

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES  
EN LA ENSEÑANZA DEL CURSO DE QUÍMICA INORGÁNICA DEL GRADO 10  
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DIEGO ECHAVARRÍA MISAS DEL  
MUNICIPIO DE ITAGÜÍ**

**JORGE ELIÉCER MONTOYA MARTÍNEZ**

**Trabajo final como requisito para optar el título de**

**MAGISTER EN INGENIERIA EN LA ESPECIALIDAD DE TECNOLOGÍAS DE  
INFORMACIÓN PARA EDUCACIÓN**

**Asesor**

**MAGISTER LUIS FELIPE ZAPATA RIVERA**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
MEDELLÍN  
NOVIEMBRE, 2015**

## DEDICATORIA

*A Dios, por permitirme ser mejor profesional cada día.*

*A mis hijos Emmanuel y Tomás, por ser el motivo de muchas alegrías y motor en  
todo los proyectos que emprendo.*

*A mi esposa Marcela, por su paciencia, apoyo y comprensión.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fuerza y guiarme correctamente en todos mis proyectos.

A mi madre y hermanos, por su ayuda y apoyo constante.

A mi esposa Marcela Díaz, que con paciencia y apoyo ha hecho que me fortalezca para no decaer en los momentos más difíciles.

A mis hijos Emmanuel y Tomás, por ser los motores que impulsan mi vida.

Al Magister Luis Felipe Zapata Rivera, por su paciencia y dedicación en el desarrollo de este proceso.

A los docentes de la Universidad EAFIT por sus conocimientos y orientaciones.

Al Plan Digital TESO, por las capacitaciones y apoyo en el uso de herramientas tecnológicas en el aula de clase.

A la secretaria de Educación del Municipio de Itagüí, por su apoyo en este crecimiento personal.

A todos mis amigos y amigas que me colaboraron en forma incondicional en alcanzar el objetivo trazado.

## RESUMEN

Los laboratorios virtuales, son una de las formas más adecuadas para generar aprendizajes de conceptos en el área de química inorgánica, por dos razones fundamentales. Primero, su aplicación ha sido exitosa en muchos lugares del mundo dando solución a las inquietudes de los estudiantes, ampliando las oportunidades y los campos de acción en los cuales puede aplicar lo aprendido. Segundo, los laboratorios virtuales hacen uso de los elementos que brinda la tecnología y que se sabe son el motor fundamental en la actualidad para mover a los jóvenes a realizar nuevas actividades prácticas que contribuyen a ampliar su aprendizaje, basados en la interacción de la parte teórica con la parte práctica y el interés propio del estudiante.

En los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí, se visualiza una problemática bastante marcada en el área de la química inorgánica, ya que se les dificulta bastante la comprensión de los temas que se plantean y la solución de ejercicios, por lo cual se hace necesario e indispensable buscar una nueva metodología que encamine al estudiante hacia el auto - aprendizaje de esta área de manera segura y entretenida, como forma de suplir las dificultades que se presenten, accediendo a la tecnología como fuente esencial de experimentación e investigación, así mismo proveer a los estudiantes una serie de actividades y procedimientos en las cuales los laboratorios virtuales son la herramienta básica, para el reconocimiento de los insumos, su proceso, hasta llegar a la evaluación del mismo.

Las actividades que se proponen para incluir el uso del laboratorio virtual propuesto se implementaron en un LMS (Moodle), para permitir la interacción del estudiante con el simulador, de tal manera que se pueda tener un registro del uso que se le da al mismo, dejando la posibilidad de determinar en qué aspectos se debe dar mayor acompañamiento para la asimilación de conceptos estudiados en química.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
RESUMEN .....	III
CONTENIDO.....	IV
LISTA DE GRÁFICOS.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN .....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	4
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. General .....	6
3.2. Específicos.....	6
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	7
5. LOS LABORATORIOS VIRTUALES .....	7
5.1. Desarrollo de laboratorios virtuales .....	7
5.2. Historia de los Laboratorios Virtuales.....	8
5.3. Los Laboratorios Virtuales Hoy .....	9
5.4. Experiencias del uso de Laboratorios Virtuales en química .....	12
6. REFERENTES TEÓRICOS .....	15
6.1. Modelo de enseñanza por transmisión – recepción .....	19
6.2. Modelo por descubrimiento .....	20
6.3. Modelo recepción significativa .....	21
6.4. Cambio Conceptual.....	21
6.5. El Modelo por investigación .....	22
6.6. Los mini-proyectos .....	22
7. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	25
7.1. Etapa 1: Análisis de competencias a desarrollar.....	25
7.2. Etapa 2: Revisión de algunos laboratorios virtuales.....	29

7.3.	Etapa 3: Análisis Infraestructura tecnológica de la Institución.....	37
7.4.	Etapa 4: Viabilidad del uso de laboratorios virtuales en la Institución Educativa Diego Echavarría Misas. ....	42
7.5.	Etapa 5: Selección del laboratorio virtual .....	42
7.6.	Etapa 6: Diseño de Actividades .....	49
11.	CONCLUSIONES.....	53
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	55

## LISTA DE GRÁFICOS

Figura 1 Laboratorio Yenka .....	30
Figura 2 Virtual Chem Lab (VCL) .....	31
Figura 3 Laboratorio Virtual de la Junta D'andalusia .....	32
Figura 4 Ejemplo Laboratorio Virtual de la Junta D'andalusia .....	32
Figura 5 Laboratorio Virtual Blog Salvador Hurtado Fernández .....	33
Figura 6 Laboratorio Chemlab.....	34
Figura 7 Laboratorio PhET .....	35
Figura 8 Topología I. E. Diego Echavarría Misas .....	40
Figura 9 Curso Química Inorgánica creado en LMS MOODLE .....	50
Figura 10 Simulación Práctica Soluciones en el Laboratorio Virtual PhET .....	50
Figura 11 Ejercicio de Prueba .....	51
Figura 12 Página inicial de usuario .....	51
Figura 13 Gráfica, Usuario interactuando con el laboratorio virtual, desde Moodle. .....	52

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre los principales estándares de IEEE 802.11.....	38
Tabla 2 Distribución Física APs I. E. Diego Echavarría Misas. ....	39
Tabla 3 Distribución Física I. E. Diego Echavarría Misas .....	40
Tabla 4 Criterios de Valoración para Evaluar los Laboratorios Virtuales.....	47
Tabla 5 Evaluación de calidad del Software basado en la Norma ISO 25010 .....	48

## INTRODUCCIÓN

La educación actual está encaminada hacia la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la adquisición de nuevos saberes en el área de química inorgánica, buscando obtener cada vez mejores resultados.

Los cambios que se deben hacer en las estrategias metodológicas en el desarrollo de las actividades del área de química inorgánica deben ser drásticos, buscando siempre la creación de espacios para la investigación y la experimentación que es la base de la adquisición de conocimientos, sin dejar de lado las clases magistrales que permiten proporcionar la parte teórica.

“El aprendizaje es un proceso que incluye a toda la comunidad educativa: docentes, estudiantes, directivos y grupo familiar, en éste la tecnología es un medio potenciador para el aprendizaje colaborativo. No es el proceso de aprendizaje en sí el que va cambiando pero la herramienta potencia la interacción y nuevas formas de comunicación”. De la Riestra (2010)

En sí, el sentido general del método de enseñanza por medio de laboratorios virtuales y de este proyecto en particular es propiciar aprendizajes significativos en la conceptualización y solución de situaciones que se presentan, con base en la aplicación de la química inorgánica, teniendo como herramientas de trabajo los Laboratorios Virtuales

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La descripción de la situación que se plantea a continuación, es recogida a partir de la experiencia del investigador, que se da en el proceso de observación que se ha tenido.

Lo primero que es importante resaltar es la descripción del entorno en el que se encuentra ubicada la institución. El Municipio de Itagüí, situado al sur occidente del Valle de Aburra, cuenta con 24 instituciones educativas oficiales, albergando una población de 40.000 estudiantes, con aproximadamente 290.000 habitantes (información suministrada por Secretaria de Educación del Municipio de Itagüí). Está dividido administrativamente en 6 comunas, un corregimiento y 8 veredas, su área total es de 17 km<sup>2</sup>, convirtiéndose así en el municipio más densamente poblado del país. Las instituciones educativas comprenden desde el último grado de preescolar (transición) hasta el grado 11 y muchas de ellas cuentan con educación media técnica y educación de adultos.

El municipio sufre una problemática social bastante difícil, asociada a las “fronteras invisibles”, esto genera una alta deserción escolar, manifestada en una alta tasa de inasistencia y movilización de estudiantes a municipios vecinos, el hecho de poder acceder al aprendizaje desde la virtualidad les garantiza la solución a este tipo de problemas.

La institución educativa Diego Echavarría Misas, no es ajena a este flagelo y por encontrarse ubicada en la parte central o cabecera municipal, es uno de los centros más llamativos para las familias y en particular para los estudiantes por las referencias que la han acompañado con el paso del tiempo.

La poca asimilación de los conceptos de química inorgánica y solución de ejercicios de la misma, se ve reflejada en la falta de entusiasmo e interés de los estudiantes del grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí hacía las actividades que se proponen en el área con respecto al concepto ya mencionado. Es evidente que dentro del aula de clase no se logra

tener a todos y todas sumergidos(as) en los temas, debido a que su entorno es el que los obliga a estar donde están y no sus propias necesidades.

En las actividades llevadas a cabo en el aula de clase se ha podido observar que es notoria la apatía hacia ellas, esto se evidencia en el bajo rendimiento académico en la institución, pobres resultados en pruebas externas como Discovery (Informes resultados pruebas de periodo Instruimos 2014) y pruebas saber 11° (Resultados pruebas realizadas por el ICFES en 2014), pero ante todo, en la entrega de actividades que el docente le asigna a los estudiantes. Las posibles causas de esta situación pueden ser:

- Para los estudiantes el aprendizaje tradicional se hace monótono y poco atractivo.
- Los costos de los materiales usados en el laboratorio tradicional son elevados y la institución no puede subsidiarlos para llevar a cabo todas las prácticas que se proponen en la temática a desarrollar.
- Los riesgos a los cuales se ven enfrentados ponen en gran peligro su vida.
- Los daños que se pueden causar al ambiente son irreversibles.
- Los intereses de los estudiantes están centrados en avances tecnológicos con los cuales tienen bastante relación y apropiación.

Desde todas las postulaciones anteriores y buscando darle una solución de impacto al problema de la asimilación de la química orgánica, es necesario en este proyecto involucrar a toda la comunidad educativa: Las directivas para facilitar la utilización de los equipos y recursos educativos. Los docentes de todas las demás áreas para generar una transversalidad del conocimiento. Los padres de familia para acompañar y motivar a sus hijos en el proceso de enseñanza aprendizaje. Y claro está, los estudiantes como sujetos activos que participan directamente en este proceso.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Tanto en la educación como en otros sectores profesionales, hoy se requiere de un aprendizaje continuo. El desarrollo de los procesos educativos tiene una nueva concepción de aprendizaje y de estrategias de enseñanza: El aprendizaje debe ser construido por el propio sujeto (constructivismo); desde el punto de vista de Piaget, la acción es el fundamento de toda actividad intelectual, desde aquella más simple y ligada a la actividad observable, inmediata del bebé, hasta las operaciones intelectuales más complejas, ligadas a la representación interna del mundo (y, según Piaget, fundamentadas en acciones interiorizadas sobre representaciones de objetos). Para Piaget el conocimiento está unido a la acción, a las operaciones, es decir a las transformaciones que el sujeto realiza sobre el mundo que lo rodea (Delval, 1996; p. 106 – 107). Para Vygotsky, el conocimiento es un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, pero el medio entendido social y culturalmente, no solamente físico. También rechaza los enfoques que reducen la Psicología y el aprendizaje a una simple acumulación de reflejos o asociaciones entre estímulos y respuestas. A diferencia de otras posiciones (Gestalt, Piagetiana), Vygotski no niega la importancia del aprendizaje asociativo, pero lo considera claramente insuficiente. (Frawley, 1997) “para Ausubel, el alumno debe manifestar una disposición para relacionar, lo sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria” Ausubel (1983, 48). En una participación activa, de manera significativa, es decir que parta desde sus intereses y necesidades y esté enfocado a la resolución de problemas prácticos.

Se propone el uso de las TIC, específicamente de los laboratorios virtuales, que son las herramientas que en la época actual captan la atención de los jóvenes, ya que los acercan a los medios tecnológicos que los ponen en constante

contacto con su era y con su realidad sin sentir que están desperdiciando su tiempo en cosas sin importancia.

