

DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS DIDÁCTICOS A USAR EN
EL DISEÑO DE UN LABORATORIO VIRTUAL APROPIADO PARA LA
ENSEÑANZA DEL CONCEPTO REACCIÓN QUÍMICA

MARÍA VICTORIA SÁNCHEZ CASTRO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
BUENAVENTURA - VALLE
2013

DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS DIDÁCTICOS A USAR EN
EL DISEÑO DE UN LABORATORIO VIRTUAL APROPIADO PARA LA
ENSEÑANZA DEL CONCEPTO REACCIÓN QUÍMICA

MARÍA VICTORIA SÁNCHEZ CASTRO

Trabajo de grado de Investigación para optar al título de:
Licenciada En Educación Básica Con Énfasis En Ciencias Naturales Y
Educación Ambiental

Dirigido Por:
Milton Aníbal Luna Rojas Mg.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
BUENAVENTURA - VALLE
2013

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos profundos e intangibles a aquella energía universal, atómica y espiritual a la cual llamo Dios.

A mí atesorada madre María Rubiela Castro Cruz por siempre estar presta en ayudarme en todo, de ahí la razón de que este logro sea más de ella que mío, porque en tantas noches de desvelo, que sin duda fueron muchas, ella siempre estuvo allí. Por darme ejemplos dignos de superación y entrega. Por enseñarme a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mí adorado padre Jorge Sánchez Quintero por su apoyo incondicional, por creer en mis capacidades y apoyarme para ingresar a la universidad, por siempre manifestarse orgulloso de mí. Probablemente no saben que mi mayor orgullo es que ellos se sientan orgullosos.

A mi dulce y noble hermana Leidy Yohana Sánchez Castro que es y será mi mejor amiga, la razón por la que creo que el mejor regalo que le pueden obsequiar los padres a sus hijos, es un hermano/a.

A Rafael Flórez Duque por sus consejos, por ser un gran amigo, maestro e inspirador, por ser como mi segundo padre, por estar al tanto y apersonarse de mi proceso de formación. Por creer en mí proceso cuando más lo necesitaba; creo que es estupendo cuando ganas admiración de tus maestros a raíz de tu promedio, cuando las cosas van a tu favor, pero para mí definitivamente es más admirable cuando ven más allá de las cifras, más allá de lo aparente, cuando creen en ti aun más cuando las cosas no van a tu favor. Cuan agradecida estoy con él.

Así mismo, a mi tutor Milton Aníbal Luna, por tenerme paciencia (y mucha diría yo) con mis horarios a raíz de mis otras obligaciones y mis nuevos propósitos para mi vida, así mismo, por su disposición, motivación e inspiración para seguirme formando. Sus conocimientos, sus orientaciones, su persistencia, han sido fundamentales para mi formación. Me siento en deuda con él por todo lo recibido durante el lapso de tiempo que ha durado la elaboración de este trabajo de investigación.

A todos ellos y a las demás personas no enunciadas aquí, que a falta de espacio en estas líneas, se me impide mencionar en este momento, pero que de una u otra manera contribuyeron en mi proceso de formación. Les estoy infinitamente agradecida.

*“Para enseñar a los demás, primero has de hacer tú algo muy duro:
Has de enderezarte a ti mismo”. (Buda)*

CONTENIDO

pág.

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	11
1. ANTECEDENTES	13
2. SUSTENTACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. MARCO REFERENCIAL.....	29
4.1 DIDÁCTICA COMO DISCIPLINA DE CONOCIMIENTO.....	29
4.2 DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA.....	30
4.2.1 Organización O Selección De Contenidos En Química	31
4.2.2 Conceptos Estructurantes De Química.....	32
4.3 UNA MIRADA AL CORAZÓN DE LA QUÍMICA; LAS REACCIONES QUÍMICAS.....	34
4.4 PRÁCTICAS DE LABORATORIO	40
4.5 LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	41
4.2.3 Los Laboratorios Virtuales Como Alternativa Didáctica Para La Enseñanza De La Química.....	42
5. OBJETIVOS	48
5.1 GENERAL.....	48
5.2 ESPECÍFICOS.....	48
6. HIPOTESIS.....	49
7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
5.1 DISEÑO METODOLÓGICO	50
5.2 DESARROLLO FASES DEL DISEÑO METODOLÓGICO.....	52
7.2.1 Dificultades Didácticas En Las Prácticas De Laboratorio.....	53
7.2.2 Dificultades Didácticas De Los Laboratorios Virtuales.....	56
7.2.3 Dificultades En La Didáctica Del Concepto Estructurante Reacción Química	59

7.2.4 Aspectos Didácticos Para El Diseño Del Laboratorio Virtual Del Concepto Reacción Química	67
CONCLUSIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
ANEXOS.....	107

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Principales riesgos en las prácticas de laboratorio físico	30
Tabla 2. Algunas dificultades en el aprendizaje de la química	36
Tabla 3. Conceptos estructurantes en química	37
Tabla 4. Tipos de reacciones químicas	41
Tabla 5. Fragmento algunas de las dificultades en el aprendizaje de la química	58
Tabla 6. Algunas ideas de los estudiantes sobre la conservación de la materia	67
Tabla 7. Algunas dificultades para la comprensión de equilibrio químico	67
Tabla 8. Algunas de las principales aplicaciones cuantitativas de la química en la educación secundaria	71
Tabla 9. Algunos procedimientos para el aprendizaje de la química	79
Tabla 10. Aspectos a tener en cuenta en la evaluación de software educativo Marqués (2001)	85
Tabla 11. Fragmento características resaltantes de la ficha de evaluación de GITE	86
Tabla 12. Característica Pedagógica de la ficha de evaluación de software de Soto y Gómez (2002)	87
Tabla 13. Dimensión pedagógica en la evaluación de los laboratorios virtuales	88
Tabla 14. Plantilla Evaluación Aspectos Didácticos Del Laboratorio Virtual De Reacciones Químicas	91
Tabla 15. Adecuación para el uso del material en procesos formativos	94
Tabla 16. Calidad del material para procesos formativos	94

LISTA DE IMAGENES

	pág.
Imagen 1. Metodología descrita para el desarrollo del proceso investigativo del Laboratorio de Química.	41
Imagen 2. Estructura de una ecuación química	42
Imagen 3. Reacción entre el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno	43
Imagen 4. Colisión del nitrógeno y el oxígeno	43
Imagen 5. Colisión de nitrógeno y carbono	44
Imagen 6. Complejo activado de una reacción química	50
Imagen 7. Construcción de los aspectos didácticos para la enseñanza del concepto reacción química mediante un laboratorio virtual	55
Imagen 8. Bosquejo visualización del problema cualitativo en el laboratorio virtual	75

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Acopio Bibliografía Básica Sobre El Tema	105
Anexo B. Delimitación Del Tema: Referentes Literarios	106
Anexo C. Ficha bibliográfica: TIC en educación en química	107
Anexo D. Ficha bibliográfica: Ideas previas de los estudiantes	107
Anexo E. Ficha bibliográfica: Aprender y enseñar ciencia	108
Anexo F. Ficha bibliográfica: Las TICs en la enseñanza de la química	108
Anexo G. Ficha bibliográfica: Didáctica de la química y TICs	109
Anexo H. Ficha hemerográfica: Propuesta para diseñar guías abiertas de laboratorio	110
Anexo I. Ficha hemerográfica: Orientación prácticas de Laboratorio	110
Anexo J. Ficha hemerográfica: Enfoque critico del trabajo de laboratorio	111
Anexo K. Ficha hemerográfica: La reacción química	111
Anexo L. Ficha hemerográfica: Química cotidiana	112

RESUMEN

Las prácticas de laboratorio revisten gran importancia ya que permiten desarrollar habilidades en los estudiantes, así como complementar y afianzar la teoría abordada en clases, no obstante, sus prácticas mal abordadas y en ocasiones la carencia de prácticas de laboratorios en las aulas de clases han contribuido en el tan mencionado desinterés de los estudiantes hacia la ciencia (Cabero, 2007, Pozo y Gómez, 2001, Pumariño, 2003, entre otros). De ahí la necesidad de reestructurar las prácticas de laboratorio que se efectúan en la escuela ya sean físicas o mediante laboratorios virtuales los cuales pueden llegar a ser muy fructíferos en la medida en que los docentes contribuyan en su elaboración desde sus aportes didácticos ya que sin el concurso de profesionales en el área de la didáctica en el diseño de un laboratorio virtual en dicho medio didáctico subyacen teorías pedagógicas implícitas que pueden llegar a ser perjudiciales para el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación de un determinado concepto.

Por lo anterior, se presenta una investigación documental donde se formulan una serie de consideraciones didácticas a tener en cuenta a la hora de diseñar y elaborar un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje del concepto reacción química para estudiantes de grado decimo. Estas consideraciones surgen a partir de una revisión bibliográfica en donde se identificaron algunas falencias en las prácticas de laboratorio tradicional, los laboratorios virtuales, así como los problemas más comunes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las reacciones químicas enunciadas por autores como Hodson (1992; 1994), Pozo y Gómez (2001), Álvarez (2007), Del Carmen (2000), Gil Pérez y Valdés Castro (1996), Viafara (2000), Kind (2004), y Santilli (2009) entre otros.

PALABRAS CLAVES: aspectos didácticos, laboratorio virtual, reacciones químicas, concepto estructurante, práctica de laboratorio, software educativo, enseñanza de la química.

ABSTRACT

The labs are very important as they allow students to develop skills and to complement and reinforce the theory addressed in class, however, bad practices addressed and the lack sometimes of laboratories in the classroom have contributed to the disinterest of students towards science, as mentioned by several authors; Cabero (2007), Pozo and Gómez (2001), Pumarino (2003) among others. Hence the need to restructure, laboratory practices that take place in school, That means, physical or virtual labs they can be very fruitful to the extent that teachers contribute to its development from its educational contributions as without the professional competition in the area of teaching in the design of a virtual laboratory, in this teaching tool underlying, implicit pedagogical theories can become detrimental to the process of teaching, learning and assessment of a particular concept.

Therefore, here is a documentary research which presents a series of didactic considerations to keep in mind when developing a virtual laboratory for the teaching and learning of chemical reaction concept for tenth grade students, starting from the identification in the literature, of shortcomings in traditional labs, virtual labs, and the most common problems in the teaching-learning process and evaluation of chemical reactions as stated by authors Hodson (1992, 1994), Pozo and Gómez (2001), Alvarez (2007), Del Carmen (2000), Gil Perez and Castro Valdes (1996), Viafara (2000), Kind (2004), and Santilli (2009) among others.

KEYWORDS: didactic aspects, virtual laboratory, chemical reactions, structuring concept, lab, educational software, teaching chemistry.

INTRODUCCIÓN

La importancia de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias es innegable, a pesar de ser foco de una serie de críticas en torno a su eficacia, porque presuntamente no generan intereses en los estudiantes, y esto por el carácter que algunos docentes le han dado: cerrado, inflexible, determinado por recetas en donde el estudiante no tiene conocimientos que aportar, contribuyendo a reflejar imágenes distorsionadas acerca de la ciencia ¹(Fernández et al. 2002)

Así, en la literatura se encuentra gran cantidad de trabajos en donde se abordan críticas en torno a las prácticas de laboratorio, destacándose Álvarez (2007), quien afirma que *“entre las críticas realizadas, los especialistas han considerado que el trabajo de laboratorio es una pérdida de tiempo y de recursos”*, o como manifiesta Claxton (1994 cit. por Álvarez, 2007) las prácticas de laboratorio no conducen a una mayor comprensión de las ciencias ni a un mayor entusiasmo por ellas. Lo anterior es el producto de una práctica docente “desenfocada”, resultado de (entre otros aspectos) la desactualización científica, pedagógica y tecnológica docente. Por ello, es notoria la problemática de las prácticas de laboratorio mal abordadas y la necesidad de cambiar esta realidad.

En este orden de ideas, es necesario destacar la importancia de las prácticas de laboratorio para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, resaltada por autores como Del Carmen (2000) para ello éstas prácticas deben reenfocarse de una forma más consciente, dicha realidad no es ajena a las prácticas de los laboratorios virtuales. Por ello, este trabajo representa una serie de consideraciones de orden didáctico a tener en cuenta en el futuro diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza del concepto reacciones químicas (RQ) para el grado decimo de la educación media vocacional, ya que entre otros aspectos, se busca integrar las TIC a las prácticas educativas (Viafara, 2000; González et al. 2005; Alejandro y Perdomo, 2009), como medios de gran utilidad para facilitar el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, en particular, como se ha indicado, de las reacciones químicas, todo esto de una manera consciente, con una planeación didáctica explícita para que no se continúen elaborando laboratorios virtuales en los que no se tiene en cuenta supuestos didácticos claros (Clark y Sugrue, 1988 cit. Cabero, 1999; Viafara, 2000; Nagel, 2002 cit. González et al., 2005).

¹Ciencia elitista e individualista, acumulativa, de crecimiento lineal, descontextualizada (aislada del contexto en el que se encuentra, ignora las relaciones CTSA; ciencia, tecnología, sociedad y ambiente), empiro-inductivista, atórica, rígida, algorítmica e infalible, aproblemática, cerrada, ahistórica, y/o exclusivamente analítica.

Así las cosas, se presenta una investigación documental que se fundamenta en la revisión literaria de autores como Hodson (1994), Viafara (2000), Alejandro et al. (2009), Del Carmen (2000), Gil (1993),(1996), Kind (2004), y Santilli (2009) entre otros, haciendo especial énfasis en las críticas que estos formulan a las prácticas de laboratorio (ya sean laboratorios físicos o virtuales) y las problemáticas más comunes en el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto reacción química, para posteriormente formular aspectos didácticos que se puedan contemplar en el diseño de un laboratorio virtual cuyo requisito principal es que representen una alternativa de solución al compendio de problemáticas enunciadas por los autores revisados.

Por lo tanto, se busca identificar de forma documental los aspectos didácticos necesarios a tener en cuenta en el diseño didáctico de un laboratorio virtual, para que contribuya a la construcción del conocimiento científico escolar en los estudiantes en torno al concepto estructurante “reacción química”.

1. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta que el problema implícito en este trabajo es el desinterés de los estudiantes hacia las ciencias (haciendo énfasis en la química), a este respecto, algunos autores (Gil, 1991 cit. por Solbes et al., 2001; Hodson, 1994; Moreno y Waldegg, 1998; Solbes et al., 2001; Cárdenes et al., 2007; Informe ROCARD, 2007 Cit. por Cárdenes et al., 2007 y Vázquez, 2009) atribuyen dicho desinterés a los métodos inadecuados y poco planeados llevados a cabo en la enseñanza incluyendo las prácticas de laboratorio. Reconociendo estas críticas, se recurre a la literatura en busca de posibles soluciones para resolver el problema que subyace en las prácticas de laboratorio, a partir de la pregunta orientadora ¿Cuál es el trabajo adecuado que se debe promover en las prácticas de laboratorio?

Para ello se tiene en cuenta lo planteado por Gil y Valdés (1996) quienes manifiestan que: *“Si los docentes quieren avanzar realmente en la transformación de las prácticas de laboratorio, es necesario analizar cuidadosamente las propuestas concretas, llevarlas al aula y contrastar su validez, como han comenzado a hacer diversos autores”* (pág. 156).

Después de haber revisado en la literatura, se encontró que existen gran cantidad de trabajos en torno a la implementación de las tecnologías de información y comunicación en la enseñanza de las ciencias, tales como laboratorios virtuales o programas educativos (Cabero, 1999; Viafara, 2000; González et al., 2005; Cárdenes et al., 2007; Vázquez, 2009; Alejandro y Perdomo, 2009). Dicha cantidad de trabajos se eleva significativamente a la hora de hablar de las prácticas de laboratorio de física, puesto que en la revisión literaria realizada no se encontró trabajos de carácter investigativos en torno a laboratorios virtuales del concepto reacción química

Las prácticas de laboratorio son de gran importancia para la formación integral de los estudiantes. Estas, de acuerdo con Gil (1993) constituyen un elemento importante del proceso integral de construcción del conocimiento científico (Gil y Valdés, 1996; Alejandro y Perdomo, 2009).

Por lo anterior, en el siguiente apartado se enuncian trabajos en torno a estos dos aspectos (Prácticas de laboratorio y las TIC haciendo énfasis en “laboratorios Virtuales”):

En primer lugar, Hodson (1994) se cuestiona en torno a cuáles son los beneficios educativos de los trabajos prácticos de laboratorio y cómo se usan éstos en la educación en ciencias. Para ello trae a colación una serie de investigaciones que se han realizado en torno a los trabajos prácticos de laboratorio para realizar un

examen crítico del papel y de los supuestos beneficios educativos que pueden derivarse de éstos. En ese sentido el autor plantea el carácter que se le ha dado a las prácticas de laboratorio, las ideologías erróneas en torno a lo que se busca con los estudiantes al realizar prácticas de laboratorio que no es precisamente que estos adquieran habilidades y destrezas como generalmente se piensa. Aborda el cómo las prácticas de laboratorio son concebidas empíricamente como el medio eficaz para adquirir conocimientos científicos, lo cual es refutado en este trabajo, así como las actitudes científicas las cuales han sido estereotipadas generando visiones deformadas de los científicos y haciendo que los estudiantes no comprenden la naturaleza de la investigación científica y cuando llevan a cabo prácticas de laboratorio pocas veces comprenden realmente el sentido de lo que hace, es decir simplemente se limitan a seguir recetas y a esperar resultados.

Las prácticas de laboratorio tal como se lleva a cabo en la actualidad, plantean determinadas barreras innecesarias que dificultan el aprendizaje con demasiadas interferencias. Muchas de estas dificultades son generadas por la forma irreflexiva con la que son usados los laboratorios, porque los diseñadores de planes de estudio y profesores no se detienen a reflexionar de forma consciente en torno a estos trabajos prácticos para que sean bien concebidas, sin confusiones para el estudiante y que sean relevantes tanto educativamente como para su vida cotidiana. Por lo anterior el autor propone que se debe enseñar solo aquellas destrezas que resulten útiles para la enseñanza posterior es decir no enseñar cosas innecesarias y darle prioridad a unos temas sobre otros más importantes para la vida del estudiante.

Así mismo propone un enfoque alternativo para el trabajo de laboratorio, el cual comprende:

- 1) Procurar oportunidades enfocadas a que los estudiantes exploren la capacidad que tienen en un momento concreto de comprender y evaluar la firmeza de sus modelos y teorías para alcanzar los objetivos de la ciencia.
- 2) Ofrecer estímulos adecuados para el desarrollo y el cambio. Este enfoque parece constar de cuatro pasos principales:
 1. Identificar las ideas y los puntos de vista de los niños
 2. Diseñar estímulos para explorar tales ideas y puntos de vista
 3. Ofrecer estímulos para que los alumnos desarrollen, y posiblemente modifiquen, sus ideas y puntos de vista
 4. Apoyar los intentos de los alumnos de volver a pensar y reelaborar sus ideas y puntos de vista.

Un segundo aporte bibliográfico hace referencia a la razón por la cual las prácticas de enseñanza de química no generan tantos intereses en los estudiantes como lo desearía cualquier docente, es así como Moreno y Waldegg (1998) en su trabajo en torno a cuáles son las alternativas a las concepciones mecanicistas de los estudiantes, afirman que las concepciones sobre la ciencia que tiene el educador modelan y modulan sus prácticas pedagógicas. Estas concepciones son, con

frecuencia, implícitas y por tanto se requieren los esfuerzos necesarios, con los métodos adecuados, para hacer conciencia de sus concepciones y sus efectos en la enseñanza, así como para identificar las posibles causas de los fracasos de sus alumnos. De ahí que resulte importante la toma de conciencia, por parte del educador, de sus convicciones sobre la naturaleza del conocimiento científico, sobre cómo se genera éste, sobre las relaciones entre el conocimiento y la realidad y entre las distintas manifestaciones del saber científico, de modo que el educador pueda emplear, de manera explícita, estas ideas en el diseño de su acción pedagógica (en este caso el diseño de un laboratorio virtual). Para ello los autores proponen tener en cuenta el conocimiento científico y la interacción continua con el sistema educativo y con los actores (estudiantes y maestros) del proceso ya que si bien el conocimiento científico es necesario, no es suficiente para la caracterización de una disciplina cuyo objeto de estudio es la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y no la ciencia misma. Es decir, este artículo aporta una directriz en el sentido de que el docente antes de empezar a diseñar una propuesta educativa de la naturaleza que sea, debería hacer consciente los principios que concibe.

Álvarez (2007) presenta un artículo acerca de cómo les gustaría a los estudiantes que fueran los trabajos prácticos (T.P.) que se realizan en sus clases de biología, qué críticas les formulan, qué modalidad de T.P les parece más interesante y cuál menos (Las prácticas de verificación de teoría o las prácticas de investigación). Para ello parten del principio de que conocer el punto de vista de los alumnos contribuye a comprender y mejorar la enseñanza en virtud de su utilidad como indicador de la enseñanza que recibe y como punto de partida para diseñar formas de enseñanza que promuevan el aprendizaje en las aulas. Para encontrar respuestas Álvarez utilizó un procedimiento de recolección de datos, enmarcado en el "método clínico-crítico" piagetiano, constituido por un doble instrumento: a) entrevista verbal, integrada por 15 preguntas iniciales, que podían variarse, en función de las respuestas obtenidas y b) tarea de selección de tarjetas de situaciones didácticas y su cuestionario, las cuales constituyen instrumentos originales diseñados para esta investigación. Estos se aplicaron a cada estudiante entrevistado (de los 20 seleccionados al azar) en una única sesión de 70 a 90 minutos de duración. Los resultados muestran que el 70% de los estudiantes expresan sus críticas a los T.P. y el 30% restante manifiesta conformidad con los T.P. que realizan. Además en sus opiniones se refleja; el escaso desafío intelectual que revisten estas actividades en sus clases, la modalidad de trabajo pautado (receta) y la ausencia de la conexión de estos con la vida cotidiana de los estudiantes, lo cual les gustaría que cambiara.

Así mismo sugieren aumentar la frecuencia y el tiempo de trabajo, tener mayor autonomía en las prácticas, relacionar las estructuras biológicas con sus funciones, que los grupos de trabajo se conformen de manera homogénea, según el interés y el compromiso por el trabajo, reflexionar sobre el trabajo realizado, y

hacer salidas fuera de la institución escolar para la búsqueda de material que será analizado luego en el laboratorio.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario que se aborden temáticas relevantes para el estudiantado y se planifiquen trabajos prácticos que cumplan con esta característica pero que a su vez promuevan un pensamiento crítico en los estudiantes. A este respecto Tenreiro y Marques (2006) indagan el cómo promover el pensamiento crítico de los estudiantes a través de las prácticas de laboratorio. Para ello, proponen las actividades de laboratorio del Prever-Observar-Explicar-Reflexionar (P-O-E-R), de formato investigativo, para que los estudiantes construyan y reconstruyan su conocimiento científico de forma comprensiva, a la vez que desarrollan una visión sobre la naturaleza de la ciencia acorde con la perspectiva actualmente aceptada (perspectiva constructivista, o más recientemente socio-constructivista). Las actividades P-O-E-R proporcionan oportunidades para que los estudiantes usen capacidades de pensamiento crítico a medida que interactúan con conocimientos y metodologías científicas ya que exigen a los estudiantes la propuesta de estrategias para resolver problemas que se les coloquen, sin la ayuda de protocolos establecidos, para ello las actividades de laboratorio deben ser planeadas y exploradas adecuadamente y no limitarlas a simples demostraciones ilustrativas de la teoría. Esto implica que el docente debería considerar lo que la investigación reciente revela sobre la adquisición de conocimientos y el desarrollo de conceptos, principalmente el hecho de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los alumnos construyen y reconstruyen su comprensión a la luz de sus experiencias.

Para complementar los aportes citados anteriormente en torno al desinterés de los estudiantes hacia la ciencia y los trabajos prácticos de laboratorio, en segunda instancia se abordan los aportes de diversos autores, en torno a las TIC, enfatizando en los laboratorios virtuales, los cuales al igual que la mayoría de TIC han ido ganando prestigio como medio didáctico por generar interés en los estudiantes, no obstante es necesario resaltar el hecho de que éstos pueden o no contribuir en la construcción del conocimiento científico escolar, ya que de acuerdo con sus características pedagógicas su eficacia variará.

Así las cosas, Cabero (1999) propone establecer cuáles son las principales fuentes documentales para la investigación de los medios audiovisuales, informáticos y las denominadas TIC de la información y comunicación. Para ello describe varias posturas sobre los tipos de investigación en torno a las TIC de la información y la comunicación a las cuales caracteriza de forma diferente, porque cada una concreta un interés o aspecto específico. Éste trabajo hace reflexionar en torno la capacidad que tienen las herramientas tecnológicas para permitir la construcción del conocimiento científico escolar, ya que no todas estas herramientas por el simple hecho de ser tecnológicas, permiten dicha construcción del conocimiento, pues el que se dé o no este resultado dependerá de la perspectiva (que responde a un interés concreto) desde la que haya sido diseñada

la herramienta tecnológica. Esto es igualmente investigado por autores como; Viafara, 2000; Clark y Sugrue, 1988; Castaño, 1994; Gallego, 1996 y Cabero, 1994; 1999.

