

# IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES DIDÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS ENTORNOS DE APRENDIZAJE DE LA FÍSICA



LUIS DAVID QUIÑONES MANRIQUE

Informe de la Práctica Profesional para optar por el título de Ingeniero Físico

Director  
Rubiel Vargas Cañas

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación  
Departamento de Física  
Sistemas Dinámicos Simulación y Control  
Popayán, Diciembre del 2014

LUIS DAVID QUIÑONES MANRIQUE

IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES DIDÁCTICAS  
PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS ENTORNOS DE  
APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

Informe presentado a la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación  
de la Universidad del Cauca para la obtención del título de Ingeniero Físico

Director  
Rubiel Vargas Cañas

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación  
Departamento de Física  
Popayán, Noviembre del 2014

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Director \_\_\_\_\_

Doctor: Rubiel Vargas Cañas

Jurado \_\_\_\_\_

Ingeniera Física: Juliana Paola Enriquez Fuertes

Jurado \_\_\_\_\_

Ingeniero Físico: Eduardo Andrés Cañola

Popayán (Cauca) \_\_\_\_ de Noviembre de 2014

*Dedicatoria*

*A mi hijo y amigo Luis Enrique.*

*Agradecimientos*

*A Dios*

*A mi director de trabajo de trabajo de grado*

*A todos mis familiares y amigos*

## **RESUMEN**

Los Entornos de Aprendizaje son el conjunto de circunstancias físicas o morales que rodean un proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que posibilitan el proceso de aprendizaje significativo mediante el estudio, la enseñanza y/o la experiencia. En la actualidad, uno de los factores más importante en el desarrollo de dichos entornos de aprendizaje son las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TICs; ya que la rápida evolución de la tecnología y el fácil acceso a ella están creando la posibilidad de mejorar la manera de enseñar, desde el nivel básico hasta el universitario, haciendo más versátil el acceso a los soportes de los contenidos académicos y conformando un conjunto de herramientas atractivas para la enseñanza y el aprendizaje por las diversas aplicaciones didácticas que se pueden implementar. En este documento se presenta el informe de una práctica profesional en la que se participó del proceso de implementación de material didáctico para prácticas de laboratorio de física básica. En primera instancia se muestra un estudio de la relevancia que tiene la implementación de nuevas herramientas didácticas en el cumplimiento satisfactorio de los objetivos pedagógicos, además de estar acorde a las políticas públicas del país en materia de educación. De igual forma se revisan temas relacionados con las TIC, luego, se identifican, mediante una investigación de corte etnográfico, problemas y aspectos relevantes al laboratorio de física por parte de los diferentes actores, y finalmente se describe la implementación de una metodología tipo espiral para el desarrollo rápido de prototipos.

# CONTENIDO

RESUMEN .....	- 6 -
CONTENIDO .....	- 7 -
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	- 9 -
ÍNDICE DE TABLAS .....	- 10 -
1. INTRODUCCIÓN.....	- 12 -
2. MARCO REFERENCIAL.....	- 15 -
2.1 LA EMPRESA.....	- 15 -
2.1.1 Reseña.....	- 15 -
2.1.2 Misión.....	- 16 -
2.1.3 Visión.....	- 16 -
2.1.4 Objetivos.....	- 16 -
2.2 EL PASANTE .....	- 16 -
2.2.1 Ubicación del Pasante.....	- 16 -
2.3 OBJETIVO DE LA PASANTÍA.....	- 17 -
2.4 TRABAJO ASIGNADO .....	- 17 -
2.5 MARCO CONCEPTUAL .....	- 18 -
2.5.1 Procesos de Aprendizaje.....	- 18 -
2.5.2 Procesos de Enseñanza.....	- 19 -
2.5.3 Pedagogía .....	- 19 -
2.5.4 Didáctica .....	- 20 -
2.5.5 Entornos de Aprendizaje .....	- 22 -
2.5.6 El Laboratorio de Física y su Importancia .....	- 29 -
3. ACTIVIDADES EJECUTADAS.....	- 33 -
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA GENERAL .....	- 33 -
3.2 ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS .....	- 35 -
3.2.1 Estudio conceptual .....	- 35 -
3.2.2 Estudio de las metodologías para establecimiento de conceptos.....	- 36 -
3.3 ETAPA DE DISEÑO .....	- 44 -
3.4 CREACIÓN DE CONCEPTOS PROTOTIPO.....	- 45 -

3.4.1 Implementación.....	- 45 -
3.4.2 Validación y ajuste de prototipos.....	- 46 -
3.4.3 Evaluación de factibilidad .....	- 47 -
3.5 CONOCIMIENTO ADQUIRIDO Y APOORTE A LA ORGANIZACIÓN .....	- 47 -
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 49 -
4.1 CONCLUSIONES.....	- 49 -
4.2 RECOMENDACIONES.....	- 50 -
4.3 TRABAJO FUTURO.....	- 50 -
Bibliografía .....	- 51 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Algunos de los modelos teóricos sobre el aprendizaje que más se encuentran en la bibliografía. -----	19 -
Figura 2. Representación esquemática de algunas de las características que ayudan a definir la pedagogía.-----	20 -
Figura 3. La didáctica sirviendo como puente entre el “deber ser” y el “ser” haciendo, es decir, es un intermediario desde el “no saber” a “saber”. -----	20 -
Figura 4. Algunos de los modelos teóricos sobre la didáctica. -----	21 -
Figura 5. Tríada Didáctica e implicaciones entre sujetos-saberes, saberes-sentido y sentido-sujetos en un entorno de Aprendizaje en donde se desarrollan metodologías Pedagógicas, Didácticas y Prácticas de Laboratorio (1)-----	22 -
Figura 6. Diagrama de un entorno remoto. -----	26 -
Figura 7. Metodología en cascada. -----	34 -
Figura 8. Diagrama de flujo de la metodología en cascada modificada. -----	34 -
Figura 9. Enumeración de los pasos ejecutados durante el desarrollo de la metodología etnográfica. -----	37 -
Figura 10. Diagramas de araña-----	39 -
Figura 11. Primer orden jerárquico, consistió en la reunión de frases sueltas agrupadas en conceptos.-----	40 -
Figura 12. Serie de fichas de un grupo que se divide en tres ramas y que agrupan conceptos afines y estos a su vez reúnen “frases sueltas”. -----	40 -
Figura 13. Imagen que muestra una de las agrupaciones que se obtuvieron. -----	41 -
Figura 14. Ejemplo de la clasificación en diagramas de araña que representa el esquema de la figura 13.-----	42 -
Figura 15. Fases de la comunicación entre sensores, actuadores, interfaz electrónica y dispositivo móvil. -----	45 -
Figura 16. Representación esquemática del método de desarrollo en espiral. -----	46 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividades asignadas para realizar durante el periodo de pasantía. ...	- 17 -
Tabla 2. Clasificación de entornos experimentales (8). .....	- 23 -
Tabla 3. Ventajas – desventajas del entorno tradicional (10).....	- 24 -
Tabla 4. Ventajas – desventajas de los entornos virtuales (8). .....	- 25 -
Tabla 5. Ventajas – desventajas de los entornos remotos (12). .....	- 27 -
Tabla 6. Ventajas – desventajas del Blended Learning. (13).....	- 28 -
Tabla 7. Clasificación de tipos de las principales prácticas de laboratorios docentes (15). .....	- 30 -
Tabla 8. Sistematización implementada para obtener los conceptos. ....	- 42 -
Tabla 9. Tipos de requerimiento, concepto y la relación con el proyecto. ....	- 43 -
Tabla 10. El conocimiento adquirido en relación con el pensum académico del programa de ingeniería física.....	- 48 -



# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

En la llamada era de la información, el aprendizaje de la física, y en general de cualquier otra ciencia, presenta retos a solucionar: ¿Cómo definir los objetivos al enseñar una ciencia a estudiantes que no necesariamente van a ser profesionales en este campo? ¿Cómo superar nuestra limitación de predecir los cambios tecnológicos, ya que ellos afectan nuestro entorno y cambian nuestros hábitos de vida? ¿Cómo preparar a los estudiantes para enfrentar realidades de hoy en día que no corresponden con aquellas en las que fueron formulados los sistemas educativos tradicionales? ¿Cómo vincular la teoría con la práctica, ya que en algunos casos los contenidos son robustos y no hay suficientes herramientas didácticas para soportar el aprendizaje? No obstante, en la actualidad existe una amplia gama de aplicaciones prácticas que involucran el uso de nuevas herramientas tecnológicas y dispositivos prácticos con el fin de generar un entorno apropiado de aprendizaje. Es aquí donde la didáctica juega un papel importante en la enseñanza de las ciencias y particularmente en la enseñanza de la física, ya que esta liga la teoría con la práctica. Sin embargo, en nuestro país, el acceso a dichas herramientas pedagógicas es limitado ya que se carece de los insumos o se usan herramientas obsoletas conformando entornos de aprendizaje descontextualizados.

Por esto, el desarrollo de material didáctico es un tema que no pierde actualidad; más aún, ahora cuando se estudian diferentes formas para potenciar los entornos de aprendizaje o la creación de estos. El tema de este trabajo es el desarrollo de material didáctico soportado en las TIC para el aprendizaje y la enseñanza de la física, a nivel básico, y que sirvan para potenciar o crear entornos de aprendizaje. Ya que en la actualidad encontramos entornos de enseñanza descontextualizados, donde se evidencia el desaprovechamiento de desarrollos tecnológicos importantes como las TIC.

Adicionalmente, las condiciones actuales de las aulas de laboratorio presentan distintos problemas debido a que el desarrollo de prácticas se viene realizando con objetos inseguros y obsoletos o en lugares que no cumplen las exigencias mínimas de seguridad y que están fuera de contexto.

Los principales temas de estudio, en el caso de los nuevos entornos de aprendizaje en el laboratorio, se pueden referir a las diferentes dinámicas que se desarrollan, ya sea este real, virtual, remoto o metodología Blended. Por otro lado, los paradigmas educativos se orientan más hacia tendencias constructivistas y teorías que involucran la enseñanza y el aprendizaje de forma más integral y holística, de tal modo que el aprendizaje sea más significativo. Así pues, algunas de las investigaciones que han estudiado la forma en que se orientan los contenidos de prácticas de laboratorio para la física sugieren múltiples ventajas en el aprovechamiento de recursos materiales y de tiempo en ambientes de experimentación virtuales y remotos, mientras que los laboratorios reales facilitan el aprendizaje significativo porque la manipulación directa le permite al aprendiz que lo que está aprendiendo se asocie con las estructuras mentales que ya poseía. También, en algunas instituciones de educación se usan metodologías Blended que buscan integrar las ventajas de los distintos tipos de prácticas, virtuales, remotas y tradicionales, ajustando y desarrollando nuevos entornos de aprendizaje.

En estos estudios, el debate se ha centrado en observar las múltiples ventajas y desventajas que presentan los distintos espacios de práctica de laboratorio, por ejemplo; un laboratorio virtual solo es una esquematización correspondiente a un modelo matemático que se ha programado y que no contempla perturbaciones que en la vida real si suelen suceder. Así mismo, en los laboratorios remotos los estudiantes pueden acceder a prácticas con objetos reales pero que también resulta siendo una experiencia en la que no se involucran todos los aspectos que debe tener un experimentador, como la información que pueda brindar el olor o la experimentación directa o los altos costos en el montaje de las infraestructuras. Por otro lado la experimentación que se desarrolla en laboratorios reales presenta ventajas didácticas y de aprendizaje significativo, pero en la actualidad este espacio de trabajo está siendo usado principalmente con instrumentos o dispositivos viejos, que causan sensación de inseguridad o que no muestran atractivo el desarrollo de las prácticas tornando el laboratorio en algo obsoleto y poco llamativo.

Sin embargo, esta discusión está dejando de lado que en la actualidad se vive una aceptación masiva de dispositivos móviles tales como Smartphones o Tablets, dada su versatilidad, uso común y los grandes beneficios que potencialmente estos dispositivos pueden prestar. Hasta la actualidad

no se ha tenido en cuenta este tipo de aspectos poniendo como cuestión sí ¿Se puede llevar a cabo la incursión de nuevas tecnologías como dispositivos móviles a escenarios educativos para potenciar los entornos de aprendizaje?