El uso de los laboratorios virtuales, se convierte en una herramienta novedosa, lúdica, útil y segura cuando se va a llevar a cabo una práctica que compromete en cierta medida la integridad física de quienes la realizan, permiten una experimentación directa y lograrán dar solución a todas aquellas inquietudes que en un salón de clase, con sólo tiza y tablero no se puede hacer, se pueden constituir en el eje central o fundamental dentro de unos procesos de los cuales se espera, sean la base para conseguir aprendizajes significativos desde la propia experiencia, donde el docente se perfilará como un asesor, cuya función será dar respuesta a las inquietudes que el ejercicio práctico no logre aclarar.

Partiendo de los problemas que se han identificado, se debe mirar al respecto y de la misma manera las facilidades que brindan los laboratorios virtuales para superarlos, entre ellas se observan:

- El auto – contenido, o sea, la opción que tiene el estudiante de realizar diversas consultas teóricas para ser aplicadas luego en la práctica virtual.
- Que se puedan ver las imágenes de manera bidimensional y tridimensional, anexo al sonido, hace del aprendizaje un proceso interactivo.
- Posibilidad de incluir diferentes ejercicios en cada una de las prácticas.
- Posibilidad de guardar notas sin necesidad de procesador de texto externo.

Se busca utilizar de forma adecuada las herramientas que brindan las TIC, en este caso los Laboratorios Virtuales, para captar la atención de los estudiantes, hacerlos partícipes de su propia formación y conseguir así que los resultados durante el proceso en el área de química inorgánica sean los esperados y los más beneficiosos, no solo para el docente sino para cada uno de los entes que conforman el proceso de enseñanza – aprendizaje.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. General

Proponer el uso de los laboratorios virtuales en la enseñanza de la química inorgánica, que complementen el conocimiento teórico con el práctico en los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí.

#### 3.2. Específicos

- 3.2.1. Determinar la viabilidad de la implementación del uso de los laboratorios virtuales, en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química inorgánica en los grados 10, de la institución educativa Diego Echavarría Misas.
- 3.2.2. Evaluar las prácticas sobre soluciones químicas del laboratorio virtual a través del desarrollo de las competencias de las ciencias naturales (Uso comprensivo del conocimiento, Explicación de fenómenos, Indagación) que evalúa el ICFES en las pruebas SABER 11.
- 3.2.3. Integrar un laboratorio virtual específico con un LMS (Moodle) siendo la herramienta de experimentación en línea, como función pedagógica, para la enseñanza de la química inorgánica que posibiliten la aprehensión del conocimiento por parte de los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí.
- 3.2.4. Evaluar diferentes laboratorios virtuales de software libre, como herramienta didáctica de la enseñanza de química inorgánica en el grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí

#### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo se podría implementar el uso de un laboratorio virtual para complementar las actividades de un laboratorio real de química inorgánica, en estudiantes de grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí?

#### **5. LOS LABORATORIOS VIRTUALES**

##### **5.1. Desarrollo de laboratorios virtuales**

Cada una de las disciplinas existentes, se rige por unos principios y unas formas de darse a conocer de manera individual, la química, sin ser la excepción tiene sus propias metodologías.

Algunas de estas metodologías han ido transformando la enseñanza, al involucrar en las aulas de clase herramientas tecnológicas que lleven a despertar el interés de los estudiantes y a volverlos sujetos activos dentro de su propio proceso de adquisición de nuevos conocimientos.

La química, es una de aquellas áreas en las que el estudiante presenta una gran dificultad al momento de adquirir nuevos aprendizajes, desde este concepto se ha buscado la mejor manera de que el proceso enseñanza – aprendizaje se haga más fácil, y en torno a esta idea se ha visto en los laboratorios virtuales una de las mejores opciones

No se trata tan sólo de los movimientos de la era tecnológica, muchos de los intereses de los docentes están encaminados a satisfacer las necesidades de sus estudiantes, por ello es normal que busquen a cada momento la mejor forma de captar su atención y hacer que cada uno trabaje en función de todo aquello que desea conseguir. Algunos de los acontecimientos históricos que presentamos a continuación han sido recopilados en diversas páginas de internet que nos ponen al frente de los diversos avances que nos presenta la era tecnológica al momento

de mirar el área de química y más exactamente en lo referente a la utilización de los laboratorios virtuales, como medio eficaz y eficiente para que los estudiantes obtengan los conocimientos necesarios cuando de investigar y experimentar se trata.

## 5.2. Historia de los Laboratorios Virtuales

Se toma como referencia para el comienzo del desarrollo de los laboratorios virtuales, el Centro de Investigación Académica de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica en el año de 1997 (Información disponible en internet).

Cuatro años después, había un proyecto comercial similar, el Virtual Frog Dissection Kit 1.0 y tres académicos: (Johnston, Nip y Logan, 2005)

Diffusion Processes Virtual Laboratory, realizado por la Universidad Johns Hopkins.

The Virtual Microscope elaborado por la Universidad de Winnipeg (Computer Science, University British of Columbia)

Virtual Hand Laboratory (Laboratory University of British Columbia)

Había también dos proyectos con nivel de realidad virtual, nivel que requiere cascos tipo VR (Virtual Reality), en Estados Unidos y Canadá llevados a cabo por la NASA Virtual Reality Virtual Object Manipulation y Virtual Hand y Laboratory, por la Universidad British de Columbia (Núñez Allendes, 2012).

Con base en la información anterior, es posible observar que luego del inicio de estos laboratorios se da comienzo a una nueva era, en la cual el proceso que se lleva en el computador en el campo del 2D y 3D, no solo se hace en el campo de la robótica, sino al momento de incluir este tipo de programas en el desarrollo de los laboratorios virtuales. Se podría pensar que estos avances son los que han facilitado que los estudiantes sientan que los procesos que se llevan a cabo en un laboratorio virtual son tan reales y útiles como los que se llevan en uno físico, teniendo como factor fundamental a favor, el nivel de seguridad que los acompaña.

Cuando se habla de adquisición de conocimientos desde la virtualidad, es necesario mirar todos los aspectos, y así como se descubren a diario una gran cantidad de aspectos positivos, también se presentan dificultades que se deben ir solucionando con el paso de los días y la transformación que se va llevando a cabo en las diversas investigaciones.

En el proceso investigativo llevado a cabo por: Virtual Frog Dissection Kit 1.0, establecen que un problema tradicional que se enfrenta a los investigadores es la adquisición y análisis de datos precisos que describen el movimiento de la mano en 3D, especialmente en el contexto de tareas específicas. Este proyecto de investigación, realizado por un equipo multidisciplinario que incluye a científicos, ingenieros e investigadores del campo de la kinesiología, es el diseño e implementación de un Laboratorio Virtual Mano (hardware y software basado en alto rendimiento en 3-D gráficos de trabajo y sistemas de análisis de movimiento en 3-D).

Así pues, es claro en este momento que los laboratorios virtuales son programas de computación simples que se desarrollan en forma interactiva, que incorporan todos los aspectos tecnológicos, pedagógicos y humanos que van a permitir realizar actividades prácticas, adaptadas al estudiante y a las necesidades del maestro en un entorno virtual de aprendizaje.

Este medio virtual está diseñado para que sea cómodo y real tanto para el estudiante como para el maestro y cubra las expectativas que se tienen en el aula de clase.

### 5.3. Los Laboratorios Virtuales Hoy

Monge-Nájera et al. (1999) ¿cuál es el estado de los laboratorios virtuales en el mundo? Indicó que ha aumentado mucho el número de proyectos semejantes y que la mayoría se refieren al área de la física, aunque también los hay de química y biología.

Gran parte de los laboratorios virtuales de física realizados en esta época, son pequeñas simulaciones escritas en JAVA, un lenguaje de programación interactivo para multimedia. Ejemplo de los tipos de microprácticas en física son los de la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Oregón y un material privado brasileño llamado "Sala de Física". También se han desarrollado simulaciones mediante las cuales se modifica los datos en una tabla y se ve la modificación resultante en un esquema, en el Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa de Madrid.

Los laboratorios virtuales de química parecen ser escasos. La Universidad de Oxford (<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>), presenta, de manera gratuita vía Internet, laboratorios virtuales de experimentos químicos que usan animaciones, videos y moléculas que pueden hacerse girar en la pantalla, manipulables en tres dimensiones. La (o el) estudiante debe responder a una serie de preguntas, y si lo hace correctamente, tiene acceso a una fotografía de la mesa de trabajo de la cual puede seleccionar compuestos y experimentos para ver videos sobre su uso. En algunas escenas aparecen rótulos de apoyo que explican el procedimiento. Hay además un texto sobre química en formato HTML con problemas y cuestionarios.

La disponibilidad de laboratorios virtuales de biología es intermedio entre los de física y química.

El nivel más sencillo es el que tiene básicamente un texto y dibujos sin movimiento. Ejemplos de este nivel son el Digital Frog de 1995 y el Laboratorio Virtual de Nutrición de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de 1997 (Monge-Nájera 1998).

Digital Frog permite hacer una disección simulada de una rana, evitando los problemas éticos y psicológicos de hacerlo con un animal real. Nuestro laboratorio de nutrición permite "alimentar" una mascota digital y ver los efectos de la dieta sobre su salud.

En un segundo nivel de complejidad, existen laboratorios que usan animaciones usando el formato GIF, compatible con Internet. Un ejemplo es el Laboratorio Virtual de Reproducción de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de 1997 (Monge-Nájera 1998), en el cual se puede seleccionar organismos para ver una animación que muestra su secuencia reproductiva, incluyendo imágenes de microscopio electrónico. El Laboratorio Virtual de Depredadores y Presas (Universidad Nacional de Educación a Distancia 2002) permite variar la proporción de organismos en un ambiente y ver el efecto sobre la población.

El tercer nivel corresponde a los laboratorios que usan videos para mostrar prácticas verdaderas. Ejemplos de este nivel son el Laboratorio Virtual de Digestión desarrollado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia en 1997 (Monge-Nájera 1998) y el Digital Frog 2, versión mejorada del ya mencionado, en que además de las imágenes fijas hay videos.

En el cuarto nivel de complejidad están aquellos laboratorios en los cuales se ven pantalla objetos o escenas que pueden ser manipulados por el estudiante. La Universidad Nacional de Educación a Distancia desarrolló entre 1997 y el 2002 una serie de laboratorios virtuales de este nivel. En el Laboratorio Virtual de Tejidos Humanos, se separa capa de tejidos de un cuerpo humano y se les lleva a un microscopio para verlos ampliados. El Laboratorio Virtual de Ecología permite ubicar organismos en una pirámide ecológica y la computadora indica si se les ha ubicado correctamente. En el Laboratorio Virtual sobre Lepidópteros, se puede manipular un panorama que simula el efecto de girar la cabeza mientras se camina por un bosque. Incluso se puede buscar organismos ocultos en el bosque, solicitar ayuda a la computadora para encontrarlos y obtener información adicional sobre cada uno que se descubra. Laboratorios similares en su nivel son el Virtual Drosophila Project japanese (Kioda y Kitano 1999) y Mouse genetics (Silver, 2008).

A continuación se hace una síntesis de algunos estudios realizados con el tema de laboratorios virtuales, indicando la importancia de cada uno de esos estudios e investigaciones.

#### 5.4. Experiencias del uso de Laboratorios Virtuales en química

##### 5.4.1. El laboratorio virtual: Un recurso práctico de aprendizaje efectivo en escuelas secundarias del medio rural.

Un ejemplo interesante se presenta en México en donde dos escuelas rurales del estado de Chihuahua, las cuales no poseen laboratorios de química, se realizó la implementación de el uso de laboratorios virtuales, a pesar de que la población está en una zona rural (Pallares, Frías y Pacheco. 2011), se pudo observar que los estudiantes no sienten rechazo alguno por los medios tecnológicos, haciendo alusión a Prensky (2001) son los nativos digitales.

Los resultados obtenidos en esta investigación dan cuenta de las bondades que tienen los laboratorios virtuales, tal es el caso de repetir la práctica las veces que sea necesario sin generar desperdicios de materiales, de reproducir y realizar diferentes variaciones sin tener que usar más reactivos, disminución de la contaminación ambiental, además de una producción de conocimiento de una manera autónoma y son estudiantes con la facilidad de hacer varias tareas al mismo tiempo, escribir, escuchar música, ver televisión sin perder el objetivo, en este caso la práctica de laboratorio.