En este sentido, el presente trabajo se enfoca en la investigación “sobre” medios abordada por Salomón y Clark (1977) (cit. Cabero, 1999) la cual dirige su interés en el análisis de las características técnicas que debe tener los medios en relación con las características cognitivas de los estudiantes, éste es un aspecto que debe ser considerado con la importancia que amerita el proceso educativo: ¿cuál es la concepción de individuo?, ¿en qué contexto se desenvuelve?, ¿cuáles son sus expectativas?, ya que parte de las fallas consiste en suponer herramientas válidas para un ser universal al que no lo permea la cultura, lo cual es, cuando menos, una postura inocente, pues no se trata de una herramienta de amplio espectro como un paquete de oficina, sino una herramienta que invite al desarrollo de pensamiento crítico de tal forma que se permita el establecimiento de relaciones entre la herramienta tecnológica (en este caso los laboratorios virtuales) y las características cognitivas del receptor-constructor) para que haya un aprendizaje significativo y no instruccional.

Es necesario implementar las TIC en las prácticas educativas y estar a la vanguardia, pero ¿cómo hacerlo? Cabero (1999) afirma que pese a que en la actualidad, se está comenzando a tener conocimiento sobre el lenguaje sémico de los medios (herramientas tecnológicas) y sus posibilidades técnicas para la generación de elementos expresivos, sigue faltando conocimientos sobre aspectos centrales para las tareas docentes, las cuales son: ¿Cómo utilizarlos?, ¿Cómo integrarlos?, ¿Cómo diseñarlos?

A este respecto, el trabajo de Viafara (2000) sobre la línea de investigación de las TIC de la información y la comunicación en relación con las ciencias naturales, aborda las ventajas que tiene el implementar éstas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales en aras de una educación de calidad, ya que permiten al estudiante amplia interacción, aumentando la atención por parte de éstos hacia la temática a tratar, logrando, de esta forma, intervenir en el creciente desinterés de los estudiantes hacia la ciencia.

- Para ese fin, resalta la necesidad de que dichas herramientas tecnológicas sean diseñadas y utilizadas por los docentes (para este aspecto conviene que dicho diseño sea el resultado del concurso de un equipo interdisciplinar) desde una postura reflexiva y crítica donde se haga explícita una teoría pedagógica. Adicionalmente indica que una propuesta basada en las TIC, debe: ostrar los beneficios que ofrecen a los docentes, la utilización de las TIC, así como, el papel del docente ante estos nuevos recursos educativos, para poder elevar la educación nacional en las ciencias naturales.
- Permitir a los estudiantes amplia interacción con el medio didáctico.
- Tener gran cantidad de efectos audiovisuales que generen en los estudiantes concentración, aprovechando el interés que originan las TIC en la

juventud. A este respecto considero que los efectos logran llamar la atención pero no generan la concentración per se, este es un aspecto psicológico diferente, depende del individuo.

Vázquez (2009) se propone averiguar el por qué implementar laboratorios virtuales en las instituciones educativas, a la luz de sus ventajas y desventajas, Para ello el autor hace un compendio de una serie de laboratorios virtuales de química, física y biología, enfatizando en los beneficios y desventajas de cada uno.

Lo anterior, con el fin de que los docentes tengan en cuenta ciertos criterios a la hora de usar estas herramientas tecnológicas en sus clases, con lo que se resalta la necesidad de implementarlos por el requerimiento de actualizar las metodologías de enseñanza que imparten los docentes en concordancia con los avances tecnológicos actuales.

Cárdenes et al., (2007) dirigen su preocupación hacia qué puede hacer el profesorado de Química para intervenir en la problemática del desinterés de los estudiantes hacia esta materia ya que, de acuerdo con estos autores, dicho desinterés es generado por los métodos generalmente tradicionales de carácter no participativo y descontextualizado de la enseñanza en relación con la sociedad y la vida cotidiana de los estudiantes. Por ello los autores dan respuesta a esta problemática desde la didáctica de las ciencias, ya que si es en este marco donde se ha generado dicho desinterés parece obvio revisar los métodos que se están empleando en las aulas de clase para proponer unos nuevos que no incidan en estos errores.

En este sentido plantean una propuesta basada en el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación orientada por problemas relevantes, incluyendo; contenidos CTSA y estrategias de aprendizaje basadas en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), a partir de ejemplificaciones, diseñadas en presentación magnética, que contiene un módulo teórico, una secuencia de actividades de aprendizaje y evaluación (utilizando como instrumento cuestionarios tipo KPSI) y diferentes recursos didácticos: simulaciones interactivas en flash, audios, vídeos, Hot Potatoes, Web Quest, entre otros, que utilizan con sus estudiantes sobre todo en los casos en que la experimentación real no es posible, haciendo énfasis en una enseñanza contextualizada, que sea relevante para la vida de los estudiantes, donde se relacionen conceptos básicos, que generalmente son abstractos, con situaciones de la vida cotidiana para aumentar la motivación de los estudiantes, tratando aspectos que relacionen la química con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, (Vilches y Gil, 2003 cit. Cárdenes et al., 2007).

Los resultados muestran que la inclusión de las CTSA y las TIC mejoran la imagen de la ciencia y la de los científicos permitiendo relacionar la química con la vida cotidiana y el entorno, lo cual es un factor motivacional para los estudiantes ya que estos sienten mayor interés y por ello tienen mejor disposición hacia la química

cuando se abordan temáticas con enunciados referentes a los problemas relevantes de su vida cotidiana.

En el trabajo de Sierra et al. (2009) se aborda el cómo lograr que el alumnado del departamento de química analítica de los primeros cursos de química, ingeniería química, ciencias ambientales y farmacia sean capaces de interrelacionar los aspectos teóricos y prácticos de diversos procesos analíticos mediante el uso de laboratorios virtuales en las sesiones prácticas. Para ello proponen la aplicación de un modelo didáctico en el que se planifican y diseñan una serie de clases prácticas implementando laboratorios virtuales y aplicando las *actividades académicamente dirigidas* (AAD) donde se llevan a cabo algunos procesos analíticos básicos, que se concretan en la resolución de algunos problemas abiertos donde realizan cada trabajo práctico como en el laboratorio real pero de una forma más integral en la que al mismo tiempo relacionen la teoría y la práctica, cada una de estas prácticas los estudiantes las llevan a cabo en parejas. Una vez concluidas todas las sesiones prácticas con el laboratorio virtual, los resultados de los cuestionarios fueron analizados estadísticamente con objeto de valorar los aprendizajes alcanzados e identificar los aspectos mejorables del software.

En este trabajo se resalta la importancia de aplicar los laboratorios virtuales para orientar la atención de la actividad cognitiva de los estudiantes y para que sean utilizados antes de ir a los laboratorios reales ya que facilitan la conexión entre teoría y práctica y facilitan el aprendizaje (Martínez-Jiménez et al., 2003 cit. Sierra, 2009) constituyendo con esto un espacio intermedio entre lo concreto y lo abstracto, permitiendo al estudiantado la manipulación de modelos y el aprendizaje tanto de conocimiento conceptual, procedimental como actitudinal (Sierra et al., 2007 cit. Sierra et al., 2009) lo cual es muy necesario por la dificultad de los estudiantes para alcanzar aprendizajes significativos que, de acuerdo con estos autores, se deben a las persistentes concepciones alternativas que, en última instancia, obligan a los estudiantes a memorizar lo que deberían comprender e integrar cognitivamente a sus estructuras mentales.

Alejandro y Perdomo (2009) se proponen en primer lugar plantear la utilidad de la implementación de laboratorios virtuales en las clases de física, haciendo énfasis en sus ventajas y en un segundo lugar se preocupan por el cómo hacer que el estudiante interactúe de forma consciente con un laboratorio virtual acercando este trabajo práctico al de un laboratorio real, mediante la práctica “Interferencia de la luz”. Para ello, los autores colocan a prueba una simulación que forma parte de una práctica de laboratorio virtual; la cual incluye las orientaciones de cómo manipular el applet² y las tareas que deben desarrollar los estudiantes: situaciones no acotadas, de enunciado abierto y por lo general, de naturaleza cualitativa lo

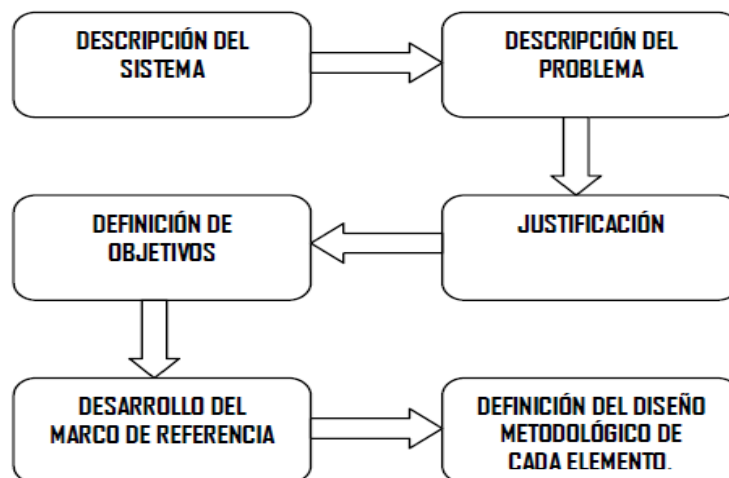
² En términos generales los applet son aplicaciones Java que se ejecutan dentro de un navegador web, por lo general como parte de una página web. Al respecto que nos atañe, un Applet es una escena interactiva que sirven de ayuda a la enseñanza y el aprendizaje de alguna disciplina. Pero generalmente necesitan del complemento de una serie de preguntas que oriente y dirija la atención de los estudiantes en una determinada dirección.

cual permite que los estudiantes interactúen de forma consciente con el laboratorio virtual ya que de acuerdo con Alejandro, Ruiz y García (2003 cit. Alejandro y Perdomo, 2009) estas situaciones favorecen el aprendizaje generando actitudes útiles y prácticas en los estudiantes, familiarizándolos con aspectos de la metodología de la investigación en las ciencias y contribuyendo al desarrollo de una percepción más integral de la realidad circundante, por parte de ellos. Esta simulación cuenta con la singular característica de que está programada para permitir visualizar adecuadamente el patrón de interferencia que se obtiene con el dispositivo de Young de la doble abertura el cual se utiliza tradicionalmente en los laboratorios reales para este tema.

Luengas et ál. (2009a) en su propuesta de laboratorio Virtual de química soportado en un dispositivo electrónico de interacción, resalta la relevancia que representa la inclusión de las NTIC al ámbito educativo por el uso en demasía en todos los ámbitos sociales actuales, por ello, proponen el diseño del laboratorio en cuestión, explicitando la combinación de varias metodologías para su diseño y desarrollo: una para el desarrollo del proceso investigativo y la otra para el diseño e implementación del dispositivo de interacción, una para el sistema de comunicación y una para el diseño y desarrollo del mundo virtual.

Para fines de este trabajo solo se tomará como referencia la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo del proceso investigativo (véase, Imagen 1) en la citada metodología, como se puede observar, se abordan aspectos de orden técnicos pero en ningún momento se explicitan, aspectos didácticos bajo los cuales se fundamentará dicho laboratorio virtual, ni siquiera se contemplan, de ahí la importancia de que los laboratorios virtuales se diseñen en concurso de ingenieros y docentes, donde cada cual aporte desde su campo de estudio para lograr de esta manera productos más completos y más eficaces.

Imagen 1. Metodología descrita para el desarrollo del proceso investigativo del Laboratorio de Química.



Fuente: Luengas et ál. (2009) pág. 3

En una primera instancia se podría pensar que en el cuadro “Desarrollo del marco de referencia” y/o en el de “definición del diseño metodológico de cada elemento” se podría estar haciendo referencia a la didáctica que fundamentaría dicho laboratorio, sin embargo no es así, ya que cada uno de los cuadros mencionados hacen referencia de forma textual a:

- *Desarrollo del marco de referencia, construcción del conocimiento previo, revisión de las estructuras teóricas y experiencias existentes mundialmente.* (Luengas et al. 2009 pág. 3).
- *Definición del diseño metodológico de cada elemento, la ejecución del proyecto se lleva a cabo en tres fases: construcción del dispositivo de interacción, diseño del sistema de comunicación y la interface del software que contiene el mundo virtual del laboratorio* (Luengas et al. 2009 pág. 3).

Por otra parte, dicha propuesta de laboratorio virtual es muy llamativa en lo que a la tecnología empleada se refiere, usa tecnología en 3D lo que sin duda alguna sería de gran impacto para los estudiantes, sumado a eso se le reconoce su valor por ser uno de las escasas propuestas de laboratorio virtual de química existentes ya que estos son muy escasos comparados con los laboratorios de física y biología, donde los de física abundan y la disponibilidad de los de biología es intermedio con respecto a los de física y química (Monge-Nájera et ál., 2003).

De los anteriores antecedentes se identificaron los siguientes problemas: Primero, los autores que hablan del cómo se puede orientar el trabajo en los laboratorios, para que se permita la construcción del conocimiento científico escolar por parte de los estudiantes, donde éste desarrolle habilidades reflexivas, críticas y se relacione con las destrezas propias de los trabajos prácticos, no obstante no llevan estas propuestas a la práctica, y segundo, las propuestas que incluyen las TIC las cuales por lo general han sido aplicadas, aunque describen uno que otro aspecto que se debería tener en cuenta para el trabajo adecuado y fructífero en los laboratorios, algunos caen en errores mencionados por los autores que abordan las prácticas de laboratorio, errores tales como el no explicitar una teoría pedagógica pese a ser materiales diseñados para educar, o no tener en cuenta la vida cotidiana en el diseño de estos como principal fuente de interés para los estudiantes (exceptuando el trabajo de Cárdenes et al. (2007) que si lo tiene en cuenta).

2. SUSTENTACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años ha sido notorio el desinterés de los estudiantes hacia la química, debido principalmente a la propia enseñanza (Solbes et al., 2001). Prueba de ello es el informe de ROCARD (2007, Cit. por Cárdenes et al., 2007) el cual afirma que:

En los últimos años se constata una disminución alarmante del número de estudiantes que escoge la opción de ciencias en la ESO³, y en el bachillerato sólo elige Química alrededor de un 3.5% del alumnado. Esto se debe a que los estudiantes señalan que la enseñanza de la química está aislada de la sociedad, así como de la vida cotidiana y que el método de enseñanza utilizado mayoritariamente por el profesorado, que se basa en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados (metodología tradicional), es aburrido y poco participativo (...). (Pág. 1)

El quehacer pedagógico exige intervenir en dicho desinterés, y sí se identifica, al igual que Viafara (2000), las TIC como herramientas que llaman la atención de los estudiantes, basta cuestionarse el cómo se pueden utilizar para enseñar química, concretamente para la enseñanza del concepto estructurante reacción química. Aprovechando que brindan la posibilidad de simular y manipular situaciones reales y no reales⁴ (Viafara, 2000) tal es el caso del “Laboratorio Virtual” que proporciona al estudiante la posibilidad de observar y analizar múltiples situaciones para una misma práctica (...), además, como lo afirman Alejandro y Perdomo (2009), las prácticas de laboratorios virtuales no solo salva el déficit de equipamiento real para realizar estas actividades, sino que también permite que un mayor número de estudiantes puedan acceder y realizarlas simultáneamente, en el momento que mejor les convengan, sin tener que asistir al local del laboratorio en el horario laborable.

Por lo tanto los programas de laboratorios virtuales pueden permitir al docente “crear” (el énfasis es añadido) un enfoque constructivista del aprendizaje donde los estudiantes puedan contrastar sus hipótesis a través de una experiencia virtual. Es así como, la implementación de laboratorios virtuales muestran la existencia de aquellas otras alternativas válidas de las que hablaba Hodson (1994) para abordar prácticas de laboratorio diferentes a las realizadas de forma tradicional en los laboratorio físicos en las clases.

³ La Educación Sistemática Obligatoria o ESO es el sistema que rige la enseñanza secundaria en España

⁴ Entiéndase como situación real las llevadas a cabo en cualquier práctica en el laboratorio donde se pueden manipular ciertos fenómenos y reactivos, no obstante en ocasiones algunos fenómenos no pueden ser manipulados o evidenciados por los estudiantes es a esto a lo que se hace referencia cuando se mencionan las situaciones no reales.

Ahora bien, si las TIC, en particular los laboratorios virtuales se constituyen en una alternativa para promover intereses en los estudiantes hacia las clases de química, cabe preguntarse cómo contribuyen en el mejoramiento de la enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto reacciones químicas en decimo grado y en la misma línea de discusión cuestionarse en torno a las características que debe tener un laboratorio virtual para que propicie aprendizajes significativos, sobre todo las características didácticas. ya que un laboratorio virtual por ser herramienta perteneciente a las TIC de la información y la comunicación, no implica que permita una construcción del conocimiento científico escolar, ya que se ha empezado a tener en cuenta que la construcción de conocimientos científicos tiene exigencias metodológicas y epistemológicas a las que es preciso prestar atención explícita, esto se plantea desde las posturas de autores como: Gil y Carrascosa 1985; Hashweh 1986; Duschl y Gitomer 1991; Wheatley 1991; citados por Gil y Valdés (1996); Hodson (1992) de ahí que no todos los laboratorios virtuales por el simple hecho de ser herramientas tecnológicas, permiten la construcción del conocimiento, ya que esta última cualidad dependerá de la fundamentación bajo la cual haya sido diseñada esta herramienta (Clark y Sugrues, 1988; Cabero, 1994; Castaño, 1994 y Gallego, 1996 Citados por Cabero, 1999; Viafara, 2000).

A este respecto existe una problemática de los laboratorios virtuales en la que el presente trabajo intenta intervenir y es que no están siendo pensados desde unos parámetros didácticos específicos y explícitos, ni mucho menos están siendo elaborados con el concurso de profesionales de la educación, por ello subyacen perspectivas pedagógicas no tan conscientes en sus diseños, que pueden afectar la eficacia del medio didáctico en cuestión. Por ello, cabe cuestionarse ¿Cuál es el trabajo adecuado que se debe promover en las prácticas de laboratorios virtuales? Y ¿bajo qué parámetros didácticos debe enfocarse su diseño?

Así las cosas, la presente investigación busca mostrar algunos aspectos de orden didácticos a tener en cuenta en el diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza de las reacciones químicas, demostrando con esto que se pueden realizar prácticas fundamentadas en los laboratorios virtuales, sin que carezcan de valor educativo real.

Con el fin de precisar el problema de investigación, que se quiere resolver con éste planteamiento, la cuestión principal que plantea éste estudio es la siguiente:

¿Qué aspectos didácticos se deben tener en cuenta para el diseño de un laboratorio virtual de reacciones químicas entendidas como concepto estructurante?

3. JUSTIFICACIÓN

Los trabajos experimentales revisten gran interés desde el punto de vista educativo, en este sentido, la intención de este trabajo es ofrecer una propuesta específica acerca de: la enseñanza de la química implementando las TIC, la cual consiste en determinar los aspectos didácticos que deben tenerse en cuenta al momento de diseñar un laboratorio virtual para la enseñanza de las RQ como concepto estructurante

Dicho planteamiento aborda uno de los problemas de análisis propios de la línea de investigación; “Las TIC de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales” concretamente, el cómo integrar las TIC al campo educativo, en propuestas concretas de aplicación en el aula (Viafara, 2000) y qué características debe tener esta propuesta para que le permita al estudiante la construcción del conocimiento científico escolar.

Así las cosas, el problema de la presente investigación, se justifica por los siguientes elementos;

La necesidad de ofrecer soluciones viables a la excusa de la ausencia de espacios físicos acondicionados para las prácticas de laboratorio, que aparecen como un impedimento para la realización de trabajos prácticos fundamentados en las clases de ciencias. A pesar de que, se puede decir (sin generalizar) que en muchas instituciones educativas de Colombia, es notoria la falta de laboratorios de ciencias y/o la deficiencia en materiales en algunas instituciones que cuentan con ellos, la ausencia de laboratorios físicos no debe ser una excusa para dejar de realizar trabajos prácticos en las clases, y es por ello que parte del problema de esta investigación refleja la necesidad de mostrar la inconsistencia de esta excusa, y con ello derogar la suposición general de que *“el trabajo práctico equivale necesariamente a trabajar sobre un banco de laboratorio y que este tipo de trabajo siempre incluye la experimentación”* (Hodson, 1988 cit. Hodson, 1994). Pues, el hecho de que los laboratorios sean de gran utilidad cuando son usados para realizar trabajos prácticos bien orientados con los estudiantes, no implica que el no contar con uno en la institución educativa en la que se labora sea motivo para dejar de lado los trabajos prácticos en el aula de clase. Que revisten gran importancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las ciencias destacado insistentemente por autores tales como; Harlem, 1989; Reid y Hodson, 1993; Claxton, 1994 (citados por Del Carmen, 2000).

Las TIC, son herramientas de amplio uso, de gran cobertura y de gran utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación de las ciencias, porque permiten amplia interacción con el estudiante con medios didácticos interesantes para los educandos, facilitando de esta manera el aprendizaje (dependiendo de la

forma como haya sido diseñada la herramienta, esta puede propiciar aprendizajes memorísticos o significativos). En consonancia con el comentario anterior es necesario incorporar las TIC en las prácticas educativas, lo cual se justifica, por ser éstas generadoras de interés en los estudiantes y por proporcionar ayuda a los docentes como un medio o un recurso utilizable en el intento de mejorar la educación en nuestro país, debido a que brinda alternativas de solución a problemas de orden didáctico que enfrentan los docentes a diario en sus aulas de clase y facilita el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias (Viafara, 2000; González et al., 2005, Cárdenes et al., 2007; Vázquez, 2009). Así las cosas, esta investigación es relevante en el marco de lo planteado por autores como Cabero (1999) quien manifiesta que la investigación en medios audiovisuales, informáticos y TIC aplicados a la enseñanza, ha sido una parcela poco desarrollada, ya que los intereses se han dirigido fundamentalmente hacia los aspectos técnicos y estéticos, a la producción y organización de los mensajes, mas no a aspectos que atañen a la implementación de las TIC en la educación, lo cual justifica a su vez el siguiente ítem.

Un buen número de diseñadores de software educativos (para fines de este trabajo, diseñadores de laboratorios virtuales) se han limitado a diseñar elementos llamativos visualmente, es decir se han preocupado principalmente por aspectos técnicos y estéticos como lo señala Cabero (1999) esta afirmación desde luego no pretende soslayar los aportes de la ingeniería de software, la usabilidad y el diseño gráfico, no obstante, es necesario traer a colación que la mayoría de los citados desarrolladores software no se han preocupado por diseñar productos fundamentados en aspectos didácticos, pese a ser materiales diseñados con el propósito de educar, (Viafara, 2000; Cabero, 1999; González et al., 2005) y que por ende debería explicitar en su diseño y actividades propuestas en los laboratorios virtuales; una teoría de cómo aprende el estudiante, el tipo de hombre que se desea formar, el modelo de sociedad, la forma de presentar los contenidos, entre otros aspectos que comprenden una teoría pedagógica.

Lo anterior es de primordial consideración puesto, si bien en las propuestas de laboratorios virtuales existentes en el mercado hay de fondo una teoría implícita, el problema es que desde el punto de vista de los adelantos pedagógicos se ha quedado rezagada, además sería mejor explicitar la concepción pedagógica que justifica una propuesta destinada a la enseñanza. Lo anterior, se puede constatar en propuestas actuales de diseño de laboratorios virtuales muy novedosos tecnológicamente, pero diseñados con escasa fundamentación didáctica, por citar un ejemplo de los muchos existentes, el laboratorio virtual de química soportado en un dispositivo electrónico de Interacción propuesto por Luengas et ál. (2009a, 2009b), en el que no se escatiman detalles para el diseño del citado laboratorio virtual, que por su interfaz sin duda llama la atención, no obstante, a lo largo de su diseño se obvian los supuestos didácticos desde el se desarrolla, que sin duda no es que carezca de ellos, sino que no los explicita, lo cual dificulta una implementación en el aula de clases de forma reflexiva y consciente por parte del

docente, ya que este no se vieron vinculados sus conocimientos pedagógicos en el diseño de la citada herramienta. Con lo anterior, no se pretende afirmar que todas las TIC educativas deben ser diseñadas en concurso del docente que las va a utilizar, pero si al menos que estas sean diseñadas en concurso con algún profesional de la educación, porque desde que se inicio la implementación de las TIC en el ámbito educativo, la mayoría de software educativos están siendo diseñados y desarrollados por ingenieros para que los usen los docentes y estudiantes.

Precisamente, por la ausencia de estas teorías, estos materiales se convierten en instrumentos donadores de información y de experiencias agradables para los usuarios, pero por su misma esencia no permiten un aprendizaje significativo, de acuerdo con Clark y Sugrue (1988 cit. Por Cabero, 1999) Según la perspectiva investigativa (que puede ser conductista, cognitiva, actitudinal y/o económica), desde donde sea pensada la herramienta tecnológica, va a hacer que difieran los propósitos que busca el medio diseñado. Aquí valdría la pena plantear el concurso interdisciplinar para luego mostrar la necesidad de la participación de los docentes quienes al diseñar materiales didácticos influenciaran sus producciones con la teoría pedagógica que conciben para la enseñanza (Moreno y Waldegg, 1998), las cuales deben ser actualizadas y reflexionadas.

En palabras de Viafara (2000) es necesario *“fomentar el uso de las nuevas tecnologías como un medio facilitador del proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales (en este caso de la química), con una posición reflexiva, critica y pedagógica de estas herramientas (...)”* (Pág. 93), para que permitan una construcción adecuada del conocimiento científico escolar. Aunque cabe señalar que las TIC son un medio y que deben utilizarse ponderadamente, no son un fin, ni la solución última.