El presente documento es el informe final de la práctica profesional donde se participó en el diseño e implementación de materiales didácticos para potenciar el desarrollo de nuevos entornos de aprendizaje y enseñanza de la física a nivel básico, y se organiza de la siguiente manera: en el capítulo dos se exhibe una muestra del trabajo ejecutado comenzando por la revisión bibliográfica en donde se resaltaron temas relacionados con los procesos de aprendizaje, la pedagogía, la didáctica, los entornos de aprendizaje, los contenidos de principal interés en las prácticas de física, el laboratorio de física y su importancia y los principales tipos de práctica; en el tercer capítulo se muestra la metodología de corte etnográfico que se implementó para identificar problemas y aspectos relevantes que pudieran ser rescatados por parte de los principales actores del laboratorio de física para establecer las necesidades de los usuarios, se diseñó, se implementó y se evaluó, repitiendo el ciclo de la metodología en espiral hasta obtener cada prototipo; en el capítulo cuatro se mencionan las conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro; y al final del documento se presenta la bibliografía.

## CAPITULO 2

### **MARCO REFERENCIAL**

El presente capítulo describe el contexto de la práctica profesional, la empresa, el pasante, las tareas asignadas y el marco conceptual desde donde se abordó el desarrollo del material didáctico. Este marco incluye referentes al ámbito de la educación, así como algunos aspectos importantes que involucran la enseñanza, el aprendizaje, la didáctica y en general, a los nuevos entornos de aprendizaje, de manera que la modificación de estos entornos de experimentación y procesos de enseñanza, usados en prácticas convencionales de la física, esté soportado en una base conceptual sólida.

#### **2.1 LA EMPRESA**

##### **2.1.1 Reseña**

EVOLVE ENTERPRISE S.A.S. es una compañía de naturaleza comercial de productos y servicios que opera en Bogotá con NIT 900587155-7, cuyo objeto social es la comercialización y distribución de cualquier clase de servicios y productos terminados o materias primas nacionales y/o extranjeras en el mercado nacional o internacional. Así mismo, EVOLVE ENTERPRISE S.A.S. está autorizada para realizar cualquier otra actividad económica lícita tanto en Colombia como en el extranjero. La sociedad puede llevar a cabo, en general, todas las operaciones, de cualquier naturaleza que ellas fueren, relacionadas con el objeto mencionado, así como cualesquiera actividades similares, conexas o complementarias o que permitan facilitar o desarrollar el comercio o la industria de la sociedad.

### **2.1.2 Misión**

La misión de la empresa es contribuir al desarrollo y crecimiento de la industria Colombiana, por medio de estrategias de comercialización y mercadeo que garanticen el posicionamiento de productos y servicios tanto en el mercado interno como en el externo. Para esto se cuenta con un equipo de trabajo, con los más altos niveles de capacitación y experiencia, que vela por el conocimiento, la participación y el perfeccionamiento humano y profesional de sus integrantes, y que garantiza el cumplimiento de los estándares internacionales, generando así, riqueza a sus inversionistas y trabajadores.

### **2.1.3 Visión**

La visión de Evolve Enterprise es convertirse en la empresa líder y de referencia en nuestro país en torno a las nuevas estrategias de mercadeo y comercialización de productos y servicios. Además de proveer de nuestros servicios a las principales empresas nacionales y de Latinoamérica.

### **2.1.4 Objetivos**

En Evolve Enterprise se busca el mejoramiento continuo y la excelencia en servicio al cliente; siguiendo estándares internacionales que permitan asegurar la calidad, confiabilidad e integridad de los productos y servicios ofrecidos por la empresa, satisfaciendo así, los gustos, necesidades y exigencias de sus clientes.

## **2.2 EL PASANTE**

El pasante es una persona que ha recibido una formación académica en el programa de ingeniería física en donde se han adquirido conocimientos teóricos y prácticos para involucrarlos en la solución de problemas y el desarrollo de proyectos. La formación académica incluyó materias relevantes a la hora de asumir la práctica profesional. Sin dejar de lado la formación integral, se podrían mencionar que las materias con mayor implicación fueron todas aquellas en donde se realizaron prácticas de laboratorio o se desarrollaron proyectos como por ejemplo: Física fundamental, Tratamiento de datos y señales, Electromagnetismo, Vibraciones y ondas, Dispositivos pasivos, Dispositivos activos, Transductores, Sistemas de control automático e Instrumentación Virtual.

### **2.2.1 Ubicación del Pasante**

Una parte significativa de las labores asignadas se desarrollaron desde la Universidad del Cauca, especialmente en el laboratorio del grupo de Sistemas Dinámicos, Simulación y Control – SIDICO. Esto con el propósito de tener contacto más directo con el tutor académico ya que este tipo de

actividades son actividades investigativas (la metodología se encuentra en desarrollo) y también para superar las limitaciones de movilidad y alojamiento del pasante. Por tanto, la modalidad de trabajo establecida fue la modalidad denominada Teletrabajo. El Teletrabajo es una nueva forma de organización laboral, se trata de una forma de trabajo, que consiste en el desarrollo de actividades, utilizando los soportes de las tecnologías de la información y la comunicación – TIC. En Colombia esta práctica es impulsada por el Ministerio de Trabajo y fue creada conforme a la ley 1221 de 2008 y reglamentada por el decreto 884 de 2012.

### 2.3 OBJETIVO DE LA PASANTÍA

Participar en el diseño e implementación de materiales didácticos para potenciar el desarrollo de nuevos entornos de aprendizaje y enseñanza de la física a nivel básico.

- ✓ Reconocer y comprender los entornos de aprendizaje, sus características, uso potencial, necesidades y limitaciones.
- ✓ Establecer criterios tecnológicos y pedagógicos que permitan la selección de herramientas didácticas de acuerdo a una situación en particular.
- ✓ Implementar material didáctico, soportado en las TIC, que sirva como herramienta para el desarrollo de los nuevos entornos de aprendizaje.

### 2.4 TRABAJO ASIGNADO

Tabla 1. Cronograma de actividades asignadas para realizar durante el periodo de pasantía.

Actividad	Mes					
	1	2	3	4	5	6
Formalización de la pasantía	X					
Establecimiento de requerimientos	X					
Estudio de los entornos de aprendizaje	X					
Estudio de las diferentes metodologías para el establecimiento de conceptos	X					
Diseño		X				
Diseño Conceptual		X				

Diseño de Prototipos	X				
Implementación		X	X	X	X
Implementación de prototipos		X	X	X	
Ajustes			X	X	X
Escritura de Informes	X	X			X
Informe de requerimientos	X				
Informe de Concepto de prototipo		X			
Informe Técnico					X
Informe Final					X

## 2.5 MARCO CONCEPTUAL

La pedagogía y la didáctica son dos de las ciencias que estudian los procesos de enseñanza y aprendizaje. En donde la primera se centra en el ¿cómo educar? (1). Mientras que la segunda en las dinámicas que permiten conectar la teoría con la práctica (2). Por su parte, los entornos de aprendizaje se consolidan como una dimensión que reúne aspectos del aprendizaje, pedagógicos y didácticos, entre otros, que se suceden en ambientes con fines educativos.

### 2.5.1 Procesos de Aprendizaje

El aprendizaje es el proceso mediante el cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación (3). Este puede ser humano, animal o de sistemas artificiales. Por su parte, el aprendizaje humano consiste en adquirir, procesar, comprender y, finalmente, aplicar una información que nos ha sido enseñada, es decir, cuando aprendemos nos adaptamos a las exigencias que los contextos nos demandan. En la actualidad existen distintos modelos teóricos sobre el aprendizaje y estrategias de enseñanza desarrollados de acuerdo a los estilos de aprendizaje (4). Los modelos de estilos de aprendizaje más conocidos se muestran en la Figura 1.

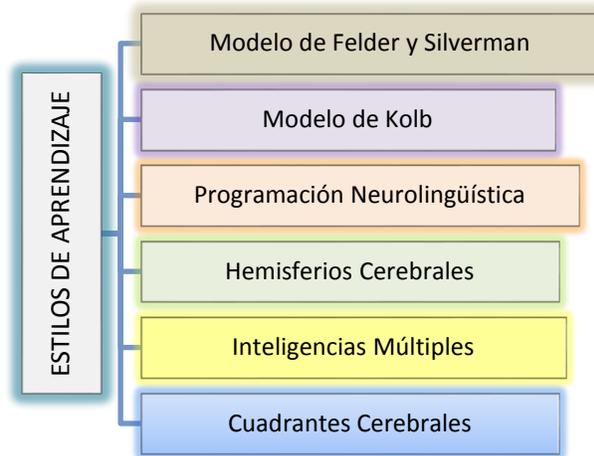


Figura 1. Algunos de los modelos teóricos sobre el aprendizaje que más se encuentran en la bibliografía (4).

### 2.5.2 Procesos de Enseñanza

Se dice que en la antigüedad el hombre tuvo que adaptarse a su entorno dando también inicio a sus procesos de aprendizaje de manera espontánea y natural, posteriormente surge la enseñanza intencional, luego la organización y posteriormente se comenzaron a dibujar los conocimientos en asignaturas que también iban en aumento y por lo cual se han venido agrupando y combinando en sistemas de concentración y correlación. En los procesos de enseñanza se pretende mostrar la cosmovisión desde el que enseña hacia el que aprende dando cabida a la pedagogía.

### 2.5.3 Pedagogía

El concepto etimológico de pedagogía está relacionado con el arte o ciencia de enseñar. Es el conjunto de saberes que están orientados hacia la educación, es decir, la pedagogía es una ciencia aplicada con características socio – culturales y humanas que estudia la metodología y las técnicas que se aplican en la educación (1). Cabe destacar que algunos autores sostienen que la pedagogía no es una ciencia, sino que es un arte. En la Figura 2. Se muestran algunas frases que se usan en busca de definir la pedagogía.

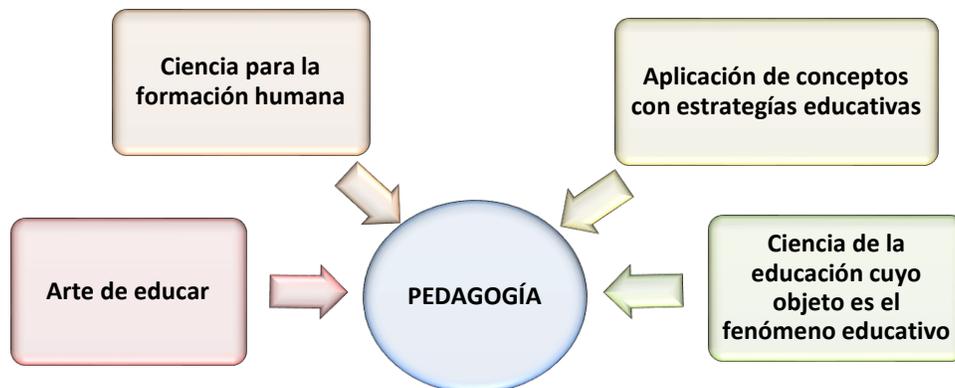


Figura 2. Representación esquemática de algunas de las características que ayudan a definir la pedagogía.

#### 2.5.4 Didáctica

La didáctica es una agrupación de técnicas concebidas con la intención de formular principios y procedimientos que pueden ser aplicados a todas las disciplinas para orientar la enseñanza de las mismas, es decir, es la parte de la pedagogía que se ocupa de las técnicas y métodos de enseñanza, destinados a plasmar en la realidad las pautas de las teorías pedagógicas, ya que responde a concepciones sobre la educación, la sociedad, el sujeto, el saber y la ciencia (2). Es arte cuando establece normas de acción, o formas de comportamiento didáctico basándose en datos empíricos de la educación. La didáctica está en la búsqueda de articular la teoría con la práctica a través de actividades que tienen por finalidad la enseñanza. En la figura 3. Se muestra un esquema gráfico poniendo a la didáctica como puente (Medio) entre la teoría (Fines) y la práctica (Realidad).