##### 5.4.2. Química de bachillerato y laboratorios virtuales.

Crocodile Chemistry (Martínez, Infanta. 2011), muestra el manejo de un laboratorio virtual específico, con base en él muestra las ventajas de un laboratorio virtual como son el ahorro de recursos en un laboratorio real, disminución de los riesgos por accidentes, repetición e interacción con las prácticas, complemento del tablero tradicional.

También muestra desventajas como la no manipulación real de los equipos, provocando a la larga que el estudiante se convierta en un observador más.

Se realiza una práctica a nivel virtual y se analiza el resultado obtenido, comparándolo con el resultado manual, partiendo de este, se plantean nuevas posibilidades de prácticas y por ende diferentes formas de solución. (Martínez, Infanta, 2011).

#### 5.4.3. Laboratorios virtuales

Muestra las ventajas y desventajas de un laboratorio y simuladores virtuales y la necesidad de motivar a los estudiantes al aprendizaje de las ciencias, específicamente, la química, la física y la biología. Los recursos informáticos elaborados por el profesorado o los disponibles a través de internet, como los programas interactivos, simuladores, pueden ser utilizados de diferente manera durante el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Hace especial énfasis en el uso de las TIC y en el uso del Internet para la aplicación de las diferentes herramientas educativas que existen en la red.

Se da un listado de los diferentes laboratorios virtuales, especificando las ventajas a nivel tecnológico y las fallas que tiene, además de especificar los temas que se puede realizar la simulación de cada práctica. (Vásquez, 2009)

#### 5.4.4. El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura de química de 2º bachillerato.

Numerosos trabajos de investigación han puesto de manifiesto la gran cantidad de ventajas pedagógicas que ofrecen los programas de ordenador en la enseñanza de las ciencias, como son la capacidad de acceso a todo tipo de información y la interactividad con el usuario (Cataldi, Donnamaría y Lage, 2012).

“Los laboratorios virtuales representan una oportunidad por el docente de estimular al estudiante con esta tecnología a la que están acostumbrados y transferir su aprendizaje al mundo real” (Guevara y Luengas, 2008). No obstante, como señala Cataldi et al. (2010), “los inconvenientes que presenta el uso de los laboratorios tradicionales, no son razones para que sean reemplazados por los

laboratorios virtuales. Pero es una realidad que los laboratorios virtuales brindan numerosas ventajas para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química”.

En esta investigación, se estudia el uso del laboratorio virtual Chemlab (Cataldi, 2012), por su disponibilidad en español, su obtención gratuita y por lo ajustado que es al plan de estudios de química, identifica las ventajas y desventajas del uso de los laboratorios virtuales y especialmente del Chemlab, además de hacer un listado de laboratorios virtuales existentes.

Se realizaron encuestas tanto para los estudiantes como para los docentes de la institución.

Este trabajo concluye que la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de química es mayor, el tiempo para realizar las prácticas es mucho menor, los docentes de química a pesar de no conocer la herramienta, estarían dispuestos a conocerla para poder usarla en el aula de clase.

#### 5.4.5. Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para ciencias experimentales – una experiencia con la herramienta VCL (Virtual Chemical Laboratory).

En la formación de estudiantes de educación superior de Europa, se muestra la aplicación de un laboratorio virtual de química, VCL (Virtual Chemical Laboratory), indica las ventajas y desventajas tanto para docentes, como para estudiantes, se coincide en el aprendizaje por modelo constructivista y colaborativo, disminución de tiempo y riesgos al realizar las prácticas, sin embargo la limitante económica que existe por cuestión de licencias, explica “es bajo, si es para el uso del docente en el aula, al adquirir el libro le da la posibilidad de usar el CD, sin embargo si es para el uso de los estudiantes en casa, sería muy costoso, debido a la necesidad de una licencia por cada estudiante”.(Molina Jordá, 2010)

Se logra mayor comprensión de los conceptos teóricos basados en la experimentación, sin embargo queda un vacío en el aprendizaje y es la interacción directa con un laboratorio real.

5.4.6. Diseño de módulo instruccional para enseñar el concepto de ácidos y bases utilizando laboratorios virtuales.

Se basa en la necesidad de utilizar herramientas virtuales para un mejor aprendizaje de química, especialmente en lo relacionado con bases y ácidos, fundamentados en las teorías de Bronsted-Lowry y Arrhenius. Prácticas aplicadas a través del internet para estudiantes de undécimo grado en clase de química Universidad Interamericana de Puerto Rico.

Identifica las bondades de internet y la información que allí existe, además de generar una motivación en el conocimiento de química y todo lo relacionado con las prácticas que se pueden realizar, además propone herramientas alternas como son los blog, los webquest e indicando la manera de crear los sitios web.(López González, 2011)

## **6. REFERENTES TEÓRICOS**

Dentro del proceso de enseñanza es necesario tener en cuenta el aspecto pedagógico que es en sí, el conjunto de saberes que el educador le puede brindar a sus educandos.

El estudio pedagógico tiene por objeto las representaciones y las coherencias pensadas o inducidas por esta actividad, se va del hacer hasta el cómo hacer y porqué hacer. Así la pedagogía, concebida como la dimensión del análisis de las acciones, es también objeto de investigación. Lo que supone una ruptura significativa con la manera como el sentido común define el término. (Miguel Ángel Mendoza)

El saber pedagógico se produce permanentemente cuando la comunidad educativa investiga el sentido de lo que hace, las características de las personas a quienes enseña, la pertinencia, la viabilidad para llevar a cabo las actividades y la trascendencia de lo que enseña.

Durkheim, muestra la relación fundadora de la teoría y la práctica para la pedagogía, definida, en su naturaleza mixta, como “teoría/práctica”. Si bien, la expresión no da cuenta absoluta del pensamiento pedagógico, explica la problemática: “la problemática”, decía él, “no es otra cosa que la reflexión más metódica y la mejor documentada posible, puesta al servicio de la práctica de la enseñanza.” (Gómez, julio 2001).

Esta naturaleza mixta, este saber termina expresándose en un solo término: pedagogía, que designa para una actividad el hecho de su estudio. Se necesita interrelacionar estos aspectos, pues el uno sin el otro no garantizan un proceso adecuado.

Según Hannaway (1975), la química moderna tiene un origen didáctico; cita, como ejemplo del nuevo conocimiento emergente a finales del Renacimiento, el libro ‘Alquemia’, de Libavius que fue escrito para poder enseñar una manera de intervenir en el cambio de los materiales que se iba considerando útil, a pesar de suscitar también polémica (Béguin, 1620, introducción). En este se lleva al lector a entender la importancia de que se intervenga en la naturaleza con diversos elementos para generar desde la experimentación materiales antes inexistentes, que de una manera novedosa ayudan a la humanidad en la consecución de nuevos elementos que aportan grandes beneficios. En los estudios que se han llevado a cabo con respecto a la enseñanza de la química, se debe admitir que hay que hacer ajustes urgentes en todo lo referente a contenidos, lenguaje y métodos de enseñanza, a consecuencia de las demandas de formación científica actual.

Las nuevas propuestas metodológicas buscan que el estudiante sea un sujeto activo dentro de su propio proceso de aprendizaje, y se constituya en un multiplicador de todas aquellas experiencias vividas en su entorno, llegando a convertirse por medio de la práctica en una actividad científica.

La enseñanza de la química, dada desde un contexto de actividad científica, presupone obligatoriamente el hecho de un desarrollo basado en la práctica de los

diversos conceptos que se emiten y sobre los cuales se debe llevar a cabo una experimentación que ayude a entender mejor los fenómenos que se presentan a diario y que con solo la parte teórica no se pueden explicar. Es de allí donde se hace necesario e inminente la utilización de herramientas más acordes a la época que viven los estudiantes y que capten completamente su atención.

Visto de esta manera, el proceso motivacional es el resultado de una combinación de factores asociados con dos dimensiones personales: la intrínseca, ligada a los intereses, deseos y expectativas de los individuos; y la extrínseca, entendida como los aspectos del contexto que pueden funcionar como estímulos.

De acuerdo con diversos autores (García y Doménech, 1997; Alonso Tapia, 1999:105-140; Hernández, 2003), una determinada combinación de estos factores puede ser la causa del deterioro de las pautas motivacionales a lo largo de la escolaridad, de tal manera que a medida que se avanza en los diversos niveles educativos, se va perdiendo la motivación por la tarea y por el aprendizaje.

De acuerdo con Rinaudo et al. (2006), los estudiantes motivados lograrán rendimientos académicos más satisfactorios lo que redundará en desempeños profesionales de calidad y en construcción de saberes de excelencia. Sin embargo, la motivación no consiste únicamente en aplicar técnicas o métodos de enseñanza, sino que llega más allá, la motivación escolar conlleva una compleja interrelación de componentes cognitivos, afectivos, sociales y de carácter académico que se encuentran involucrados y que, de una manera, tienen que ver con los desempeños de los estudiantes y de los profesores (Expósito López y Manzano García, 2010).

La tecnología, por ejemplo, ha dado a la educación las herramientas innovadoras necesarias para que los estudiantes vean en el proceso de aprendizaje el motor que los puede llevar a la consecución de nuevas formas de afrontar el futuro y los retos que él les plantea, brindando soluciones reales a las diversas situaciones.

“La investigación en didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en sus procesos de aprendizaje. Entre éstas se puede mencionar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos y preconcepciones del alumno. Pero además, las teorías sobre la enseñanza de las ciencias deben tener en cuenta, factores tales como lo que el alumno ya sabe, la especial naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las características sociales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones psicosociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles, etcétera” (Campanario y Moya, 1999).

Si hay un cambio en los contenidos, debe darse también un cambio en la forma de transmitirlos, ya que todo va en un proceso de evolución. Se deben introducir una serie de actividades libres para desarrollar la imaginación, el espíritu de iniciativa, y la creatividad. Se propone la individualización de la enseñanza desde el respeto a la diferencia. El desarrollo de acciones transformadoras para la construcción de un saber, constituye el saber explicar y enseñar utilizando las herramientas que brinda la tecnología para llegar al aprendizaje.

En términos generales, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se organiza en torno a situaciones de la vida real. Al trabajar con este tipo de planteos se espera que se generen estrategias de resolución, reflexionando sobre su propio conocimiento (Bejarano et al., 2008).

“Dado que el alumno debe movilizar constantemente sus conocimientos, y que existe una interrelación continua entre teoría y aplicación práctica, el ABP puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales” (Campanario, 1999), debiendo apropiarse de ellos por sí mismos y en el intercambio con sus pares, para alcanzar una adecuada resolución y fundamentación de la problemática.

Dentro de este proceso es inevitable establecer desde el inicio la utilización de la lúdica como una estrategia que permita al estudiante sacar de sí, los conocimientos sin tener en cuenta el grado de aceptación o rechazo que se tenga por el área o tema a tratar. Pero se ha podido establecer que por medio de la dinámica del juego, la interiorización de conceptos en estas aéreas del aprendizaje se hacen para el estudiante bastante fácil y hasta divertida, ya que la lúdica se entiende como una dimensión del desarrollo de los individuos que es consecutiva con el ser humano y le brinda la posibilidad de comunicarse, de sentir, de expresarse y de buscar en otros medios como las TIC, la mejor forma de entender los contenidos que con la forma tradicional de aprendizaje le sería imposible captar.

El juego debe entenderse en términos propedéuticos, como un factor creador y potencializador de zonas de desarrollo que llevan a participar en la cultura y a su transformación al paso de los avances que proporciona el medio.

El aprendizaje significativo en el proceso educativo, es importante porque éste es el mecanismo humano natural para adquirir y almacenar información de cualquier tipo de conocimiento. Aquí el papel del docente es esencial; debe crear materiales significativos, de manera que facilite en el estudiante el desarrollo de sus esquemas y representaciones mentales, de modo que se pueda enfrentar a situaciones más complejas, encaminadas a la solución de problemas. Según Ausubel (2000) la capacidad para resolver nuevas situaciones problema es la evidencia del aprendizaje significativo.

En aras de obtener este tipo de aprendizaje, es necesario conocer, otras formas y para ello Francisco Javier Ruiz Ortega (Revista Latinoamericana de Estudios Educativos de Colombia, 2007), habla de los modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales, entre los que plantea están:

#### 6.1. Modelo de enseñanza por transmisión – recepción

Según el autor este es uno de los más arraigados en los diferentes establecimientos educativos, en él se opta por todo lo teórico sin darse una

aplicación en el contexto educativo; este modelo tiene gran cantidad de adeptos, que lo defienden, pues no creen necesario llevar a la práctica algo que ya se sabe.