Por último, teniendo en cuenta que el laboratorio virtual ofrece menos riesgos en comparación con los laboratorios físicos, señalado por autores como Del Carmen (2000)⁵ y Vázquez (2009). Vale la pena implementar prácticas de laboratorio virtual en los que riesgos⁶ como los enunciados en la Tabla 1. Se verían reducidos al máximo y en algunos casos se anularía algunos riesgos, como por ejemplo la intoxicación o quemaduras por derrame accidental de reactivos.

⁵ Del Carmen (2000) manifiesta que al hablar de actividades de laboratorio y de campo no se hace referencia al uso de una metodología concreta, sino a un repertorio variado de actividades, dentro de las cuales se encuentra la característica de encerrar riesgos, ya que la manipulación de material o la realización de excursiones aumenta el peligro de accidentes. Y por otra parte Vázquez (2009) en su trabajo hace resalta las ventajas de la implementación de laboratorios virtuales, dentro de las cuales se encuentra; la preservación del medio ambiente, porque no se vierten productos tóxicos al medio, lo cual también beneficia a los estudiantes porque no es expuesta su salud.

⁶ Si desea analizar en detalle estos y otros riesgos, véase: Pérez Soriano, Javier (2009). *Manual de Prevención Docente. Riesgos laborales en el sector de la enseñanza*. Editorial Nau Llibres. Valencia – España. pp. 195-206

Tabla 1. Principales riesgos en las prácticas de laboratorio físico

Riesgos	Causales	Consecuencias
Asociados a los productos	Reactivos químicos, agentes biológicos.	• Incendios, explosiones • Quemaduras. • Daños oculares. • Intoxicación por inhalación, ingesta o contacto accidental de reactivos.
Asociados a las instalaciones	Instalación eléctrica, gases, almacenamiento de productos químicos, equipos.	• Reacciones alérgicas. • Peligro de Electrocutamiento. • Incisiones accidentales. • El depósito indiscriminado de residuos peligrosos y cristal puede provocar accidentes al personal de limpieza.
Asociados a las prácticas básicas	Manejo de material de vidrio, vertidos y derrames, manipulación líquidos, residuos (Calentamiento de sustancias).	• Contaminación del ambiente. • Otras.

Por lo anterior, en las prácticas de laboratorio físico se hace necesario adoptar medidas específicas para reducir al máximo dichos riesgos, lo cual hace incurrir en gastos a la institución educativa, adicionales a la de el equipamiento tradicional de los laboratorios (es decir instrumentación, equipos y reactivos). De ahí, que sea necesario que antes de ejecutar prácticas de laboratorio, se aborde con los estudiantes las medidas y normas de seguridad necesarias en dichas instalaciones⁷ y aun así no se está exento de cualquier anomalía durante la práctica.

Por tanto, si los profesores se encuentran en instituciones que no cuentan con un espacio físico de laboratorio, las razones expuestas permiten decir que la desventaja se convierte en ventaja, aprovechando la situación del contexto en el que se labora, pues de que mejor manera se pueden reducir estos riesgos, casi en un 99% (Del Carmen, 2000) que no implique el dejar de hacer prácticas de laboratorio, sino utilizando laboratorios virtuales en las clases.

Teniendo en cuenta la propuesta de Hodson (1994) para la realización de trabajos prácticos de laboratorio y resaltando la importancia de las TIC para la educación, surge la idea de desarrollar una propuesta en la que se complemente, la adecuada orientación de las prácticas de laboratorio sugerida por diversos autores (Gil, 1993; Hodson, 1994; Gil y Valdés, 1996; Guridi e Islas, 1998; Del Carmen, 2000 y Álvarez, 2007, entre otros) con las potencialidades de las TIC, que para fines de esta investigación son representadas por los laboratorios virtuales.

⁷ Para mayor información en cuanto a normas de seguridad en los laboratorios físicos, consulte: Torres, Walter (n.d.) Manual de Seguridad en los laboratorios en los que se Manejan Sustancias Químicas. Universidad del Valle.

Es decir, aprovechando las TIC, mediante un laboratorio virtual, ya que por una parte, el concepto, generalmente se aborda en las clases desde una perspectiva tradicionalista, de acuerdo con Campanario y Moya (1999) es innegable que en muchas de las aulas predomina un modelo de enseñanza por transmisión pese a que las estrategias tradicionales de enseñanza de las ciencias son poco eficaces para promover el aprendizaje significativo, y por otra parte, a pesar de que en ocasiones el tema es abordado implementando recursos de las TIC como los laboratorios virtuales, se encuentra que estos no fueron diseñados teniendo en cuenta una postura pedagógica clara y sobretodo adecuada (Viafara, 2000), y es por ello que se hace necesario implementar laboratorios virtuales en los que se haga explícita una perspectiva pedagógica las cuales están influenciadas por suposiciones y teorías acerca de cómo se aprende.

Estas teorías sobre el aprendizaje pueden tener en cuenta las condiciones en que se desarrolla el proceso de enseñanza y las teorías sobre la enseñanza deberían tener en cuenta dichas condiciones. Además, las teorías sobre la enseñanza de las ciencias deben tener en cuenta factores tales como la especial naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las relaciones psicosociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles, lo que el estudiante ya sabe, las características sociales y cognitivas de los estudiantes, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, entre otros aspectos. (Campanario y Moya, 1999).

El principal interés de resolver el problema de investigación que delimita este trabajo, se enmarca implícitamente en el desinterés hacia las ciencias por parte de un gran número de estudiantes. Dicho desinterés si bien se reconoce que tiene un origen multicausal, también ha sido identificado como uno de los efectos de las inadecuadas prácticas de laboratorio llevadas en el aula de clases que reflejan visiones deformadas de la ciencia y que no le dan el verdadero valor que merece cada una de estas prácticas por su carácter formativo, a raíz de este argumento hay quienes han diseñado propuestas que se caracterizan básicamente de dos maneras: por el análisis histórico y epistemológico de las teorías pedagógicas y por la implementación de las TIC todas con el primordial propósito de disminuir cada vez más el desinterés de los estudiantes hacia la ciencia.

Así las cosas, lo que pretende la presente propuesta es establecer una conexión o puente explícito para que lo que se propone en la literatura para intervenir en dicho desinterés en torno a la enseñanza de la química en especial las prácticas de laboratorio, sea llevado a la práctica mediante las TIC (laboratorios virtuales) lo cual se procurará con la propuesta de una serie de aspectos de orden didáctico para el futuro diseño de un laboratorio virtual que contemple ambos aspectos.

4. MARCO REFERENCIAL

Como se ha mencionado hasta el momento el presente trabajo de investigación se centra en determinar algunos aspectos didácticos a tener en cuenta en el futuro diseño de un laboratorio virtual de reacciones químicas entendidas como concepto estructurante para su enseñanza en estudiantes de grado decimo.

Desde la mirada que la enseñanza de dicho concepto es relevante por ser considerando el núcleo de la química (Sosa, 2000) ya que éste se ve relacionado de una u otra manera a lo largo y ancho del campo de estudio de la citada disciplina, y desde el cual se pueden abordar múltiples temáticas de la misma disciplina, entiéndase como concepto estructurante.

Ahora bien, teniendo en cuenta que *“no sólo hay que saber cuáles son los temas a enseñar, sino cuales son las actividades que favorecen su aprendizaje”* (Gagliardi, 1985, Pág. 32), en la presente investigación se intenta determinar algunas de las múltiples actividades que puedan favorecer el aprendizaje del concepto reacciones químicas en estudiantes de grado decimo por medio de una serie de elementos sugeridos para el diseño de un laboratorio virtual.

Por lo anterior se hace necesario explicitar el marco conceptual desde el cual se abordan los conceptos que atañen la presente investigación.

4.1 DIDÁCTICA COMO DISCIPLINA DE CONOCIMIENTO

La didáctica es la ciencia de la educación que indaga e interviene en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias con el fin de conseguir la formación intelectual de los estudiantes. Por tanto, el conocimiento de la didáctica es esencial para el profesorado, pues se centra en el estudio del qué, para qué, con qué y cómo llevar a cabo el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Por tanto, se caracteriza por su finalidad formativa y por su aportación de modelos, enfoques y valores intelectuales más adecuados para organizar las decisiones educativas (Gil, 2009)

En forma general establece sus leyes, determina principios y reglas para el trabajo a realizar en las clases y selecciona el contenido que los estudiantes deben interiorizar y las diversas actividades prácticas que deben realizarse.

La didáctica como disciplina de conocimiento es de carácter general, se desglosa de las especialidades de las diferentes asignaturas y generaliza como se ha manifestado anteriormente, las manifestaciones y leyes especiales de la instrucción y la enseñanza así como el aprendizaje. (Aliberas et. al., 1989).

En el marco de la educación toda ciencia tiene un objeto material y un objeto formal, el primero es la misma realidad que estudia, y el segundo se refiere al enfoque desde la cual se contempla el objeto material, este objeto es el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje, y su objeto formal consiste en la prescripción de métodos y estrategias eficaces para desarrollar el proceso mencionado. (Perales et al., 2002)

4.2 DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

La didáctica de la química hace referencia al proceso enseñanza- aprendizaje de los fenómenos que hacen parte del campo de estudio de la química, y tiene como objetivo primordial el qué, el cómo, el por qué y para qué enseñar química. Esto porque que tiene trascendental importancia para nuestra vida diaria dado que en todo los ámbitos en los que nos desenvolvemos podemos relacionar al menos un fenómeno estudiado por dicha disciplina, lo que hace trascendental su aprendizaje y por ende su enseñanza, porque a través de ella se intenta dar respuestas a múltiples interrogantes que están directamente relacionados con nuestra cotidianidad (la respiración celular, la fabricación de cosméticos, el agujero en la capa de ozono, la fotosíntesis, la sensación de enamoramiento, entre muchos otros) si nos detenemos a analizar no hay proceso en el cual no se vea implicado al menos un fenómeno químico.

Las finalidades de enseñar química en la sociedad es que permite contribuir a la alfabetización científica de los ciudadanos, mediante el desarrollo de su capacidad para explicar fenómenos relevantes. Así mismo, ésta disciplina le permite a las personas comprender, interpretar y analizar su mundo, alejándolo de la visión simplista y reduccionista de la química dada por la simple observación de fenómenos, suprimiendo la idea que la química es para personas apáticas, individuos rodeados de tubos de instrumentación extraña y símbolos incompresibles para una persona normal, es decir enseñar química contribuye entre otros aspectos a la desmitificación de dicha disciplina y la supresión de imágenes distorsionada de la ciencia (Fernández et al., 2002)

“El objetivo es despertar vocación y admiración hacia esta maravillosa ciencia, la que garantiza la mejora constante de nuestra esperanza y calidad de vida”.

(Enrique de las Alas Pumariño)⁸

Por lo anterior, es relevante hacer ahincó en la importancia que tiene la enseñanza de la química en el proceso de formación de los estudiantes, en la promoción de su interés hacia la disciplina en mención y en el desarrollo de la química misma en un futuro, porque su estudio nos proporciona diferentes modelos a partir de los cuales podemos interpretar la realidad.

⁸ Tomado de: *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Pág. 73 - “La Química y la vida”

4.2.1 ORGANIZACIÓN O SELECCIÓN DE CONTENIDOS EN QUÍMICA

La enseñanza de la química a nivel secundaria se ha enmarcado en el estudio de la materia, sus características, transformaciones, así como sus propiedades a partir de su composición. De acuerdo con lo propuesto por el ministerio de educación nacional en los estándares de competencias de ciencias naturales y lo expresado por Pozo y Gómez (2001) haciendo referencia a la enseñanza en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), la química tiene como objetivo que los estudiantes de secundaria construyan una visión del mundo a su alrededor a partir de la comprensión de algunas de las características de este y desde luego los fenómenos que intervienen en el.

En términos de Pozo y Gómez (2001) *“Se pretende enseñar al alumno a comprender, interpretar y analizar el mundo en que vive, sus propiedades y sus transformaciones, recurriendo con un poco de imaginación y pensamiento (...) a modelos que hacen referencia a las partículas que, según nos enseña la ciencia, constituye la materia”*. (pág. 150)

Dichos contenidos químicos en la actualidad por lo general presentan una organización para su enseñanza básicamente lineal, la correlación de unos con otros es escasa y en ocasiones nula.

La recopilación de datos inconexos, o bien la inclusión de demasiados temas puntuales, específicos, acotados, y muchas veces irrelevantes, atentan contra la intención de lograr una comprensión genuina. Todo se considera importante, y se recarga al alumno con información. Cuando el docente se enfrenta con una vasta extensión de contenidos se preocupa más por cubrirlos que por el proceso de aprendizaje del alumno. (Hernández y Solbes, 1992; Gómez Crespo, 1993).

Lo anterior contribuye a generación de dificultades del aprendizaje de la química (véase Tabla 2) las cuales son enunciadas por autores como Pozo y Gómez (2001), que hacen referencia a las dificultades que tienen los estudiantes para relacionarse con los conceptos químicos.

Tabla 2. Algunas dificultades en el aprendizaje de la química.

• Concepción continua y estática de la materia, se ve representada como un todo indiferenciado. • Indiferenciación entre cambio físico y cambio químico • Atribución de propiedades macroscópicas a átomos y moléculas. • Identificación de conceptos como, por ejemplo sustancia pura y elemento. • Dificultades para comprender y utilizar el concepto de cantidad de sustancia. • Dificultades para establecer las relaciones cuantitativas entre; masas, cantidades de sustancias, número de átomos, etc. • Explicaciones basadas en el aspecto físico de las sustancias implicadas a la hora de establecer las conservaciones tras un cambio de la materia. • Dificultades para interpretar el significado de una ecuación química ajustada.

Fuente: Pozo, J.; Gómez, M. (2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata, S.L. Editores, Tercera Edición. (Pág. 153)

De lo anterior, surge la necesidad de organizar los contenidos de química de manera diferente, para que permita a los estudiantes construir una comprensión más articulada e integral de la disciplina y de los contenidos que enmarca. Una estrategia útil que contribuye a esta articulación es la de organizar los contenidos a partir de la selección de conceptos estructurantes de la disciplina.

4.2.2 CONCEPTOS ESTRUCTURANTES DE QUÍMICA

La química como todas las disciplinas científicas responden a una serie de preguntas claves que le dan la razón de ser a ésta, de acuerdo con Dibarboure (2009) al intentar buscarle respuesta a dichos cuestionamientos resulta un campo de conocimiento, que expresado en términos conceptuales enmarcan múltiples unidades de conocimiento (conceptos), entre ellas los conocidos como conceptos estructurantes que son todos aquellos los que posibilitan la enunciación de los otros conceptos, es decir a partir de la enseñanza, aprendizaje de conceptos estructurantes se pueden abordar otros conceptos. Esos conocimientos estructurantes también son estructurantes desde la enseñanza y el aprendizaje, porque son conceptos que van a transformar el sistema cognitivo del alumno de tal manera que le van a permitir, de una forma coherente, adquirir nuevos conocimientos a partir de ellos, ya sea por construcción de nuevos significados, por modificación de conocimientos anteriores o por reconstrucción de significados antiguos.

Los conceptos estructurantes también llamados por algunos autores como concepciones científicas de interacción (Ariza y Mosquera, 2009) responden a la lógica interna de las disciplinas y a los aspectos metodológicos que son utilizados por cada una de las disciplinas de forma específica para realizar la búsqueda de los conocimientos que enmarcan dicho campo de estudio. Por tanto, cada disciplina tendrá unos conceptos estructurantes y unas metodologías particulares para el desarrollo de las enunciadas preguntas claves (pilares en los que se

enmarca cada disciplina). A este respecto, la química de acuerdo con Dibarboure (2009) cuenta con siete conceptos estructurantes (véase Tabla 3) dentro de los cuales se encuentra el concepto que atañe al presente trabajo:

Tabla 3. Conceptos estructurantes en química

DISCIPLINA	CONCEPTOS ESTRUCTURANTES
QUÍMICA	• Átomo / molécula • Sustancia • Cambio • Elemento y compuesto • Enlace • Mezcla • Reacción química

Fuente: Dibarboure, María (2009) “las ciencias naturales y el nuevo programa escolar... Volver a empezar”. *Revista Quehacer Educativo*. (pág. 184)

En esa medida, los conceptos estructurantes como las reacciones químicas permiten que los estudiantes establezcan puentes entre los conocimientos de química y con ello transformen su visión de ciencia deformada (entendida como un cuerpo teórico de conocimiento objetivo, absolutista, irrefutable, radical e incomprensible) a una visión más real y humana de la ciencia (entendida como un conjunto de teorías que ayudan a comprender, interpretar y explicar el mundo, Ariza y Mosquera, 2009)

En este orden de ideas, Rabino et ál. (n.d.) asegura que La idea de integración, como criterio didáctico para superar la descontextualización y acercar el conocimiento científico a la problemática de la vida cotidiana supone organizar los contenidos alrededor de conceptos y principios generales comunes a diferentes disciplinas científicas: conceptos estructurantes. En otras palabras los conceptos estructurantes permiten la compresión de una visión más articulada de la ciencia, contribuyendo a que los estudiantes comprendan la ciencia como el resultado del conjunto de sus representaciones, modelos, interpretaciones, ideas que ellos construyen del mundo que los rodea a partir del proceso de enseñanza-aprendizaje y la interacción misma de ellos con el mundo, dichas representaciones se estructuran en forma de cuerpos articulados de conocimiento (teorías, leyes, conceptos entre otros) con las cuales interactuamos con el universo donde vivimos, los cuales son de carácter modificables, sujetas a posibles cambios o complementos, como lo manifiesta Ariza y Mosquera (2009): “*En la medida que revisamos nuestra interpretaciones, se estructuran nuevas perspectivas teóricas, las cuales en ocasiones se distancian dramáticamente de las predecesoras y por tanto, permiten ver el asunto estudiado de manera muy diferentes a como antes se veía*” (pág. 1120).

Por lo anterior, se puede afirmar que a partir del estudio mediante conceptos estructurantes se puede abordar de forma más articulada el proceso de

enseñanza, aprendizaje de las disciplinas a este respecto de la disciplina química, y las reacciones químicas que es el concepto que atañe el presente trabajo.

4.3 UNA MIRADA AL CORAZÓN DE LA QUÍMICA; LAS REACCIONES QUÍMICAS

Así las cosas, al tratarse de la enseñanza de reacciones químicas mediante un laboratorio virtual que se fundamente en unos aspectos didácticos adecuados para los requerimientos actuales en enseñanza de la química, en primera instancia debemos referirnos al concepto *reacción química*; considerado como un proceso que expresa el cambio de una o varias sustancias generando nuevas sustancias, también entendido como cambio químico, el cual implica que las entidades químicas⁹ que interactúan dan lugar a nuevas entidades químicas, para crear una nueva sustancia. Dichas reacciones pueden llevarse a cabo a partir de moléculas complejas o átomos, las sustancias iniciales de una reacción son conocidas como reactivos, y el resultado que se obtienen después de la reacción de los reactivos se llama productos. Con frecuencia, las reacciones químicas van acompañados por alteraciones en la apariencia física o el color, la producción de gas, luz, calor o enfriamiento.

En las reacciones químicas la identidad de las entidades involucradas se ve modificada por la interacción entre las moléculas, átomos o iones de las sustancias iniciales para dar lugar a nuevas sustancias, de ahí que, después que se efectuó una reacción química, los reactivos no se conservan, puesto que tiene lugar una reorganización en la estructura microscópica de la materia. No obstante, aunque las sustancias iniciales y resultantes no son las mismas en una reacción química, por lo que no hay conservación de las sustancias, la suma de las masas de las sustancias iniciales, es siempre igual a la suma de las masas finales, a esto se le conoce como la conservación de la materia. (Pozo y Gómez, 2001)

A simple vista dicho concepto puede parecer muy fácil de entender y por lo sencillo que aparenta ser su comprensión reflejado en las definiciones similares a la mencionada que se muestran en los libros de texto, los estudiantes pudiese llegar a pensar que no es tan importante dicho concepto para su vida cotidiana, lo cual generaría su desinterés hacia el aprendizaje de dicho concepto (Gil, 1991 cit. por Solves et al., 2001; Hodson, 1994; Solves et al., 2001; Cárdenes et al., 2007; Informe ROCARD, 2007 Cit. por Cárdenes et al., 2007 y Vázquez, 2009), por ello resalto la trascendental importancia de las reacciones químicas para la disciplina química, ya que como se ha presentado con anterioridad en el presente trabajo, la reacción química puede ser entendido como el “corazón de la química” “el núcleo de ésta” por verse vinculada en casi todos los demás conceptos químicos.

⁹ Se maneja el término “entidades químicas” como un concepto más amplio puesto que no siempre interactúan moléculas.

Desde la perspectiva de Gagliardi (1985) las reacciones químicas son un concepto estructurante, que se interconecta con otros conceptos y facilita su aprendizaje desde la comprensión del mismo, esto sustentado en la imposibilidad de hablar de química sin citar al menos un proceso en el que se lleve a cabo reacciones químicas, así mismo nuestra vida cotidiana es un ejemplo fehaciente de la gran variedad de reacciones químicas que involucran al estudiante mismo y le podrían generar interés para el estudio de dicho concepto, por ejemplo los clavos o puntillas oxidados; los cuales son en nuestro contexto una evidencia común de reacción química, la cual se lleva a cabo entre el hierro del acero, y el oxígeno de la atmósfera (reactivos). Otro ejemplo que se puede traer a colación por lo cotidiano en nuestra vida diaria, son las baterías; en ellas se lleva a cabo una reacción química haciendo que los electrones transporten la energía eléctrica que provoca la formación de corriente (conocidas como reacciones electroquímicas). A este respecto, Lavoisier propuso la ley de la conservación de la materia en la que se manifiesta el carácter constante de la materia en el universo, por lo que no se puede perder o ganar masa, de ahí la tan afamada frase: *La materia, no se crea ni se destruye, solo se transforma.*

Ahora bien, de acuerdo la teoría atómica toda entidad química (sustancia, elemento químico, compuesto, ion o partícula) está constituida por átomos, los cuales al unirse entre sí forman moléculas. Desde este punto de vista, una reacción química consistirá en la ruptura de los enlaces de las moléculas de los reactivos y el reagrupamiento de los átomos resultantes, mediante nuevos enlaces, para formar moléculas distintas. Por ello no se ganan ni se pierden átomos en las reacciones su cantidad se conserva, lo que explica lo expuesto por Lavoisier.

Por su parte, Proust demostró que el desarrollo de una reacción química dependía de las cantidades de las sustancias que reaccionaban, es decir, las variaciones de cantidades de materia de las sustancias que intervienen en una reacción son proporcionales, a esto se le conoce como la ley de las proporciones definidas.

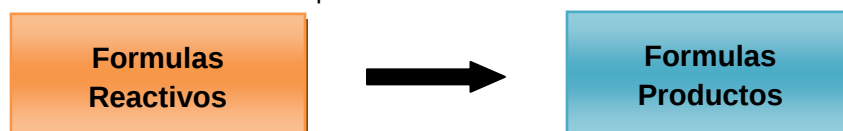
En toda reacción se llevan a cabo cambios energéticos, esto es importante resaltarlo desde la mirada de que todo proceso implica transformaciones energéticas que comprenden cómo se mencionaba al inicio de este apartado, la absorción o liberan de energía, generalmente en forma de calor, electricidad o luz. De ahí que desde la física clásica, la energía se defina como la capacidad para efectuar un trabajo. De acuerdo con Chang (2002) "*Los químicos definen trabajo como el cambio de energía que resulta de un proceso*" (pág. 206). No obstante, cabe resaltar que la energía es una propiedad asociada a los objetos, cuerpos y sustancias que se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza, manifestándose tanto en cambios físicos como químicos.

Es necesario tener en cuenta que todas las reacciones químicas obedecen a dos leyes fundamentales: la ley de la conservación de la masa (enunciada

anteriormente) y la ley de la conservación de la energía, ambas pueden sufrir transformaciones más no pueden desaparecer o crearse de forma espontánea. Dichas reacciones, se expresan mediante ecuaciones, que son representaciones simbólicas y abreviadas de las reacciones o cambios químicos reales.

En estas, las formulas de los reactivos se escriben a la izquierda separadas por una flecha de las formulas de los productos que se escriben a la derecha (véase Imagen 2. Así como en las reacciones químicas reales, las ecuaciones de estas deben cumplir con la ley de la conservación de la masa, si no cumplen la ley en cuestión, estas deben equilibrarse por métodos de balanceo¹⁰ que buscan básicamente que el número de átomos de las sustancias que intervienen sea el mismo tanto en reactivos como en productos.

Imagen 2. Estructura de una ecuación química



Bajo los anteriores parámetros, se pueden clasificar las reacciones químicas en cuatro tipos de transformaciones presentadas en la Tabla 4: a) reacciones de síntesis o combinación, b) reacciones de análisis o de descomposición, c) reacciones de desplazamiento o sustitución y d) reacciones de doble sustitución o de doble desplazamiento.

Tabla 4. Tipos de reacciones químicas

Tipo de reacción química	Características	Ejemplo
De síntesis o combinación	Dos o más sustancias se combinan para dar un nuevo compuesto. ($A + B \rightarrow BA$)	• Fórmula de la sal común: $Na + Cl \rightarrow NaCl$ (cloruro de sodio)
De análisis o de descomposición	Una sola sustancia da lugar a otras diferentes. ($BA \rightarrow A + B$)	• Descomposición del carbonato de calcio: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
De sustitución o de intercambio	Un elemento desplaza a otro y lo deja libre. ($A + BC \rightarrow AC + B$)	• $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ • $Cl_2 + 2KBr \rightarrow 2KCl + Br_2$
De doble sustitución	Se intercambian los elementos de dos compuestos y se obtienen otros dos nuevos compuestos. ($BA + CD \rightarrow CA + BD$)	• $2KI_{(ac)} + Pb(NO_3)_{2(ac)} \rightarrow 2KNO_{3(ac)} + PbI_{2(s)}$ • $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

¹⁰ Balanceo de ecuaciones por el método de tanteo, por el método de REDOX (óxido-reducción) y por el método algebraico.