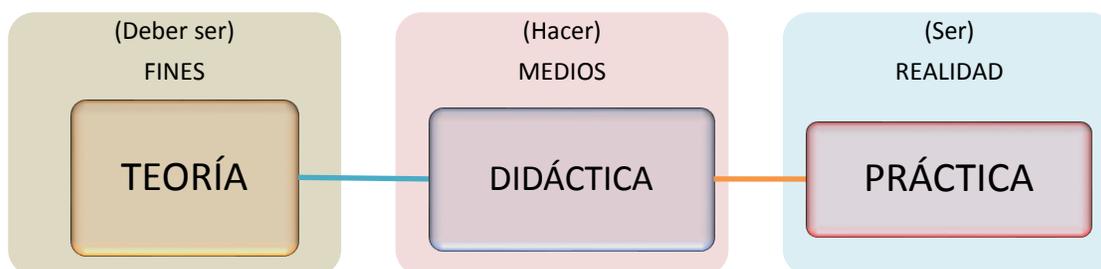
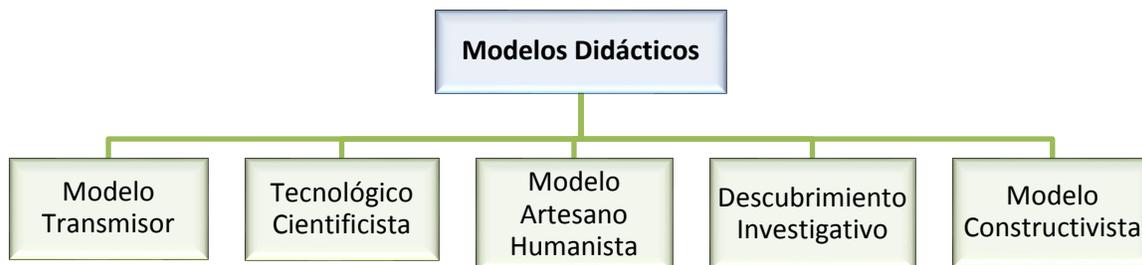


Figura 3. La didáctica sirviendo como puente entre el "deber ser" y el "ser" haciendo, es decir, es un intermediario desde el "no saber" a "saber".

La Didáctica tiene como objeto de estudio las siguientes referencias:

- ✓ El proceso de enseñanza aprendizaje.
- ✓ La relación comunicativa entre el docente y el alumno.
- ✓ Las técnicas de enseñanza para dirigir éticamente a los alumnos hacia el aprendizaje.

En la figura 4 se muestra un esquema gráfico con algunos de los modelos teóricos didácticos más encontrados en la bibliografía, estos son una interpretación de la realidad que sólo tiene validez en un campo de aplicación determinado.



**Figura 4. Algunos de los modelos teóricos sobre la didáctica.**

- ✓ Modelo transmisor: este es un modelo que centra en el profesor como comunicador de saberes con un sentido determinado.
- ✓ Modelo tecnológico científicista: este modelo concibe la enseñanza directamente desde los campos de acción y la práctica, es decir desde ámbitos como la industria, el mercado, los medios de comunicación, etc.
- ✓ Modelo artesano humanista: este modelo se basa en la observación directa de las experiencias de la ejecución continua de su propia carrera haciendo una construcción más empírica del conocimiento propio de quien aprende.
- ✓ Modelo de descubrimiento investigativo: este modelo es antiguo pero que también ha evolucionado en las técnicas de aprendizaje, consiste en que el sujeto reciba los contenidos en forma pasiva, descubriendo los conceptos, sus relaciones y adaptándolos a su esquema cognitivo, también ha sido generador de fuertes corrientes en el campo de la didáctica.
- ✓ Modelo constructivista: este consiste en entregar al alumno herramientas que le permitan crear sus propios conocimientos para resolver una situación problemática. El construccionismo educativo propone un paradigma en donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (5).

### 2.5.5 Entornos de Aprendizaje

Un ambiente o entorno de aprendizaje es un espacio en el que los estudiantes interactúan, bajo condiciones y circunstancias físicas, humanas, sociales y culturales propicias, para generar experiencias de aprendizaje significativo y con sentido (6). En estos espacios de aprendizaje se llevan a cabo prácticas de trabajo escolar teniendo en cuenta la organización del espacio, disposición y distribución de los recursos didácticos, el manejo del tiempo y las interacciones que se permiten y se dan para establecer un medio propicio para desarrollar metas planteadas, con reglas de comportamiento conocidas y aceptadas por los estudiantes, de acuerdo con su estado de desarrollo cognitivo, social y moral. Los nuevos entornos de aprendizaje implican diferentes conceptos estudiados por las ciencias de la educación, un ejemplo de ellos se ilustra en la figura 5. Allí se muestra la relación Sujetos, Saberes y Sentido; además, se destaca el papel de la pedagogía, el laboratorio y la didáctica como intermediarios durante un acto educativo contextualizado.

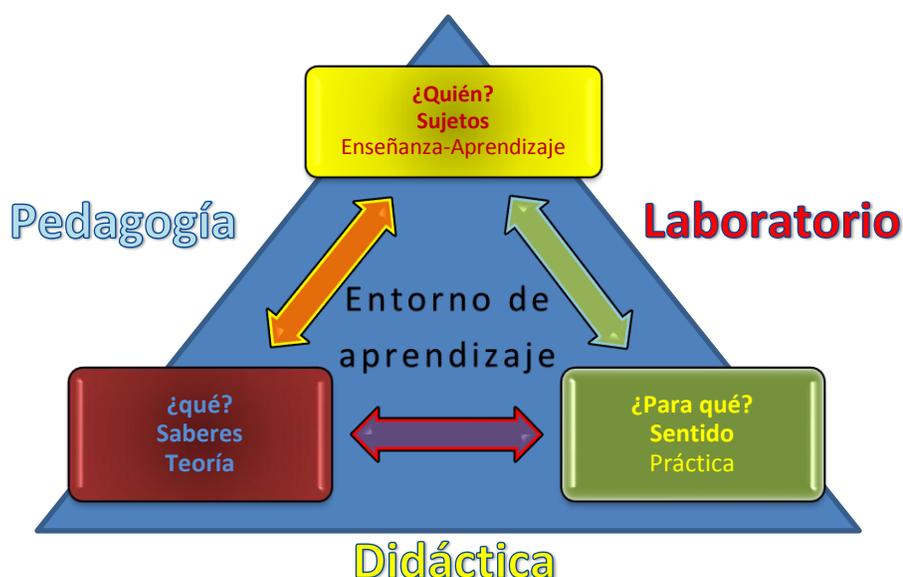


Figura 5. Tríada Didáctica e implicaciones entre sujetos-saberes, saberes-sentido y sentido-sujetos en un entorno de Aprendizaje en donde se desarrollan metodologías Pedagógicas, Didácticas y Prácticas de Laboratorio (7).

El ambiente de aprendizaje práctico más utilizado es el laboratorio y su importancia radica en el hecho de que las condiciones de experimentación deben estar controladas y normalizadas de tal modo que:

- ✓ Se pueda suponer que no se producen influencias extrañas a las previstas que alteren el resultado del experimento o de la medición.
- ✓ Se pueda asegurar que la repetitividad del proceso arrojará resultados similares.

Este tipo de ambientes se puede clasificar, según los instrumentos utilizados, en real o virtual y, según el tipo de acceso, en local o remoto. La tabla 2. Resume las características de cada uno de ellos.

**Tabla 2. Clasificación de entornos experimentales. Tomado y modificado de (8).**

	<b>REAL</b>	<b>VIRTUAL</b>	<b>BLENDED</b>
<b>LOCAL</b>	Laboratorios presenciales con plantas reales	Laboratorios presenciales con plantas simuladas	Ajusta las ventajas de cada tipo de laboratorio
<b>REMOTO</b>	Tele-operación de una planta real	Laboratorio remoto con plantas simuladas	

Estas alternativas de entornos de enseñanza se utilizan en la actualidad en múltiples planteles educativos nacionales y de otros países, desde el nivel básico hasta el nivel universitario de postgrado. Cada una de estas alternativas presenta una serie de ventajas y desventajas. A continuación se mencionan las características más generales de los entornos tradicionales, virtuales, remotos y Blended, así como sus principales inconvenientes.

### ***Entornos Tradicionales***

El entorno tradicional es el laboratorio físico o real, este aparece en la historia de la ciencia como consecuencia del desarrollo del método científico y en el caso particular de la enseñanza de la física más aún, pues esta se consolida como una ciencia experimental (9). En la actualidad el laboratorio de física es un aula equipada para la práctica elemental de temas como dinámica, termodinámica, mecánica, electromagnetismo, máquinas simples, etc. Allí se cuenta con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico. En este espacio y bajo condiciones controladas se realizan actividades pedagógicas en donde el aprendiz ejecuta un proceso a través del cual adquiere o modifica habilidades, destrezas y conductas como resultado de la experimentación, la instrucción, el

estudio y la observación (10). Las principales ventajas y desventajas de un entorno tradicional se resumen en la tabla 3.

**Tabla 3. Ventajas – desventajas del entorno tradicional (10).**



<ul style="list-style-type: none"><li>• Es el método más usado, por lo cual hay mayor experiencia en el desarrollo de actividades pedagógicas y didácticas.</li><li>• Existen ya implementados este tipo de escenarios académicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hay infrautilización debido a que se deben hacer coincidir los espacios y los horarios entre el personal capacitado y el aprendiz.</li><li>• El tiempo de práctica debe obedecer a horarios obligando a que las prácticas tengan una secuencialidad de acuerdo a la disponibilidad del laboratorio.</li><li>• Tienen un alto costo inicial, pues se requiere de una infraestructura, herramientas, instrumentos y personal capacitador.</li><li>• Debido al alto costo de equipos y herramientas no se cuenta con equipos que estén de acuerdo a las tecnologías modernas, tornándose obsoletos los laboratorios físicos de práctica.</li></ul>
--	---

### ***Entornos Virtuales***

El entorno virtual es construido sobre un ambiente electrónico y constituido por tecnologías digitales, generalmente está hospedado en la red y se puede tener acceso remoto para interactuar con sus contenidos a través de dispositivos con conexión a Internet. Las aplicaciones o programas informáticos que constituyen un ambiente virtual sirven de soporte para ejecutar actividades formativas entre docentes, alumnos y contenidos. La relación didáctica no se produce en ellos "cara a cara", sino que en cambio queda mediada por tecnologías digitales. Por ello los entornos virtuales de aprendizaje permiten el desarrollo de acciones educativas sin necesidad de que docentes y alumnos coincidan en el espacio o en el tiempo (11). Las principales ventajas y desventajas de los entornos de aprendizaje virtuales se consignan en la tabla 4.

Tabla 4. Ventajas – desventajas de los entornos virtuales (8).

 <p>Optimiza el uso de los recursos ya que los estudiantes requieren menos tiempo para desarrollar sus prácticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay una disminución en el uso incorrecto de equipos delicados, peligrosos o de alto costo.</li> <li>• Permite comparar el comportamiento de modelos matemáticos frente a dispositivos reales.</li> <li>• El aprendizaje se forma en metodologías de trabajo simulando bajo diferentes circunstancias como paso previo a construir o manipular prototipos mucho más costosos o delicados con los que ha de experimentar en su futura vida laboral.</li> <li>• Permite que el aprendiz haga uso de herramientas informáticas actuales aportando una serie de conocimientos transversales que bien no pueden ser el objetivo del laboratorio pero le servirán en muchos ámbitos en el futuro.</li> <li>• Los alumnos pueden repetir de forma totalmente fidedigna las condiciones bajo las que se realizaron los experimentos y reproducirlos ante el docente en caso de necesidad, con la seguridad de que el resultado será el mismo que ellos vieron en su momento.</li> <li>• Como el único recurso necesario para este tipo de laboratorios es un ordenador, potencialmente muchos estudiantes podrían realizar simultáneamente su experimento sin interferir con sus compañeros.</li> <li>• Se favorecen procesos colaborativos como el de “Lluvia de ideas” ya que todos y cada uno de los estudiantes ha realizado su experimento y puede aportar su percepción de lo que allí ha ocurrido.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere de infraestructuras administrativas específicas.</li> <li>• Requiere personal técnico de apoyo.</li> <li>• Alto costo inicial de adquisición de equipos de calidad.</li> <li>• Necesidad de adaptación de los viejos a los nuevos métodos de aprendizaje.</li> <li>• Existen dificultades de la escuela para ponerse al día en hardware y software.</li> </ul>
---	--

### **Entornos Remotos**

Los laboratorios remotos son herramientas tecnológicas compuestas por software y hardware que les permite a los estudiantes de manera remota realizar sus prácticas como si estuvieran en un laboratorio tradicional, generalmente el acceso se realiza a través de internet o intranet como una red académica de alta velocidad. Complementan la educación en estudiantes incluyendo las tecnologías a su formación, además un diseño adecuado puede proporcionar la realización de experiencias remotas con equipos reales, es decir, tele-presencia en el laboratorio y análisis de datos experimentales reales con flexibilidad en el desarrollo del laboratorio debido a la posibilidad de elegir tiempo y lugar para su realización (12). Los principales componentes utilizados en los

entornos remotos se ilustran en la figura 6, y un resumen de sus principales ventajas y desventajas en la tabla 5.