En este modelo, el autor hace referencia de qué manera se ratifica en cada estamento la utilización y obtención de resultados, sin tener la visión de relación teórico – práctico.

## 6.2. Modelo por descubrimiento

Este surge como respuesta a las dificultades del modelo anterior; en este se hace evidente que el estudiante aprovecha los elementos que se le brindan para darle respuesta a los interrogantes que se le presenten o a las situaciones difíciles. Se le muestran todas las opciones con las cuales puede dar solución y la manera de aplicarlas, está en él la disposición de hacerlo. Desde este aspecto empezamos a ver un estudiante participativo dentro de su proceso de enseñanza – aprendizaje, empieza a verse la autonomía como elemento fundamental en la adquisición del conocimiento.

Con este modelo se tiene en cuenta el entorno y la realidad cotidiana a nivel académico y social, se busca cubrir las necesidades del entorno de una manera viable, reconociendo la importancia de ser constructores de soluciones dentro de los problemas reales.

Con respecto a este modelo, el autor hace ver que se evidencian dos situaciones, que hacen la diferencia con el anteriormente mencionado:

- El conocimiento está en la realidad cotidiana, y el alumno, en contacto con ella, puede acceder espontáneamente a él (inductivismo extremo).
- Es mucho más importante aprender procedimientos y actitudes que el aprendizaje de contenidos científicos.

En conclusión, con este modelo, se avanza en el proceso de enseñanza – aprendizaje, pues se vuelve al estudiante un sujeto activo, donde desde su propia

experiencia le está aportando a la adquisición de su conocimientos con base en la experimentación directa, ya sea en laboratorios físicos o virtuales.

### 6.3. Modelo recepción significativa

En este modelo se da paso a la parte de la adquisición del conocimiento desde el aspecto expositivo, construyendo desde allí un aprendizaje significativo. No se busca en este tanto la experimentación directa como en el anterior, pero se toma la lógica como un elemento fundamental dentro del proceso, ya que debe haber una compatibilidad entre lo que se enseña y lo que se aprende, mostrando que la base de todo aprendizaje debe ser lo que se vive a diario, unido a experiencias basadas en el saber científico.

En este modelo, el docente es un guía que explica de manera lógica, clara y coherente, para que sus estudiantes comprendan los conceptos y la aplicabilidad que estos tienen en el diario vivir.

Como en los anteriores modelos, en este se ve la falencia de ser un aprendizaje basado solo en lo teórico, la práctica pasa a un segundo lugar y el estudiante solo percibe la realidad de la química desde los conocimientos ya plasmados por otros, no es un sujeto constructor de su conocimiento desde la experimentación, solo desde la adquisición de nuevas temáticas.

### 6.4. Cambio Conceptual

En este modelo, los pre-saberes son fundamentales dentro del proceso de aprendizaje, ellos son la base para construir en el estudiante nuevos conceptos, partiendo de la confrontación con aquello que aporta la ciencia. Allí es el educando el encargado de su propio cambio conceptual, dándole entrada a nuevos saberes.

En este modelo se debe tener en cuenta que al momento de llevar al joven a un enfrentamiento entre lo que ya sabe y lo que le están planteando, se puede llegar a una situación de apatía, ya que no necesariamente va a ser su objeto de interés.

El estudiante observará en esta exposición de saberes ya establecidos por la química, una forma tradicional de acceder al conocimiento y no se le brinda por ningún lado una opción de participar activamente y de forma práctica en la construcción de nuevos saberes que lo lleven a crear nuevos espacios y situaciones. Desde este concepto para él, el aprendizaje sigue siendo impuesto y sus conocimientos no son tenidos en cuenta.

#### 6.5. El Modelo por investigación

En ese modelo, aunque se sigue mirando la oposición de los saberes previos con los científicos, se abre una brecha en la cual el estudiante es un sujeto activo en un 100%, constructor de su propio conocimiento desde la experimentación y elaboración de nuevos saberes, a partir de la investigación y la aplicación de esta a la cotidianidad.

El entorno es un elemento fundamental, pues el que da las bases para que el estudiante busque solución a los problemas que se le presentan desde la interrelación con la ciencia.

En este método el docente se convierte en un guía que acompaña procesos, ayuda a construirlos pero no los impone.

Aquí se lleva al estudiante a la apropiación de estrategias que hasta el momento no se habían utilizado y se le crea la necesidad de razonar, argumentar, experimentar, comunicar y utilizar la información científica y otros procesos requeridos en la actividad científica, para dar respuesta a las inquietudes que se le han generado.

#### 6.6. Los mini-proyectos

En los modelos didácticos, esta modalidad es la más avanzada que se da para acceder al aprendizaje, se pretende que el estudiante basado en su contexto, sus pre-saberes, sus motivaciones y expectativas, construya su propio conocimiento con base en la investigación y la experimentación, llegando así al aprendizaje que él desee.

Se busca así, que el proceso de enseñanza – aprendizaje aparte de ser significativo, sea dinámico y por ende permanente.

Los miniproyectos, “son pequeñas tareas que representen situaciones novedosas para los alumnos, dentro de las cuales ellos deben obtener resultados prácticos por medio de la experimentación” (Hadden y Johnstone, citados por Cárdenas, et al., 1995) y, presentar características como el planteamiento de un problema que no posea solución inmediata, el desarrollo de un trabajo práctico, la aplicación de conceptos y otros aspectos que muestran cómo el trabajo de aula se desarrolla dentro de un ambiente de interacción dialógica entre estudiantes y docente.

Con base en lo anterior, es indiscutible que este es el modelo que tanto para el estudiante como para el docente, abarca las metodologías adecuadas cuando de construir conocimiento se trata.

Por consiguiente, al hacerse el recorrido por los diversos métodos existentes para la enseñanza de la química, queda claro que sea cual sea la herramienta tecnológica o la metodología que se utilice, se le debe brindar al estudiante la posibilidad de construir su propio conocimiento desde la experimentación.

Las nuevas tecnologías cada vez van adquiriendo más importancia en la vida diaria y, por supuesto, en ámbitos concretos como la educación en la que poco a poco se va introduciendo su uso en las aulas, al igual que otros recursos como: páginas web, laboratorios virtuales, que hacen más fácil la interiorización de conceptos académicos, que de manera tradicional, despiertan muy poco el interés de los estudiantes.

En el campo de la educación, el constante cambio de las sociedades, ha llevado a plantear una nueva forma de servir áreas de conocimiento como en el caso de la química, se presentan casos problemáticos que obligan a buscar aspectos más básicos y fundamentales que permitan reflexionar sobre la necesidad imperiosa de llevar a la práctica todos los conceptos ya adquiridos; es

allí donde surge la necesidad de experimentar de manera más segura y económica el uso de laboratorios virtuales, que lleva tanto al docente como al estudiante a una forma segura y libre de experimentar desde cualquier sitio y a cualquier hora sin necesitar de un tutor permanente, permitiendo poner a prueba sus propias habilidades.

Desde esta investigación se tomará como herramienta los Laboratorios Virtuales de Química (LVQ), los cuales están incluidos en un importante grupo de Software que se desarrollan con diversas intenciones y que se denominan simuladores. Una simulación es una representación de un suceso de la realidad.

Los Laboratorios Virtuales de Química son herramientas informáticas que aportan las TIC y simulan un laboratorio de ensayos químicos desde un ambiente virtual, la pantalla del ordenador. Ofrecen la ventaja de mayor plasticidad que en un laboratorio real, se operan desde soportes físicos como CD o DVD, pueden ejecutarse en línea, a través de la web, o descargarlo en el ordenador y ejecutarlo directamente en el disco duro (Chiarenza, 2011, p.51).

En este sentido, las simulaciones pueden ayudar especialmente en la integración de los aspectos teóricos y prácticos en un curso de química, brindando una discusión teórica y modelada de problemas y una explicación a experimentos realizados en laboratorio. Se pueden emplear antes o después de la práctica de laboratorio.

Pero donde las nuevas tecnologías encuentran su verdadero sitio en la enseñanza es como apoyo al aprendizaje. Las tecnologías así entendidas se hayan pedagógicamente integradas en el proceso de aprendizaje, tienen su sitio en el aula, responden a unas necesidades de formación más proactivas y son empleadas de forma cotidiana. La integración pedagógica de las tecnologías difiere de la formación en las tecnologías y se enmarca en una perspectiva de formación continua y de evolución personal y profesional como un “saber aprender” (Gómez, 2004).

## 7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología desarrollada se aplica en las siguientes etapas:

### 7.1. Etapa 1: Análisis de competencias a desarrollar

En el campo de la química se deben desarrollar competencias específicas que lleven al estudiante a un proceso de investigación continua que le propicie los saberes necesarios es la adquisición de conocimientos basados en la solución de problemas de la cotidianidad.

Con base en lo anterior, se buscará desarrollar las siguientes competencias, ya que son las que le permiten al estudiante cubrir todos los campos del aprendizaje.

#### 7.1.1. Identificar

En esta competencia se mira la capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre todos los fenómenos. En este caso se hace referencia a todo lo que tiene que ver con los laboratorios virtuales. Los estudiantes van a estar continuamente en el trabajo de contextualizar experiencias al haber reconocido las fortalezas y debilidades que poseen y las estrategias de evaluación a las que pueden acceder y que se les facilitan desde la virtualidad, implementando para ello la meta-evaluación en la cual el contexto de cada uno es bastante valioso y deja todas las opciones de reconocer lo valioso que es el proceso nombrado en el uso de los laboratorios virtuales.

Al darse esta identificación se puede hacer una relación directa entre la investigación, la aplicación de la teoría a la práctica y la evaluación de los resultados. Eso genera procesos de mejoramiento en relación con la generación del aprendizaje que se quiere obtener.

### 7.1.2. Indagar

Se concentra en esta competencia la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a las preguntas que surgen en el desarrollo de la clase y el uso de los laboratorios virtuales. En esta se diseñan estrategias de enseñanza que permitan integrar el contexto de cada estudiante a las diversas prácticas para llegar de manera concreta a los aprendizajes significativos. Para llegar a este aprendizaje se deben adecuar los recursos que lleven a la utilización de las estrategias didácticas acordes al contexto, a los recursos y a la planeación que desde las averiguaciones preliminares se puedan hacer en cuanto a elementos teóricos y prescriptivos, construyendo parámetros acordes a los indicadores de efectividad que se buscan implementar.

### 7.1.3. Explicar

Dentro del proceso de implementación de los laboratorios virtuales, se mira la capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos y de experimentos llevados a cabo en la virtualidad. Desde este concepto se diseñan estrategias de aprendizaje que sean aplicables en el aula de clase y que vayan acordes a la propuesta curricular y al método de evaluación que se vaya a llevar a cabo. Con los recursos didácticos que se cuenta se debe asegurar que los estudiantes capten todos los conceptos y que se esté continuamente atendiendo a las necesidades de formación y planeación en una interacción constante que los lleve a reflexionar sobre las necesidades que se les presentan en el entorno escolar y que pueden suplir con la utilización de los laboratorios virtuales

### 7.1.4. Comunicar

Llevando a cabo la implementación de los laboratorios virtuales dentro del aula de clase, se debe tener presente a cada momento la capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento, que llevará a cada estudiante a la recolección del mayor número de información que permitirá la

obtención de mejores resultados. Para lograr que se realicen las actividades como se debe, es necesario relacionarnos con los demás y eso solo se logra por medio de la utilización adecuada del lenguaje, que nos lleva a comprender el mundo y a quienes nos rodean. Al optar por la comunicación como competencia a desarrollar en la utilización de los laboratorios virtuales estamos accediendo a la mejor forma para explicar, discutir, justificar o simplemente socializar los resultados que a medida que se desarrolla la investigación se van dando. Es de anotar, que en este proceso hay un vínculo indisoluble entre interpretar, argumentar y proponer cuando de obtener resultados se trata.

#### 7.1.5. Trabajar en equipo

Aunque la implementación de los laboratorios virtuales en el aula de clase, lleva al estudiante a un proceso de investigación y experimentación individual, se necesita de la capacidad para interactuar productivamente con los que conforman su entorno e ir así asumiendo compromisos que permitan la socialización en línea, de los resultados que se van obteniendo. El saber interactuar hace de todos los procesos una herramienta indispensable al momento de obtener resultados, ya que se está haciendo una construcción colectiva del saber, sabiendo argumentar las posiciones personales y aprendiendo a aceptar, respetar y valorar todo aquello que los demás tienen para nutrir el proceso de investigación y de aprendizaje colaborativo. Con el ejercicio de trabajo colectivo accedemos a la oportunidad de aprender de una manera libre y abierta, ya que se pueden emitir conceptos, opiniones e ideas libremente, sin dejar de reconocer contextos y características individuales, así, cada uno es reconocido en sus potencialidades, se le permite a cada uno participar desde los puntos en los cuales sea más fuerte. Además, el trabajo en grupo representa en el aula una oportunidad para que el estudiante aprenda una serie de hábitos sociales de gran importancia para la vida, que lo llevan a la responsabilidad de crear aprendizajes significativos desde su autonomía.