Así como se pueden expresar mediante ecuaciones, las reacciones químicas también permiten establecer relaciones de carácter cuantitativo entre sus reactivos y productos a través de los denominados cálculos estequiométricos (véase Silberberg, 2002. Cap. 3).

El termino estequiometria fue acuñado en 1972 por el químico alemán Jeremías B. Richter para hacer referencia a la medida de las proporciones según las cuales se deben combinar las entidades químicas, es decir mediante la estequiometria se estudian las proporciones ponderables o volumétricas de una reacción química. En la literatura se encuentra algunas redefinición de reacción química en aras de permitirle una mejor comprensión de este concepto al estudiante, es así como se encuentra la de Strong (1970 cit. Kind, 2004) quien comenta que un cambio químico o reacción química puede definirse por cuatro características, mencionadas a continuación:

1. Identidad del producto determinado por la identidad de los materiales iniciales.
2. La mezcla de los materiales iniciales es esencial cuando más de un reactivo está involucrado.
3. Discontinuidad entre las propiedades de los materiales iniciales y el producto final.
4. Invariancia de las propiedades del producto cuando la temperatura, la presión y la composición inicial son variadas

Estos características o criterios para identificar las reacciones químicas podrían estar relacionados con características sensoriales que pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión de los cambios que realmente ocurren a escala microscópica (Kind, 2004), pero de los cuales se hablara con mayor detalle en el desarrollo de este trabajo.

Ahora bien, para que se efectué una reacción química ésta debe responder a la teoría de las colisiones propuesta en 1916 y 1918 por los químicos alemanes Max Trautz y William Lewis, la cual explica como ocurren las reacciones químicas a partir del choque entre sí de moléculas, átomos o iones, dicho choques deben cumplir con ciertas características, ya que no todas las colisiones generan reacciones químicas, es el caso de los choques elásticos en los que las entidades químicas después del choque se alejan sin haber reaccionado, estas colisiones afectan la cantidad del producto.

Las colisiones que causan reacciones químicas se denominan “efectivas o exitosas” y lo son debido a que en el momento de colisionar las entidades químicas lo hacen con una orientación adecuada, por citar un ejemplo la reacción entre el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno (véase Imagen 3) solo ocurre cuando el oxígeno del NO_2 colisiona con el carbono del CO ; cualquier otra colisión no produce reacción (véase Imagen 4 y 5).

Imagen 3. Reacción entre el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno

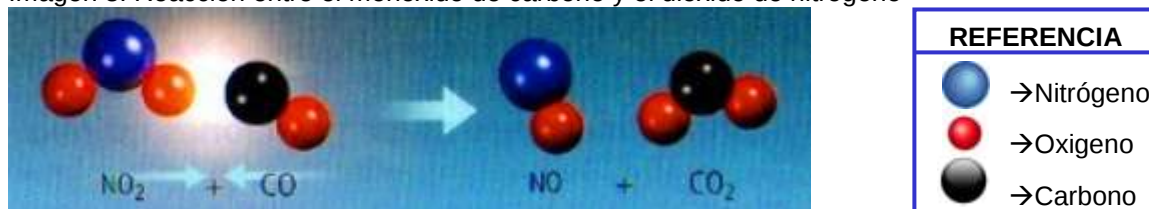


Imagen 4. Colisión del nitrógeno y el oxígeno



Imagen 5. Colisión de nitrógeno y carbono



Fuente: Imágenes adaptadas de Ávila Garrido, Mario et al. (2008) *Química: Manual Esencial*. Editorial Santillana. Chile. pág. 59

Como se enuncio en apartados anteriores, en las reacciones químicas existe liberación y absorción de energía, al efectuar colisiones exitosas las entidades químicas liberan energía capaz de romper los enlaces existentes entre dichas entidades y crear otros, a la mínima energía requerida para iniciar esta ruptura de enlaces se le conoce como energía de activación representada con los símbolos (E_a).

La energía de activación es inversamente proporcional a la velocidad que tendrá la reacción química, es decir a mayor energía de activación, menor velocidad de la reacción y viceversa.

Por consiguiente, si la energía de activación es pequeña, muchas moléculas alcanzarán el estado de transición y la reacción será rápida. La velocidad de las reacciones químicas se aborda en mayor detalle en la cinética química, sin embargo esto se escapa del alcance de este trabajo.¹¹

Ahora bien, al alcanzar los reactivos la mencionada energía activación a raíz de la colisión entre ellos, estos forman un estado intermedio de alta energía e inestabilidad y de corta duración que en el mundo químico se conoce como *complejo activado*.

El complejo activado se forma justo antes de generarse los productos, es decir es un estado de transición antes de que los reactivos se transformen dando origen a nuevas entidades químicas.

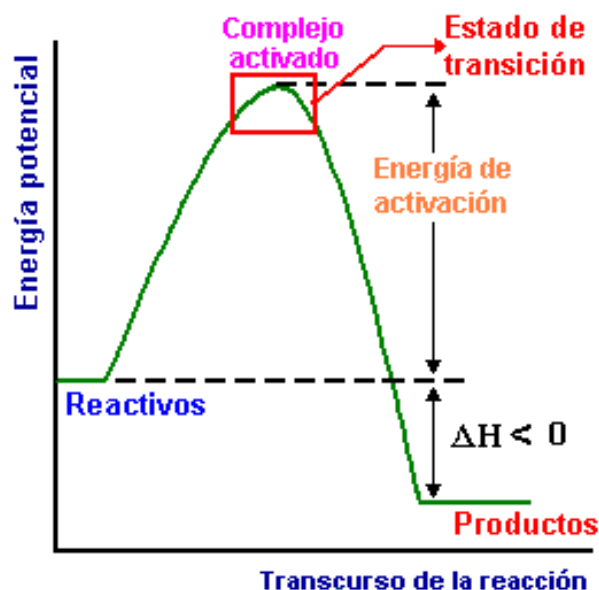
¹¹ Si desea profundizar en torno a la cinética química, remítase a: Chang (2002) *Química*. (Séptima edición). Editorial Mc Graw Hill. México D.F. Cap. 13. Pág. 509 - 560.

En la Imagen 6 se puede observar que si bien las entidades químicas cuentan con energía, al colisionar estas entre sí, genera un aumento de energía, no obstante se hace necesario cierta cantidad de energía que puede diferir entre cada reacción para que haya la enunciativa ruptura de enlaces (E_a) y se produzca el complejo activado para que se dé lugar a la formación de productos, si las colisiones entre reactivos no alcanzan la energía de activación, no se producirá la reacción química, las entidades químicas solo chocarán entre sí, más no se transformarán en nuevas sustancias.

Una reacción llega a un estado de equilibrio cuando las concentraciones de reactivos y productos se encuentran constantes en el tiempo, sin que se produzcan cambios visibles en el sistema.

No obstante, a nivel molecular las entidades químicas (reactivos) siguen formando moléculas de productos y estas a su vez reaccionan para formar moléculas de las entidades químicas iniciales, es decir los reactivos (Chang, 2002; Silberberg, 2002).

Imagen 6. Complejo activado de una reacción química



Fuente: En <http://bit.ly/KmLmam>

Por lo tanto las reacciones químicas suscitan gran importancia para la disciplina por su estrecha relación con la vida cotidiana, es decir la cualidad que tiene para explicar fenómenos del contexto de los estudiantes, así como lo expresan Jiménez et al. (n.d.), la introducción de la vida cotidiana a las clases de química conllevaría un mejor conocimiento de la materia, promueve una renovación de las actividades y metodologías de enseñanza, y genera en los estudiantes un interés y una actitud

más activa por la química y por buscar explicaciones al mundo que nos rodea. Desde estos aspectos se considera importante la enseñanza del concepto que atañe la presente investigación.

4.4 PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Históricamente las prácticas de laboratorio, aquellas actividades de carácter experimental en el que los estudiantes se relacionan con el conocimiento científico escolar, se han efectuado para desarrollar los conocimientos, científico y práctico, de los estudiantes y a pesar de que en ocasiones se desestime su verdadero valor para el proceso de enseñanza – aprendizaje, en la actualidad se ha logrado evidenciar lo fundamental de dichas prácticas para desarrollar el conocimiento científico, tecnológico y social de los estudiantes (Santilli, 2009).

No obstante, las prácticas de laboratorio se han visto sesgadas como sucede en todo lo concerniente a la pedagogía por matices, modelos didácticos que responden a diversos principios filosóficos y epistemológicos, que han caracterizado dichas prácticas, siendo la enseñanza denominada tradicional la que más prolifera en las prácticas de laboratorio de ciencias, de ahí que se haga necesario reorientar las practicas como actividad investigativa (Gil et al 1991; Tamir y García 1992; González 1992; Hodson 1992 y 1993; Grau 1994; Lillo 1994; Watson 1994) desde aspectos que permitan resultados más eficaces de la construcción de conocimientos científico teóricos-prácticos por parte del estudiantado.

Adicional a lo anterior, en la literatura se encuentran escasas investigaciones en torno a las ventajas que suponen las prácticas de laboratorio y las maneras de potencializar dichas ventajas, esto desde la relevancia que revisten dichas prácticas y que en la actualidad es reconocida por la mayoría del profesorado, a este respecto Hodson (1994), señala:

La idea predominante entre los educadores de ciencias es que la experiencia práctica es la esencia del aprendizaje científico. Sin embargo, si tenemos en cuenta la importancia que se concede a la experiencia en el laboratorio, vemos que se han realizado pocos análisis sistemáticos de los logros que se pueden obtener en el laboratorio de ciencia (...) Resulta interesante comprobar que, pese al apoyo casi universal que recibe (las prácticas de laboratorio) del colectivo de profesores de ciencias, se ha investigado muy poco para obtener evidencias convincentes que puedan corroborar su eficacia y justificar así la enorme inversión de tiempo, energía y recursos con razones más convincentes o tangibles que las meras “sensaciones profesionales. (Pág. 199).

A pesar de esa poca preocupación por la investigación en torno las prácticas de laboratorio como lo manifestaba Hodson (1994) *para corroborar su eficacia*, las enunciadas prácticas al igual que la enseñanza de la ciencias presentan dificultades en el acercamiento de estas a los intereses de los estudiantes, ya que muchas veces dichas prácticas se han convertido en un activismo sin sentido, que están lejos de permitir una verdadera construcción del conocimiento científico escolar. De ahí la importancia de que se intervenga con propuestas que enriquezcan la didáctica de las prácticas de laboratorio desde la importancia que revisten para el proceso enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, para fines de la presente investigación de la química.

4.5 LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Las TIC entendidas como el conjunto de herramientas, soportes y canales para el tratamiento de la información (Gilbert et ál., 1992 cit. Por Salcedo et ál., 2007), las cuales poseen como características distintivas: inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación, elevados parámetros de calidad de imagen y sonido, digitalización, influencia más sobre los procesos que sobre los productos, automatización, interconexión y diversidad, características expuestas por autores como Linn, 2002; Castells et al., 1986; Cebrián, 1992 entre otros.

Así mismo el *Grup de Reserca D'Hipermedia Distribuïda* (cit. Viafara, 2000) afirma que la influencia más notable de las nuevas tecnologías “*se establece en el cambio tecnológico y cultural en el sentido de que están dando lugar a nuevos procesos culturales*”. Por ello la presencia de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) en la mayoría de los ámbitos de la sociedad ha hecho casi que inevitable su inclusión en la educación, por tanto requiere de una profunda reflexión para incluirlas en las actividades educativas cotidianas que se llevan a cabo en las instituciones educativas, esto desde un punto de vista analítico y pernicioso para potencializar sus resultados, porque de lo contrario, las NTIC no revisten mayor utilidad educativa, ya que no se puede gozar de las ventajas que presupone la inclusión de la NTIC en la educación, sino se somete el proceso de enseñanza, aprendizaje a una reestructuración que permita optimizar los resultados.

Estas, han representado una gran cantidad de ventajas y posibilidades para la educación, que de acuerdo con Cabero (2007) se enmarcan en los siguientes beneficios:

- Ampliación de la oferta informativa.
- Creación de entornos más flexibles para el aprendizaje.
- Eliminación de las barreras espacio-temporales entre el profesor y los estudiantes.
- Incremento de las modalidades comunicativas.
- Potenciación de los escenarios y entornos interactivos.

- Favorecer tanto el aprendizaje independiente y el auto-aprendizaje como el colaborativo y en grupo.
- Romper los clásicos escenarios formativos, limitados a las instituciones escolares.
- Ofrecer nuevas posibilidades para la orientación y la guía de los estudiantes.
- Facilitar una formación permanente.

En términos generales, se puede afirmar que las TIC le significan grandes ventajas a la educación en la medida de que sean bien implementadas, de una forma analítica, planeada y consciente, ya que como lo manifiesta Martínez (1996) *“la informática se ha incorporado para los estudiantes y docentes con la finalidad de apoyar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje”*

Dichas TIC, sin lugar a dudas no podrían dejar de permitirle igual de amplias posibilidades educativas a la química. La implementación de las TIC'S para la enseñanza de química integradas a los principios expuestos por la teoría constructivista del conocimiento, permite acercar al estudiante al conocimiento científico escolar de esta disciplina, así como también le permite un avance significativo en el proceso de enseñanza, aprendizaje de dicha disciplina visto ya no desde la obligación de ver la clase de química, sino desde la utilidad que el aprendizaje de la química le significa para su vida (Linn, 2002; Martín, 2002; Rodríguez, 2002 cit. Por Salcedo et ál., 2007)

En síntesis, la inclusión de las TIC en el mundo de la educación es necesaria, sin embargo ésta debe ser de forma reflexiva y consciente por parte de los involucrados en su diseño, implementación y uso, para que de ésta manera sea posible que la educación científica permita que los estudiantes analicen y evalúen los avances tecnológicos, desde el más sencillo y cotidiano, hasta el de mayor grado de complejidad, claro está, desde el conocimiento científico escolar.

A fin de planificar el cuidado de la propia salud o elegir una nueva residencia, los ciudadanos deben evaluar alternativas que reflejan avances tecnológicos. A medida que la ciencia y la tecnología avanzan, los ciudadanos necesitan desarrollar la capacidad de responder a nuevas alternativas y de criticar mensajes persuasivos sobre muchas cosas, desde medicamentos hasta materiales de construcción. (Linn, 2002, Pág. 347).

4.2.3 LOS LABORATORIOS VIRTUALES COMO ALTERNATIVA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

De acuerdo con Chiarenza (2011) los laboratorios virtuales están incluidos en un importante grupo de software que se desarrollan con diversas intenciones y que se denominan *Simuladores*. Importante grupo por el tamaño, por la diversidad, adaptabilidad y por la potencialidad que ofrecen para cumplir sus objetivos.

Concretamente un software de simulación es el objeto informático que hace posible la simulación y es a lo que se denomina *simulador*.

Para Lion (2006 cit. Chiarenza, 2011) Los programas de simulación como los laboratorios virtuales construyen modelos en los cuales se representan objetos, atributos de los objetos y relaciones entre predicados científicos. Estos softwares que presentan un escenario virtual similar a algún evento o contexto real (como los laboratorios reales) con la idea de recrear situaciones en las cuales el usuario puede crear y modificar variables, tomar decisiones y realizar acciones, transformando las posibilidades de error en instancias de aprendizaje con costo y riesgo prácticamente nulo

En una sociedad altamente tecnológica como la actual, la implementación de laboratorios virtuales para los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación suponen un cambio de paradigma en la didáctica. Cabe acotar que los laboratorios virtuales pese a encontrarse en el grupo de simuladores porque cumplen con las características de estos, pero se enmarcan en la representación de otro tipo de realidad, puesto recrean eventos muy parecidos al trabajo en un ambiente real.

En este trabajo, el laboratorio virtual se concibe desde las posturas de Viafara (2000) y Vázquez (2009) como simulaciones interactivas¹² de un laboratorio, los cuales brindan la posibilidad de manipular situaciones reales y no reales que intervienen en un laboratorio, orientados bajo un enfoque constructivista del aprendizaje, donde los estudiantes pueden contrastar sus hipótesis mediante experiencias virtuales, que les permiten observar y analizar diversas situaciones de una práctica, facilitando al estudiante (a partir de una mediación pertinente por parte del docente) a racionalizar y conceptualizar las experiencias de una forma más activa, crítica y participativa, permitiendo una mejor construcción del conocimiento científico escolar.

Al final de los 60"s (...) la idea de diseñar ambientes simulados para la enseñanza y aprendizaje era una gran novedad. La enseñanza se pensaba entonces fundamentalmente en términos de transferencia de información. El proceso de aprendizaje consistía típicamente de un educador inteligente capaz de construir y transmitir conocimiento sobre un tema en particular a los alumnos mediante la utilización de la tecnología de instrucción aceptada entonces: libros, artículos y exposición presencial de cátedra. (Rubén, 1999, Pág. 41).

¹²Entiéndase simulación interactiva como una recreación o la modelización aproximada en cierto aspecto de un sistema del mundo real en este caso de los montajes que se llevan a cabo en las practicas de los laboratorios reales y que pueden ser usadas para generar historias artificiales del sistema, permitiéndole a los usuarios interactuar con dicho sistema de tal forma que le permite predecir cierto aspecto del comportamiento del sistema.

Así mismo, Vázquez (2009) plantea los laboratorios virtuales como una forma de suplir las dificultades por falta de espacio, materiales, coordinación y tiempo de las prácticas de laboratorio presentes en los centros escolares. Los laboratorios virtuales son medios para la enseñanza y de acuerdo con autores como Vázquez (2009) la necesidad de implementarlos se justifican en el requerimiento de actualizar las clases que imparten los docentes, en concordancia con los avances tecnológicos actuales, con el fin de que tengan en cuenta estos medios tecnológicos a la hora de impartir sus clases, supliendo con ellos dificultades tales como limitación en los materiales didácticos, espacio, o falta de tiempo en las institución educativas en donde laboran que presuponen (los laboratorios físicos) y porque permite estimular a los estudiantes e intervenir su desinterés hacia la ciencia.

En términos de Cataldi et al. (2010):

El uso del laboratorio en la enseñanza de la química hoy día resulta indispensable, aunque se reconoce esta necesidad también es preciso resaltar las dificultades que significa el uso del laboratorio especialmente en la enseñanza de nivel medio (...) debido a: a) La escasez de horas en los currículum académicos para asistir a clases de laboratorio, b) El número de estudiantes por cada grupo con clases numerosas y recursos edilicios y humanos insuficientes, c) Los riesgos potenciales en el trabajo con grupos numerosos, d) Los recursos económicos disponibles, debidos a la inversión inicial y al mantenimiento siempre son escasos para tener un laboratorio equipado correctamente, e) A esto se suman: la heterogeneidad de los estudiantes en cuanto a edades y habilidades motoras, la falta de experiencias de los estudiantes en manipulación de elementos de laboratorio y la contaminación ambiental que ocasionan los residuos. (pág. 2)

De acuerdo con Monge et al. (2003) los laboratorios virtuales son imitaciones digitales de prácticas de laboratorio o de campo, reducidas a la pantalla de la computadora (simulación bidimensional) o en sentido estricto, a una visión más realista con profundidad de campo y visión binocular, que requiere que la persona se coloque un casco de realidad virtual. 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).

Los laboratorios virtuales recrean eventos muy parecidos al trabajo en un ambiente real (laboratorios físicos). La percepción de los sucesos que ocurren ahí, es la que detectarían los sentidos si el contexto donde ocurren fuera la realidad, y la interacción del usuario con ellos también sería la misma que si estuviera en un laboratorio real, por supuesto con limitaciones (Chiarenza, 2011) porque un laboratorio virtual nunca podrá reemplazar completamente un laboratorio físico.

La mayoría de los laboratorios virtuales son pequeñas simulaciones escritas en JAVA, un lenguaje de programación interactivo para multimedia. Los laboratorios virtuales de química parecen ser escasos, la mayor cantidad de laboratorios virtuales son de física (Monge et al., 2003; Chiarenza, 2011). Aunque pese a su escases, existen algunos disponibles de manera gratuita como los ofrecido por la Universidad de Oxford vía Internet¹³, los cuales son laboratorios virtuales de experimentos químicos que usan animaciones, videos y moléculas que pueden hacerse girar en la pantalla, manipulables en tres dimensiones (Monge et al., 2003).

De acuerdo con autores como Cataldi et al. (2009), Cataldi et al. (2011) Chiarenza (2011) los laboratorios virtuales de química son software que se operan desde soportes físicos como CD o DVD, pueden ejecutarse en línea, a través de la Web, o descargarlo en el ordenador e instalarlo y ejecutarlo directamente desde el Disco Rígido. En la mayoría de los laboratorios virtuales de química se opera en una pantalla que se presenta como el área de trabajo. En esa pantalla el estudiante puede colocar los elementos de laboratorio que va seleccionando de una lista, tales como tubos de ensayos, vasos de precipitados, matraces, pipetas, balanza, estufa, mortero, medidor de pH, termómetros entre otros instrumentos de laboratorio o cualquier sustancia reactiva que esté disponible. El estudiante se desempeña en el área de trabajo como lo haría en una mesada de un laboratorio real, siguiendo el procedimiento de la experiencia prevista. En este sentido hay diferentes formas de trabajar, hay laboratorios virtuales que proponen procedimientos específicos con pautas acotadas y bien descritas (recetas), otros proponen problemas a resolver sin pautas estrictas, en otros casos se puede trabajar de manera libre con la tutoría del docente y sin procedimiento pautado por el software.

En general la estética de la mayoría de los estos es bastante similar, como se ha descrito anteriormente con leves diferencias entre unos y otros, pero algunos de ellos presentan una estética más realista, con imágenes en perspectiva, el acceso y la plataforma de trabajo son más dinámicos, atractivos y motivadores como es en el caso de los laboratorios virtuales con un diseño grafico en 3D (por ejemplo el *Virtual ChemLab*)

En cuanto a su clasificación respecta Cataldi et al. (2010) afirman que los laboratorios virtuales que se encontraron en la web se pueden clasificar en tres tipos:

- a) Sitios o software que proponen información y actividades simples para resolver o prácticas de laboratorio pero en formato texto, son ilustrados con animaciones, imágenes o video, no proponen interactividad con el usuario o la interactividad es escasa y simple.
- b) Sitios o software que utilizan simulaciones con interactividad con el usuario.

¹³ <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry>

- c) Sitios o software que son verdaderos simuladores de un laboratorio de química, teniendo en cuenta variedades estéticas, permiten la interacción virtual plena de los usuarios con materiales de laboratorio, reactivos y recipientes de vidrio entre otros.

Ahora bien, en cuanto a los requisitos que debería cumplir un laboratorio virtual para ser considerado como bueno desde el punto de vista técnico, Kappelman (2002 cit. Monge et al., 2003) sugiere:

- Ser auto-contenido
- Ser interactivo
- Combinar imágenes bidimensionales y tridimensionales
- Tener animación tridimensional, video y sonido
- Incluir ejercicios (cuya calificación puede ser enviada automáticamente al docente)
- Instalación automática
- Que la navegación no sea necesariamente lineal
- Posibilidad de guardar notas sin necesidad de procesador de textos externo.
- Un buscador.

Así las cosas, la utilidad de los laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza aprendizaje ha sido suficientemente demostrada (Solbes, J.; Calvo. A., y Pomer, F., 1994, Kofman, H. A., 1997 citados por Alejandro y Perdomo, 2009) ya que permiten la posibilidad de describir, de manera intuitiva, el comportamiento del sistema real, facilitando generalmente modificar algunos parámetros, posiciones relativas, procesos, entre otros. Adicionalmente éstos brindan a los docentes la posibilidad de estimular a los estudiantes con una tecnología educativa apta para los distintos niveles de la enseñanza, porque por medio de estos recursos tecnológicos los estudiantes pueden ser protagonistas de su propio aprendizaje, es decir permiten al estudiante recibir información y realizar actividades interactivas de física, química o biología de manera autónoma (Vásquez, 2009).

Vásquez (2009) al igual que Viafara (2000) dirige su atención hacia las TIC como herramientas útiles para fomentar un aprendizaje constructivista que promoverá el interés de los estudiantes hacia la ciencia.

Siguiendo a del Carmen (2000), las prácticas de laboratorio hacen referencia a un repertorio variado de actividades y no a una metodología concreta, establecida e inmodificable y desde lo manifestado por Sierra et al. (2009) quienes en su trabajo afirman que los trabajos prácticos presentan el potencial no sólo de ayudar a confirmar y elaborar conocimiento teórico en un contexto significativo, sino que facilitan el aprendizaje de procedimientos científicos.

Así mismo Martínez-Jiménez (et al. 2003 cit. Sierra 2009) también resalta la importancia de aplicar los laboratorios virtuales para orientar la atención de la actividad cognitiva de los estudiantes y para que sean utilizados antes de ir a los laboratorios reales (si se cuenta con ellos) ya que facilitan la conexión entre teoría y práctica y facilitan el aprendizaje constituyendo con esto un espacio intermediario entre lo concreto y lo abstracto, permitiendo al estudiantado la manipulación de modelos y el aprendizaje tanto de conocimiento conceptual, procedimental como actitudinal (Sierra et al., 2007 cit. Sierra et al., 2009) lo cual es muy necesario por la dificultad de los estudiantes para alcanzar aprendizajes significativos que, de acuerdo con estos autores, se deben a las persistentes concepciones alternativas que en última obligan a los estudiantes a memorizar lo que deberían comprender e integrar cognitivamente a sus estructuras mentales.