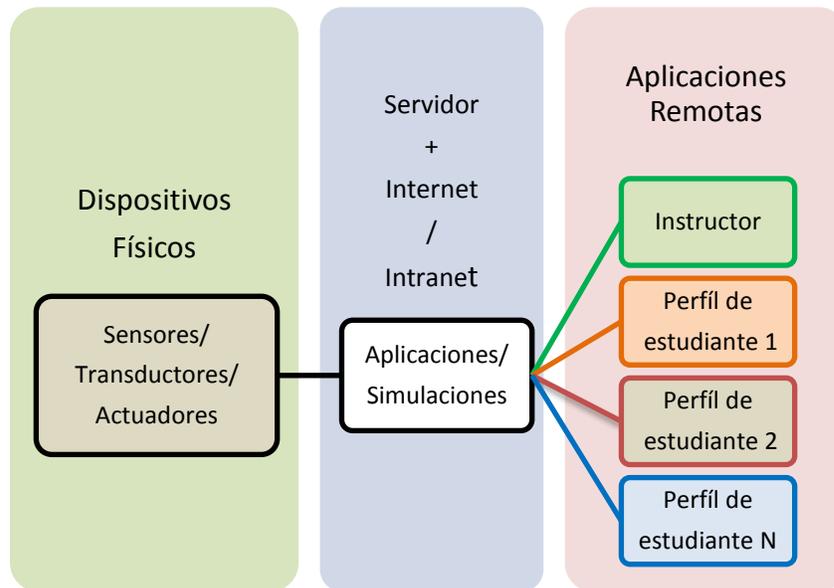


Figura 6. Diagrama de un entorno remoto.

Tabla 5. Ventajas – desventajas de los entornos remotos (12).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presentan menos daños y averías por uso incorrecto de los equipos, logrando de esta manera optimizar la duración y el estado físico de los equipos del laboratorio, además de generar seguridad en las prácticas.</li> <li>• Se amplía la oferta horaria para los estudiantes, porque se facilita su experimentación, aunque el laboratorio y el estudiante no tengan coincidencia en el espacio físico.</li> <li>• Se aprovechan las Nuevas Tecnologías de la Comunicación y la Información.</li> <li>• La enseñanza se adecua a las circunstancias y necesidades de los estudiantes.</li> <li>• De acuerdo a las IES el laboratorio remoto puede ser considerado como un indicador de calidad para instituciones educativas.</li> <li>• Permite la enseñanza constructivista generando aprendizaje significativo y autónomo, además es una herramienta rentable para el estudiante en su formación porque puede seguir adquiriendo conocimientos por fuera de horarios y espacios que realiza en laboratorios tradicionales.</li> <li>• Ofrece un medio para realizar actividades independientes de los estudiantes en el área práctica, mejorando y reforzando de esta manera el proceso de aprendizaje.</li> <li>• Se aprovechan los recursos humanos y materiales de los laboratorios tradicionales al integrar las herramientas necesarias para la ejecución de las prácticas, mejorando así, la disponibilidad de la infraestructura y equipos del laboratorio.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen riesgos de seguridad por la acción de terceros desde la red.</li> <li>• Alto costo inicial de adquisición de equipos de calidad.</li> <li>• Necesidad de adaptación de los nuevos métodos a los nuevos métodos de aprendizaje.</li> <li>• Existen dificultades de la escuela para ponerse al día en hardware y software.</li> </ul>	

### **Entornos Blended**

El significado de B-Learning (Aprendizaje tipo Blended), más ampliamente aceptado, es entenderlo como aquel diseño docente en el que las tecnologías de uso presencial (físico) y las tecnologías de uso no presencial (virtual) se combinan con objeto de optimizar el proceso de aprendizaje (13). El B-Learning permite utilizar modelos y metodologías que combinan varias opciones, como clases en aula, e-Learning (aprendizaje vía internet) y aprendizaje al propio ritmo de cada alumno. Además, estos entornos están diseñados con fundamentos teóricos sobre el aprendizaje (14). La tabla 6 ilustra algunas de las ventajas y desventajas que presentan los entornos B-Learning.

Tabla 6. Ventajas – desventajas del Blended Learning (13).



- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>•Es un escenario que facilita la comunicación, la interacción y la integración más rápida.</li><li>•Mejora la motivación y el interés del estudiante en el conocimiento a adquirir y, por lo tanto, incrementa la probabilidad de la terminación de un ciclo, curso o nivel.</li><li>•Favorece la autogestión, ya que los alumnos pueden acoplar el estudio a su ritmo de tareas diarias.</li><li>•Permite una mayor movilidad y cobertura, aquí no son imprescindibles las aulas, ni horarios rígidos, lo que permite llegar a un mayor número de alumnos.</li><li>•Se dan ahorros significativos en las horas de trabajo, desplazamientos, planes y recursos, ya que la formación se acerca más al estudiante.</li><li>•Integra potencialidades de lo presencial (trabajo directo de actitudes y habilidades) con los puntos fuertes del aprendizaje digital (interacción, comunicación, personalización, colaboración, autonomía, etc.).</li><li>•Posibilidad de contar con expertos muy cualificados con los que se pueda interactuar.</li><li>•La capacitación es personalizada, es decir, los contenidos y los recursos están adaptados a sus destinatarios.</li><li>•La información incorporada es rápidamente actualizable: un cambio legislativo, una información en medios, un nuevo recurso asociado.</li><li>•Estimula el desarrollo del pensamiento crítico y argumentativo.</li><li>•Mejora el proceso de socialización y la integración en grupos para el trabajo colaborativo.</li><li>•Desarrolla y perfecciona nuevas estrategias de aprendizaje.</li><li>•Favorece clarificar metas, intereses o gustos de alumnos.</li><li>•Estimula el autoaprendizaje y desarrollo autónomo.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•Se puede ampliar la brecha digital, social y económica al dejar por fuera algunos actores participantes en este modelo.</li><li>•No conocer o desarrollar estrategias por parte de la institución o los tutores que busquen favorecer la motivación de los alumnos y que estén acorde a sus edades, gustos e intereses.</li><li>•Existe una brecha amplia entre tutores y alumnos que dificulta el introducirse en el Blended Learning.</li><li>•Integrar a todos los participantes en la combinación de dos escenarios es una tarea bien compleja.</li><li>•La amplia oferta de aprendizaje digital y su diferencia genera dudas e incertidumbres a los actores participantes en estos escenarios del Blended Learning.</li><li>•Muchas de las ofertas Blended Learning no tienen registros ni cuentan con reconocimientos ante autoridades competentes</li><li>•Romper esquemas tradicionales no es fácil y las instituciones de educación no están dispuestas a dar espera a estos cambios.</li><li>•Es necesario que los actores desarrollen rápidamente competencias tecnológicas y de trabajo colaborativo pero algunos apenas las llegan a conocer.</li></ul> |
|--|---|

### **2.5.6 El Laboratorio de Física y su Importancia**

Los avances del desarrollo de la ciencia en la actualidad se caracteriza aún por el empleo intensivo de los métodos de investigación empírica activa: el Experimento y la Observación. La práctica de laboratorio se introduce en la educación como una propuesta del filósofo y pedagogo John Locke, quién observó la necesidad de realizar labores prácticas de experimentación para la formación de los alumnos y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de las ciencias en Estados Unidos, extendiéndose con posteridad a los sistemas educacionales del resto de los países del mundo (15). También la práctica de laboratorio es considerada tradicionalmente un tipo de clase dentro de la tipología de clases que enmarcan los procesos de enseñanza y aprendizaje cuando este tiene un carácter académico.

Es innegable que la concepción de una práctica de laboratorio estará en función, entre otras cosas, del nivel escolar que se trate en la organización macro-estructural de la enseñanza en cada sistema de educación, y desde luego dirigida a los fines u objetivos a los que corresponde tal organización, por ejemplo, la enseñanza de la física en la educación media-superior apunta hacia un plano tendiente a lo conceptual y procedimental como dimensiones del contenido académico, sin descuidar lo logrado en la otra dimensión (actitudinal) en la etapa de formación anterior. Esta etapa previa se extiende como antesala de preparatoria para los estudios de nivel superior, capacitando al alumno en los contenidos básicos que necesitará en tal nivel. Lo antes expuesto, indica que en el bachillerato la práctica de laboratorio de física adquiere una importancia radical, pues es el momento justo para lograr la formación primaria de las estructuras psicológicas que permitan la obtención de capacidades de observación y experimentación con los más difundidos fenómenos naturales, los fenómenos físicos acorde con los objetivos de enseñanza. La enseñanza superior prioriza los contenidos en correspondencia a las exigencias locales, nacionales e internacionales que se le imponen, a modo de encargo social al profesional que se está formando. Razón que aduce a la práctica de laboratorio de física a completar la formación del alumno, en cuanto a la observación, la experimentación y la investigación científica para poder enfrentar los retos sociales en cuya base se encuentren fenómenos físicos.

Un aspecto importante que la física ha asumido en la formación de estudiantes, es la aplicación e interpretación del tratamiento estadístico y los errores introducidos en la experimentación, situación que el profesor de física trata de resolver, precisamente con las prácticas de laboratorio y en la actualidad con la aplicación de diferentes software de paquetes estadísticos, en función,

claro está del nivel de enseñanza (16). Además, una práctica de laboratorio puede ser clasificada por ejemplo como: Real-Colaborativa-Abierta de Investigación-Convergente-Temporal-Agregada. Donde cada tipo de práctica debe permitir identificar su función fundamental, su utilidad y contribuir en la formación integral de los alumnos. Una clasificación de tipos de prácticas de laboratorio se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7. Clasificación de tipos de las principales prácticas de laboratorios docentes (15).**

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
Por el carácter de interacción sujeto – objeto	Real
	Virtual
Por el carácter de interacción sujeto – sujeto	Personalizada
	Colaborativa
Por su carácter metodológico	Abiertos
	Cerrados (“tipo receta”)
	Semi-abiertos o Semi-cerrados
Por su carácter de realización	Frontal
	Por ciclos
	Diferenciada
	Convergente
Por su carácter organizativo docente	Temporal
	Semi-temporal / Semi-espacial
Por sus objetivos didácticos	De habilidades y destrezas
	De verificación
	De predicción
	Inductivos
	De investigación
	(integraría a los anteriores dentro de una estrategia general de trabajo)

Cada criterio de clasificación tiene un fin último y por ende, cada tipo de laboratorio un propósito. Así:

**Laboratorio real:** La interacción durante la práctica es con objetos convencionales y reales.

**Laboratorio virtual:** La interacción se da mediante el uso de software diseñado con fines educativo.

**Personalizada:** El alumno ejecuta todas las acciones y operaciones de forma individual e independiente pero interactuando con el docente.

**Colaborativa:** Los alumnos ejecutan actividades para resolver cuestiones de un problema identificado y formulado.

**Abiertos:** Parten de una situación problemática, en donde el alumno identifica el problema y busca la solución usando modelos y métodos físicos para constatar las conjeturas e hipótesis como vía de solución.

**Cerrados:** Los conocimientos y procedimientos aquí estructurados se repiten al pié de la letra.

**Semi-cerrados:** es una combinación que rescata las características de las prácticas de laboratorio Abiertos y Cerrados.

**De habilidades y destrezas:** Está concebido con instrumentos, técnicas y equipos para que el propio aprendiz tenga las herramientas necesarias y orientadas a un fin específico.