#### 7.1.6. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento

La profundización en un campo de conocimientos avanzados de las ciencias naturales que involucra procesos de la investigación, que van permitiendo avances en el proceso cognoscitivo, tanto del laboratorio virtual como de la realidad que este proporciona, nos deja llegar a conocimientos ya establecidos, pero que adquieren diversas dimensiones dependiendo del contexto y de los procesos que se quieran sacar adelante. Para los estudiantes, el trabajo con los laboratorios, es la forma adecuada de interactuar con el cambio que lleva implícito todo proceso de investigación, que busca afianzar la utilización de las herramientas de las que se dispone en su entorno. Los laboratorios virtuales permiten una relación de construcción del conocimiento en el contacto directo que se lleva a cabo con los fenómenos que se presentan al realizar las diversas prácticas, las cuales los relacionan directamente con fenómenos y con las explicaciones que obtienen desde su propia investigación y experimentación. En este proceso el estudiante ve la manera de ir más allá del conocimiento teórico. Anexo a lo anterior, se está sacando de las aulas de clase la condición de que solo este es el lugar para adquirir conocimiento. Ya saben que desde cualquier espacio lo pueden hacer y se sienten como sujetos activos dentro de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### 7.1.7. Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente

El desarrollo de la capacidad para profundizar en un campo de conocimientos de acuerdo con las potencialidades e intereses que cada uno tiene y poder experimentar desde sus posibilidades, buscando siempre dar solución a los problemas de su entorno, utilizando para ello las opciones que le dan los laboratorios virtuales, donde se requiere de la construcción colaborativa que hace que surjan diversas opiniones que los llevan a realizar acciones más profundas, que hacen que la investigación y la experimentación se retroalimenten.

Dentro de este proceso es de resaltar que el estudiante tiene intereses que pueden llevarlo a hacer grandes avances sin necesidad de ponerse en peligro al estar en contacto físico con elementos de laboratorio. Es urgente para los docentes el entender que el conocimiento ya no es de unos pocos, es del grupo en general y se tiene acceso a él gracias a la virtualidad, de ahí la necesidad de abrirnos a nuevas formas de aprendizaje.

## 7.2. Etapa 2: Revisión de algunos laboratorios virtuales

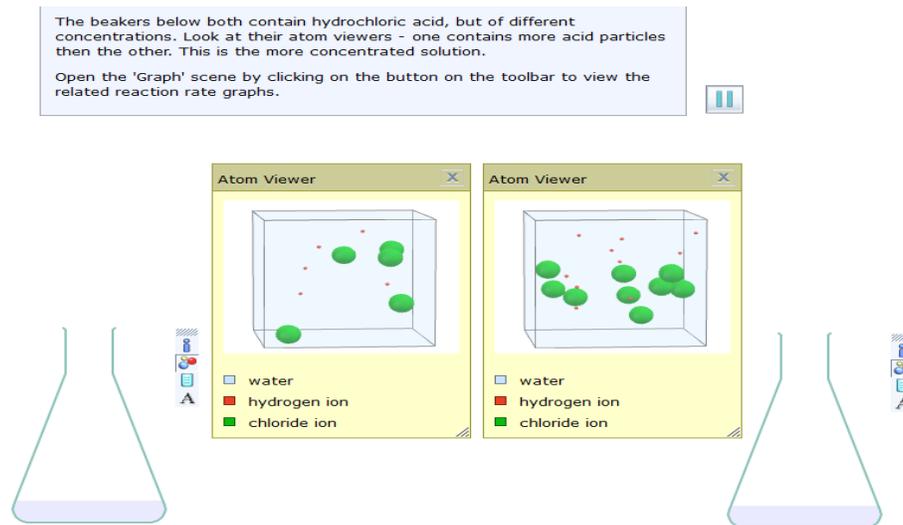
### 7.2.1. Yenka

Es un laboratorio virtual que permite realizar prácticas de laboratorio de manera segura, modelando experimentos y reacciones químicas mediante el arrastre de equipos de laboratorio en una pizarra, generando gran interactividad con el usuario (para este estudio con los estudiantes) y el software, también da la posibilidad de representar los resultados mediante gráficos y tablas.

Este laboratorio se puede utilizar en temas de Física (movimiento, luz y sonido, electricidad y magnetismo) y química (química inorgánica y electroquímica). Presentando una gran variedad de prácticas que son alrededor de 120 relacionadas con química

Yenka, da la posibilidad de utilizar un demo por un tiempo limitado en forma gratuita, determina el lugar donde se debe usar, si es desde la casa o desde otro sitio, si está registrado el uso desde la casa, no permite usarlo en el colegio o entro lugar diferente. También permite la interacción en línea con la misma restricción. La interfaz del laboratorio Yenka, se observa en la figura 2.

Figura 1 Laboratorio Yenka



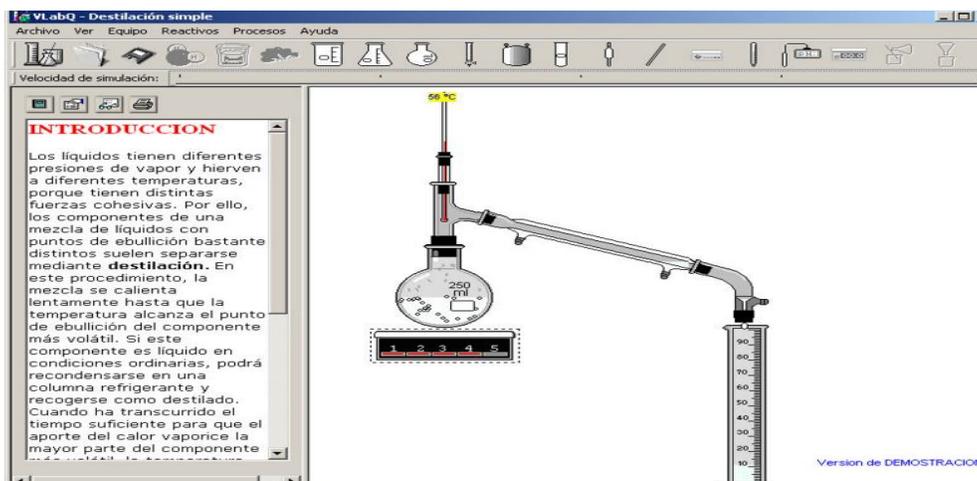
Fuente: Laboratorio Yenka, <http://www.yenka.com/content/item.action?quick=1ef>

### 7.2.2. Virtual Chem Lab (VCL)

Este software permite realizar prácticas de laboratorio mediante un menú ubicado en la barra de herramientas, como si fuera un editor de texto, en él se disponen los equipos de acuerdo con las necesidades de las prácticas. Cuenta con un cuadro de información donde se dan los fundamentos teóricos (contenido) y se da un procedimiento para la práctica realizarse.

El software gratuito debe descargarse en el equipo y dispone de cinco (5) prácticas: Conservación de la materia, destilación simple, reversibilidad de las reacciones, titulación ácido – base y calor específico. La interfaz del Virtual Chem Lab, se observa en la figura 3.

Figura 2 Virtual Chem Lab (VCL)



Fuente: VlabQ, [http://www.sibe.es.com/fotos/E\\_2691.jpg](http://www.sibe.es.com/fotos/E_2691.jpg)

### 7.2.3. Laboratori Virtual de la Junta D'andalusia

Esta plataforma es on – line, permite realizar algunas simulaciones del comportamiento las sustancias en diferentes estados (liquido, gaseoso, sólido) a nivel atómico y molecular, al seleccionar uno de ellos se puede observar que cuenta con un fundamento teórico y una simulación en Java applet. Por ejemplo en la simulación de gases ideales se muestra la relación de matemática de una de las variables con las demás (Presión, Volumen, Temperatura) manteniendo constante la cantidad de masa en moles (1 mol).

Las prácticas con las que cuenta unas están en Español y otras en Inglés, no hay unidad en ellas en cuanto al idioma.

Esta página enlaza una serie de páginas donde se encuentran las prácticas seleccionadas, en algunas ocasiones se presentan dificultades para visualizar las prácticas. La interfaz Laboratori Virtual de la Junta D'andalusia se observa en las figuras 4 y 5.

Figura 3 Laboratorio Virtual de la Junta D'andalusia

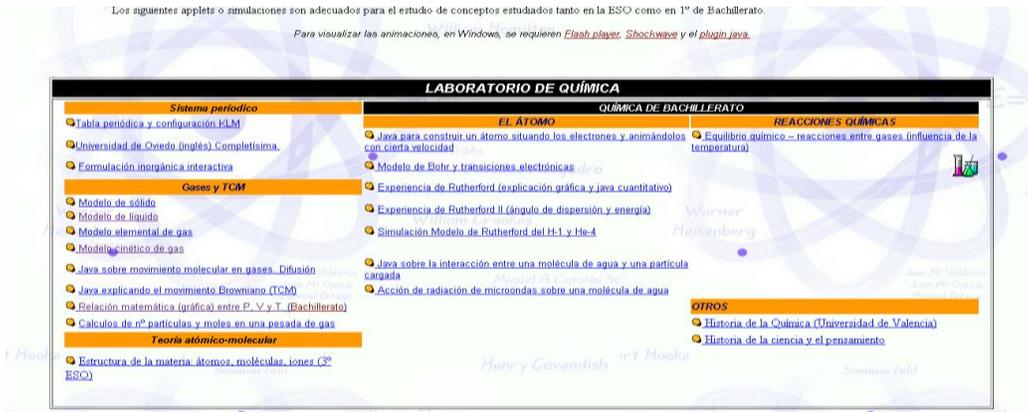
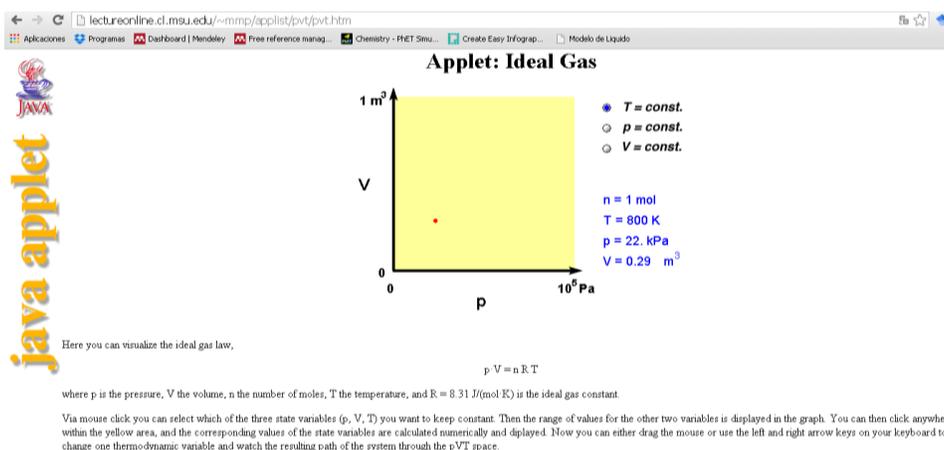


Figura 4 Ejemplo Laboratorio Virtual de la Junta D'andalusia



Fuente: Laboratorio de la junta de Andalucía.

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_fyq/laboratorio/laboratorio%20quimica.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_fyq/laboratorio/laboratorio%20quimica.htm)

#### 7.2.4. Blog Salvador Hurtado Fernández (Laboratorio Virtual)

Como el título lo indica es blog, donde se muestran varias aplicaciones de prácticas, son demostrativas, lo que no permite la interacción directa del usuario con los equipos de laboratorio, son diseñadas para analizar un comportamiento específico de una propiedad o compuesto que esta predefinido.

El fundamento teórico lo enlaza a un sitio web, donde se explica la base científica del fenómeno, además deja explícito el procedimiento de cada para realizar la práctica de laboratorio. La interfaz Laboratori Virtual de la Junta D'andalusia se observa en la figura 6.