Hasta este punto, se han resaltado algunos de los innumerables beneficios de los laboratorios virtuales, no obstante la mayoría de laboratorios virtuales presenta una dificultad notable desde el punto de vista educativo y es que su diseño no es llevado a cabo por algún especialista educativo o pedagogo, si no por ingenieros de sistemas (Viafara, 2000), los cuales no poseen una formación adecuada respecto a la psicología de la ciencia y la epistemología de esta, más bien manejan una concepción de enseñanza similar a la de la forma como les enseñaron en la escuela, que por lo general es la pedagogía tradicional, así que con dichas concepciones positivistas implícitas diseñan laboratorios virtuales preocupándose únicamente por los efectos visuales (interfaz - multimedia) de medio educativo, más no por en el marco de una didáctica específica de forma explícita y consciente.

5. OBJETIVOS

5.1 General

A partir de la literatura, determinar los aspectos didácticos que se deben tener en cuenta para diseñar laboratorios virtuales enfocados en la enseñanza de las reacciones químicas entendidas como un concepto estructurante.

5.2 Específicos

- Revisar en la literatura que elementos didácticos han sido propuestos en torno a la enseñanza de las reacciones químicas y las prácticas de laboratorios virtuales y reales.
- Mostrar la importancia de contemplar elementos didácticos en la planeación de los laboratorios virtuales.
- Identificar en la literatura algunas críticas en torno a las prácticas de laboratorio, los laboratorios virtuales y el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto reacción química.

6. HIPOTESIS

Considerando que la pregunta problema contempla la determinación de una serie de aspectos didácticos para el diseño de un laboratorio virtual del concepto de reacción química. Se determina como hipótesis de la presente investigación que;

A partir de la selección e identificación literaria de críticas en torno a las prácticas de laboratorio reales y virtuales, así como las dificultades en la didáctica de las reacciones químicas, se pueden determinar algunos aspectos didácticos que se deberían tener en cuenta en el diseño de laboratorios virtuales del citado concepto estructurante, que intervengan en las problemáticas registradas.

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es documental (Zorrilla, 1993; Cázares, et al. 1999) debido a que se realiza a través de la revisión de diversas fuentes literarias; *“La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento”*. (Cázares, et al., 1999 pág. 14)

Así mismo es de tipo exploratoria porque de acuerdo con las revisiones bibliográficas realizadas se determino que no ha sido suficientemente estudiado el problema que enmarca esta investigación (Hernández, et al., 2003 p.115), y cuenta con un diseño de investigación no experimental y un enfoque metodológico cualitativo porque *“involucra la recolección de datos utilizando técnicas que no pretenden medir ni asociar las mediciones con números”* (Hernández, Fernández y Baptista, 2003). Y se centra en el contexto de la enseñanza de reacciones químicas abordado dicho tópico de estudio como concepto estructurante de la química para estudiantes de grado decimo (de acuerdo con los estándares básicos de competencias en ciencias naturales del país).

5.1 DISEÑO METODOLÓGICO

Para fines del presente trabajo, se aborda el diseño metodológico propuesto por Cázares et ál. (1999) referente a la metodología a tener en cuenta en el desarrollo de una investigación documental.

1. Acopio de bibliografía básica sobre el tema; Reunión de todo el material publicado e inédito sobre las temáticas que competen ésta investigación. La cual se agrupa en los siguientes conjuntos (véase, Anexo A):
 - Didáctica de la química
 - Conceptos estructurantes
 - Reacciones químicas
 - Prácticas de laboratorio

- Tecnologías de información y comunicación: Laboratorios virtuales

Dicho material documental es producto de la adquisición de textos en librerías, búsquedas en bibliotecas, y en internet. Los cuales fueron recopilados por ser de fuentes fidedignas como revistas de enseñanza reconocidas, editoriales o autores de renombre.

2. Delimitación de la literatura recopilada: Aquí se selecciona los documentos más útiles en torno a la didáctica en los laboratorios físicos, la didáctica de los laboratorios virtuales y la didáctica de las reacciones químicas (véase, Anexo B) los criterios para la selección de dicho material se abordan detalladamente más adelante en el desarrollo de las fases del diseño metodológico.
3. Elaboración de fichas bibliográficas (Véase, Anexo C, D, E, F y G) y hemerográficas del material delimitado.¹⁴(Véase, Anexo H, I, J, K y L). Por ser ésta una investigación documental de acuerdo con Cazares et al. (1999) es importante elaborar estas fichas para recopilar, sistematizar, organizar y analizar el material seleccionado. En términos generales estas fichas son importantes porque permiten conocer los lugares físicos donde localizar la información pertinente, familiarizarse con los catálogos manuales o electrónicos, esto es trascendental por ser este un trabajo documental. Particularmente, las fichas bibliográficas permiten identificar un libro en particular, localizarlo físicamente y clasificar las fuentes en función de la conveniencia del trabajo, estas se elaboraron teniendo como base los principios de: fidelidad, uniformidad, consistencia y precisión de los datos bibliográficos. Para fines de esta investigación se tomaron los modelos de fichas bibliográficas 5, 17 y 26 propuestas por Cazares et al. (1999) las cuales se presenta y abordan más adelante (Véase nota al pie 28) y el modelo 31 para diseñar las fichas hemerográficas para facilitar la clasificación y codificación del material recopilado en cuanto a publicaciones periódicas se refiere (Véase nota al pie 29).
4. Selección de dificultades didácticas en las prácticas de laboratorio físico, las prácticas de laboratorio virtual y el proceso de enseñanza, aprendizaje del concepto reacción química. Para ellos se abordan tres apartados A, B y C, que se describen detalladamente en el desarrollo de la metodología (véase imagen 7).
5. Elaboración de la propuesta; Después de la aplicación de los anteriores ítem y los productos que arrojen se propondrá alternativas con sustentos teóricos para las dificultades enunciadas por los autores revisados, a partir de las

¹⁴ Numeral adaptado y reubicado para fines de esta investigación, ya que Cazares et ál. (1999) lo propone de tercero, no obstante ésta autoría considera realizar dichas fichas exclusivamente del material que se ha delimitado para el desarrollo de la propuesta.

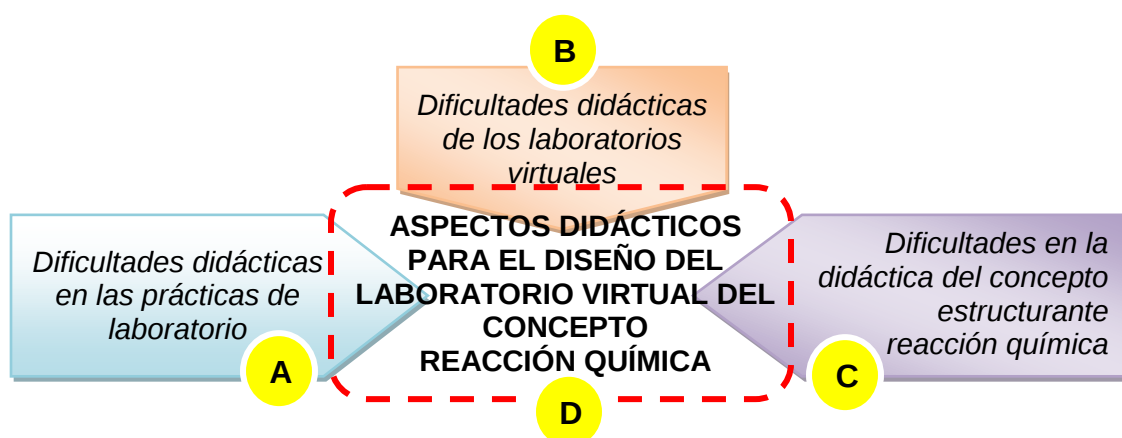
cuales se sugieren los aspectos didácticos a tener en cuenta en el diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza de las reacciones químicas, que es el propósito principal de esta investigación para ello se destina el apartado D.

5.2 DESARROLLO FASES DEL DISEÑO METODOLÓGICO

Con base en la revisión literaria referida en la metodología y analizada en el apartado anterior, se seleccionan algunas de las dificultades enunciadas por los autores en los documentos revisados, a partir, de las cuales se sugieren los aspectos didácticos a tener en cuenta en el futuro diseño de un laboratorio virtual para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas, como propuestas de solución a dichas dificultades.

Esto bajo el supuesto de que conociendo las dificultades didácticas más comunes en las prácticas de laboratorio físicos y virtuales, así como las dificultades en la didáctica de las reacciones químicas encontradas en la revisión literaria efectuada, se puede enunciar aspectos didácticos que contribuyan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de dicho concepto estructurante y se puedan tener en cuenta en un futuro diseño de un laboratorio virtual destinado para la enseñanza del concepto en cuestión para estudiantes de grado decimo, lo anterior se expresa en el Imagen 7., donde se contemplan cuatro apartados A, B, C y D, éste último como producto de las revisiones literarias de los tres apartados anteriores.

Imagen 7. Construcción de los aspectos didácticos para la enseñanza del concepto reacción química mediante un laboratorio virtual



Diseño: Sánchez Castro (2012)

7.2.1 DIFICULTADES DIDÁCTICAS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

En torno a las dificultades didácticas en las prácticas de laboratorio en la literatura no se registra de forma explícita dicha documentación, pero si se encuentra variada documentación respecto el trabajo del laboratorio y cuál debería ser el trabajo adecuado que se debería llevar a cabo en dichas prácticas (Para ver dicha recopilación bibliográfica remítase al Anexo A).

Todos los documentos de este apartado son de electrónicos, las fuentes para su búsqueda fueron las páginas web de revistas de enseñanza, cómo *Enseñanza De La Ciencias*, *Iberoamericana De Educación* y *Eureka Enseñanza Y Divulgación Científica*, adicionalmente la bibliografía sugerida en otros documentos de uso potencial encontrados en internet.

Posteriormente de la literatura básica sobre el tema que fue recopilada se seleccionaron tres documentos (véase Anexo B), bajo los siguientes criterios:

- Valor del contenido respecto a la temática que nos atañe, en estos documentos se critica de forma explícita el trabajo que se está llevando a cabo en las prácticas de laboratorio y su metodología.
- Renombre académico de los autores en este campo de estudio, verificado en sus biografías sobre todo Hodson que es el referente de la mayoría de tratados sobre las prácticas de laboratorio.

Posteriormente por ser todos artículos de revistas se elaboraron fichas hemerográficas (Anexos H, I, J) de estos documentos seleccionados como lo sugiere Cazares et ál. (1999) para el diseño metodológico de una investigación documental.

“Esto se hace con el propósito de tener a mano dichos datos y poder localizar rápidamente los materiales en el momento oportuno. No importa que el libro o artículo aún no se conozca; basta con tener un indicio -como puede serlo el título del texto, el prestigio de su autor o alguna otra referencia de que dicho material pueda resultar útil a la investigación que se realizará.” (pág. 24)

Así las cosas, en ésta revisión literaria se evidenciaron las siguientes dificultades en las prácticas de laboratorio:

- Existe evidencia de que a todos los estudiantes no les motivan de igual manera las prácticas de laboratorio como se espera, incluso hay quienes ni si quiera les agrada dichas prácticas (Keys 1987; Head 1982; Gardner y Gauld, 1990; Lynch y Ndyetabura, 1984). A este respecto Hodson (1994) afirma que: *“Con frecuencia lo que resulta atrayente es la oportunidad para poner en práctica métodos de aprendizaje más activos”* (pág. 2). (Gil y Valdés, 1996).

- Desde el punto de vista de que el poco interés de los estudiantes hacia las prácticas de laboratorio, es uno de los grandes desafíos del proceso enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, y desde la comprensión de dicho poco interés como multicausal, vale la pena presentar la siguiente problemática identificada a partir de los aportes de Hodson (1994) problemática que contribuye en la generación del desinterés hacia las prácticas de laboratorio por parte de los estudiantes, lo cual no permitiría que el estudiante a través de las prácticas de laboratorio que realice sienta la necesidad de reestructurar sus esquemas mentales en cuanto al concepto que nos atañe.

Pues bien, en muchas de las prácticas de laboratorio se busca de una u otra manera que los estudiantes desarrollen un sin número de destrezas (Gil y Valdés, 1996) que desde el análisis crítico efectuado por Hodson (1994), el estudiante no necesariamente va a seguir utilizándolo, ni en la misma disciplina, ni en otras, ni mucho menos en su vida cotidiana, lo cual genera desinterés por aprender futuras habilidades, (podría creerse que no todas revisten gran importancia como lo afirma el profesor) de ahí que surja la famosa pregunta retadora que muchos estudiantes les formulan a los docentes de ciencias “¿Y esto, para qué me sirve en mi vida normal (Cotidiana)?”

Por lo anterior sin ánimos de desvirtuar ninguna de las destrezas que los estudiantes puedan llegar a desarrollar en las prácticas de laboratorio, se trata de cómo docentes ser más críticos en torno cuáles han de ser las destrezas que se pretendan desarrollar en los estudiantes, en términos de Hodson (1994): *“A favor de dejar claro a los estudiantes que algunas técnicas de laboratorio permiten realizar otras actividades de aprendizaje útiles, y a favor de asegurarse de que la carencia de determinadas habilidades no constituye una barrera adicional para el aprendizaje”*. (Pág. 201).

- La realización de mediciones con instrumentos y equipos adecuados; (instrumentos de uso específico como; la balanza, el termómetro y volumétricos como; la probeta, la pipeta y la bureta entre otros) es otra problemática evidenciada en las prácticas de laboratorio, a este respecto, de lo que se hablaba anteriormente en torno en qué destrezas enfatizar para que los estudiantes las lleven a cabo de manera satisfactoria por ejemplo dentro de los instrumentos de medición se encuentran gran variedad, pero si analizamos hay unos que son de mayor uso en comparación con otros, por lo tanto más allá de que el estudiante conozca todos los instrumentos de medición se pretende que aprenda a usar de forma adecuada los que más utilizará por citar un instrumento; la probeta considerando la curvatura o menisco que se forma al agregar un líquido, lo

cual puede variar su volumen si no se considera para determinar el volumen de la sustancia que se pretende medir.

- Los docentes de ciencias no niegan la importancia de los aportes que pueden brindar las prácticas de laboratorio en la formación de los estudiantes, de hecho resaltan su papel, no obstante, de acuerdo con Hodson (1994) no existen un número significativo de análisis sistemáticos que comprueben dicha importancia a la luz de los logros obtenidos a raíz de sus prácticas. A este respecto Hodson señala (1994):

Resulta interesante comprobar que, pese al apoyo casi universal que recibe del colectivo de profesores de ciencias, se ha investigado muy poco para obtener evidencias convincentes que puedan corroborar su eficacia y justificar así la enorme inversión de tiempo, energía y recursos con razones más convincentes o tangibles que las meras “sensaciones profesionales. (Pág. 199).

Dentro de los motivos por los cuales los docentes resaltan la importancia de las prácticas de laboratorio varían entre el profesorado (Lynch, 1987 cit. Por Hodson, 1994) pero se pueden concretar en cinco categorías los motivos que se relacionan con la ciencia; 1) Promover interés en los estudiantes a través de la diversión (motivación) 2) Aprender las metodologías científicas 3) Complementar el aprendizaje de los conocimientos científicos 4) Desarrollar habilidades en la utilización de la metodología científica en los estudiantes 5) Desarrollar actitudes científicas en los estudiantes.

Hodson (1994) asegura que la manera irreflexiva con la que se usa las prácticas de laboratorio es la principal razón de la mayoría de dificultades que se puedan suscitar a estas prácticas; *“gran parte de las prácticas que ofrecemos están mal concebidas, son confusas y carecen de valor educativo real”* (Hodson, 1994), de ahí, la importancia de que los aspectos didácticos de las prácticas en el laboratorio virtual que se propone intente abordar las sugerencias que este autor le hace a dichas prácticas.

- La utilidad de las prácticas de laboratorio a la hora de adquirir algunas destrezas científicas revisten una dificultad en las prácticas de laboratorio, para ello citaremos a Hodson (1994):

Existen abundantes pruebas que demuestran que el tipo de experiencias prácticas que proponemos en clase no dan lugar a la adquisición de ninguna de tales destrezas (APU 1982 y 1985, Toothacker 1983, Newman 1985). Incluso después de varios años de recibir clases de ciencias orientadas prácticamente, muchos alumnos son incapaces de llevar a cabo tareas sencillas de laboratorio en forma

precisa, segura y entendiendo lo que hacen. El informe Science at Age 15 de la APU (1985) revela, por ejemplo, que solo el 11% de los alumnos sabe leer correctamente un amperímetro programable, que únicamente el 14% es capaz de montar un circuito eléctrico según un determinado diagrama de circuitos y que no más del 57% puede realizar correctamente una sencilla técnica de filtración para separar el óxido de cobre sobrante durante la preparación del sulfato de cobre. (Pág. 201),

Lo anterior devela la importancia de que las prácticas de laboratorio permitan el desarrollo de habilidades y destrezas de carácter científico escolar, pero no desde la consideración del desarrollo de estas en los estudiantes como lo más importante, como la finalidad de la práctica de laboratorio, sino desde la comprensión de dichas destrezas como medio que permita que los estudiantes participen con éxito en las actividades del laboratorio.

7.2.2 DIFICULTADES DIDÁCTICAS DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES

En torno a las dificultades didácticas de los laboratorios virtuales al igual que en el apartado anterior se recopiló una bibliografía básica sobre este tema (Anexo A) resultado de búsquedas en la web y bibliotecas, esta bibliografía comprende documentos electrónicos también de revistas de renombre, artículos de congresos de educación y dos libros en formato físico un académico y otro de carácter investigativo, estos últimos del instituto de educación y pedagogía de la Universidad del Valle el primero y la Universidad Pedagógica Nacional en convenio con Colciencias, el segundo, respectivamente.

En la delimitación se seleccionaron tres documentos (véase Anexo B) de la amplia documentación existente respecto este tema, bajo el criterio de vigencia de la información, el editor y valor de contenido, en esta ocasión se seleccionó un documento de cada tipo, es decir un libro (Salsedo et al., 2007), un artículo de un congreso de tecnología y educación (Cataldi et al., 2009) y una tesina en tecnología educativa concretamente de laboratorios virtuales (Chiarenza, 2011). Seguido, se procedió a elaborar fichas en esta ocasión todas bibliográficas (véase Anexos C, F, G) porque ninguno de los tres documentos es artículo de revista o publicación periódica. Este tipo de ficha tiene como función la identificación de obras.

- El principal inconveniente identificado en la documentación de referencia fue el que implica los supuestos didácticos que subyacen del laboratorio virtual, a este respecto Viafara (2000) (dificultad en la que nos centraremos principalmente porque justifica la realización de este trabajo) si bien resalta algunos de los beneficios de los software educativo (dentro de los cuales se

encuentran los laboratorios virtuales) en el proceso de formación de los estudiantes, por permitir simulaciones agradables e interactivas atractivas para el estudiante, así mismo menciona pertinentemente una problemática que atañe esta investigación y de hecho la justifica. El autor lo presenta de esta manera: *“Estos (los software educativos) presentan inconvenientes como por ejemplo el hecho de que no sean desarrollados por docentes y por tal razón no tienen una visión pedagógica muy actualizada convirtiéndose en solo unos donadores de información y de experiencias agradables para los usuarios”* (Págs. 86-87),

Lo anterior se valida en el persistente llamado que hacen diversos autores (Clark y Sugrue, 1988 cit. Cabero, 1999; Viafara, 2000; Nagel, 2002 cit. González et al., 2005) para que el software educativo sea diseñado por docentes actualizados pedagógicamente, con capacidad crítica y reflexiva, este diseño explicita un enfoque pedagógico. Esto teniendo en cuenta a González et al. (2005) *quienes expresan que en la mayoría de los diseños de software educativo el modelo pedagógico aplicado no se hace explícito, ya que la preparación de los diseñadores es más informática que pedagógica, o sus conocimientos pedagógicos no están actualizados, a lo que se suma Viafara (2000) cuando afirma que el software educativo tiene un inconveniente muy grande; el hecho de que no sean diseñados por docentes y por lo tanto no tienen una visión pedagógica actualizada, disminuyendo su eficacia para propiciar una construcción del conocimiento científico escolar, o la referencia de Vidal (2002 cit. González et al., 2005) cuando manifiesta que para la educación de química se han elaborado simuladores de laboratorio que aunque presentan muy buena calidad desde el punto de vista informático, pueden conducir a un aprendizaje totalmente reproductivo ya que tienen la dificultad de que no cuentan con un buen modelo pedagógico.* (Nagel, 2002 cit. González et al., 2005).

Es así como en el ámbito de la didáctica de los laboratorios virtuales encontramos que muchos de estos presentan una problemática generalizada enunciada por autores como Viafara (2000) y Chiarenza (2011), aquella de no pasar por un análisis que contemple los preceptos didácticos que subyacen de su diseño y responda a las cuestiones pedagógicas de rigor ¿Qué clase de hombre queremos formar? ¿Con este medio didáctico estamos contribuyendo para la formación de esta clase de hombre deseado?, pues bien, en la literatura revisada parece evidente que la solución a esta problemática es aquella la de evaluar los laboratorios virtuales, esta evaluación debe permitir el análisis de los aspectos didácticos que contempla este medio didáctico más allá de una simple revisión de cuestiones técnicas, es decir realizarle análisis en función de las tendencias pedagógicas que subyacen en este, puesto que la producción desmedida de los laboratorios virtuales desde los 60's cuando iniciaron los primeros simuladores y poco analizada de los mismos *“El desarrollo de*

estos software ha sido más vertiginoso que los análisis y evaluaciones que pudiera hacerse de ellos.” (Chiarenza, 2011 pág. 4), esto supone una problemática de tipo didáctica para la enseñanza donde se implementan dichos laboratorios.

“En particular, los laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias o el uso de los recursos tecnológicos en la enseñanza de la Química constituyen un campo de la didáctica muy desarrollado pero no muy analizado. Existen muchos recursos didácticos para enseñar ciencias, varios laboratorios virtuales, específicamente Laboratorios Virtuales de Química, pero es escaso el material de análisis de sus atributos y la evaluación de su implementación.” (Chiarenza, 2011 pág. 6)

Y es precisamente este aspecto es el que nos atañe en la presente investigación puesto que la producción de innumerables laboratorios virtuales que se encuentran en el mercado dan luces de la improbabilidad de su elaboración desde una postura analítica y concienzuda del medio didáctico que se ofrece para contribuir en la formación de los estudiantes, por entidades ajenas a sus desarrolladores que por cuestiones de programación de software son técnicos, tecnólogos o ingenieros de sistemas que no cuentan con una formación pedagógica actualizada y consciente, esto basado en el hecho de que al revisar sus pensum académicos no se contempla ninguna asignatura que evidencia una mínima formación pedagógica (además porque no es uno de los propósitos de la carrera).

- Por su parte Chiarenza (2011) deja claro la imposibilidad de que los laboratorios virtuales reemplacen completamente los laboratorios reales

“Todo profesor de Química, e incluso todo profesional vinculado al uso de laboratorios químicos sabe que es imposible aprender de manera absolutamente virtual la totalidad de las técnicas de laboratorio. Un proceso de enseñanza de la Química que se arroge seriedad y calidad debe incluir el uso del laboratorio” (pág. 54).

El Laboratorio virtual de química es un recurso que no reemplaza al laboratorio real sino que se complementa con este para optimizar y mejorar su uso (Cataldi et al., 2009).

7.2.3 DIFICULTADES EN LA DIDÁCTICA DEL CONCEPTO ESTRUCTURANTE REACCIÓN QUÍMICA

Para identificar las dificultades del concepto estructurante reacción química, en primera instancia se recopiló literatura en torno a dicho concepto, la enseñanza de éste (véase Anexo A). Por ello, se abordaron documentos académicos universitarios e investigativos, así como revistas de educación como se ha mencionado en los apartados anteriores, resultado de búsquedas en internet y adquisición de textos en librerías.

Los parámetros de delimitación del material documental fueron la pertinencia del contenido con relación al facilitar la identificación de dificultades en la didáctica del concepto en cuestión, por ello fueron seleccionados los más precisos en esta temática por abordar la importancia de la enseñanza de las reacciones químicas y las dificultades más comunes que tienen los estudiantes para construir el concepto (véase Anexo B).

Para fines de este apartado se seleccionó dos libros (Pozo y Gómez, 2001; Kind, 2004) para los cuales se diseñó sus respectivas fichas bibliográficas (Véase Anexos D y E) Y un artículo de revista (Sosa, 2000) con su respectiva ficha hemerográfica (Véase Anexo K).

- Se encontró la problemática del cómo contribuir a la reestructuración del sistema cognitivo de los estudiantes mediante el estudio del concepto estructurante de reacción química a través de un laboratorio virtual para su enseñanza; “Creemos que la definición de los conceptos estructurantes y de las estrategias pedagógicas asociadas, *pueden ser uno de los ejes para desarrollar un nuevo modelo didáctico, que se puede ir construyendo y ensayando en clase*”. (Gagliardi, 1985 pág. 32)

Para contribuir en esta reestructuración se debe definir de acuerdo con Gagliardi (1985) la manera de utilizar las representaciones de los estudiantes, así como introducir el análisis de las concepciones de los estudiantes y de su medio. Por ello, parece obvio que primero debemos conocer dichas representaciones, o en su defecto por la gran cantidad de estas, al menos las más predominantes en los estudiantes en torno al concepto reacciones químicas, para que posteriormente se aborde el cómo utilizar las representaciones que los estudiantes tienen en torno a las reacciones químicas para contribuir en una construcción más adecuada en torno al concepto que nos atañe.