**De verificación:** Está hecho principalmente para la comprobación experimental.

**De predicción:** Está diseñado principalmente para identificar los aspectos teóricos que se relacionan durante la experimentación, anticipando hacia donde deberían tender los resultados.

**Inductivos:** Se orienta al aprendiz a través del uso de tareas bien estructuradas para que desarrolle un experimento, se introducen cuestiones que provoquen estados de duda y así el aprendiz induzca la metacognición.

**De investigación:** Se llevan a cabo diferentes fases y acciones propias de cualquier proceso de investigación científica.

**Frontales:** Todos los alumnos desarrollan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo.

**Por ciclos:** El sistema de prácticas se divide en subtemas de acuerdo al contenido. Posee algunas ventajas como la reducción de costos en montajes experimentales del mismo tipo y que permite que los estudiantes se transmitan las experiencias.

**Diferenciadas:** Están constituidas por prácticas particulares que suelen ser únicas, por lo cual requiere mayor preparación por parte del aprendiz.

**Convergentes:** Consiste en ofrecer soluciones a una misma problemática desde diferentes puntos de vista, lo que le permite utilizar diferentes metodologías o montajes experimentales para llegar a un mismo resultado.

**Temporales:** poseen un tiempo que está ya determinado. Generalmente se hace un ciclo de prácticas de laboratorio posterior a la introducción de los conceptos de su propia asignatura.

**Espaciales:** Los estudiantes son informados de las tareas a desarrollar durante todas las prácticas del curso, posteriormente los mismos estudiantes deciden en qué (intervalo espacial) realizarán las prácticas en forma independiente.

**Semi-temporales:** Es un criterio que resulta de la combinación de los dos criterios anteriores. Requiere de mayor responsabilidad por parte de los estudiantes y mayor preparación de personal docente y de laboratorio.

**Exclusiva:** Es un tipo de práctica de laboratorio que pertenece a un único contexto de las ciencias, por ejemplo, de la Física, que solo reporta el conocimiento y habilidades a esta ciencia en específico.

**Agregada:** de acuerdo a la profesión o especialidad se conciben este tipo de prácticas que buscan aportar en el proceso de aprendizaje con contenidos de otras ciencias o disciplinas. Como el caso del laboratorio de Física para un estudiante de Química (15).

## CAPITULO 3

### **ACTIVIDADES EJECUTADAS**

La modalidad del proyecto fue una práctica profesional en la que se realizaron tareas competentes al perfil del ingeniero físico como lo son: la especificación de requerimientos, el diseño de actividades y módulos, la implementación de dispositivos software y hardware, además de la evaluación y ajuste de prototipos. Para implementar dichos conocimientos se hizo, en primera instancia, una revisión bibliográfica con respecto al tema de las herramientas didácticas, técnicas de investigación contextualizada, los ambientes de aprendizaje y los conceptos sobre la experimentación en el laboratorio de física. Para determinar los parámetros de diseños técnicos y conceptuales, se hizo una investigación de corte etnográfico en la cual se identificaron algunos problemas que existen en la actualidad en los lugares donde se realizan las prácticas de laboratorio con fines pedagógicos. Finalmente, se generaron los conceptos de diseño y requerimientos del sistema, y se establecieron prioridades para la adaptación del software y el hardware en un entorno de aprendizaje constructivista. En la etapa de desarrollo se llevó a cabo un método de prototipado rápido en espiral para realizar adaptaciones en diferentes montajes diseñados para el aprendizaje de la física básica y cuyas mejoras involucraran el producto final también con las TIC.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA GENERAL**

En primera instancia se procedió a realizar la elaboración del anteproyecto de grado y una vez aprobado se formalizó la práctica profesional con la empresa, en las condiciones descritas en las secciones 2.1 y 2.3. Es de anotar que las actividades desarrolladas, por ser actividades concernientes al departamento de investigación y desarrollo de la empresa, se firmó un acta de

confidencialidad y por lo tanto se han omitido, en el presente documento, muchos detalles. Referente a la metodología que se desarrolló en la ejecución del proyecto fue el método en cascada que se ilustra en la figura 7.

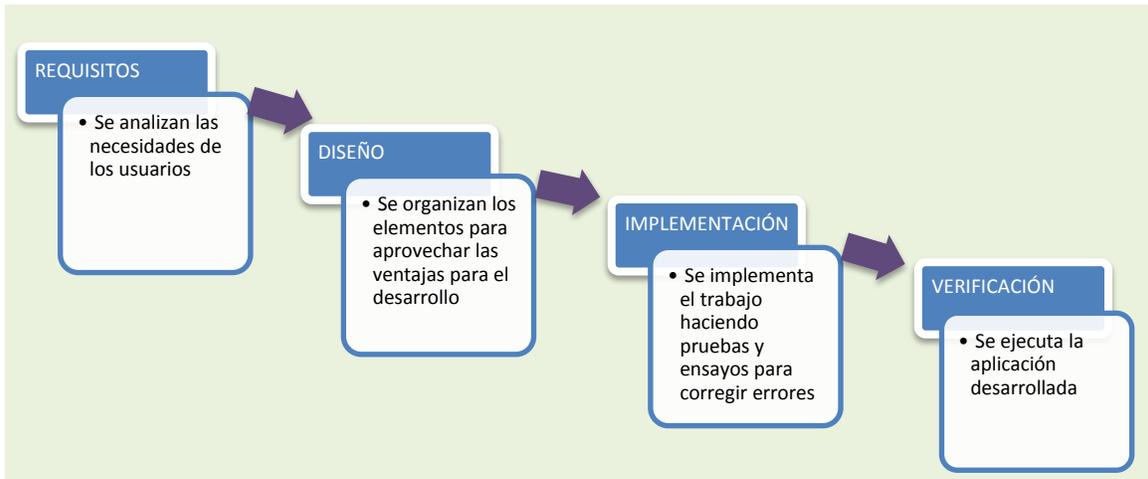


Figura 7. Metodología en cascada.

Existen variantes de este modelo, especialmente implementadas en el desarrollo de prototipos y en la que se establecen ciclos para realizar ajustes y mejoras. La metodología en cascada modificada a los requerimientos de la empresa se ilustra en la figura 8.

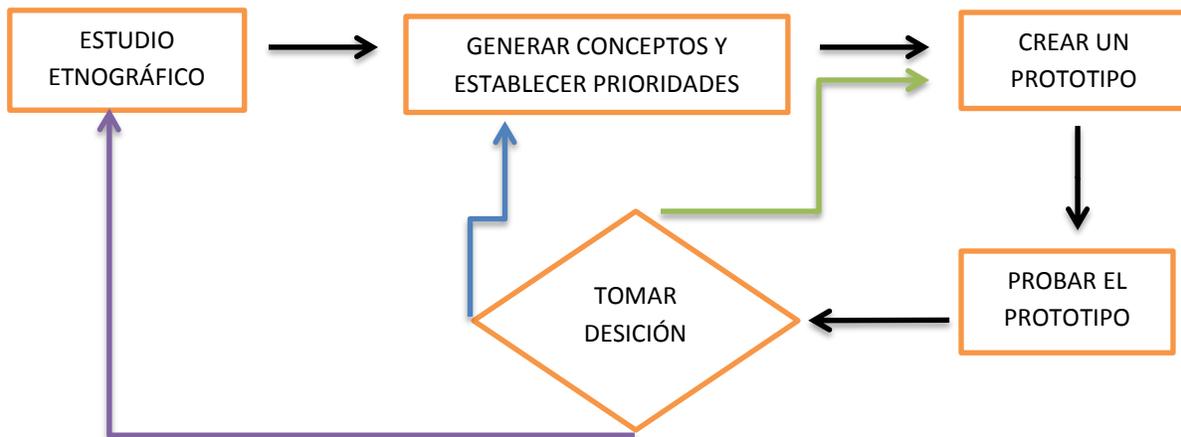


Figura 8. Diagrama de flujo de la metodología en cascada modificada.

La representación esquemática de la metodología en cascada que se implementó para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, mostrada en la figura 8, se puede interpretar de la siguiente manera: en primer lugar se hizo uso de la teoría hallada en la revisión bibliográfica y en el estudio etnográfico para poder establecer requerimientos y prioridades, generar conceptos, y diseñar los módulos. Luego, se creaba un prototipo de banco, el cual se probaba y se hacía una validación para determinar si era posible continuar con el siguiente prototipo o si había que formular de nuevo los conceptos y establecer prioridades o iniciar de nuevo el estudio etnográfico hasta obtener prototipos funcionales. Una descripción de las etapas contempladas en este diagrama de flujo, se hace en las siguientes secciones.

## **3.2 ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS**

Los requerimientos, tanto de diseño como conceptuales, se establecieron a partir principalmente de tres componentes, las lecturas de estudio sobre conceptos como didáctica y entornos de aprendizaje, asimismo sobre el establecimiento de conceptos a partir de una metodología de corte etnográfico y finalmente a partir del análisis de los datos recolectados. Producto de ese análisis, se plantearon los requisitos a tener en cuenta durante la implementación de los prototipos, y se planteó la metodología de evaluación. A continuación se describen los principales aspectos tenidos en cuenta en el establecimiento de requerimientos.

### **3.2.1 Estudio conceptual**

La Didáctica es una herramienta de la educación que busca ejecutar mediante modelos prácticos la transmisión efectiva de conceptos. Establece el puente entre una persona que enseña un contenido conceptual y una persona que aprende. En general, dinamiza los procesos de enseñanza y de aprendizaje entre sujetos, en donde quién comunica busca por sí misma la manera más fácil de transmitir un conocimiento.

Los Entornos de Aprendizaje hacen referencia a todo lo que se está comunicando desde un espacio y un contexto determinado hacia una persona que aprende, es decir, aprovechar las propiedades organolépticas para comunicar con más elementos que lo que escucha y lee sino abordar al aprendiz estimulando inclusive todos sus sentidos con los contenidos académicos que se quieren comunicar.

En particular, el laboratorio de física juega un papel fundamental en el aprendizaje de los conceptos, pues la física es una ciencia experimental y es en el laboratorio de física en donde se aprende a observar y a experimentar de forma natural. Por otra parte, el laboratorio de física es un entorno de aprendizaje en donde incluir herramientas tecnológicas y didácticas son necesidades mismas del laboratorio ya que lo potencializan como escenario del aprendizaje y la experimentación.

### **3.2.2 Estudio de las metodologías para establecimiento de conceptos**

Teniendo en cuenta el análisis de la literatura, se identificaron algunas de las metodologías o técnicas que se utilizan para establecer este tipo de conceptos o criterios. Ellas son:

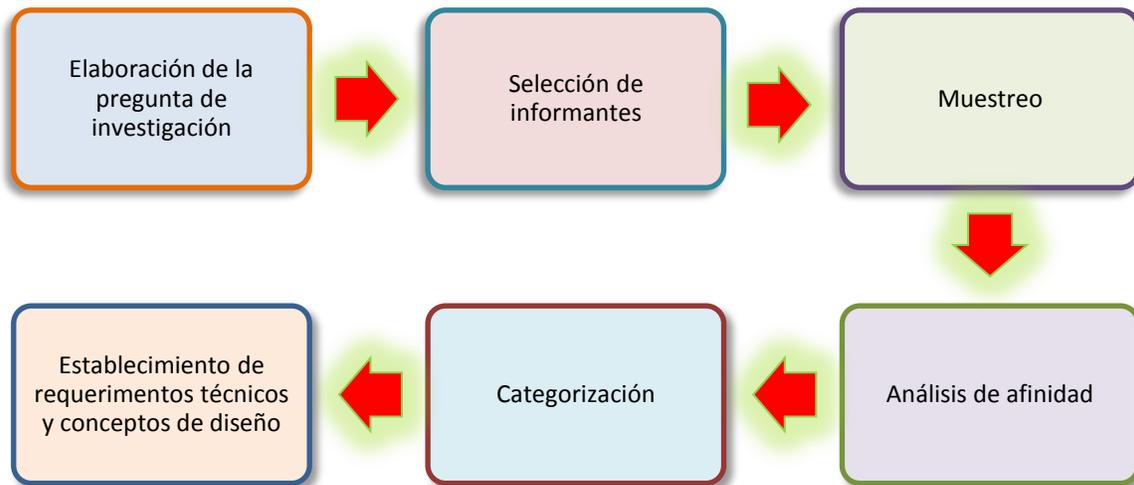
- ✓ Modelos de flujo: En este modelo se toman los recursos que provienen del entorno, luego se desarrolla el proceso de transformación y finalmente se devuelven los recursos transformados al entorno.
- ✓ Análisis de conversaciones: Este es un método generalmente cualitativo que se implementa en la forma de describir de manera detallada sobre las estructuras y estrategias para indagar sobre lo que se habla y lo que se escribe a partir de la emisión de un discurso, ya sean, la sintaxis, la semántica, la pragmática, la interacción y la conversación, las representaciones mentales de acuerdo a la interpretación del discurso, sonidos, estructuras visuales y multimedia, y las relaciones de todas esas estructuras con los contextos sociales, políticas, históricas y culturales.
- ✓ Análisis de incidentes críticos: Este modelo consiste en un conjunto de procedimientos que se recogen directamente de la conducta humana. Puede ser descrita como una metodología que hace una contribución, ya sea positiva o negativamente a una actividad o fenómeno.
- ✓ Análisis de afinidad: Esta es una metodología usada en la minería de datos que observa en los individuos o grupos patrones de conducta y cuyos resultados pueden ser aplicados para realizar diseños o tomar decisiones.