Figura 5 Laboratorio Virtual Blog Salvador Hurtado Fernández



Fuente: Laboratorio Virtual Blog Salvador Hurtado Fernández,  
<http://labovirtual.blogspot.com/>

### 7.2.5. Chemlab

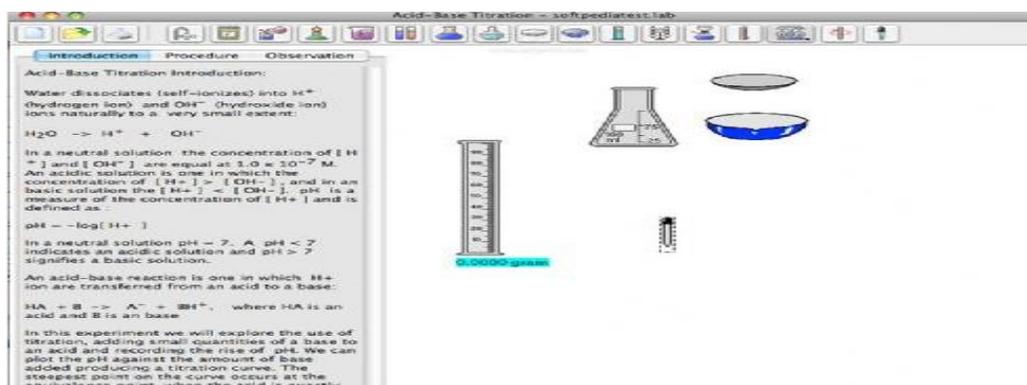
El programa utiliza el equipo y los procedimientos más comunes para simular los pasos necesarios que se efectúan en las prácticas de laboratorio, tiene una interfaz que permite el arrastre y pegar el equipo en una pantalla. Este software requiere ser descargado en el equipo

Muestra el fundamento teórico, el procedimiento, además de hoja de notas donde se pueden escribir las observaciones que se dan en la práctica seleccionada.

El programa incorpora varios experimentos ya prediseñados como son: análisis gravimétrico de cloruros, cinética de una reacción redox, compresión de un gas, cristalización fraccionada, laboratorio general, valoración ácido - base e incluye todo aquello que necesitas para los tuyos: balanzas, vasos de precipitado, embudos, buretas, matraces, equipo de destilación, cuentagotas, probetas, pipetas, varillas de agitación, tubos de ensayo y un largo etcétera, además de una

detallada tabla periódica de los elementos. La interfaz de Chem Lab se observa en la figura 7.

Figura 6 Laboratorio Chemlab



Fuente: Chemlab <http://www.todoprogramas.com/macintosh/modelchemlab/>

### 7.2.6. Laboratorio PhET

Es un software que está disponible en la red, asociada a la universidad de colorado, contiene simulaciones de varias áreas, como física, química, matemáticas, en el área de química hay dos categorías como son la general y la cuántica.

Las simulaciones se presentan en formatos Java y HTML5, en los equipos se ejecutan por medio de Java applets, que son el puente entre la máquina y el software, vale aclarar que las simulaciones que corren en los equipos quedan descargadas en ellos y se pueden seguir usando sin estar conectados a la página.

Para los dispositivos móviles como tablets y Smart phones, corren en formato HTML5. Cada simulación muestra en que formato está, si es Java o HTML5.

Las simulaciones originales están en Inglés, pero se han ido traduciendo a otros idiomas, incluyendo al Español, con la participación de personas que son expertas en el tema.

Las que se ejecutan en HTML5, se ejecutan en el servidor donde está alojada la aplicación, lo que disminuye la cantidad de recurso que utiliza el equipo del usuario.

Cada simulación cuenta con un fundamento teórico, un procedimiento para realizar la práctica, además de una variedad de experimentos y con el uso de varios compuestos que permiten la comparación de resultados con unos y con otros. La interfaz del laboratorio PhET se observa en la figura 8.

Figura 7 Laboratorio PhET



Fuente: Simulaciones Universidad de Colorado,

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

Los equipos para el uso de esta plataforma, deben tener las siguientes características:

- Simulaciones en HTML5

Las simulaciones en HTML5 pueden ejecutarse en iPads, Chromebooks, también como en PC, Mac, y sistemas Linux.

## **iPad**

iOS 7+, Safari, las simulaciones de PhET en HTML5 son soportadas en iPad2 o posteriores.

## **Android**

Si se usan las simulaciones en HTML5 sobre Android, Se recomienda usar la última versión de Google Chrome y Android 4.1+.

## **Chromebook**

Última versión de Google Chrome, las simulaciones PhET en HTML5 y Flash se pueden ejecutar en todos los Chromebooks.

## **Sistemas Windows**

Microsoft Internet Explorer 10 o posterior, última versión de Firefox, la última versión de Google Chrome.

## **Sistemas Macintosh**

OS 10.8.5 o posterior, Safari 6.1+, última versión de Firefox, la última versión de Google Chrome.

## **Sistemas Linux**

No está oficialmente soportado

- Simulaciones en Java y Flash

Las simulaciones en Java y Flash pueden correr en la mayoría de PC, Mac, y sistemas Linux. Los requerimientos detallados de sistemas para correr las simulaciones originales son:

## **Sistemas Windows**

Procesador Intel Pentium, Microsoft Windows XP/Vista/7, mínimo 256MB RAM, aproximadamente 407 MB de espacio disponible en el disco (para instalación completa).

Una resolución de pantalla 1024x768 o mayor, la última versión de Java

Oracle, Adobe Flash Player 9 o posterior, Microsoft Internet Explorer 6 o posterior, Firefox 2 o posterior.

### **Sistemas Macintosh**

G3, G4, G5 o procesador Intel, OS 10.5 o posterior, 256MB RAM mínimo, aproximadamente 396 MB de espacio disponible en el disco (para instalación completa).

Una resolución de pantalla 1024x768 o mayor, la última versión de Java Oracle, Adobe Flash Player 9 o posterior, Safari 2 o posterior, Firefox 2 o posterior.

### **Sistemas Linux**

Procesador Intel Pentium, 256MB RAM mínimo, aproximadamente 393 MB de espacio disponible en el disco (para instalación completa).

Una resolución de pantalla 1024x768 o mayor, la última versión de Java Oracle, Adobe Flash Player 9 o posterior, Firefox 2 o posterior.

## **7.3. Etapa 3: Análisis Infraestructura tecnológica de la Institución**

La opción de laboratorio virtual que se desea explorar en la institución es en línea, por ello, es necesario hacer una revisión de la infraestructura de red de la misma.

### **7.3.1. Red Inalámbrica**

La institución cuenta con 22 Access Point (A.P.) de marca CISCO, su red está fundamentada en el estándar 802.11 ac, con un capacidad de 1.2 Gb y una velocidad de 300 Mbps. El canal de red es de 2.4GHz, este presenta algunas dificultades debido a que en esta frecuencia se ubican gran parte de los equipos electrónicos, tales como hornos microondas y teléfonos inalámbricos.

Tabla 1 Comparación entre los principales estándares de IEEE 802.11

Protocolo	Año implementación	Frecuencia operación	Velocidad transmisión datos (típico)	Velocidad transmisión datos (Máx.)	Rango (interior) metros
Legacy	1997	2.4-2.5 GHz	1Mbit/s	2Mbit/s	
802.11a	1999	5.15-5.35/5.47-5.725/5.725-5.875 GHz	25Mbit/s	54Mbit/s	30
802.11b	1999	2.4-2.5 GHz	6.5Mbit/s	11Mbit/s	30
802.11g	2003	2.4-2.5 GHz	25Mbit/s	54Mbit/s	30
802.11n	2008	2.4 GHz o 5 GHz	200Mbit/s	540Mbit/s	50
802.11ac	2012	5GHz	0.5Gbit/s	1Gbit/s	90-100

A continuación se muestran la ubicación de los APs, de los switches y la tipología de distribución de red.

Tabla 2 Distribución Física APs I. E. Diego Echavarría Misas.

Fuente: Documentación Plan Digital Teso

SITIO	INDOOR	
	MR18-HW	MR34-HW
<b>I.E. DIEGO ECHAVARRIA</b>		
<b>BLOQUE A - PISO 1 JUNTO AL PARQUE</b>		
PASILLO - TECHO ENTRE SALONES 138 Y 139		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 130		1
PASILLO - TECHO FRENTE SALON 126		1
<b>BLOQUE A - PISO 1 JUNTO A LA CANCHA</b>		
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 123		1
PASILLO - TECHO FRENTE PUERTA SALON 120		1
PASILLO - TECHO FRENTE PUERTA SALON 110		1
SALA DE INFORMATICA 1 (GABINETE PRINCIPAL)		1
PASILLO - TECHO ENTRE RECTORIA Y LAB. MECANICA		1
AREA ADMINISTRATIVA	1	
PASILLO - TECHO SOBRE SILLAS AZULES CAFETERIA		1
<b>BLOQUE A - PISO 2 JUNTO AL PARQUE</b>		
BIBLIOTECA		1
SALA PROFESORES		1
AUDITORIO		2
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA PRE-ESCOLAR		1
PASILLO - TECHO FRENTE PUERTA SALON 221		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 217		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 214		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 211		1
SALA INFORMATICA 2		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 208-2		1
PASILLO - TECHO FRENTE PUERTA SALON 206		1
PASILLO - TECHO FRENTE VENTANA SALON 203		1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>22</b>

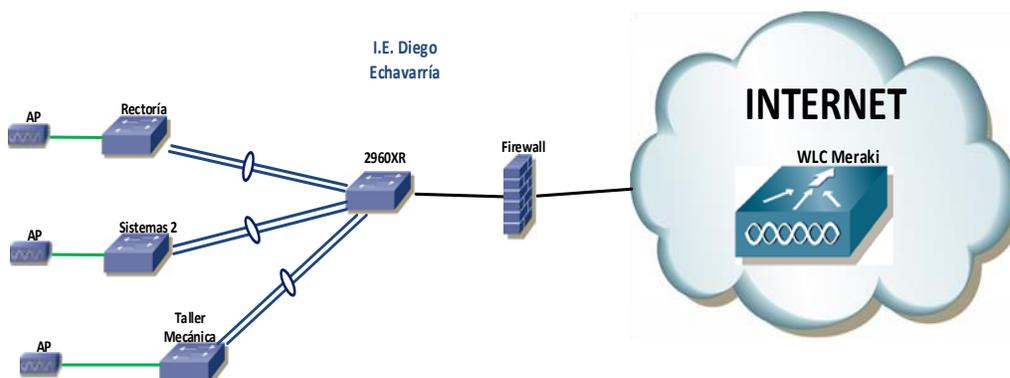
Tabla 3 Distribución Física I. E. Diego Echavarría Misas

Fuente: Documentación Plan Digital Teso

RACK	SWITCH		FIREWALL
	WS-C2960X-24PS-L	WS-C2960XR-24PS-I	ASA 5512X
RECTORIA	1		
TALLER MECANICA (XO)	1		
SALA INFORMATICA PISO2	1		
SALA INFORMATICA PISO1 (PRINCIPAL)		1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Figura 8 Topología I. E. Diego Echavarría Misas

Fuente: Documentación Plan Digital Teso



El cableado estructurado está bajo las normas:

**ANSI/TIA/EIA-568-B:** Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales sobre cómo instalar el Cableado: TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales; TIA/EIA 568-B2: Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado; TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica.

**ANSI/TIA/EIA-569-A:** Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales sobre cómo enrutar el cableado. Este es de categoría 6 y 6A que permiten la transmisión de datos de 6Mbps y 1Gbps respectivamente.

### 7.3.2. Red Eléctrica

En la institución se cuenta con un transformador cuya potencia es de 112.5 KVA, en el cual están conectados las redes industrial a 220 V, la administrativa 110 V, electromecánicas y resistivas.

La red eléctrica requiere mantenimiento, el cual consiste en hacer un balance de cargas y un ajuste a las líneas eléctricas de la institución.

Tiene un gabinete medidor, además es cabe señalar que a este transformador se conectan todas las redes del I.E. Juan N. Cadavid.

### 7.3.3. Seguridad Informática

La red tiene un controlador AP de filtrado, tanto de acceso a software, como a páginas pornográficas y descargas Peer to Peer (P2P), que son las que ingresan la mayor cantidad de virus a los sistemas informáticos.

Cuenta con:

- Sistema ASA, referencia CISA, que funciona como un firewall, este sistema permite acceder en forma remota a mesa de ayuda, personal del Plan Digital TESO y al proveedor.
- ISP, controlado por UNE, el cual cumple con políticas de seguridad, permite bloquear páginas pornográficas, descargas Peer to Peer.