- Al indagar en torno a las dificultades de la enseñanza aprendizaje y evaluación del concepto reacciones químicas, se encontró que estas se enmarcan en gran medida en las representaciones alternativas o no

científicas que tienen los estudiantes en torno al concepto y los temas que lo subyacen, a este respecto, en la literatura se encuentra amplia información en torno a dichas representaciones (Meheut y cols., 1985; Driver, 1985; Andersson, 1986,1990; Stavy, 1990; Pozo, Gómez y Sanz, 1993, 1995; Pozo y Gómez, 2001; Borsese et al., 2003; Kind, 2004), sin embargo, aquí se abordan los aportes a este respecto de Pozo y Gómez (2001) y Kind (2004), quienes abordan la citada temática en producciones literarias de gran prestigio, como lo son el libro “*aprender y enseñar ciencias*” de Pozo y Gómez (2001) cuyos trabajos revisten gran reconocimiento en el mundo de la educación, por lo que ya sus obras son literatura casi que ineludibles de leer en el ámbito educativo, así mismo el libro “*Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*” de Kind (2004) respaldado por la Real Sociedad de Química del Reino Unido¹⁵

- Ahora bien, las problemáticas que dificultan la construcción del concepto reacción química por parte de los estudiantes se concretan de acuerdo con Pozo y Gómez (2001) en los siguientes grupos: 1) Dificultades para comprender la conservación de la materia 2) Dificultades con las relaciones cuantitativas y de cálculo proporcional en química. Adicionalmente encontramos las dificultades para la enseñanza de reacciones químicas de Kind (2004) quien las agrupa en cuatro: 3) El pensamiento del estudiante no se consolida 4) Razonar sobre las reacciones no involucra partículas 5) El pensamiento de que los cambios de estado son reacciones químicas 6) El idioma de la química causa confusión

A. Dificultades para comprender la conservación

Por una parte las dificultades para comprender la conservación de la materia implica un gran obstáculo en el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto reacción química pues este estudio requiere una comprensión más allá de las apariencias y de lo observable en los fenómenos químicos que tienen lugar en la materia. “*comprender la conservación de las propiedades de la materia cuando esta experimenta un cambio no resulta fácil para los estudiantes*” (Pozo y Gómez, 2001, Pág. 170).

A este respecto, Gómez Crespo (1993) cit. Pozo y Gómez (2001) y Gómez Crespo (1996) recogen algunas ideas que se reflejan en las Tablas 6 y 7, con relación a algunas dificultades identificadas en los estudiantes para la comprensión de la temática relacionada con las reacciones químicas, el cual es el equilibrio químico desde la comprensión de la conservación de la materia.

¹⁵ Royal Society of Chemistry (RSC) es una de las agrupaciones científicas de mayor prestigio en el mundo, que tiene como objetivo el promover las ciencias químicas.

Tabla 6. Algunas ideas de los estudiantes sobre la conservación de la materia

1. Entienden la conservación de la masa y de la sustancia como problemas independientes. 2. La conservación o no de la materia depende de las características observables del sistema. 3. Explican lo que cambia en el sistema, no lo que permanece. 4. No diferencian entre cambio físico y cambio químico. 5. Aparecen interpretaciones de los cambios en términos de transmutación y conservación de la sustancia con pérdida de masa.

Fuente: Gómez Crespo (1996)

Tabla 7. Algunas dificultades para la comprensión de equilibrio químico

▪ Dificultades para interpretar el sentido de la doble flecha ▪ Errores en la interpretación de las velocidades de las reacciones directa e inversa. ▪ Compartimentación del equilibrio. ▪ Dificultades para interpretar los cambios en un sistema de equilibrio.
--

Fuente: Pozo y Gómez (2001) adaptado a partir de Gómez Crespo (1993)

En vista de las anteriores dificultades, parece claro que los estudiantes deben asumir de manera permanente la existencia de ciertas propiedades que permanecen a pesar de los cambios que puedan observar en las prácticas de laboratorio o en su vida cotidiana (Pozo y Gómez, 2001) *“las conservaciones no observables desempeñan un papel esencial en el pensamiento científico, que diferencia esta forma de pensamiento del conocimiento cotidiano de los alumnos sobre la ciencia, basado más en los cambios y transformaciones observables que en la conservación de propiedades no observables”* (Pozo y Cols.,1991 cit. Pozo y Gómez, 2001, Pág. 171),

En esta problemática incide mucho la observación de los estudiantes que se basan en lo aprendido empíricamente en sus edades tempranas haciendo que crean que solo cambia y se conserva aquello que pueden ver y en el hecho de que los estudiantes desvinculan las propiedades; masa y sustancia que están relacionadas directamente en química, apreciándolas como si no tuviesen que ver entre sí. *“los alumnos basan sus respuestas en los aspectos observables de los estados inicial y final de la materia, centrándose en explicar aquello que ha cambiado y no lo que permanece”* (Pozo y cols., 199,1Pág. 177),

Gensler (1970 cit. Kind, 2004) sugiere que la información sensorial del estudiante entra en conflicto con lo que se le enseña, y genera confusión, de ahí que ellos prefieran muchas veces basarse en lo que ven a pesar de que el profesor diga lo contrario.

De hecho, hay quienes sugieren como Stavy (1990 cit. Kind, 2004) y Novick y Nussbaum (1981 cit. Kind, 2004) aprovechar esa capacidad innata que tienen los

estudiantes de basarse en sus observación para realizar interpretaciones y dar respuestas a los fenómenos y utilizar las imágenes para ayudarlos a adquirir, en las clases de ciencia, la visión de la materia aceptada científicamente (véase Kind, 2004).

En los trabajos de Driver y cols. (1985), así como el de Llorens (1991) se deja en evidencia que los estudiantes dan opiniones a favor o en contra de la conservación de la materia a razón de lo que perciben en el problema que se les sugiere, basándose justamente en lo que observan que ha cambiado. Por ejemplo la desaparición de un sólido para formar un gas a raíz de una combustión, implica para ellos que hay pérdida proporcional de masa o total en el caso del alcohol al evaporarse. *“las reacciones, suelen implicar modificaciones observables que los alumnos asociarían a cambios cualitativos de la materia, fundamentalmente cuando el estado es gaseoso”* (Pozo y Gómez, 2001, Pág. 178).

De ahí que suelen confundir cuando se lleva a cabo una reacción químicas, pues tienen a creer que siempre que hay un cambio físico como puede darse lugar en algunas disoluciones y cambios de estado, como cambia lo observado se tiende a pensar que trata de una reacción (Kind, 2004) o que no se conserva la materia (Pozo y Gómez, 2001).

Lo anterior genera las siguientes implicaciones:

1. La construcción del concepto reacción química así como la disciplina misma requieren que el sujeto reconozca la existencia de propiedades no observables de la materia, que permanecen inmutables a pesar de los cambios que ésta experimente.
2. Se requiere que el estudiante comprenda las conservaciones de las cantidades como la masa o el peso, para lo cual se debe dedicar una unidad didáctica para trabajar esta temática con los estudiantes y alcanzarla de manera satisfactoria para que no carezcan de significado las unidades y sistemas que se utilizan para medir dichas cantidades.
3. De acuerdo con Pozo y Gómez (2001) las conservaciones cuantitativas a las que se hace referencia en el ítem anterior, debe abordarse paralelamente con la conservación de la sustancia, tras un cambio, puesto que es lo que permite diferenciar un cambio físico de un cambio químico (reacción química). Ya que después que se haya efectuado una reacción química las sustancias iniciales (reactivos) no se conservan pero si su materia y es precisamente esto una de las dificultades más reincidentes entre los estudiantes: *“Los estudiantes experimentan dificultades para reconocer cuándo ocurre una reacción química. Muchos no distinguen de manera consistente entre un cambio químico y un cambio de estado, al cual los expertos llaman un “cambio físico”. Diversos*

*estudios muestran evidencia de este hecho.*¹⁶ (Por ejemplo, Ahtee y Varjola, 1998)". (Kind, 2004, pág. 53)

4. Se hace necesario mostrar en las prácticas de laboratorio virtual que la conservación viene de un proceso de intercambio y equilibrio, en el que unas entidades químicas ganan y otras pierden, es decir hay que prestar especial atención en que los estudiantes comprendan el tipo de interacciones implicadas en las transformaciones para que exista una construcción conceptual de las reacciones como sistemas de equilibrio que es una de las grandes dificultades que presentan los estudiantes, incluso los que aceptan la conservación de propiedades aunque no sean perceptibles (Pozo y Gómez, 2001, Borsese, 2003)
5. A raíz de que los estudiantes asocian los cambios de estado con cambios en la cantidad de materia y este hecho se evidencie más en los problemas que implican cambios de estado más que en otros que no los implican como las disoluciones es necesario que se aborden actividades en el laboratorio virtual de ambos tipos; unas que impliquen cambio de estado y otras que no, (pueden encontrarse ejemplos de actividades y ejercicios para orientar este ítem en Pozo, 1993)
6. Es necesario que los estudiantes comprendan cuando las sustancias se conservan y cuando no, tras una transformación, ya que la permanencia o no de las sustancias iniciales tras el cambio, presenta también bastantes dificultades, implicadas entre otras cosas porque no se tiene claro el termino sustancia (Kind, 2004) lo cual se abordará más adelante.

B. Dificultades con las relaciones cuantitativas y de cálculo proporcional en química

La cuantificación en química constituye una parte importante en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los contenidos de esta disciplina durante el bachillerato, pues permite representar las leyes para poderlas interpretar de mejor manera, así pues, se hace necesario que los estudiantes tengan la capacidad de establecer esta relación cuantitativa de las dimensiones macroscópicas del mundo real (masa, volumen, peso, entre otras) con las de nivel microscópico (en función de los átomos y moléculas que intervienen, por lo que es necesario conocer la cantidad de entidades químicas que participan en un determinado proceso) a partir de lo cual se interpreta los procesos y se establecen las teorías sobre la materia. *"Esta cuantificación hace referencia a la representación de las leyes físico-químicas y su aplicación práctica, lo que probablemente represente otra de las principales dificultades de aprendizaje para los estudiantes"*. (Pozo y Gómez, 2001, Pág. 190)

¹⁶ Véase también: Shollum (1981), Briggs y Holding, 1986

De acuerdo con Pozo y Gómez (2001) casi todos los cálculos químicos del bachillerato se pueden realizar aplicando relaciones de proporcionalidad (véase Tabla 8) pero aquí se encuentra otra de las grandes dificultades de los estudiantes que constituye la comprensión y aplicación de las relaciones cuantitativas (razonamiento proporcional), para ello es necesario que en el laboratorio virtual se tengan en cuenta actividades en las que se comprenda de manera adecuada ideas fundamentales para comprender este razonamiento proporcional como lo son los conceptos de dimensiones macroscópicas como volumen, masa y peso, así como dimensiones microscópicas como átomo, molécula, número de avogadro o mol (Pozo y cols., 1991) que son un poco más difíciles de abordar en los laboratorios físicos puesto que no se pueden observar, de hecho la comprensión de mol requiere de cierta abstracción por parte del estudiante, por ser un concepto que intenta cuantificar partículas muy pequeñas que por sí solas no podrían ser cuantificadas, de ahí que sea necesario medir de una vez un número significativo de ellas y es justamente donde surge el concepto mol¹⁷. *“A pesar de su papel simplificador, este concepto resulta oscuro y difícil de comprender y aplicar”* (Pozo y Gómez, 2001, Pág. 191)

Tabla 8. Algunas de las principales aplicaciones cuantitativas de la química en la educación secundaria

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculos con moles ▪ Cálculos de números de partículas (átomos, etc.) ▪ Aplicaciones de las leyes de los gases ▪ Concentración de disoluciones ▪ Ajuste de reacciones ▪ Cálculos estequiométricos ▪ Equilibrio químico |
|--|

Fuente: Pozo y Gómez (2001) pág. 183

Por lo anterior sin la claridad de estas unidades conceptuales, el estudiante no podrá relacionar los coeficientes de las reacciones químicas y las cantidades de las sustancias que intervienen en cada proceso.

C. El pensamiento del estudiante no se consolida

Al estudiante mediante los métodos tradicionales de enseñanza aprendizaje, no se le proporciona el tiempo necesario para efectuar sus construcciones, modificaciones, adaptaciones de sus esquemas mentales, dicho en otras palabras

¹⁷ El mol es un concepto integrador en la historia de la química (Pozo y Gómez, 2001) es la unidad en el Sistema Internacional de la magnitud cantidad de sustancia. Fue definido oficialmente en el año 1957 por la IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) y en el año 1967 por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) como: *“La cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en un 0.012 kg de carbono-12. Al emplearse el mol debe especificarse el tipo de entidades elementales; estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras entidades o grupos especificados de tales entidades”*.

el desarrollo y consolidación de lo aprendido se da por sentado al haber tratado la temática, de ahí que el estudiante tenga un gran cantidad de pensamientos pero ninguno consolidado, a este respecto Kind (2004) afirma:

En cada etapa se asume que los estudiantes han aprendido como el maestro lo pretende. Se da poco tiempo para descubrir las ideas de los niños y dirigirlas. Como resultado, los estudiantes exhiben un pensamiento muy enredado cuando intentan asimilar a sus propias estructuras los nuevos puntos de vista científicos sobre el mundo (Pág. 60).

D. Razonar sobre las reacciones no involucra partículas

Los estudiantes le atribuyen características macroscópicas a las partículas, clasificando de acuerdo con dichas características de forma diferente un mismo átomo *“Llegan a considerar dos formas del mismo elemento químico como sustancias diferentes, debido a variaciones estructurales macroscópicas (...) Sin embargo, los estudiantes muestran su comprensión de las diferencias entre elementos, compuestos y mezclas cuando se presentan con diagramas; esto sugiere que las imágenes son útiles en la enseñanza.”* (Kind, 2004, Pág. 60) recurso el cual se puede recurrir adecuadamente en los laboratorios virtuales.

E. El pensamiento de que los cambios de estado son reacciones químicas

Suele confundirse los cambios químicos o reacciones químicas con cambios de estado y soluciones por ello se necesita estrategias que dejen en claro la distinción de los cambios físico de los químicos, más allá de requerirles la fe ciega de la que habla Gensler (1970 cit. Kind, 2004) pues en algunos cambios de estado el estudiante no puede evidenciar visualmente si realmente sigue siendo la misma sustancia de ahí que pueda dudar o creer que sea una reacción química.

F. El idioma de la química causa confusión

Por la gran cantidad de términos diferentes que existen en química con su significado específico, los estudiantes tienden a confundirlos.

El aprendizaje y respectiva diferenciación de la amplia terminología que implica aprender química, de ahí que autores como Kind (2004) manifiesten que el idioma de la química causa confusión.

Por tanto, omitir la dificultad que le significa algunos términos como los ya mencionados (sustancia, mol, número de avogadro, equilibrio químico, fuerzas intermoleculares, entre otros) a los estudiantes, representa en principio grandes posibilidades de fracaso escolar en química.

Una buena parte de la enseñanza y el aprendizaje de la química consisten en incorporar este lenguaje en forma tal que ayude a los alumnos a desarrollar la comprensión de los conceptos químicos. Existe evidencia que

sugiere que las dificultades pueden aparecer porque los maestros no son conscientes de los significados y problemas que los principiantes tienen con estos términos, lo que empobrece el aprendizaje de los conceptos químicos que representan.” (Kind, 2004, Pág. 57)

A este respecto existen propuestas de cómo enseñar los conceptos más usuales y en ocasiones confusos de química como Loeffler (1989) y Vogelezang (1987) Loeffler (1989 cit. Kind 2004) quien tiene una estrategia para abordar los conceptos elemento, compuesto y mezcla, pero por tratarse de la sugerencia de cambiar los términos que se utilizan usualmente en las clases de química, parece algo problemático.

Por su parte Vogelezang (1987 cit. Kind, 2004) sugiere que la noción de sustancia deberá enseñarse antes de aprender acerca de átomos y moléculas porque se relaciona en forma más cercana con las experiencias de los estudiantes. *Como éstos tienden a pensar en la materia como continua, el término “sustancia” se acerca más a su noción de “material” que las palabras orientadas a partículas como “átomo” y “molécula”* (Pág. 58).

A estas dificultades se le suma las dificultades con el concepto mol, la necesidad de utilizar el número de avogadro en los cálculos en términos de Pozo y Gómez (2001) el número de avogadro es un número tan grande que se escapa de lo que se pueda imaginar el estudiante, la semejanza fonética entre la gran cantidad de conceptos que requiere manejar el estudiante cuando se encuentra trabajando con cantidades de sustancias (cuantificación) como lo son; mol, molécula, molar, molaridad, entre otros.

Sin embargo, existe en la literatura algunas sugerencias y alternativas de enseñanza para mejorar la comprensión de estos conceptos que pueden generar tanta confusión en los estudiantes (véase Kind, 2004; Pozo y cols., 1991)

En síntesis, hay que prestar especial atención a las dificultades que implican los cálculos proporcionales, así como las dificultades que presentan las leyes y los conceptos relacionados con el concepto estructurante porque históricamente han representado obstáculos en la construcción del concepto reacción química por parte de los estudiantes, por lo tanto, a la hora de diseñar las unidades didácticas que se sugieren como propuesta didáctica del laboratorio virtual de reacciones químicas se deben tener en cuenta esta serie de interpretaciones alternativas de los estudiantes, así como sus dificultades, muchas de las cuales se encuentran registradas en la literatura, siendo estudiadas en detalle y por separado, lo cual puede servir de referente en el momento de diseñar actividades en el laboratorio virtual.

7.2.4 ASPECTOS DIDÁCTICOS PARA EL DISEÑO DEL LABORATORIO VIRTUAL DEL CONCEPTO REACCIÓN QUÍMICA

Cabe resaltar que los aspectos didácticos que se proponen para el diseño del laboratorio virtual enunciados a continuación no se deben tomar como un recetario o como si se pretendiese sugerir una metodología infalible; porque no es lo que se busca con la presente investigación documental.

Los aspectos didácticos que se presentan deben ser comprendidos como consideraciones desde una mirada didáctica, a tener en cuenta en el momento de diseñar un laboratorio virtual para la enseñanza de las reacciones químicas. Así mismo en aras de la claridad de los aspectos que se sugieren, se ejemplificarán algunos, no obstante, se resalta que dentro de los propósitos de este trabajo no se encuentre el de explicar el cómo aplicar los aspectos didácticos que se sugieren, sin embargo esta autoría consideró aspectos didácticos que fuesen viables para implementar en el diseño de un futuro laboratorio virtual, como ya se ha dejado claro;

- El laboratorio virtual de reacciones químicas debe permitir la interacción entre el profesor y los demás estudiantes del grado decimo para organizar el trabajo como mejor se adapte al gusto de los estudiantes, de tal manera que las prácticas del laboratorio virtual no se presenten como secuencia inflexible previamente programada por parte del diseñador del software (es decir que no sea necesario iniciar por determinada práctica específicamente) sino que permita iniciar por la serie de actividades elegida por los estudiantes que más les interese. Evidentemente, la dificultad del laboratorio virtual aquí sería en sí la versatilidad así como flexibilidad que este posea para adaptarse a dichas elecciones de los estudiantes, por ello se sugiere generar una base de datos que recoja los intereses de los estudiantes respecto a las reacciones químicas, de tal manera que el laboratorio virtual proponga actividades ya programadas previamente que suplan dichos intereses más comunes. Es decir lo ideal sería un software que aplique inteligencia artificial para garantizar “respuestas inteligentes”, sin embargo por costos, la base de datos que se sugiere y la programación de actividades con base en esta, son una alternativa más económica. Por ejemplo, de acuerdo con Hodson (1994) los estudiantes valoran en gran medida el “desafío cognitivo” que le presupongan las actividades a realizar durante la práctica, no obstante este no tiene que ser tan difícil que no pueda comprenderse y debe ser relativamente fácil de llevar a cabo, pero tampoco tan sencillo que no suponga dicho desafío al estudiante, por ello se debe prestar gran atención al tipo de trabajo práctico que se desea ofrecer, lo cual se evidenciará en los experimentos que se propongan en el laboratorio virtual, por ello independientemente de la cantidad de experimentos

que sean en torno a las reacciones químicas en este medio didáctico, cada uno debe tener un propósito claro, que se vincule con algún interés del estudiante (Watts y Ebbutt,1988; Bliss 1990; Ebenezer y Zoller,1993). De tal manera que no solo se traten de actividades orientadas por los intereses de los estudiantes generando tan solo un activismo sin sentido, sino que también cumpla con un propósito del tema a tratar. Es decir, que los propósitos de cada una de las prácticas de laboratorio sean explícitos, supongan graduales desafíos cognitivos para los estudiantes y que se enmarquen en los gustos e intereses de los mismos.

Lo anterior, para que los estudiantes tengan una posición activa en la formación de sus esquemas mentales en torno al concepto estructurante reacción química, influenciados por experiencias proporcionadas por el laboratorio virtual.

- Vale la pena cuestionarse ¿El desarrollo de qué habilidades particulares permitirán que los estudiantes lleven con éxito las prácticas presentadas en el laboratorio virtual de reacciones químicas? Para que sean desarrolladas a un nivel de competencia satisfactorio y al ser el concepto reacción química “estructurante” el estudiante notará que requerirá de estas destrezas para otras prácticas de laboratorio, incluso en otros contextos escolares y extracurriculares.

Entonces ¿qué del concepto estructurante reacción química se pretende que los estudiantes de grado decimo aprendan a partir de las prácticas de laboratorio sugeridas en el laboratorio virtual? Para lo cual nos remitimos a los estándares básicos de competencias en ciencias naturales (MEN, 2006).

- Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
- Explico los cambios químicos desde diferentes modelos.
- Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos.
- Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos.
- Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.
- Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos.
- Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.

También se considerarán algunas de las problemáticas evidenciadas por Pozo y Gómez (2001) en la Tabla 5.

Tabla 5. Fragmento algunas de las dificultades en el aprendizaje de la química

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ Dificultades para comprender y utilizar el concepto de cantidad de sustancia.▪ Dificultades para establecer las relaciones cuantitativas entre; masas, cantidades de sustancias, número de átomos, etc.▪ Explicaciones basadas en el aspecto físico de las sustancias implicadas a la hora de establecer las conservaciones tras un cambio de la materia.▪ Dificultades para interpretar el significado de una ecuación química ajustada. |
|--|

Fuente: Pozo y Gómez (2001)

A partir de lo anterior, algunas de las destrezas particulares (a las que se les debe hacer especial énfasis durante las prácticas de este laboratorio, no como fin sino como medio) que se considera permitirán que los estudiantes construyan un mejor esquema mental del concepto reacción química, y que se presentan de cierta manera en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales (MEN, 2006), son:

- En cuanto a subsanar a partir del laboratorio virtual las dificultades que existen en torno a las mediciones, se propone lo siguiente:
 - a. Simulación con los preceptos más importantes a tener en cuenta durante la utilización de dicho instrumento¹⁸.
 - b. Prácticas en las que se requiera la medición a través de dichos instrumentos de laboratorio, por ejemplo para que el estudiante comprenda la conservación de la materia en una determinada reacción química.
 - Observación y registro de dichas observaciones y resultados a partir de esquemas, gráficos y tablas, estableciendo relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.
 - Formulación de preguntas e hipótesis
 - Identificación y análisis de variables
 - Implementación de las matemáticas para modelar, analizar así como presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.
 - Indagación y capacidad para seleccionar fuentes de información, así como la capacidad para relacionar dicha información recopilada con sus conclusiones, los datos de los experimentos y simulaciones.
 - Interpretación y comparación de resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental. Lo que incluye la habilidad para sacar conclusiones de los experimentos realizados, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Autores como Martínez (2002), Martín F. (2002) y Rodríguez (2002) consideran que el aporte más valioso de las TIC's es la capacidad de integración con la teoría constructivista del conocimiento (sin ánimo de señalar que todas las TIC

¹⁸ Para una mejor idea del tipo de simulación al que se hace referencia, remítase a: <http://goo.gl/xuqBY>

de información y comunicación, sean constructivistas) lo cual permite que el estudiante avance en el conocimiento que le es de interés o utilidad. Así las cosas en el presente trabajo se propone en marcar el diseño didáctico de un laboratorio virtual en los conceptos estructurantes los cuales en términos pedagógicos se enmarcan en la perspectiva constructivista: *“De acuerdo a la perspectiva constructivista, esos conceptos estructurantes serán también contruidos por el alumno al mismo tiempo que construye otros conocimientos”*. (Gagliardi, 1985 Pág. 32)

Lo anterior desde el enfoque de que las estructuras cognitivas y los conceptos, no se encuentran aislados. Se pretende que mediante la construcción del concepto estructurante de reacción química el estudiante pueda reestructurar su sistema cognitivo, en términos de Gagliardi (1985) al construir un concepto el estudiante construye (o reconstruye) sus estructuras cognitivas.