Al final la metodología seleccionada fue el análisis de afinidad, establecida en un flujo de abajo hacia arriba (bottom-up), la cual se puede considerar como un tipo de análisis de corte etnográfico y consiste en encontrar “citas textuales” y luego se realizan agrupaciones por categorías, primero las categorías simples, luego las axiales y finalmente las selectivas. Este tipo de análisis sirve para descubrir ideas no preconcebidas y nociones de (HCI) interface hombre máquina, pero que no es útil para probar hipótesis ni calcular prevalencia.

### ***Descripción de la Metodología de Corte Etnográfico***

La metodología de corte etnográfico consiste en observar las prácticas culturales de un grupo social y esta sirve para contrastar lo que la gente dice y lo que hace, es decir, se basa en descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, y comportamientos que son observables (17). Incorpora lo que sus participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal como son expresadas por ellos mismos. Básicamente emplea un método cualitativo ya que ciertos autores afirman que al emplearse métodos matemáticos o estadísticos se corre el riesgo de sobre-simplificar el problema, ya que la persona al formar parte de un sistema toma algo de él, e igualmente, el sistema es influido o cambiado por el individuo (18).

En la etapa de establecimiento de requisitos se hizo un estudio de corte etnográfico para rescatar la información pertinente con respecto a cuáles eran los requisitos para hacer el posterior diseño de los prototipos. El método planteado hace referencia a una primera aproximación a la investigación etnográfica que nos condujo a la identificación de problemas presentes en los actuales laboratorios de física. Este estudio se desarrolló en la Universidad del Cauca y sus etapas se ilustran en la figura 9.



**Figura 9. Enumeración de los pasos ejecutados durante el desarrollo de la metodología etnográfica.**

El primer paso consistió en hacer la elaboración de la pregunta de investigación a realizar dentro de la metodología etnográfica y el diseño de instrumentos de recolección de datos. En este último caso, la entrevista contextualizada fue el instrumento implementado y se construyó con el objetivo de indagar sobre el imaginario de un grupo de diferentes actores de las aulas de experimentación, teniendo en cuenta los conceptos sobre el laboratorio de física, los espacios en que practican, los dispositivos que usan, las interacciones que desarrollan y el uso de las TIC al interior de los laboratorios.

El segundo paso fue la selección de informantes clave, aquí, las personas que fueron seleccionadas hacen parte de la Universidad del Cauca y otras hacen parte de una institución educativa de secundaria ubicados en la ciudad de Popayán, todos los entrevistados hacían parte de los diferentes ámbitos que se desarrollan en el laboratorio de física, y que incluyó a estudiantes, auxiliares de laboratorio, docentes y egresados de diferentes programas que tomaron cursos con prácticas en física. Los participantes entrevistados dieron consentimiento informado para obtener sus datos y se abordaron evitando que el entrevistador pudiera interferir en las respuestas, del mismo modo se le permitía al entrevistado que expresara las ideas libremente durante sus relatos los cuales fueron consignados como archivos de audio. Todos archivos de audio, las entrevistas y los datos personales fueron debidamente codificados con el fin de mantener el anonimato del informante.

Una vez consignadas las entrevistas se procedió a obtener de ellas los datos y aquellas frases que expresaran ideas claras sobre el objetivo de la indagación, estos datos fueron clasificados en diagramas de araña como en mostrado en la figura 10, en donde \* corresponde a las “frases textuales” del imaginario individual de cada entrevistado, las letras minúsculas a la primera categorización, los números a agrupación de categorías y finalmente las letras mayúsculas a información fundamentada en los datos.

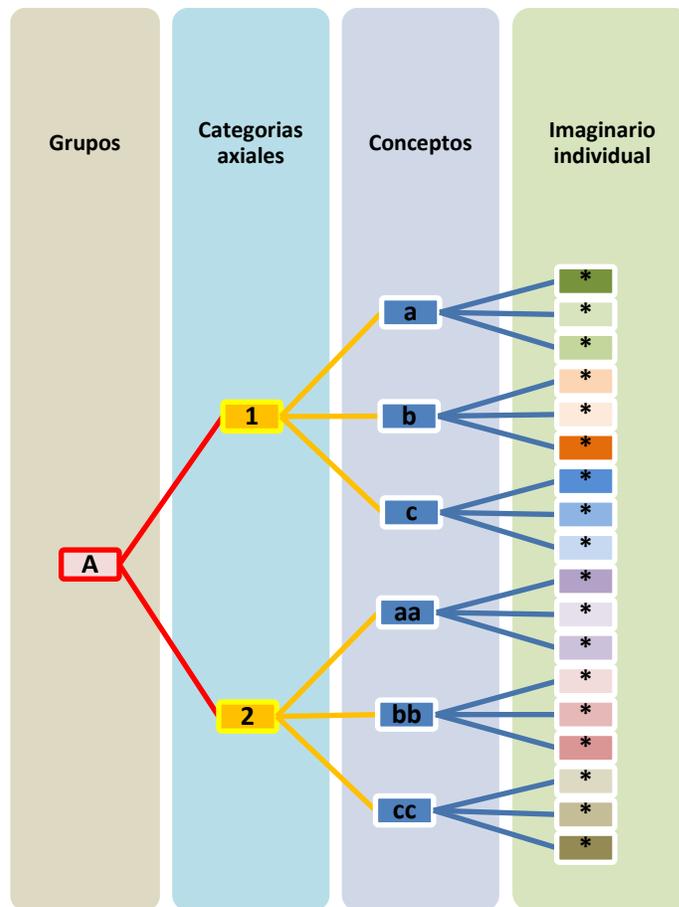


Figura 10. Diagramas de araña

Luego de haber realizado el análisis de afinidad se encontraron convergencias con respecto a la seguridad de los espacios, la seguridad de las herramientas, lo que los motiva, lo que hay y lo que falta en los laboratorios de práctica, el nivel tecnológico, entre otros, categorizando y organizando las múltiples “frases sueltas” (\*) rescatadas de las entrevistas, luego los conceptos (a, b, c, etc.) fueron abstraídos de acuerdo a la afinidad de las “frases sueltas”, posteriormente se obtuvieron las ramas (1, 2, 3, etc.) y finalmente se generan los grupos (A, B, C, etc.). La categorización se discute en la siguiente sección.

En las figuras 11, 12 y 13, se ilustran fotografías que muestran las agrupaciones correspondientes que se llevaron a cabo durante la ejecución del proceso de afinidad anteriormente mencionado, con cada frase suelta se obtuvo una ficha que la contenía, se colocaron posteriormente todas las

fichas sobre una superficie que permitía observar todas las fichas y su contenido, se categorizó agrupando las fichas marcadas con símbolos usados durante la clasificación en diagramas.



Figura 11. Primer orden jerárquico, consistió en la reunión de frases sueltas agrupadas en conceptos.



Figura 12. Serie de fichas de un grupo que se divide en tres ramas y que agrupan conceptos afines y estos a su vez reúnen “frases sueltas”.

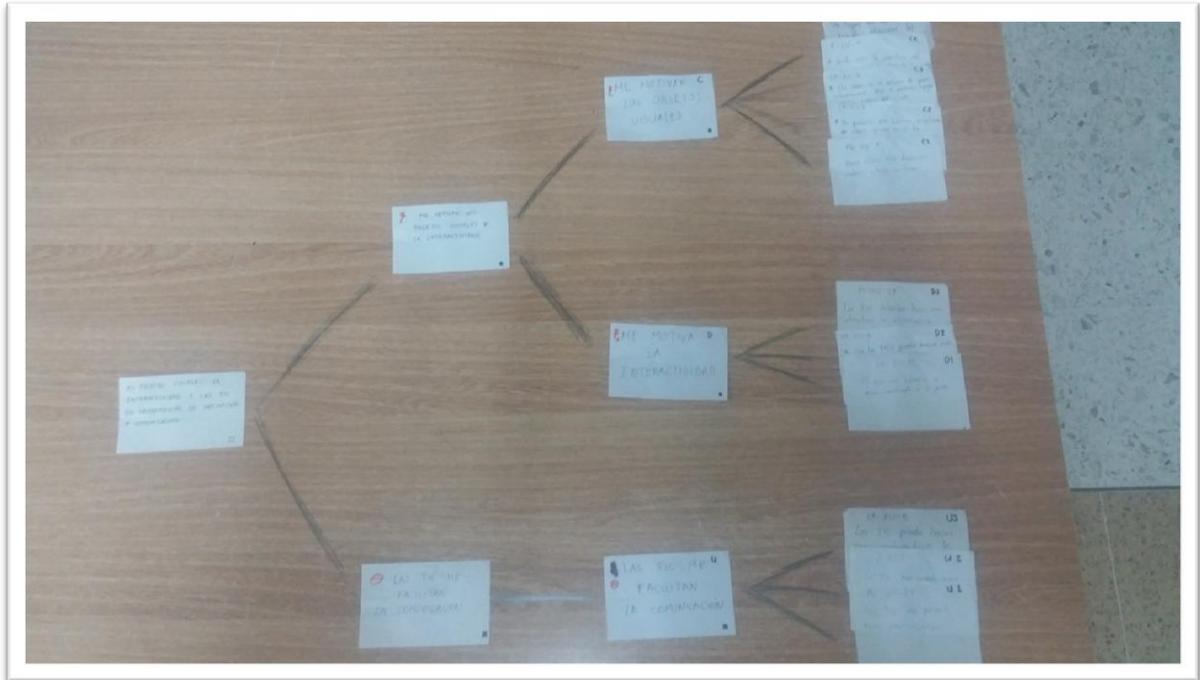


Figura 13. Imagen que muestra una de las agrupaciones que se obtuvieron.