Otro sistema de seguridad es el congelamiento de máquinas el cual determina que después de cierta hora, generalmente después de las 10 p.m., los equipos borran la información que ha sido guardada o descargada durante el día.

#### 7.3.4. Requerimiento de Equipos

Para el requerimiento de equipos se usa el software APACHE JMETER, el cual evalúa la plataforma en que se encuentre el laboratorio virtual, indicando el máximo de equipos que pueden estar conectados en forma concurrente para llevar a cabo las prácticas.

#### 7.4. Etapa 4: Viabilidad del uso de laboratorios virtuales en la Institución Educativa Diego Echavarría Misas.

La institución Educativa Diego Echavarría Misas, tiene una infraestructura tecnológica que permite una alta conectividad y cuenta con suficientes equipos electrónicos para usar herramientas en línea, en este caso laboratorios virtuales.

Los laboratorios virtuales que se analizan, tienen la característica de que son de software libre, por lo cual no requieren una licencia para su uso.

Con base en lo anterior, se puede determinar que implementar el uso de laboratorios virtuales de química en la Institución Educativa Diego Echavarría Misas es viable.

#### 7.5. Etapa 5: Selección del laboratorio virtual

Para la selección de un laboratorio virtual, se debe cumplir con los siguientes criterios:

##### 7.5.1. Accesibilidad

Considerada como el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

### 7.5.2. Observación

Es la capacidad que se tiene por medio del sentido de la vista de examinar, estudiar, analizar, curiosear, percibir cosas, objetos y situaciones que nos llevan a adquirir nuevos aprendizajes.

### 7.5.3. Posibilidad de simular escenarios realistas

Es la opción práctica que se da al estudiante por medio de espacios virtuales, de experimentar diversas situaciones como si se estuviera en un laboratorio tradicional.

### 7.5.4. Posibilidad de descarga

Es la oportunidad que tiene el estudiante de llevar a cabo prácticas, sin necesidad de estar conectado a internet, ya que el software se descarga en el equipo.

### 7.5.5. Capacidad para compartir recursos

Permite un fácil acceso a la red desde los computadores, dispositivos móviles o cualquier punto de acceso y un fácil intercambio de datos.

En resumen, estas son las características que se deben tener en cuenta al momento de implementar un laboratorio virtual de química en el aula de clase.

La información obtenida de la historia de los laboratorios virtuales en el área de química es muy poca, a continuación se muestra un recorrido por la historia de estos simuladores en el área de la educación, ya que a nivel de ingenierías se ve con mayor antelación.

Desde este contexto, se le da un gran valor a estos laboratorios desde la química, pues han ofrecido novedosos entornos de aprendizaje desde la didáctica.

#### 7.5.6. Simulación de situaciones de Aprendizaje.

Se ha podido concluir que en la enseñanza tradicional de la química hay una sobre entrega de información a través de textos, ejemplos y ejercicios son insuficientes en proveer al estudiante de un entendimiento conceptual sólido de las teorías y expresiones encontradas en química (Johnstone, 1993; Kozma et al., 1990; Thomas and Schwarz, 1998).

Desafortunadamente a pesar de décadas de investigación y desarrollo de curriculum, estudiantes modernos aun no aprenden adecuadamente los conceptos necesarios para tener éxito en química (Nakhleh, 1992; Tyson and Treagust, 1999).

Existen distintos niveles en los que los se pueden representar fenómenos y tópicos complejos; microscópicos, macroscópicos y simbólicos (Johnstone, 1993).

“Interacciones entre moléculas y átomos ocurren en un nivel microscópico, los químicos deben hacer referencia a los objetos y procesos dentro de su dominio, que no son observables directamente como en un nivel simbólico. Así, la adición de moléculas resulta en un fenómeno en un nivel macroscópico que puede ser directamente observable por los estudiantes. En un nivel simbólico, es en donde ocurre la enseñanza y aprendizaje en la química tradicional, los profesores pueden utilizar múltiples representaciones para describir un mismo fenómeno” (Kozma and Russell, 1997).

Una aproximación a un diseño curricular que ha sido exitoso en abordar directamente las dificultades de química, utiliza animaciones computacionales de reacciones químicas para esclarecer la relación entre las múltiples representaciones y niveles (Kozma et al., 1996).

El desarrollo tecnológico ha despertado expectativas en todos los campos. En la educación ha sucedido exactamente igual, por ejemplo en la educación a distancia ha sido una herramienta con un gran potencial didáctico que ha permitido novedosas fuentes de aprendizaje.

La incorporación de estas herramientas tecnológicas en la educación a distancia a nivel universitario, se da a partir de la utilización del correo electrónico en forma experimental.

Posteriormente se pasó a experimentar con otros proyectos tales como:

- La videoconferencia usando equipo de la marca Silicon Graphics (Alvarado, 1994)
- El desarrollo de multimedias con el programa Toolbook (D'Alton, 1996; Corrales, M y otros, 1996).
- Los mapas conceptuales, mediante el programa Quorum (Cañas, 1997)
- La enseñanza vía internet mediante el programa Learning Space (Gómez y Rivas, 1998; Araya et al, 1998).

Según Gutiérrez Doña (1998) la incorporación de estas herramientas tecnológicas no podría ser efectiva, si no se rediseña todo el paquete de herramientas, para lo cual propone tomar en cuenta tres aspectos fundamentales: " Diseño y desarrollo de un plan estratégico informático que unifique en forma armónica la función de la oficina de sistemas, la función de la docencia y los procesos de capacitación asociados a la adquisición de equipo y tecnología computacional. "Implementación de un programa de desarrollo telemático que permita a la Universidad Nacional de Educación a Distancia adquirir la plataforma tecnológica necesaria para desarrollar un plan piloto de universidad virtual. "Un programa macro de soporte técnico y logístico que permita, por un lado, dar mantenimiento a las eventuales herramientas tecnológicas que se adquieran y por otro, favorecer sus aplicaciones creativas al proceso educativo en su totalidad.

En este contexto, las tradicionales instituciones a distancia que caracterizaron históricamente el panorama latinoamericano como la Universidad Nacional de Educación a Distancia (Costa Rica), Universidad Nacional Abierta (Venezuela), Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia), Sistema Universidad Abierta (Universidad Nacional Autónoma de México), Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador) y Tecnológico de Monterrey (México), o bajo la

educación abierta típica de algunas universidades públicas de masas (Universidad de Buenos Aires - Argentina), han pasado o están en transición con diversa intensidad hacia modelos semivirtuales. Algunas de las instituciones como la Universidad Nacional Abierta y a Distancia que facilitaron la libre elección por los estudiantes entre la modalidad semipresencial y semivirtual, permiten constatar cómo sistemáticamente todos los años aumenta la inscripción a la modalidad semivirtual, mostrando el traslado de la demanda estudiantil ante condiciones iguales de exigencias. En otros casos donde la dualidad se plantea entre la modalidad semipresencial y la modalidad virtual, como la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, se verifica que los estudiantes optan por el sistema semipresencial en tanto es menos exigente y riguroso que el virtual o el mismo presencial.

Una de las definiciones de “laboratorios virtuales” que se ha aplicado a la enseñanza a distancia es la de Monge-Nájera et al. (1999), que las definen como “simulaciones de prácticas manipulativas que pueden ser hechas por la/el estudiante lejos de la universidad y el docente”.

La palabra “virtual” ha sido sujeto de un uso mucho más amplio, y por ejemplo se rotula como “laboratorio virtual” una serie de textos y fotografías sobre Química Orgánica publicados por LIDM (1999).

#### 7.5.7. Formatos de laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales se presentan en los siguientes formatos:

- Java Applets

Se caracterizan por permitir movimiento de los elementos de la aplicación, estas aplicaciones requieren ser instalados en el equipo y por lo tanto consume recursos, básicamente en memoria RAM, además requiere que el software de java este actualizado. Tienen la ventaja que se puede utilizar sin conexión a internet, pero los dispositivos como tablets y teléfonos móviles

tendrían la dificultad para ejecutarlos porque no disponen de la capacidad de memoria para almacenar la información.

- Flash (adobe)

Se caracterizan por que las aplicaciones tienen movimiento y son más atractivas para el usuario, sin embargo tiene las mismas ventajas y desventajas que las aplicaciones en java. En este formato, las aplicaciones se ejecutan en el equipo.

- HTML5

Es el lenguaje para realizar las páginas web, por lo tanto todas las aplicaciones que estén en HTML5 podrán ser encontradas por un buscador, lo que no sucede con las aplicaciones en Java y Flash.

Este formato cuenta con otra ventaja y es que las simulaciones no se ejecutan en el equipo del usuario, corren en un servidor o equipo diferente, sin consumir recursos de memoria del equipo del usuario.

#### 7.5.8. Evaluación calidad del software

La evaluación se hace con base en la norma IEEE 25010, desglosando cada uno de sus criterios y asignándole un valor a cada uno de ellos, en una escala de 1 a 3, donde uno es la más baja y 3 la más alta.

Tabla 4 Criterios de Valoración para Evaluar los Laboratorios Virtuales

ESCALA	1	2	3
CRITERIO	No Cumple con los requerimientos mínimos para su uso en las actividades propuestas.	Cumple de manera parcial con el requisito para su uso en las actividades propuestas.	Supera ampliamente los requerimientos para su uso en las actividades propuestas

Tabla 5 Evaluación de calidad del Software basado en la Norma ISO 25010

	1. ADECUACIÓN FUNCIONAL (10%)	2. EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO (10%)	3. COMPATIBILIDAD (10%)	4. UTILIDAD (20%)	5. CONFIABILIDAD (10%)	6. SEGURIDAD (10%)	7. MANTENIMIENTO (15%)	8. PORTABILIDAD (15%)			
YENKA	INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN			
	CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN			
	IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO			
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
	CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL	CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	1,69	VALOR OBTENIDO	
	VIRTUAL CHEM LAB	INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN		
		CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN		
		IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO		
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL		CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	1,75	VALOR OBTENIDO	
Laboratori Virtual de la Junta d'Andalusia		INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN		
		CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN		
		IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO		
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
	CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL	CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	1,40	VALOR OBTENIDO	
	Blog Salvador Hurtado Fernandez (Laboratorio Virtual)	INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN		
		CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN		
		IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO		
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL		CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	1,78	VALOR OBTENIDO	
Chemlab		INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN		
		CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN		
		IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO		
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
	CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL	CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	1,81	VALOR OBTENIDO	
	PHET	INTEGRIDAD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO	CO-EXISTENCIA	RECONOCIMIENTO Y CONVENIENCIA	LA MADUREZ	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTACIÓN		
		CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUTILIZACIÓN	INSTALACIÓN		
		IDONEIDAD FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	APROBACIÓN	ANÁLISIS	REEMPLAZO		
				PROTECCIÓN CONTRA ERRORES DE USUARIO	RECUPERACIÓN	RESPONSABILIDAD	MODIFICACIÓN				
				LA ESTÉTICA DE INTERFAZ DE USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE PRUEBA				
				ACCESIBILIDAD							
CUMPLIMIENTO DE LA ADECUACIÓN FUNCIONAL		CUMPLIMIENTO EN LA EFICIENCIA EN EL RENDIMIENTO	CUMPLIMIENTO EN LA COMPATIBILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA UTILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA CONFIABILIDAD	CUMPLIMIENTO A LA SEGURIDAD	CUMPLIMIENTO AL MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO A LA PORTABILIDAD	2,7	VALOR OBTENIDO	

+En la tabla 5 se observa el mayor peso para la Usabilidad, Portabilidad y Mantenibilidad, en cuanto a las condiciones que requieren los estudiantes de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas.

De acuerdo con la evaluación realizada, el laboratorio seleccionado es el PhET de la Universidad de Colorado, esto asociado a la infraestructura tecnológica, eléctrica y a las condiciones de conectividad con las que cuenta la Institución Educativa Diego Echavarría Misas, teniendo presente además la versatilidad y disponibilidad que tiene el laboratorio tanto en Español como en otros idiomas y los resultados de la tabla 5.

Para observar con más detalle la evaluación de los laboratorios analizados, ver el anexo 1.