El hecho de construir un concepto estructurante determina una reestructuración del sistema cognitivo, que lo hace apto para construir otros conocimientos. Lo que importa no es lo que se aprenda, si- no la transformación que determina aquello que se aprende. Enfocado desde otro ángulo, el alumno da un significado a lo que percibe (...) (Gagliardi, 1985, Pág. 31)

Ahora bien, el aspecto didáctico que se enuncia en este ítem (el de implementar la enseñanza de las reacciones químicas desde el enfoque constructivista de concepto estructurante), supone otra problemática y es la que el mismo Gagliardi (1985) menciona, que básicamente se resume en el hecho de que no basta con identificar los conceptos estructurantes en este caso el de reacción química, ya que solo tendríamos el tema a enseñar que no estrictamente implicaría que los estudiantes construyeran su conocimiento respecto a dicho concepto, es por ello que después de haber identificado la necesidad de abordar las prácticas de laboratorio virtuales para estudiantes de grado decimo desde el enfoque de los conceptos estructurantes de química, se debe dirigir la atención hacia cuales son las actividades que favorecen su aprendizaje. Lo cual se intenta abordar en el siguiente aspecto didáctico.

- A raíz de lo aportado por Hodson (1994) respecto al cuidado que se debe tener en las prácticas de laboratorio con relación a presentarlas prácticas directas únicamente desde el enfoque de la enseñanza por descubrimiento, se extraen los siguientes aspectos didácticos para tener en cuenta:
 - No se debe hacer énfasis en un método científico característico; para que el estudiante no construya visiones deformadas de la ciencia.
 - No abordar prácticas de laboratorio libres de contenido y tan generalizables, para esto se sugiere que cada práctica que se proponga en el laboratorio

virtual implique unos requerimientos de orden conceptual que incluya la interacción del maestro, no estaría de más enmarcar las prácticas de laboratorio en unidades didácticas relacionadas con los temas a tratar, en este caso unidades didácticas de reacciones químicas como concepto estructurante. Esto como propuesta para una construcción más armónica del concepto a la luz de la teoría y la práctica.

- Si bien, Hodson (1994) simplemente enuncia las simulaciones de computador, como alternativas de “apoyo” para las prácticas de laboratorio físicas (en los laboratorios reales), a continuación se recopilan algunas de sus recomendaciones contextualizándolas al tema que nos atañe en la presente investigación.

1. Tener claro el propósito de una lección concreta. A este respecto Hodson (1994) señala que *“A menudo resulta difícil determinar en la práctica la intención específica contenida en una lección concreta porque los profesores tienden a utilizar el trabajo práctico descrito por un manual de laboratorio como parte integral del curso”* (Pág. 205). Por ello, las prácticas que se aborden en el laboratorio virtual deben distar de las presentadas por los manuales de laboratorio, es necesario que estas sean elaboradas en concurso por un grupo de docentes y sin seguir los patrones tradicionales que presentan dichos manuales, ejemplo; la búsqueda de múltiples y variados objetivos a partir de una práctica.

Por lo anterior, se propone que cada práctica del laboratorio virtual para la enseñanza de las reacciones químicas responda a las siguientes consideraciones:

- **SELECCIÓN DE PROPOSITOS CENTRALES:** ¿Qué se desea que los estudiantes aprendan a partir de esta práctica?, lejos de pretender encasillarnos en los objetivos tradicionales de los manuales de laboratorio con este ítem se pretende concretar cada práctica y enmarcarla en la construcción de un aprendizaje concreto de manera adecuada y no someramente un sin número de aprendizajes ejemplo; que los estudiantes reconstruyan sus esquemas mentales en torno a la conservación de la materia que se cumple en toda reacción química desde la comprensión de los postulados de Lavoisier o por lo contrario, se desea que los estudiantes relacionen la formación de enlaces con los cambios químicos, ya que las reacciones químicas por ser un concepto estructurante permite abordar múltiples temáticas y lejos de pretender que el estudiante las aprenda en una, dos o tres prácticas de laboratorio virtual.

Es importante recordar que, las habilidades científicas escolares que el estudiante pueda desarrollar son el medio para que alcance el objetivo central que se propone para cada una de las prácticas.

- **ANALISIS DE LOS PROPOSITOS CENTRALES:** Cabe cuestionarse que tanto de los propósitos centrales seleccionados son realmente necesarios

que el estudiante los maneje, esto en el marco de lo formulado por Hodson (1994):

“A los estudiantes se les puede pedir frecuentemente que comprendan la naturaleza del problema y el procedimiento experimental (ninguno de los cuales les son consultados), que adopten la perspectiva teórica relacionada con el tema de estudio (con una ayuda mínima del profesor), que lean, asimilen y sigan las instrucciones del experimento, que manejen el aparato en cuestión, que recopilen los datos obtenidos, que reconozcan las diferencias entre los datos conseguidos y los resultados que “deberían haberse obtenido”, que interpreten tales resultados y escriban un informe del experimento (a menudo utilizando un lenguaje impersonal y curiosamente oscuro), y se les pide además que en todo momento se aseguren de comportarse razonablemente bien con el resto de compañeros. En resumidas cuentas, el trabajo práctico tal como se lleva a cabo en la actualidad, plantea determinadas barreras innecesarias que dificultan el aprendizaje con demasiadas interferencias). Estos signos de interferencias hace que los estudiantes a veces sufran una “sobrecarga de información” y sean incapaces de percibir claramente la “señal de aprendizaje” (Pág. 204).

El análisis que se propone aquí a dichos propósitos también hace referencia al ser críticos con las técnicas y demás aprendizajes del concepto reacción química que no son tan necesarios que los aprendan los estudiantes, porque sean muy difíciles de aprender o si bien, porque no se vayan a requerir más adelante en la formación media vocacional (Hodson, 1994), pues a pesar de que en los estándares básicos de competencias de ciencias naturales (MEN, 2006) se presentan una serie de acciones de pensamiento que enmarcan el concepto reacción química, así mismo abordan múltiples contenidos que no necesariamente son de constante uso en la formación académica escolar.

Ya seleccionados y sometidos a un análisis crítico de pertinencia continuaremos con el siguiente ítem enunciado por Hodson (1994).

“Escoger una actividad de aprendizaje que se adapte a estos objetivos. Una experiencia de aprendizaje pensada para facilitar el desarrollo conceptual necesitará a buen seguro ser diseñada de forma muy diferente a una cuyo propósito sea ayudar a los estudiantes a comprender aspectos particulares del método científico, o a generar interés por la ciencia, o a aportar información sobre la historia, el desarrollo y el impacto social de una idea, proceso o artefacto”. Este ítem hace referencia al “Cómo” y es aquí donde sugeríamos en aspectos didácticos anteriores la elaboración de una serie de actividades de enseñanza y aprendizaje mediante el diseño de varias unidades didácticas (Escamilla, 1993; Sánchez Blanco y Valcárcel, 1993; García, 2000; Marqués Graells, 2002; Ospina, 2005)¹⁹ para el laboratorio virtual que sea coherente con los propósitos centrales

¹⁹ Literatura recomendada para la elaboración de unidades didácticas de ciencias (Química).

seleccionados. Se habla de varias unidades didácticas para que haya mayor diversidad de actividades propuestas, puesto que las prácticas deben hacer referencia a un repertorio variado de actividades y no a una metodología concreta según Del Carmen (2000)

Las unidades didácticas que se diseñen deben responder a los aspectos principales de la enseñanza de la ciencia (Hodson, 1994), sin asumir que tales objetivos tan distintos puedan ser cubiertos por el mismo tipo de experiencia de enseñanza, aprendizaje y evaluación como cotidianamente se podría pensar desde la mirada del enfoque de la enseñanza aprendizaje por descubrimiento:

- *El aprendizaje de la ciencia*, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales.

- *El aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia*, desarrollando un entendimiento de la naturaleza y los métodos de la ciencia, siendo conscientes de las interacciones complejas entre ciencia y sociedad.

- *La práctica de la ciencia*, desarrollando conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la resolución de problemas.

- Las actividades de aprendizaje del laboratorio virtual deben intentar responder dudas de los estudiantes en torno al concepto reacción química pero desde situaciones cotidianas (que muchas veces requiere de la comprensión de aprendizajes abstractos), para ello se sugiere, no presentar las prácticas como las tradicionales de los manuales de laboratorio (a partir del título por ejemplo; “cinética química y velocidad de una reacción”) sino, presentarlas desde la formulación de preguntas problemas concretas, por ejemplo; ¿Por qué la leche se tarda más en descomponerse si la tenemos en el refrigerador?, aquí se está abordando una situación cotidiana para los estudiantes que tendría como propósito central presentar la temperatura como catalizador, así mismo permitiría comprender el concepto catalizador, y como se trata de un laboratorio virtual se puede presentar la simulación del movimiento de las moléculas de la leche cuando esta dentro del refrigerador y fuera de él (donde se hará evidente la influencia de la temperatura en la velocidad con la que se mueven las partículas) de esta manera la construcción del concepto catalizador iría un poco más allá de la simple conceptualización, permitiendo la inclusión de la teoría consciente en la práctica de laboratorio. Recordemos que;

Un estudiante que carezca de la comprensión teórica apropiada no sabrá dónde o cómo mirar para efectuar las observaciones adecuadas a la tarea en cuestión, o no sabrá cómo interpretar lo que vea. Por consiguiente, la actividad resultará productiva, lo cual incitará a los profesores a dar las “respuestas”. En la práctica, la situación puede llegar a ser mucho más compleja y bastante más perjudicial. No es que los niños no posean el marco teórico apropiado y necesario, sino que a menudo tienen uno diferente. Así pues, es posible que miren en el lugar “equivocado”, de la forma “equivocada” y que hagan interpretaciones “equivocadas”, en

ocasiones incluso negando con vehemencia la evidencia arrojada por la observación que entra en conflicto con sus ideas anteriores al experimento (Gunstone, 1991 cit. Hodson, 1994, Pág. 208)

Para evitar que pase la práctica de laboratorio sin que el estudiante comprenda la influencia de los catalizadores en las reacciones químicas, es decir que pase la practica sin comprender correctamente el propósito central del experimento, el procedimiento y los hallazgos, mezclándolo con cualquier concepto erróneo que haya surgido en sus mentes a raíz de la no comprensión de la práctica o a raíz de sus ideas previas, la inclusión de situaciones problemas busca que los estudiantes sean conscientes de lo que están aprendiendo desarrollando la capacidad de relacionar los cuerpos de conocimiento reconstruidos por el mismo mediante las prácticas de laboratorio con situaciones de su vida diaria. Esto es relevante en el sentido de lo expuesto por Hodson (1994, Pág. 207):

Aunque los estudiantes perciben el laboratorio como un lugar donde están activos (en el sentido de “estar haciendo algo”), muchos son incapaces de establecer la conexión entre lo que están haciendo y lo que están aprendiendo (tanto en términos de conocimientos conceptuales como de conocimientos relativos al procedimiento).

- Se sugiere la revisión de las ideas que tienen los estudiantes (representaciones alternativas) sobre el concepto reacción química o el concepto que se pretenda trabajar en el laboratorio virtual, para utilizar dichas representaciones, en la reconstrucción del concepto mediante las actividades que se propongan en este medio didáctico, lo cual independientemente de los resultados que pueda arrojar ya puede considerarse como un gran aporte para estos medios didácticos puesto que no existe registro de laboratorios virtuales que fundamenten las actividades que proponen en las ideas alternativas que tienen los estudiantes sobre el concepto o la temática que abordan (paradójicamente para los cuales fueron diseñados).

Las representaciones alternativas que poseen los estudiantes incidentes en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las reacciones químicas, los autores revisados abordan dichas interpretaciones categorizándolas de distinta manera pero en el fondo se trata de las mismas problemáticas por ello a continuación se intenta potenciar los aportes de ambos autores elegidos, complementándolos donde allá lugar con los postulados del otro

Pozo y Gómez (2001) entre otras problemáticas de la química mencionan la dificultad que tienen los estudiantes para comprender la conservación de las propiedades no observables de la materia, para lo cual se hace necesario que el estudiante incluya en sus esquemas mentales la comprensión de ciertas entidades conceptuales (energía, materia, entre otros) y su conservación, incluso algunas de ellas que no son visibles en su vida cotidiana (átomo, molécula...), puesto que si el estudiante no incluye dicha comprensión en sus

esquemas mentales, no podrá comprender la conservación de la materia, aspecto particularmente importante en el estudio de las transformaciones de la materia que ocupa una parte importante en los contenidos de química en el bachillerato.

“Si no se asumen estas conservaciones, resulta bastante difícil que los alumnos lleguen a alcanzar la visión de la naturaleza como un sistema de equilibrio, por lo que más tarde encontrarán muchas dificultades para comprender el equilibrio químico”. Pozo y Gómez (2001 Pág. 170)

De lo anterior, es importante reconocer que el estudio de la química requiere comprender más allá de las apariencias, más allá de lo observable (claro está que si se puede observar muchísimo mejor y esta ventaja se tiene de los laboratorios virtuales, los cuales pueden permitir visualizar fenómenos que en condiciones normales no es tan fácil de observar o en ocasiones es imposible), pero para identificar cómo se puede intervenir desde el laboratorio virtual en esta problemática como se hacía mención anteriormente, se hace necesario conocerla en detalle, entonces ¿cuáles son las dificultades que tienen los estudiantes en la comprensión de las reacciones químicas?

- Pozo y Gómez (2001), Kind (2004) sugieren de manera independiente un conjunto de iniciativas para que los maestros de bachillerato apoyen a sus estudiantes en el tratamiento de las problemáticas anteriormente mencionadas, las cuales se vincularán a continuación a los aspectos didácticos que debe contemplar el laboratorio virtual de reacciones químicas en su futuro diseño, bajo el precepto de que aprender ciencia es también aprender a explicar lo que se sabe (Ogborn y cols., 1996).

La enseñanza y aprendizaje del concepto estructurante reacción química, así como el de la ciencia implica no únicamente aprender conceptos (teoría), sino también aprender procedimientos de trabajo (práctica) que si bien pueden derivarse en diferentes tipos de trabajos prácticos cuyo propósito primordial es la resolución de problemas (problemas de diversa índole, donde no hacemos referencia a estos como los muy comunes ejercicios de química, porque a pesar de que tanto problemas como ejercicios requieren procedimientos de trabajo, este no es el mismo en cada caso: *“los procedimientos implicados son de diferente naturaleza”.* Pozo y Gómez, 2001)

Por lo tanto, la clase de problemas que se sugiere tener en contemplar en el laboratorio virtual se enmarcan bajo la clasificación que les dan Pozo y Gómez (1994 y 2001); Problemas de tipo cualitativos, cuantitativos y pequeñas investigaciones²⁰, a continuación se ejemplifican cada uno de estos tipos de problemas

²⁰ Esta clasificación ayuda a distinguir entre los diferentes tipos de problemas propuestos en el aula, aunque no siempre sea nítida esta distinción y resulte difícil establecer una frontera entre ellos. De hecho, las tareas

○ *Problemas cualitativos*: Son todos aquellos que se resuelven a partir del razonamiento teórico del estudiante, basándose en sus conocimientos, sin recurrir a cálculos cuantitativos, de acuerdo con Pozo y Gómez (2001) se trata de actividades que fuerzan al estudiante a explicitar sus ideas, trabajar con ellas y reflexionar sobre su significado, de ahí que si las actividades de este tipo se enfocan de manera adecuada, a los estudiantes no les queda otra alternativa que utilizar sus teorías, lo que hace que estos problemas sean un útil instrumento para activar los procesos de *explicación* necesarios para generar una insatisfacción conceptual en los estudiantes respecto las representaciones que manejan, así como para la diferenciación y comparación entre diferentes explicaciones, esquemas mentales y modelos.

Al formular este tipo de problemas es necesario tener cuidado con no plantearlos tan abiertos porque perdería su potencial didáctico puesto se prestaría para múltiples interpretaciones (y respuestas) por parte de los estudiantes. Por ello el requisito indispensable de los problemas cualitativos que se formulen en el laboratorio virtual deben llevar a los estudiantes a reflexionar sobre aquello que deseamos trabajar, lo que abordamos en el apartado anterior como propósitos centrales de cada práctica. *“La labor del profesor estaría encaminada a centrar el problema en el terreno en el que queremos movernos (...) ayudando a reconocer la pregunta, cerrando el problema mediante otras preguntas o centrando la atención en determinados aspectos (...)”*. (Pozo y Gómez, 2001 Pág. 193)

Un ejemplo de este tipo de problemas es el siguiente ejemplo que sugieren Pozo y Gómez Crespo (1997) con relación a problemas cualitativos en química, pero adaptado para su utilización en el laboratorio virtual de reacciones químicas (véase imagen 8):

En el laboratorio virtual (lo ideal sería que fuese diseñado en un escenario gráfico en 3D *pues le brinda al estudiante una versión más cercana al aspecto físico de un laboratorio real*, como lo presentan: *VirtualChemLab* ²¹) tenemos dos vasos de precipitado; uno con cloruro de sodio y el otro con nitrato de plata, los dos son líquidos transparentes, pero cuando se añade el cloruro de sodio sobre el nitrato de plata y se mezcla, se puede observar como en el fondo del recipiente se forma un sólido de color blanco ¿Por qué crees que ocurre esto?

complejas como las pequeñas investigaciones requieren para su resolución, la solución de los tres tipos de problemas; análisis cuantitativos y cualitativos (Pozo y Gómez, 2001)

²¹ Laboratorio virtual desarrollado por la *Brigham Young University* y se comercializa vía internet y en librerías por editado por *Prantice Hall de Pearson Educación* de México en su versión en español. Disponible en: <http://chemlab.byu.edu/> o en librerías. Tour por el medio didáctico en: <http://chemlab.byu.edu/tour/Chemistry>

Imagen 8. Bosquejo de la visualización del problema cualitativo en el laboratorio virtual



Diseño: Sánchez Castro (2012)

Otro ejemplo sería el aplicado por Briggs y Holding (1986 cit. Kind, 2004) a jóvenes de 15 años de edad. Una sustancia química que pierde masa, aumenta su volumen y cambia de color al calentarla. ¿Ha ocurrido un cambio químico (reacción química)? argumente.

Lo benéfico de este tipo de problemas es que requiere que los estudiantes mas allá de conocer los diferentes conceptos que atañen a las reacciones químicas, debe establecer conexiones múltiples entre dichos conceptos; *“No es lo mismo comprender un concepto y aplicarlo a la solución de un problema que establecer conexiones con otros conceptos para resolver el problema”* (Pozo y Gómez, 200 Pág. 193).

La labor del docente con la aplicación de este tipo de problemas radica en ir graduando el nivel de complejidad de estos, de lo contrario las preguntas cualitativas que se formulen corren con el riesgo de perder su efectividad, ya sea disminuyendo el interés de los estudiantes hacia este tipo de problemas por no representar desafíos cognitivo para ellos por ser muy fáciles (Hodson, 1994) o por ser muy difíciles que empujen a los estudiantes a recurrir a estrategias para aprobar, más no para comprender el proceso;

Esta falta de graduación de las dificultades, que fundamentalmente se da en la química del bachillerato, lleva a que los alumnos busquen atajos o reglas simplificadoras (...) que les garantizan un cierto éxito en la tarea, pero que hacen perder a la actividad trabajada una gran parte de su

potencial de aprendizaje. Si un alumno centra su atención en memorizar, o en su caso reconocer, la relación entre tipos y soluciones de problemas. Por ejemplo, no lo hará en comprender los conceptos y sus relaciones. (Pozo y Gómez, 2001 Pág. 195).

○ *Problemas cuantitativos*: los problemas cuantitativos hacen referencia a aquellos que requieren cálculos con datos numéricos para su resolución. De acuerdo con Pozo y Gómez (2001) los problemas cuantitativos son fuente de información cuantitativa, aunque su resultado no tenga necesariamente que ser del mismo tipo, de ahí que las estrategias de trabajo para su solución se enfoquen en los cálculos matemáticos, la comparación de datos y la utilización de formulas. Ejemplo: En la reacción de combustión de pentano (C_5H_{12}) este compuesto reacciona con el oxígeno para producir dióxido de carbono y agua. Ajusta la reacción y calcula la masa de agua que se obtiene a partir de 216 gramos de pentano. Calcula el volumen de dióxido de carbono que se obtiene en el caso anterior, medido en condiciones normales. (Tomado de Pozo y Gómez, 2001)

La postura es que este tipo de problemas cuantitativos no deben ser el fin único del proceso de enseñanza aprendizaje de la química, por ello no se debe centrar la evaluación en la resolución exclusiva de este tipo de problemas (ejercicios), ya que los problemas cuantitativos así como los cualitativos de los que ya se habló y las pequeñas investigaciones que se abordaran más adelante, deben ser vistos como medio para que el estudiante comprenda de mejor manera las técnicas y algoritmos que le permitirán comprender las leyes, así como abordar problemas más complejos. De aquí que no se deban usar en demasía, así como tener ciertas precauciones en su formulación ya que como se manifestó en apartados anteriores, la intención no es abordar los problemas cuantitativos como ejercicios porque también contraen una serie de dificultades como las enunciadas a continuación:

1. Al cerrar demasiado los problemas cuantitativos estos se convierten en ejercicios que no permiten que el estudiante desarrolle mayores destrezas que las requeridas para la resolución de cada ejercicio. (Pozo y Gómez, 1994 y 2001)

En muchas ocasiones los problemas se convierten en ejercicios de aplicación de un algoritmo determinado (...). Esto hace que, por lo general, sea fácil alcanzar un relativo éxito cuando el alumno reconoce el “tipo” de problema al que se enfrenta. Sin embargo, en cuando cambia el formato o el contenido, los alumnos se sienten incapaces de aplicar a la nueva situación los algoritmos aprendidos. (Pozo y Gómez, 2001, Pág. 197).

2. El mecanicismo en la aplicación de algoritmos a la clasificación mental que le den los estudiantes a los problemas con los que se encuentran (estos problemas se resuelven con esta fórmula, estos de esta manera, etc.) sin llegar a comprender lo que están haciendo, por lo que no pueden resolver problemas que no han clasificado mentalmente, es decir si se les cambia la forma como se les presenta el problema, se les dificulta aplicar la cuantificación aún sabiéndola, solo que como no se trata del contexto o la formulación de los problemas acostumbrados, ya se sienten incapaces (Pozo y Gómez, 2001; Borsese et al., 2003; Kind 2004).

En síntesis los problemas cuantitativos más allá de aplicarse para que los estudiantes aprendan formulas o procedimientos deben ser formulados, explicados y abordados desde el análisis con preguntas reguladoras, tales como ¿qué representa este resultado que se acaba de obtener? ¿Por qué es necesario hallarlo este resultado? ¿En qué otras actividades de mi vida cotidiana puedo implementar estos análisis cuantitativos que he aprendido en esta práctica de laboratorio virtual?, entre otras preguntas que invitan a la interpretación de las actividades cuantitativas que fundamentalmente contribuyen a la comprensión de la disciplina, para que los resultados que obtengan tengan un verdadero significado y no sea un simple procedimiento.

A este respecto Pozo y Gómez (2001) afirman que la tarea del maestro en este caso debería ser ayudar a separar lo que es el problema matemático del problema de química, valorar tanto las respuestas químicas como las matemáticas, de esta manera evitando quedarse únicamente con el dato numérico, exigiendo un razonamiento químico en términos de las teorías o modelos utilizados para la resolución, lo cual se puede abordar desde las prácticas del laboratorio virtual de reacciones químicas si bien a partir de las pequeñas investigaciones, que se tratan a continuación o con otra estrategia didáctica que sin duda requiere de un análisis más detallado que se escapa de los propósitos de este trabajo.

○ *Pequeñas investigaciones:* de acuerdo con Pozo y Gómez (2001 Cap. III) los problemas que encajan en la clasificación de pequeñas investigaciones, aquellos en los que se plantea una pregunta cuya respuesta los estudiantes la podrán conseguir a partir de la realización de un trabajo práctico ya sea dentro o fuera del laboratorio escolar, es decir las prácticas que se propongan en el laboratorio virtual se pueden extender y contribuir en el desarrollo de pequeñas investigaciones en el aula y/o en el contexto de los estudiantes que incluyan destrezas desarrolladas en las prácticas.

Los problemas que enmarcan las pequeñas investigaciones son aproximaciones al trabajo científico y constituyen en un acercamiento del conocimiento cotidiano del estudiante al conocimiento científico escolar, y en esto deseo dar claridad que el estudiante o los estudiantes que lleven a cabo pequeñas investigaciones lejos de

efectuar labores de científicos, están aplicando conocimientos escolares en contextos más cotidianos.

En los problemas de este tipo al igual que en las prácticas de laboratorio se debe tener especial cuidado en ni formular demasiado abiertas las preguntas de investigación (de tal manera que el estudiante se pierda y de múltiples interpretaciones), ni dar demasiadas instrucciones (de tal manera que la actividad se convierta en ejercicio como suele suceder en los manuales de laboratorio que de tantas instrucciones, la rigurosidad de seguirlo fielmente aumenta de manera desmedida no permitiendo que se comprenda el propósito central de la practica), la sugerencia aquí sería ser más flexibles con las instrucciones.

Ejemplo: Diseña una experiencia que te permita comparar los contenidos energéticos de varias sustancias combustibles y averiguar cuál es la más eficaz y la más barata a la hora de calentar un objeto (por ejemplo un recipiente con agua). Las sustancias que vas a utilizar son: alcohol etílico, parafina (velas) y gas butano (mechero del laboratorio). ¿Cuál es la más económica? ¿Cuál es la más rápida? ¿Cuál tiene mayor contenido energético? (Tomado de Gómez Crespo y cols., 1995)

Sin duda el diseño y aplicación de este tipo de problemas en los laboratorios virtuales representa un nuevo campo de trabajo en el que no existen registros al respecto pero queda claro que tanto los problemas cualitativos, cuantitativos como las pequeñas investigaciones forman un parte importante en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los estudiantes que bien abordados les (teniendo en cuenta las sugerencias de autores como los enunciados en este apartado le permitirán a los estudiantes comprender de mejor manera la importancia de las reacciones químicas y la disciplina misma, desde una comprensión más reflexiva.