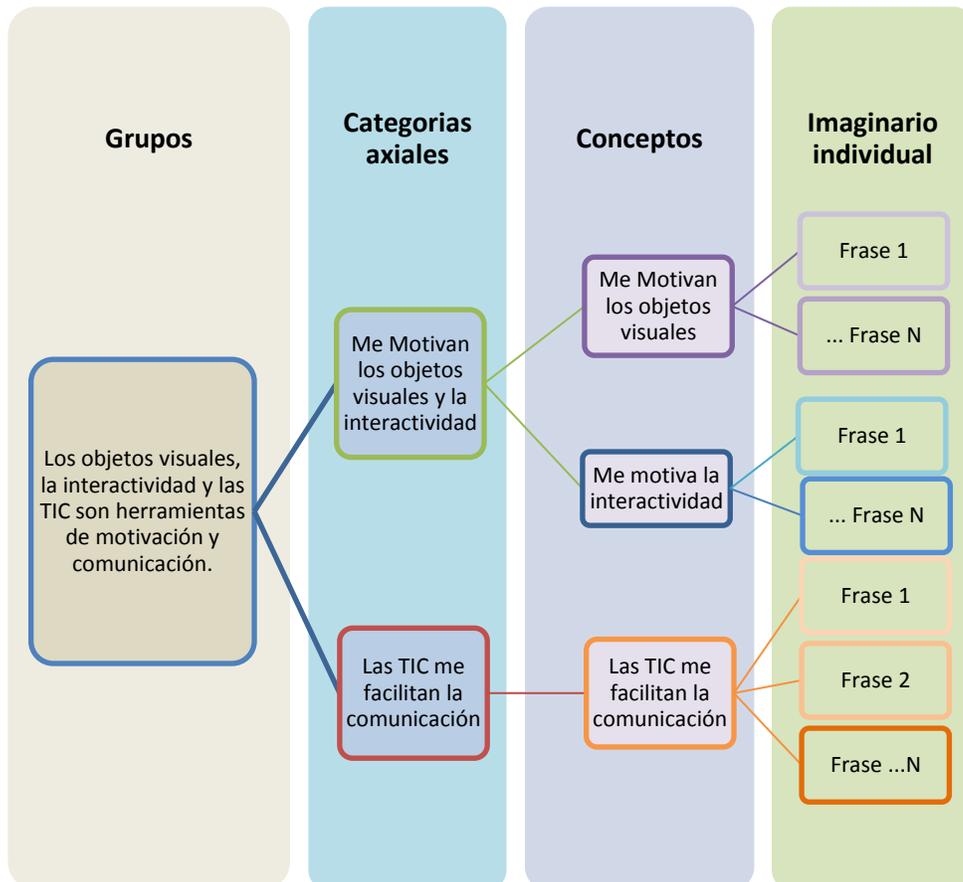


Figura 14. Ejemplo de la clasificación en diagramas de araña que representa el esquema de la figura 13.

### **Generación de Conceptos y Establecimiento de Prioridades**

De esta manera se recogieron las frases que contenían información con el suficiente detalle como para hacer posible la comparación con otros grupos semejantes, todas las frases fueron consignadas, seleccionadas y categorizadas partiendo de expresiones particulares hasta encontrar convergencias a conceptos más generales. Finalmente se estudiaron y se analizaron los datos y conceptos obtenidos. Ejemplos de algunos conceptos encontrados son ilustrados en la siguiente tabla:

Tabla 8. Sistematización implementada para obtener los conceptos.

<b>LOS LABORATORIOS VIRTUALES NO ME SON SUFICIENTES</b>	
<b>Código</b>	
<b>EC8</b>	“Los laboratorios virtuales pueden constituir un error grandísimo si solo se limita a estos”
<b>EC4</b>	“Un laboratorio virtual es como ayuda, nunca va a ser lo mismo”
<b>EC9</b>	“A veces se omiten fuerzas de la realidad que son imposible aislarlas”
<b>EC7</b>	“Los simuladores no van a contemplar error, es un caso idealizado”
<b>EC10</b>	“En un laboratorio virtual no se toca nada”
<b>LA AUTOMATIZACIÓN DE ALGUNAS TAREAS ME AYUDARÍA A ECONOMIZAR TIEMPO</b>	
<b>Código</b>	
<b>EC3</b>	“El tiempo era apenas justo para uno hacer la práctica”
<b>EC7</b>	“No me gustaba el laboratorio que era como una contra-reloj”
<b>EC5</b>	“El tiempo es una limitante en el laboratorio, a veces hay que repetir mucho algo”
<b>EC10</b>	“Puede ser muy dispendioso la toma de todos los datos cosa que se puede automatizar”
<b>EC7</b>	“El estudiante que maneja la parte informática se ayuda muchísimo con esto”
<b>ME GUSTAN LOS EQUIPOS DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA</b>	
<b>Código</b>	
<b>EC6</b>	“Trabajamos con equipos muy viejos”
<b>EC5</b>	“Tengo que trabajar con equipos muy antiguos”
<b>EC9</b>	“Todos los equipos que están obsoletos darlos de baja”
<b>EC2</b>	“Se necesitan buenos instrumentos de medición”

<b>EC10</b>	“Se necesitan equipos nuevos”
<b>NECESITO UN LABORATORIO SEGURO</b>	
<b>Código</b>	
<b>EC9</b>	“Debería haber una forma de prevenir desastres”
<b>EC6</b>	“Algunos instrumentos no tienen la guía de cómo usarlos entonces las experiencias no son gratificantes”
<b>EC1</b>	“Me hace sentir inseguro lo que está deteriorado”
<b>EC3</b>	“Debería haber una forma de prevenir desastres”

Luego de este análisis de afinidad, se procedió a establecer los requisitos.

### **Requisitos**

Los requisitos principales fueron, en primera instancia los elementos recogidos en el trabajo de investigación etnográfica y revisión de la literatura, y por otro lado debería ajustarse a un entorno de aprendizaje ya establecido.

Tabla 9. Tipos de requerimiento, concepto y la relación con el proyecto.

<b>TIPO DE REQUERIMIENTO</b>	<b>RELACIÓN CON EL PROYECTO</b>
<b>DE USO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Conveniencia</b></li> <li>✓ <b>Seguridad</b></li> <li>✓ <b>Mantenimiento</b></li> <li>✓ <b>Reparación</b></li> <li>✓ <b>Manipulación</b></li> <li>✓ <b>Antropometría</b></li> <li>✓ <b>Ergonomía</b></li> <li>✓ <b>Percepción</b></li> <li>✓ <b>Transporte</b></li> <li>✓ <b>Practicidad</b></li> </ul>	Este tipo de requerimientos fueron tenidos en cuenta como fundamentales durante la escogencia de los insumos utilizados en la construcción de los prototipos, en la medida que el material estará dispuesto para usuarios que interactuarán con dichos prototipos, principalmente ensamblando las piezas requeridas para posteriormente ejecutar los mecanismos y sistemas mientras están apenas aprendiendo.
<b>DE FUNCIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Mecanismos</b></li> <li>✓ <b>Confiabilidad</b></li> <li>✓ <b>Versatilidad</b></li> <li>✓ <b>Resistencia</b></li> <li>✓ <b>Acabado</b></li> </ul>	Los requerimientos de función se fueron mejorando durante algunas iteraciones de la metodología en espiral, ya que, en ocasiones el primer prototipo era mejorado varias veces hasta obtener niveles satisfactorios de funcionamiento.
<b>ESTRUCTURAL</b>	

✓ <b>Número de componentes</b>	Los requerimientos estructurales fueron modificados durante distintas iteraciones buscando minimizar el número de fichas, el número de sensores y componentes, la complejidad del montaje y las instrucciones para realizar cada prueba de laboratorio.
✓ <b>Pieza de chapa</b>	
✓ <b>Funciones de cada componente</b>	
<b>TÉCNICO</b>	
✓	Los requerimientos técnicos fueron suministrados a la empresa.

De acuerdo con la revisión bibliográfica el prototipo final deberá ser de uso didáctico y con ello tener en cuenta los aspectos relevantes que representa una herramienta para el aprendizaje, pues es de vital importancia que los ambientes de aprendizaje cumplan con requisitos pedagógicos como el espacio, la seguridad y la motivación. De igual modo el estudio etnográfico mostró requisitos similares. Por otra parte, uno de los requisitos era realizar adaptaciones tecnológicas de software y hardware en un entorno de aprendizaje ya establecido, por lo cual las piezas, herramientas y dispositivos implementados deberían ser compatibles, económicos y seguros. Un informe detallado de especificación de requerimientos fue desarrollado y entregado a la empresa.

### 3.3 ETAPA DE DISEÑO

Luego de la anterior categorización se establecieron los criterios de diseño utilizados en la generación de ideas de prototipo, estos conceptos fueron consignados en un informe de requerimientos entregado a la empresa y que basados en este documento se diseñaron los conceptos a implementar. El principal aspecto tenido en cuenta es la conexión con dispositivos móviles que permiten la adquisición y procesamiento de datos. Un diagrama esquemático de este proceso se ilustra en la figura 15.

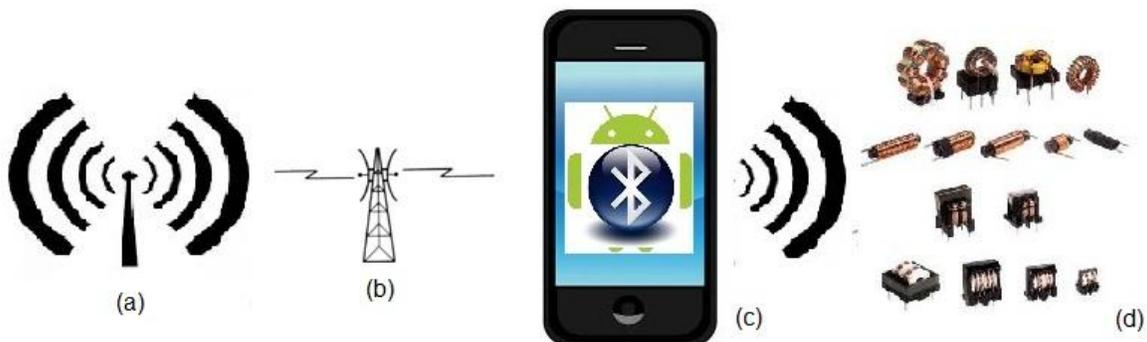


Figura 15. Elementos de comunicación dentro del entorno, incluye; entre sensores (a), interfaz electrónica (b), dispositivo móvil (c) y actuadores (d).

### 3.4 CREACIÓN DE CONCEPTOS PROTOTIPO

Los conceptos prototipo estuvieron involucrados con la capacitación recibida por parte de la empresa y que consistió en una tecnología práctica y novedosa que permite establecer comunicación entre dispositivos móviles y otros dispositivos electrónicos como sensores y actuadores. Es decir, los prototipos fueron desarrollados usando herramientas hardware y software para tomar, procesar y presentar datos.

#### 3.4.1 Implementación

En la implementación de conceptos, encontrados en la etapa de establecimiento de requerimientos, se utilizó la técnica de prototipado rápido de montajes usando la metodología en espiral sobre un entorno didáctico al que se adicionaron dispositivos electrónicos, material software y hardware que, además de usar las piezas y montajes de un entorno didáctico para el aprendizaje, pudiera asociarse con la experimentación usando dispositivos electrónicos del mercado actual para poder hacer medidas de tiempo, velocidad y distancia, entre otras.

El prototipado rápido es un método de desarrollo comúnmente utilizado en ingeniería de software y está conformado por una serie de actividades que se repiten incrementalmente, las actividades se eligen en función del análisis de riesgo, es decir, se realiza una evaluación con respecto a los criterios preestablecidos buscando asegurar un nivel mínimo que permita desarrollar indicadores a partir de los cuales medir y evaluar el cumplimiento de requerimientos y criterios encontrados. Cada iteración deberá tener en cuenta:

- ✓ Establecer requerimientos y criterios de diseño
- ✓ Realizar el diseño
- ✓ Implementar
- ✓ Ajustar y Validar

Un diagrama esquemático del desarrollo en espiral se muestra en la figura 16.

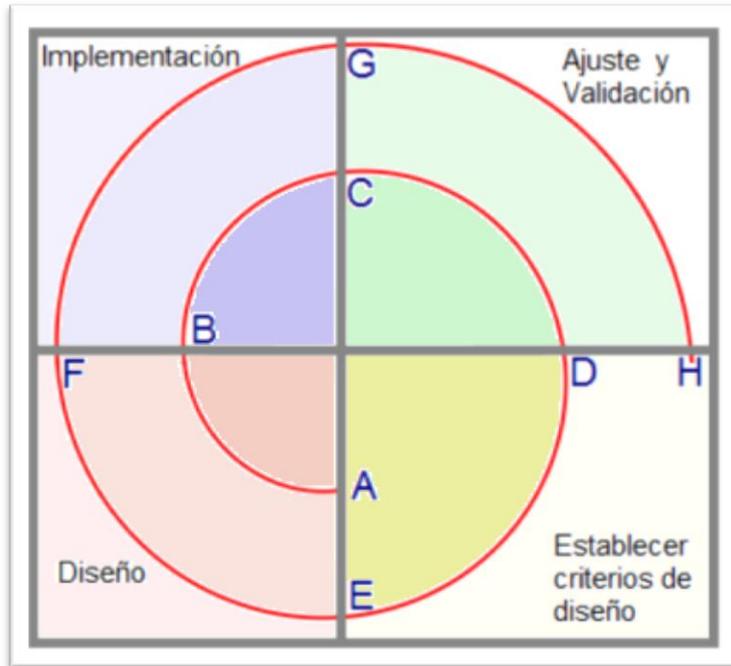


Figura 16. Representación esquemática del método de desarrollo en espiral.