#### 7.6. Etapa 6: Diseño de Actividades

A partir de las competencias que debe desarrollar el estudiante y las posibilidades de observación y simulación del laboratorio PhET, se diseñan actividades de aprendizaje que incluyen:

- Instrucciones para desarrollar prácticas de laboratorio.
- Información de soporte para desarrollar las prácticas.
- Simulación de una práctica de laboratorio (servicio que ofrece el laboratorio virtual seleccionado).
- Evaluación de la práctica de laboratorio “Soluciones”

Las actividades diseñadas bajo el título de Soluciones se integran en una plataforma en LMS y pueden ser desarrolladas por el estudiante de manera no secuencial .y aquí se describe un prototipo de integración y la interacción del usuario con el laboratorio a través del LMS.

##### 7.6.1. Prototipo integración a plataforma LMS Moodle

Con LMS Moodle, se puede realizar de manera interactiva la práctica de laboratorio “Soluciones”, de tal manera que en la plataforma se puedan ubicar la

información y los recursos por cada una de las actividades, mejorando su disponibilidad para el estudiante.

Las figuras de la 9 a la 11 muestran diferentes escenarios de las actividades propuestas para el laboratorio “Soluciones”.

Figura 9 Curso Química Inorgánica creado en LMS MOODLE



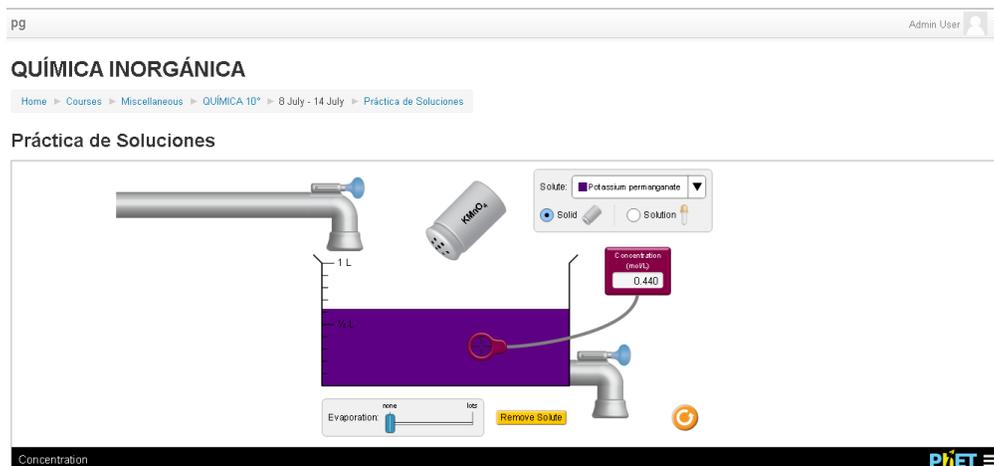
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Simulación Práctica Soluciones en el Laboratorio Virtual PhET



Fuente: Simulación “Soluciones” Universidad de Colorado,  
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

Figura 11 Ejercicio de Prueba

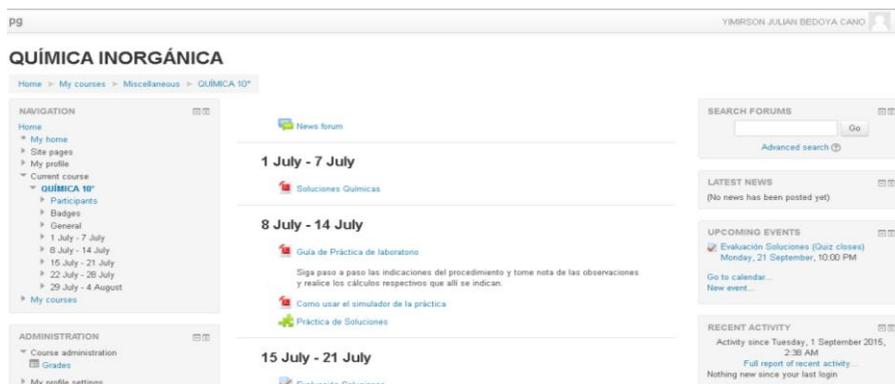


Fuente: Simulaciones Universidad de Colorado,  
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

## 7.6.2. Interacción del estudiante con el laboratorio virtual

En la figura 12 se muestra la manera como el estudiante (usuario) interactúa a través de la plataforma Moodle con el laboratorio y las actividades que allí se plantean, además de como el administrador del curso puede identificar que usuarios han ingresado y las acciones que realizaron cuando entraron al curso creado.

Figura 12 Página inicial de usuario



Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Gráfica, Usuario interactuando con el laboratorio virtual, desde Moodle.



Fuente: Simulaciones Universidad de Colorado,  
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

Para observar de manera más detallada, como el estudiante interactúa con el laboratorio y la plataforma Moodle, ver Anexo 2

## 11. CONCLUSIONES

- ✓ Con base en la observación de las necesidades de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas, se hace necesario la implementación de los laboratorios virtuales de manera conjunta con el laboratorio físico, buscando obtener resultados positivos en los niveles de apropiación conceptual y en las habilidades experimentales del estudiante.
- ✓ El ancho de banda y la infraestructura tecnológica de la institución educativa Diego Echavarría Misas, permite la conexión al laboratorio virtual PhET, de mínimo 30 equipos trabajando en forma simultánea.
- ✓ En la institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí, es viable implementar el uso de laboratorios virtuales como un complemento a las prácticas de química inorgánica, en laboratorios físicos, con base en la conectividad y la infraestructura tecnológica, que cumple con los requerimientos mínimos para el uso del software seleccionado (PhET).
- ✓ Según Cataldi et al. 2011. El uso de la virtualidad en la adquisición de conceptos de química, permite un aprendizaje eficiente, motivado y en el que se puede llevar a cabo una evaluación constante, con la disponibilidad de un escenario virtual que provea actividades que integren el uso de laboratorios virtuales, a un aprendizaje continuo dado que la propuesta de laboratorio “Soluciones” estará disponible tanto dentro como fuera de la institución.
- ✓ Cada estudiante trabajará a su ritmo en las diversas actividades que se le proponen, siguiendo las instrucciones que se plantean como estrategia metodológica para acceder a un aprendizaje significativo.

- ✓ Las actividades que desarrollen los estudiantes haciendo uso de los laboratorios virtuales, serán la base para la obtención de resultados adecuados en la presentación de pruebas externas que se llevan a cabo anualmente.
  
- ✓ El estudiante por medio de las propuestas de trabajo planteadas en el LMS (Moodle), tiene acceso a cada una de las actividades y su desarrollo, permitiendo una evaluación más rápida, y el afianzamiento de conceptos por parte del estudiante de ser necesario.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

Ausubel. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers.

Cataldi, Chiarenza, Dominighini, & Lage. (2011). *Enseñando química con TICs: Propuesta de evaluación laboratorios virtuales de química (LVQs)*. Congreso Internacional EDUTEC. Evaluación de experiencia innovadora con el uso de las TIC. EDUTEC, México. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19937/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19937/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Chiarenza, D. (2011). *Las TIC en la enseñanza de la química: Laboratorios virtuales* (Tesis de licenciatura en tecnología educativa). Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [http://issuu.com/diegochiarenza/docs/tesina\\_laboratorios\\_virtuales\\_de\\_qu\\_mica](http://issuu.com/diegochiarenza/docs/tesina_laboratorios_virtuales_de_qu_mica)

Cruz Pallares, K. A., Frías Zapata, A. J., Pacheco Ríos, C. M. & Valenzuela Muñiz, V. (2011). *El laboratorio Virtual: un recurso efectivo de aprendizaje efectivo en escuelas secundarias del medio rural*. Recuperado de [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area\\_07/0918.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_07/0918.pdf)

De la Riestra, R. (2010). *Tecnologías y educación, aprendizajes colectivos*, Universidad Nacional del Rosario, Recuperado de <http://www.unr.edu.ar/noticia/2763/tecnologias-y-educacion-aprendizajes-colectivos>

Frawley, W. (1997). *Vygotsky and cognitive science: Language and the unification of the social and computational mind*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos14/cognitivismo/cognitivismo.shtml>

Gámiz, V. (2009). *Entornos virtuales para la formación práctica de estudiantes de educación: implementación, experimentación y evaluación de la plataforma Aula web* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España. Recuperado de <http://hera.ugr.es/tesisugr/1850436x.pdf>

Gómez Mendoza, M. A. (2011). *Pedagogía: Definición, métodos y modelos*. Revista No 26. Revista Ciencias Humanas, Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <http://www.utp.edu.co/~chumanas/revistas/revistas/rev26/gomez.htm>

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y. Cornell University Press

Idrovo, M. (2009). *Docencia con el uso de tecnología en el aula. Plan para la implementación de las tics como soporte en la asignatura de química en el Colegio Sudamericano de Cuenca* (Tesis en diplomado). Universidad Tecnológica de Israel, Cuenca Ecuador. Recuperado de <http://www.slideshare.net/marcelaidrovo/plan-actividades-tics-para-quimica>

ISO/IEC 25010. (2011). *Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models*.

Johns Hopkins University. (1997). *Virtual Hand Laboratory*. Recuperado de: <http://www.cs.ubc.ca/nest/magic/projects/hands/home>

Johnston W., Nip W., Logan C. (2005). *LBL Whole Frog Project Summary*. Recuperado de: <http://froggy.lbl.gov/papers/Reports/LBL.32476.html>

Laboratorio de la junta de Andalucía. Recuperado de: [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_fyq/laboratorio/laboratorio%20quimica.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_fyq/laboratorio/laboratorio%20quimica.htm)

Laboratorio PhET, Recuperado de: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>, <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry/general>

Hurtado Fernández. S. (abril 2015) [Web blog post]. Tomado de:  
<http://labovirtual.blogspot.com/>

Marqués, Perez. (1999). *La investigación en tecnología educativa. Metodologías de investigación en tecnología educativa* [En red] disponible en:  
<http://peremarques.pangea.org/uabinvte.htm>.

Martínez Martínez, P. IES Infanta Elena (Jumilla), *Química de Bachillerato y Laboratorios Virtuales*. Recuperado de  
[http://murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/37\\_quimica\\_laboratorios\\_virtuales.pdf](http://murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/37_quimica_laboratorios_virtuales.pdf)

Molina Jordá, J. Herramientas virtuales: *Laboratorios Virtuales para Ciencias Experimentales-una experiencia con la herramienta VCL*. Recuperado de  
<http://web.ua.es/va/ice/jornadas-redes/documentos/posters/245405.pdf>

Molina, José. (2012). *Herramientas virtuales: Laboratorios virtuales para ciencias experimentales-una experiencia con la herramienta VCL*. (Tesis) Universidad de Alicante, España. Recuperado de  
<http://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes/documentos/posters/245405.pdf>

Monge, Méndez, & Rivas. (2005). *Potencial de los laboratorios virtuales en la educación a distancia: lecciones aprendidas tras 10 años de implementación*. Recuperado de  
<http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1309/1/2005-02-1919mongeLaboratoriosVirtuales.pdf>

Morales, M. (2012). *El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura de química de 2º de bachillerato* (Tesis de maestría). Universidad Internacional de la Rioja, Madrid. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/137>

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Ediciones Martinez Roca. Recuperado de  
<http://www.slideshare.net/pereyraurbanista/aprendiendo-a-aprender-novak-gowin>

Núñez Allendes, R. (2012). *Laboratorios virtuales para la enseñanza de la química, Informática Educativa – Pedagogía en Química y Biología*. Recuperado de <http://www.cs.ubc.ca/nest/magic/projects/hands/home>

Ramírez, J. (2011). *Importancia de las TIC: Ley de TIC*. Recuperado de <http://edutecno.org/2009/08/colombia-ley-de-tic-2009/>

Saavedra, A. (2011). *Diseño e implementación de ambientes virtuales de aprendizaje a través de la construcción de un curso virtual en la asignatura de química para estudiantes del grado 11 de la Institución Educativa José Asunción Silva municipio de Palmira, corregimiento de La Torre* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Recuperada de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6129/1/albaluciasaavedraabadia.2011.pdf>

Silver, L. M. (2008). *Mouse Genetics Concepts and Applications*. Oxford University Press. Recuperado de: <http://www.informatics.jax.org/silver/>

Vázquez Salas, C. (2009). *Laboratorios Virtuales*. Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1375>

Villar, F. Proyecto Docente, Psicología Evolutiva y Psicología Educativa. El enfoque constructivista de Piaget, cap 5.pag 106 – 107.Universidad de Barcelona. Recuperado de [http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap\\_05\\_piaget.pdf](http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_05_piaget.pdf)

Zahariev, M. (2003). *The Centre for Systems Science*, Simon Fraser University, Canadá. Recuperado de: <http://css.sfu.ca/sites/evhl/index.html>