flujo del campo magnético en el interior de un material superconductor por debajo de su temperatura crítica.	Hacer una cerámica SCAT.
Inducción electromagnética.	Fenómeno que origina una fuerza electromotriz en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable o en un medio móvil respecto a un campo estático	Experimentos de Faraday.  Investigar un alternador.
Campo magnético.	Es una región del espacio en la que una carga eléctrica a cierta velocidad, sufre el efecto de una fuerza perpendicular y proporcional, tanto a la velocidad como al campo llamado inducción magnética (B).	Investigar un motor eléctrico.  Fuerza magnética.
Corriente eléctrica.	Es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material	Circuitos, resistencias, ley de Ohm, medida de voltaje y corriente
Electrostática.	Potencial eléctrico; es el trabajo por unidad de carga, para llevar una partícula de un lugar a otro  Campo eléctrico; es la fuerza eléctrica que se ejerce sobre la unidad de carga.  Ley de Coulomb; la fuerza eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre dos cargas.	Formas de electrizar a los cuerpos, electroscopio, cargas.

## VI CONCLUSIONES

La superconductividad como herramienta pedagógica es una modalidad que puede ser utilizada como una buena estrategia didáctica en el aula y el laboratorio de ciencias. Es un proyecto guiado que propone una tarea factible y atractiva para los estudiantes y además es un proceso enriquecedor tanto para el maestro como para los alumnos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este proyecto se realizan actividades con información dada por el maestro y que los estudiantes deben investigar, analizar, transformar, valorar, compartir con sus compañeros.

Es una propuesta novedosa y actual de la física moderna que conjuga los objetivos disciplinares a lograr junto con las herramientas pedagógicas. Sus propósitos son amplios y profundos implicando ampliar la visión del estudiante respecto a la ciencia. Esto lleva a tomarlo en cuenta por su importancia en el desarrollo educativo del estudiante.

## VII BIBLIOGRAFÍA

1. Perrenoud, Philippe, 2004. Diez nuevas competencias para enseñar. SEP Graó, México
2. Bodrova, Elena., Leong, Deborah J., 2004. Herramientas de la mente. SEP Pearson, México
3. Airasian, Peter W., La evaluación en el salón de clases, 2002. SEP McGraw-Hill Interamericana, México
4. Novak, Joseph D., Gowin, Bob D, 1984. Aprendiendo a aprender, Editorial Planeta, Barcelona, España.
5. Villalobos, Pérez- Cortés Elvia Marveya, 2003. Educación y estilos de aprendizaje-enseñanza, Publicaciones Cruz O, México.
6. Dieterich, Heinz. 1996, Nueva guía para la investigación científica, Ediciones Ariel, México
7. Grandes pensadores: historia del pensamiento pedagógico occidental, 2005. Papers Editores, Argentina.
8. Piaget, Jean. ¿Qué sé? El estructuralismo, 1995. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
9. Fourez, Gérard, 2006. La construcción del conocimiento científico, sociología y ética de la ciencia, Narcea Ediciones, Madrid, España.
10. Pozo, Juan Ignacio M., 2003. Teorías cognitivas del aprendizaje, Ediciones Morata, Madrid, España.
11. Avanzini, Guy, 1987. La pedagogía en el siglo XX, Narcea Ediciones, Madrid, España.
12. Cázares, Yolanda María G., 2004. Manejo efectivo de un grupo, Editorial Trillas, México.
13. Garza, Rosa María, Leventhal, Susana, 2000. Aprender cómo aprender, Editorial Trillas, México.



14. Díaz Barriga, Frida, Hernández Rojas, Gerardo, 1996. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, McGraw-Hill, México.
15. PSSC, 1997. Física, Editorial Reverté, México.
16. Resnick, Robert, Halliday, David, Krane, Kenneth S., 2006. Física. Editorial Continental, México.
17. Sears, Francis W., Zemansky, Mark W., Young, Hugh D., 2004. Física Universitaria, Pearson Educación, México.
18. Tippens, Paul E., 2007. Física, conceptos y aplicaciones, McGraw-Hill, México.
19. Bueche, Frederick J., 2001. Física General, McGraw-Hill, México.
20. Cázares, Yolanda María G., 2004. Manejo efectivo de un grupo, Editorial Trillas, México.
21. Garza, Rosa María, Leventhal, Susana, 2000. Aprender cómo aprender, Editorial Trillas, México.
22. Revista electrónica de investigación educativa; [www.redie.ens.uabc.mx](http://www.redie.ens.uabc.mx)
23. Tecnologías de información y comunicaciones para la enseñanza básica y media; [www.eduteka.org](http://www.eduteka.org)
24. Wikipedia la enciclopedia libre; [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
25. Textos científicos; [www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com)
26. Oak Ridge National Laboratory;  
[www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html](http://www.ornl.gov/info/reports/m/ornlm3063r1/contents.html)
27. [www.superconductors.org/links.htm](http://www.superconductors.org/links.htm)
28. [www.futurescience.com/scpart1.htm](http://www.futurescience.com/scpart1.htm)