En esta metodología, primero se establecen los requisitos y criterios de diseño, de A a B en la figura 16; luego se hace un diseño del prototipo, B a C en la misma figura; después, se construye el primer prototipo, C a D, y se lleva a cabo el ajuste y la validación, y en D se tiene un primer prototipo funcional. Luego se establecen requerimientos para un nuevo prototipo el cual es resultado de escalar el anterior, finalmente, este ciclo se repite iterativamente para mejorar el instrumento o construir el siguiente, hasta conseguir un prototipo operacional. Una de las principales ventajas de esta metodología de prototipado es su rápido desarrollo. En cuestión de semanas se tendrán prototipos funcionales y en cuestión de meses prototipos operacionales.

### 3.4.2 Validación y ajuste de prototipos

Los tipos de tareas que se implementaron en el desarrollo de los prototipos fueron principalmente en el acoplamiento de instrumentación hardware y software, por lo tanto el ejercicio consistió en terminar un montaje, y verificar que cada prototipo terminado tuviera las características deseadas en las diferentes etapas del mismo.

Las validaciones que se hicieron fueron, en términos de eficiencia, revisando que el diseño cumpliera con lo sugerido, que el diseño cumpliera con los requerimientos y revisando también la

usabilidad teniendo en cuenta que el prototipo sea práctico. Finalmente, luego de evaluar estos tres aspectos, se sugerían los ajustes, luego se decidía si se escalaba a un próximo prototipo o se rediseñaba. Adicionalmente, las etapas verificadas corresponden al acoplamiento partiendo desde el censado de la señal, la adquisición de la señal, el tratamiento de la señal y la presentación de los datos. La validación final consistió en utilizar el prototipo de cada práctica para obtener y comparar la aproximación y correspondencia de los datos teóricos con los experimentales.

### **3.4.3 Evaluación de factibilidad**

La evaluación de factibilidad consistió en verificar que las mejoras que se llevaron a cabo en cada prototipo tuvieran la capacidad de ofrecer un entorno adecuado para desarrollar prácticas específicas del laboratorio de física básica.

- ✓ Verificar que los montajes fueran atractivos, sencillos y fáciles de montar.
- ✓ Verificar que los sensores permitirán realizar medidas con mayor facilidad y reducir errores sistemáticos.
- ✓ Verificar que los componentes eléctricos estén bien aislados ya que estos representan elementos que producen inseguridad o recelo en los aprendices.
- ✓ Verificar la efectividad y comodidad a la hora de observar los datos en la aplicación móvil correspondiente de cada prototipo.

## **3.5 CONOCIMIENTO ADQUIRIDO Y APOORTE A LA ORGANIZACIÓN**

Ha sido muy representativo haber acompañado el desarrollo de un proyecto empresarial en una de sus etapas, pues la práctica también es muy importante en el proceso de formación profesional. Se aprendió sobre el “estado del arte” de temas relacionados con la enseñanza-aprendizaje y las ciencias afines al concepto de la educación, además de tener una experiencia sobre el desarrollo de una investigación etnográfica. También se aprendió con la capacitación ofrecida por parte de la empresa a obtener, procesar y presentar datos y señales en dispositivos Smartphone y Tablets a nivel básico como se ilustra en la tabla 10.

Tabla 10. El conocimiento adquirido en relación con el pensum académico del programa de ingeniería física.

CONOCIMIENTO ADQUIRIDO	RELACIÓN CON EL PROGRAMA DE ING FÍSICA
<b>Creación de aplicaciones para dispositivos móviles.</b>	Programación Estructurada
	Programación Orientada a Objetos
<b>Montaje de proyectos electrónicos</b>	Teoría y Laboratorio de Datos y señales
	Teoría y Laboratorio de dispositivos pasivos
	Dispositivos activos
	Sistemas analógicos
	Sistemas de control
	Laboratorio y teoría de Transductores
<b>Montaje de interfaces</b>	Instrumentación virtual

El desarrollo en materiales educativos llevados a cabo en este proyecto está de acuerdo con la política pública que busca fortalecer la educación del estado en todos sus niveles, pues la educación cumple una importantísima función social, según se expresa en el informe emitido por el Plan Nacional Decenal de Educación 2006 – 2016 (19). Por lo tanto el trabajo realizado se muestra como una contribución a la elaboración de un producto de la organización con beneficios para ella misma como para las políticas públicas del país en materia de educación. Los derechos comerciales correspondientes al desarrollo de dichos prototipos pertenecen a la empresa, lo que representa beneficios para la misma, además los prototipos se ajustan más a las necesidades que se viven en el laboratorio de física básica de la actualidad generando valor agregado en el producto final.

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se participó, a través de una práctica empresarial, en el diseño y la implementación de material didáctico, en donde, se reconocieron y comprendieron los nuevos entornos de aprendizaje, algunas de sus características, uso potencial, necesidades y limitaciones. En esta dinámica, se establecieron los criterios de diseño, tanto tecnológicos como pedagógicos, a partir de una investigación de corte etnográfica realizada en la Universidad del Cauca. El análisis de los datos de dicha investigación arrojó resultados que muestran que los actores principales del laboratorio de física manifiestan el deseo de tener mejores laboratorios en términos de la utilización de nuevas herramientas en ambientes experimentales modernos, atractivos y que ofrezcan la sensación de seguridad.
- ✓ Debido a las actuales políticas públicas, en materia de educación, se observa un creciente uso de las TIC en herramientas educativas. Esta tendencia fue tomada en cuenta durante el diseño e implementación del material didáctico, por lo cual el desarrollo del mismo representa un aporte significativo para la organización y para la sociedad en general; al reconocer que la incursión de las TIC en la educación genera un impacto positivo, pues en los dispositivos modernos hay mayor interacción entre el aprendiz y los objetos de aprendizaje y brindan la posibilidad de almacenar altos contenidos de información.
- ✓ La práctica de Teletrabajo ha representado una experiencia positiva y una herramienta útil para llevar a cabo la pasantía, pues se economizaron gastos por viáticos y se participó en la ejecución de uno de los proyectos de la empresa, generando beneficios para la empresa misma, para la sociedad, así como para el cumplimiento de los objetivos y requisitos del presente trabajo de grado.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda actualizar y remodelar las herramientas que se están utilizando en los laboratorios de instituciones educativas como la Universidad del Cauca. Ya que los actuales lugares y equipos para las prácticas de laboratorio de física básica son obsoletos y en algunos casos inseguros o causan esa sensación principalmente en estudiantes.
- ✓ En la Universidad del Cauca se deberían equipar las aulas de laboratorio con herramientas didácticas apoyadas en las TIC incluyendo la oferta de prácticas virtuales, remotas y Blended para brindar mejores escenarios educativos.
- ✓ Se debe desarrollar una evaluación a los prototipos desarrollados teniendo en cuenta los aspectos teóricos y pedagógicos para verificar el impacto que debería tener la herramienta didáctica potenciada con elementos de las TIC.
- ✓ Los dispositivos didácticos que se desarrollaron requieren ser vinculados a estrategias pedagógicas para lograr una mayor versatilidad en el manejo de las herramientas y un mejor desarrollo en el curso de las actividades del aprendizaje sobre los objetos de aprendizaje.

## 4.3 TRABAJO FUTURO

Una de las alternativas para llevar a cabo el desarrollo de este tipo de entornos es fortalecer continuamente con nuevas tecnologías a las herramientas educativas, como por ejemplo la realización de entornos virtuales en aplicaciones Android y que puedan ser adaptados y acoplados a los prototipos, de la misma forma se deberían acoplar actuadores para llevar a los prototipos a la categoría de entornos remotos. Reuniendo los nuevos desarrollos planteados, podría pensarse en adaptar los prototipos como herramientas didácticas de entornos Blended acoplando las ventajas de los entornos remotos y virtuales anteriormente mencionadas.

## Bibliografía

1. *LA PEDAGOGÍA EN LA EDUCACIÓN*. **Romero, Gustavo-Adolfo**. 15, Aguilar de la frontera. Córdoba. : Revista Digital, Febrero de 2009, INNOVACIÓN Y EXPERIENCIAS EDUCATIVAS, pág. 2. 1988-6047.
2. **Nérci, Imídeo Giuseppe**. *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires, Argentina : KAPELUSZ, Octubre de 1985. pág. 56. Capítulo 2. ISBN 950-13-6124-1, Tercera Edición.
3. **Reigeluth, Ch**. *El Diseño de Entornos Constructivistas de Aprendizaje. Diseño De la Instrucción Teorías y Modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción parte I*. Madrid : Mc Graw Hill, 2000.
4. *Manual De Estilos de Aprendizaje*. **Leonardo, Gómez Navas Chapas**. DGB/DCA/12, México : Secretaría de Educación Pública, 2004.
5. **Gonzáles, José Fernández**. *Los modelos didácticos en la enseñanza de la física*. Didácticas Especiales. Área Didáctica Ciencias Experimentales, Centro Superior de Educación., Universidad de la Laguna. Madrid : s.n., 1995. pág. 10. Ponencia IX Congreso de la Didáctica de la Física..
6. <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/w3-article-288989.html>.
7. **Miguel Corchuelo, Verónica Catebiel**. *El sentido de la enseñanza de las Ciencias*. Popayán Cauca : Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación.
8. *Laboratorios Remotos y Virtuales en Enseñanzas Técnicas y Científicas*. **Isidro Calvo, Ekaitz Zulueta, Unai Gangoiti, Jose Manuel López**. 3, Ikastorratza : e-Revista de Didáctica, 2008. ISSN-e 1988-5911.
9. **Pedro Sánchez Sánchez, Vicente Alcober Bosh, Coral Duro Carralero, Pilar Mareca López, Ángel Sanz Sanz**. *MANUAL DEL LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL I*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2012. pág. 3. E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación.
10. **L. Rosado, J.R: Herreros**. *Nuevas Aportaciones Didácticas de los Laboratorios Virtuales y Remotos en la Enseñanza de la Física*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Universidad Carlos III. Madrid : FORMATEX, 2005. págs. 1,2, International Conference on Multimedia and ITC in Education.
11. *Entornos Virtuales de Aprendizaje En la Escuela: Tipos, modelo didáctico y rol del docente*. **Salinas, María Isabel**. s.l. : Pontificia Universidad Católica de Argentina.
12. *Laboratorios Remotos: Actualidad y Tendencias Futuras*. **Musa, Ronald Zamora**. No 51, Barranquilla - Colombia : Scientia et technica, 2012. ISSN 0122-1701.

13. **Martínez, Dolores Alemany.** *BLENDED LEARNING: Modelo Virtual-Presencial de Aprendizaje y su Aplicación en Entornos Educativos.* Departamento de Comunicación y Pedagogía, Universidad de Alicante. Alicante : Universidad de Alicante. págs. 2,3, I Congreso Internacional Escuela y TIC. Forum Novadors.
14. *Uso de las TIC y especialmente del Blended Learning en la Enseñanza Universitaria.* **Leonardo Emiro Contreras, Karolina Gonzales Guerrero, Hector Javier Fuentes.** 151-160, s.l. : REVISTA EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL, 2011, Vol. 1.
15. *Las Prácticas de Laboratorios Docentes en la Enseñanza de la Física.* **Elio J. Crésopo Madera, Tomás Álvarez Vizoso & Guillermo Bernaza Rodríguez.** Cuba : s.n., 2005. Monografía.
16. *LA ENSEÑANZA EN EL LABORATORIO. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?* **SÉRÉ, MARIE-GENEVIÈVE.** Paris : Université Paris Sud XI., 2002. F-91405.
17. **Guber, Rosana.** *LA ETNOGRAFÍA. Método, Campo y Reflexividad.* Primera. Bogotá : Norma, 2001. pág. 11.
18. **Martyn Hamme, Paul Atkinson.** *Etnografía Métodos de Investigación.* Barcelona : Ed. aidós, 1994. pág. 1.
19. *Plan Nacional Decenal de Educación 2006 - 2016.* **Educación, Comisión Redactora elegida en la Asamblea Nacional por la.** Bogotá : s.n., 2007.