Dicha comprensión tan anhelada en los procesos de enseñanza y aprendizaje adecuados además de las consideraciones anteriores comprende una serie de procedimientos que desde el punto de vista de Pozo y Gómez (2001) si los estudiantes los manejan (los desarrollan en sus esquemas mentales) les facilitará el aprendizaje de la química, en nuestro caso del concepto estructurante reacciones químicas, algunos de los enunciados procedimientos se mencionan en la Tabla 9 la cual resume algunos de los más importantes que por su carácter general o instrumental, no suelen enseñarse específicamente y sin embargo afectan al rendimiento de los estudiantes, por lo que sería ideal que se contemplara el desarrollo de estas habilidades de forma explícita²² en las actividades que disponga el laboratorio virtual, con la precaución de no presionar al estudiante con el desarrollo de dichas habilidades como fin último de la práctica

²²“Estas habilidades sin duda nos parecen escurridizas y difícilmente enseñables, pero la investigación ha mostrado que mejoran sensiblemente si se enseñan de modo explícito en el contexto de un currículo dirigido también a aprender a aprender” (Pozo y Monereo, 1999; Pozo y Gómez, 2001)

(Hodson, 1994), así como tampoco es necesario abordarlas todas en la misma practica de laboratorio.

Tabla 9. Algunos procedimientos para el aprendizaje de la química.

Adquisición de información	-Tomar apuntes y notas de las explicaciones del profesor -Subrayar y seleccionar la información de los textos escritos -Registrar y recoger la información de las experiencias realizadas -Buscar información en bibliotecas, diccionarios, base de datos, etc. -Utilizar estrategias de repaso y/o mnemotecnias que faciliten o recuerdo literal de datos y hechos
Interpretación de la información	-Decodificación de gráficas y tablas -Elaboración de graficas y tablas a partir de información presentada en otro formato
Comprensión de la información	-Estrategias eficaces para la comprensión de textos científicos, siendo capaces de extraer la idea principal del texto, de comprender su estructura, etc. -Diferenciación entre diversos niveles de análisis de los fenómenos químicos (macroscópico, microscópico, etc.) -Análisis y comparación de diferentes modelos (por ejemplo: diferentes modelos atómicos)
Comunicación de la información	-Procedimientos de exposición oral y escrita -Uso de diferentes técnicas de expresión escrita -Desarrollo de capacidades de argumentación y justificación de las propias opiniones

Fuente: Pozo y Gómez (2001) Pág. 202

De hecho Ahtee y Varjola (1998 cit. Kind, 2004) manifiestan que los estudiantes requieren un enfoque que estimule la observación, el cuestionamiento y la argumentación para que puedan construir una idea más clara en torno al concepto reacciones químicas que tienen a confundir en la práctica con cambios que en realidad son físicos (Pozo y Gómez, 2001; Kind, 2004).

- Por su parte Kind (2004) dentro de las recomendaciones para tratar las representaciones alternativas y dificultades, sugiere la implementación de la estrategia propuesta por Vos y Verdonk (1985; 1986; 1987) que básicamente consiste en cinco etapas donde se sugiere no hacer tanto énfasis en la terminología detallada (que como se ha mencionado es una de las grandes dificultades que afrontan los estudiantes a la hora de trabajar las reacciones químicas y la disciplina misma) en lugar de ello se involucra a los estudiantes en explicitar sus observaciones en torno a procesos químicos presentados por esta estrategia invitándolos de esta manera a pensar explicaciones sobre lo que ellos ven (algo así como los problemas de tipo cualitativos sugeridos por Pozo y Gómez, (2001), con la salvedad de restarle cierta importancia a la terminología detallada, algo que ellos no contemplaban, no obstante cabe

cuestionarse que tan contraproducente puede ser esto, o hasta que punto puede permitirnos contribuir a la construcción del concepto reacción química, si no se complementa la teoría con la práctica (Hodson, 1994).

Esta secuencia de pasos describe una manera valiosa de proporcionar imágenes para ayudar a los estudiantes a formarse un punto de vista aceptado de los cambios químicos. Al final se les ayuda a distinguir entre cambio físico y cambio químico y, después de esto, a comprender que los cambios químicos ocurren en una escala microscópica entre los átomos. Este enfoque sugiere que la secuencia comúnmente utilizada para enseñar las ideas químicas básicas parece crear confusión en muchos estudiantes de secundaria. Kind (2004, Pág. 61).

Aunque en este trabajo se considera que es necesario implementar el lenguaje de la ciencia, las estrategias propuestas por Vos y Verdonk puede ser muy útil para empezar a que los estudiantes inicien la reconstrucción de sus esquemas en cuanto a reacciones químicas. Ahora bien, lo que definitivamente si se contemplara en la didáctica del laboratorio virtual, son los propósitos que se plantean en esta estrategia, los cuales son:

- Ayúdelos a reconocer que se forma una nueva sustancia; esto se sugiere a partir de la promoción de conflictos cognoscitivos en el estudiante, promovido por las preguntas (de tipo cualitativas) formuladas por el profesor, a este respecto Vos y Verdonk (1985) aseguran que el papel del maestro es hacer más difícil, no más fácil, que el estudiante abandone su idea anterior. El nuevo punto de vista sobre las sustancias debe ser una victoria personal del estudiante y algo para sentirse orgulloso”

Ejemplo: Los estudiantes muelen por separado (en los morteros y sus respectivos pistilos) yoduro de potasio y nitrato de plomo. Luego, vierten uno sobre otro. Al mezclarse los polvos, inmediatamente producen un sólido amarillo brillante (yoduro de plomo) mezclado con un sólido blanco (nitrato de potasio). El maestro finge enojo y pregunta: “¿Quién puso ese sólido amarillo en el mortero?”. Esto provoca confusión: “yo no sé, nomás apareció”, “vino de no sé donde”, “¡no fui yo!”. La respuesta del maestro es: “Bueno, no pudo simplemente haber aparecido, ¡debe de haber venido de alguna parte! ¿de dónde vino?”. Tal vez, los estudiantes digan que los polvos blancos son como huevos diminutos y que el polvo amarillo estaba adentro de ellos, de tal modo que, al mezclarlos se rompieron los “huevos” e hicieron que el material amarillo apareciera. (Tomado de Kind, 2004 págs. 61 y 62)

- Extienda este razonamiento a otras reacciones realizar otras reacciones que afiancen lo aprendido con la anterior, en torno a que en las reacciones químicas se forman nuevas sustancias

- Muestre reacciones que involucren la generación de calor (reacciones exotérmicas) Se les pide que expliquen de dónde viene el calor. Se busca trabajar con ellos para llegar a la respuesta que involucra la formación de nuevos enlaces químicos.
- Es necesario introducir la idea de que las partículas se reorganizan cuando ocurren las reacciones químicas es importante introducir esta idea puesto que es una de las primeras contribuciones para superar la confusión de cambio físico y reacción química.

En esta fase, los autores se ocuparon de la tendencia de los estudiantes a pensar que se conserva la identidad de sustancias. El punto clave que los alumnos necesitan aprender es que aunque un átomo mantiene su identidad durante una reacción química, una molécula no. La generación de nuevos enlaces implica que las moléculas nuevas están conformadas por las partículas originales. El término “átomo” se puede presentar más adelante. Los autores reconocen que cambiar el pensamiento de los alumnos es difícil. (Kind, 2004 Pág. 64)

Finalmente con una experiencia de la descomposición de la malaquita introducen la idea de que una “molécula” de malaquita cuando se calienta se rompe “en otras dos sustancias”. Después de esto, usando un ciclo de cobre, introducen la idea de que un elemento químico, cobre, por ejemplo, no puede descomponerse en nada más. Sólo entonces se introduce el término “átomo”.

Las sugerencias centrales de esta alternativa didáctica pueden contribuir en la construcción del concepto estructurante reacción química, por lo tanto no está demás contemplar los propósitos que plantea esta estrategia como algunos de los propósitos centrales de algunas actividades iniciales para el laboratorio virtual, las demás actividades contribuirían al afianzamiento de la terminología necesaria desde su comprensión para que el estudiante (a partir de una mediación pertinente por parte del docente) racionalice y conceptualice las experiencias en torno a este concepto estructurante de una forma más activa, crítica, permitiendo una mejor construcción del conocimiento científico escolar abordado.

- Es necesario cuestionarse ¿el laboratorio virtual de reacciones químicas permite que los estudiantes adquieran las técnicas de laboratorio? ¿Cómo identificar dichas destrezas? A este respecto, se hace necesario enseñar solo aquellas destrezas que resulten útiles para la enseñanza posterior y, cuando éste fuera del caso, debemos asegurarnos de que esas habilidades sean desarrolladas a un nivel de competencia satisfactorio (Hodson 1994) dicho de otra manera, no enseñar nada que no sea útil más adelante para el estudiante, así como tampoco habilidades que no se puedan enseñar completamente al estudiante por su nivel de complejidad a este respecto se puede recurrir al aspecto virtual del laboratorio, facilitando esta última contemplación. Esto “a favor de ser más críticos sobre cuáles han de ser las habilidades que se

enseñen, a favor de dejar claro a los estudiantes que algunas técnicas de laboratorio permiten realizar otras actividades de aprendizaje útiles, y a favor de asegurarse de que la carencia de determinadas habilidades no constituye una barrera adicional para el aprendizaje". (Hodson, 1996 Pág. 201).

- Se debe crear una conexión entre los estudiantes y los fenómenos estudiados (leyes, conceptos abstractos, lenguaje simbólico formalizado, modelos de representación analógicos para comprender lo no observable, entre otros) porque se ha comprobado históricamente que esta didáctica aislada (desligada) contribuye a la dificultad del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en torno a química. (Pozo y Gómez, 2001).

Se propone que dicha conexión en cuanto a la didáctica de las reacciones químicas respecta, se logre a partir de vida cotidiana a partir de preguntas orientadoras que concreten preguntas de la vida cotidiana de los estudiantes que se resuelvan a partir de la construcción de una temática que se enmarque en el concepto estructurante que aquí se trata.

Desde la idea de que el Laboratorio virtual debe permitir que los estudiantes puedan contrastar sus hipótesis mediante sus prácticas virtuales, donde se les permiten observar y analizar diversas situaciones de las prácticas de reacciones químicas, dichas preguntas orientadoras permiten la creación de hipótesis por parte de los estudiantes, las cuales podrían introducirse al laboratorio virtual mediante texto para contrastarlas a medida que va avanzando la práctica por ejemplo.

- Es necesario analizar y evaluar los preceptos didácticos que subyacen de los laboratorios virtuales es precisamente analizarlos y evaluarlos pero no después de haber sido diseñados como lo propone la mayoría de evaluaciones de software, sino antes de, es decir la invitación es a que los laboratorios virtuales, así como el laboratorio virtual del concepto reacción química responda a un análisis de sus aspectos didácticos como se bosqueja en este trabajo para que posteriormente el programador se encargue de la parte del diseño tecnológico de multimedia e interfaz del laboratorio.

Esto es importante ya que a través de la literatura es muy reiterativa la idea de que los docentes analicen los medios y materiales didácticos que van a utilizar para seleccionar los más adecuados, los que más se acerquen a sus necesidades, contexto y propósitos educativos, pero estos materiales ya están elaborados, lo que reduce la labor del docente a la selección de los materiales

existentes (que apropiado hay amplia y variada información en torno a la selección de materiales, y elección de laboratorios virtuales²³)

“Por lo general queda en manos de los docentes conocer las herramientas y, a través del ensayo y error, la tarea de indagar sobre las características de estos recursos, sus modos de implementación y la evaluación de los resultados” (Chiarenza, 2011 Pág. 6).

Entonces, ¿qué características debe cumplir esa evaluación del laboratorio virtual de reacción química en cuanto a lo de didáctica se refiere?

A este respecto Marqués (2001) resalta la importancia de tener en cuenta el contexto educativo en el que se utilizará el software que se pretende seleccionar, pero como lo que aquí se propone es que el diseño del laboratorio sea con base en esta evaluación y análisis, es decir antes de elaborar el laboratorio virtual, lo más ideal es que éste se plantee de tal manera que cumpla con ciertos requerimientos de la evaluación de software educativos propuestos por algunos autores, que en cuanto a la literatura se refiere, relacionamos a continuación las sugerencias a este respecto de Marqués (2001), Cova et al. (2008), Chiarenza (2011) y Cataldi et al. (2011) y finalmente se propone un bosquejo de modelo eclíptico e heurístico de evaluación de laboratorio virtual bajo el cual se fundamente el laboratorio virtual para la enseñanza de las reacciones químicas sí en un futuro se desea diseñar y elaborar.

Así las cosas Marqués (2001) resalta el hecho de que los medios didácticos deben contribuir a facilitar los aprendizajes que se pretenden (que en este documento los denominamos “Propósitos centrales”) así como contribuir en la solución de problemas aprendizaje específicos (fracaso escolar, poca motivación, problemas de comprensión, entre otros problemas) que puedan tener algunos estudiantes. Por ello, aunque Marqués (2001) habla de selección de software educativo, sus consideraciones da luces en torno a la evaluación de los mismos que en su momento se adaptaran algunas de ellas. Marqués (2001) sugiere tener en cuenta; los objetivos, contenidos, características de los estudiantes, características del contexto, estrategias didácticas.

²³ Rawitsch (1983), Preecey Squires (1984), Sancho (1995), Squires (1997), Barroso et al. (1998), Gómez Del Castillo (1998), Salinas (1999), Marqués Graells (1991, 1996, 2000), Cabero y Duarte (2000) entre otros autores.

Tabla 10. Aspectos a tener en cuenta en la evaluación de software educativo Marqués (2001)

ASPECTOS A TENER EN CUENTA	JUSTIFICACIÓN DEL AUTOR
Objetivos Educativos	Qué pretendemos lograr. Hemos de considerar en qué medida el material nos puede ayudar a ello.
Contenidos	Qué se va a tratar con este material, lo cual debe ser consecuente con los contenidos de la asignatura que se está trabajando con los estudiantes.
Características De Los Estudiantes	Capacidades, estilos cognitivos, intereses, conocimientos previos, experiencia y habilidades requeridas para el uso de estos materiales... Todo material didáctico requiere que sus usuarios tengan unos determinados prerrequisitos.
Características Del Contexto	Donde se desarrolla nuestra docencia y donde pensamos emplear el material didáctico que estamos seleccionando. Tal vez un contexto muy desfavorable puede aconsejar no utilizar un material, por bueno que éste sea; por ejemplo si se trata de un programa multimedia y hay pocos ordenadores o el mantenimiento del aula informática es deficiente.
Estrategias Didácticas	Qué podemos diseñar considerando la utilización del material. Estas estrategias contemplan: la secuenciación de los contenidos, el conjunto de actividades que se pueden proponer a los estudiantes, la metodología asociada a cada una, los recursos educativos que se pueden emplear, etc.

En esta búsqueda de herramientas de evaluación de laboratorios virtuales, se encontró la herramienta de evaluación pedagógica de material didáctico del Grupo de investigación de Tecnología Educativa (GITE) de la Universidad de Murcia quienes la elaboraron para obtener datos sobre las posibilidades educativas de distintas aplicaciones multimedia. (Martínez y col., 2002).

Dicha herramienta está formada por cinco dimensiones, pero que para fines de esta investigación nos centraremos en la sección donde se aborda la dimensión centrada en la de sus aspectos descriptivos y las relacionadas con el análisis de los elementos didácticos y psicopedagógicos del material didáctico.

Tabla 11. Fragmento características resaltantes de la ficha de evaluación de GITE

DIMENSIONES	ASPECTOS	ALGUNAS CARACTERÍSTICAS
Datos de identificación y análisis descriptivo (utilidad y dimensión comunicativa)	Identificación del programa	Nivel educativo o capacidades requeridas para su uso. Edad de los destinatarios.
	Tipos de Objetivos	Generales de uso. Relativos al material. Pedagógicos.
	Tipos de Contenido	Conceptuales, procedimentales, actitudinales.
	Aspectos técnicos y de diseño grafico	Diseño de pantalla (Diseño – imagen -sonido – texto-interfaz gráfica).
Evaluación de aspectos didácticos	(Implicitos de la enseñanza) Objetivos Contenidos Actividades Evaluación Materiales complementarios Sistemas de ayuda Optimización del proceso de E-A	Responden a: ¿qué enseñar? ¿Cómo enseñar? ¿Qué y cómo evaluar? Calidad de la formulación. Adecuación de los objetivos, contenidos y actividades. Integración de elementos teóricos y prácticos. Organización de los contenidos. Calidad del contenido. Posibilidad de adaptación del programa a las necesidades de docentes y estudiantes (aspectos destacables/aspectos mejorables). Calidad de las actividades. Necesidad de calificación en informática del docente y/o alumno. Los recursos favorecen el descubrimiento, exploración. El usuario puede elegir: secuencia lineal, qué quiere aprender, cómo aprender.
Evaluación de aspectos psico-pedagógicos (dimensión comunicativa)	Motivación y atención	Relativas al contenido, diseño de pantallas y calidad técnica.
	Concepción metodológica y operaciones cognitivas	Para las operaciones cognitivas (observar, comparar, clasificar, retener, transferir) que exige y que permite el programa.
	Nivel de interactividad	Establece diversas posibilidades en la interacción, la navegación y las actividades, según la estructura y el tipo de material usado.
	Valores	Creatividad: estimulación de procesos creativos y divergentes; sorpresa y originalidad; ayuda a aprender de los errores.

Fuente: Martínez y col. Modificado por Cova y Arrieta (2008)

Así mismo se encuentra el instrumento de evaluación de recursos multimedia para la atención a la diversidad de Soto y Gómez (2002) denominado “EVALÚA”, el cual es una especie de base de datos sobre software educativo que pretende ser un instrumento de apoyo a los docentes en la labor de evaluación y selección de recursos informáticos, con el propósito de favorecer la integración de las TIC en el sistema educativo. Este instrumento contempla en su diseño la atención a la diversidad, en virtud que se abordan aspectos interés en la evaluación de software

para estudiantes con necesidades especiales y por otra parte se incluyen referencias de programas para atender a la variedad de educandos. Con base en esta información los autores elaboraron una ficha de evaluación del software la cual básicamente está conformada por las siguientes partes: datos del programa (aquí se hace referencia a los datos descriptivos de la aplicación), aspectos curriculares (relativos al currículum, destinatarios y la descripción educativa del software), aspectos pedagógicos (se profundizan en la motivación, contenidos, interactividad y las capacidades que desarrolla), aspectos técnicos-estéticos (se tratan el entorno audiovisual, navegación y calidad de contenidos), observaciones y valoración global. A continuación se muestra en la tabla 12, las características de la sección pedagógica este instrumento.

Tabla 12. Característica Pedagógica de la ficha de evaluación de software de Soto y Gómez (2002)

Pedagógicos	Capacidad de motivación	Es motivante si: elementos del mismo (colores, animaciones, sonidos) atraen la curiosidad del aprendiz.; las actividades atraen al docente y les anima a usarlo con sus estudiantes.
	Adecuación a los contenidos	Los contenidos son significativos para el usuario y se relación con situaciones y problemas de su interés.
		Presenta niveles de dificultad acorde con los estudiantes.
	Interactividad	La velocidad entre el usuario y el programa (animaciones, lectura de datos) es adecuada.
		Se tutoriza la acción del aprendiz, orientando su actividad, prestando ayuda efectiva oportunamente y ofrece refuerzos positivos.
	Capacidades que desarrolla	Según los niveles cognoscitivos de Bloom y otros: conocimientos, comprensión, análisis, creatividad, resolución de problemas.

Fuente: Soto y Gómez (2002).

Por su parte Chiarenza (2011) propone en su modelo de evaluación de software una serie de dimensiones para analizar en la evaluación de los laboratorios virtuales de química, para fines de esta investigación se trae a colación la dimensión pedagógica de dicho instrumento, la cual se ve reflejada en la Tabla 13 y propone los siguientes elementos:

- Objetivos y contenidos
- Presentación, organización y secuenciación de contenidos
- Tratamiento instruccionales de los contenidos
- Usos en procesos formativos

Tabla 13. Dimensión pedagógica en la evaluación de los laboratorios virtuales

D i m e n s i ó n	Objetivos y contenidos	-Objetivos formativos -Tipos de contenidos abordados -Correspondencia objetivos/contenidos -Complejidad de los contenidos -Densidad de los contenidos
	Presentación, organización y secuenciación de contenidos	-Visión de conjunto de los contenidos -Organización y secuenciación de los contenidos -Ritmo de presentación de los contenidos
	Tratamiento instruccional de los contenidos	-Elementos instruccionales presentes -Instrucciones a los aprendices
	Usos en procesos formativos	-Adecuación del material -Calidad del material

Fuente: Chiarenza (2011)

Por los pocos trabajos en torno a la comprobación de la eficacia de los laboratorios, así como los escasos trabajos fundamentados en el análisis crítico de un diseño didáctico explícito de los laboratorios virtuales, parece innegable la necesidad de evaluar y analizar los laboratorios virtuales que se pretendan diseñar antes y después de su elaboración y aplicación de los mismos.

Abordar las prácticas dispuestas en los laboratorios virtuales a partir de la delimitación de unos objetivos demarcados, es un aspecto sugerido constantemente en la literatura de una u otra manera, sin embargo, existen otros elementos que se deben tener en cuenta, los cuales no se les ha dado tanta relevancia como la que merecen, así pues, teniendo en cuenta los autores anteriores y los aportes de Hodson (1994) respecto un objetivo central y alcanzarlo de manera satisfactoria, en lugar de abordar un sinnúmero de propósitos que se alcanzarán (el los mejores casos) de forma somera. Por lo tanto, la primera pregunta a la que debe responder nuestro futuro laboratorio virtual sin duda sería:

1. ¿Cuáles son los propósitos centrales que se buscan en cada una de las prácticas de laboratorio dispuestas en torno al concepto estructurante reacción química?

Desde luego aunque se haga ahincó en un propósito central en una determinada práctica, no se pretende mostrar cada uno de manera desligada de los otros, esto simplemente se propone en aras de que el estudiante reconstruya de mejor manera dicho propósito, por ello para cada práctica que se proponga en el laboratorio virtual lo ideal sería efectuarle la siguiente cuestión:

2. ¿Para qué contexto se diseñará? Esto incluye consideraciones tales como; nivel educativo de los estudiantes, prerrequisitos de aprendizaje o si por lo contrario no son tan necesarios y las prácticas se desarrollaran de menor a mayor grado de complejidad dentro de la delimitación de contenidos que se planea claro está.
3. ¿Cuál es la delimitación de contenidos (procedimentales, actitudinales, conceptuales) que se abordará con el concepto reacción química en el laboratorio virtual?, ya que a pesar de que se trate de un concepto estructurante y por su esencia misma permita abordar múltiples temáticas, más aún tratándose del corazón de la química (Sosa, 2000) se hace necesario delimitar los temas. No obstante, esta autoría sugiere que lo ideal sería que el laboratorio virtual abordase gran porcentaje de los contenidos de química²⁴ desde las reacciones químicas para presentar una visión estructurada de la disciplina o acaso ¿qué tema de química y de la vida no inmiscuye por lo menos una reacción química?
4. ¿Contribuye a alcanzar el propósito central, la práctica propuesta? De qué manera responder ¿cómo enseñar?, ¿qué y cómo evaluar?, de tal manera de que si se plantea su diseño metodológico a partir de unidades didácticas como se planteaba en aspectos didácticos sugeridos anteriormente en este trabajo, dichas unidades deben responder de forma explícita las teorías pedagógicas, los modelos didácticos que subyacen en su propuesta. Recordemos que uno de los grandes problemas por los que atraviesan los laboratorios virtuales es su elaboración irreflexiva desde los aportes de la pedagogía.
5. ¿Las prácticas del laboratorio virtual permiten que el estudiante integre la teoría y la práctica? Si bien se dijo que las prácticas muy inclinadas hacia el descubrimiento generaban vacíos en los estudiantes (Hodson, 1994) también no se puede pretender tocar el otro extremo, aquel el de introducir en un laboratorio virtual demasiada teoría como muchas de las que se pueden descargar por internet, que más que dar un apoyo conceptual al estudiante pareciese intentar confundirlo con ambigua terminología y datos que más invitan a la memorización de los mismos para poder arrojar resultados satisfactorios en las evaluaciones de dichos laboratorios virtuales, por ello en esta sección se debe procurar un equilibrio entre la teoría y la práctica, que una afiance la otra y le permita una mejor reconstrucción del conocimiento científico escolar que tiene el estudiante en torno al concepto reacción química.

Teniendo en cuenta lo propuesto por Hodson (1994) quien sugiere que en una valoración crítica de las prácticas de laboratorio, lo primero que se debería hacer

²⁴ Se hace énfasis en la química por ser la disciplina en la que se enmarcó el presente trabajo, sin embargo el mismo laboratorio virtual teniendo en cuenta una serie de estrategias didácticas previamente diseñadas podría servir de medio didáctico interdisciplinar.

es formular una serie de preguntas que cuestionen la eficacia a continuación se presenta en la tabla 14 la plantilla de evaluación de los aspectos didácticos que aquí se presentaron, diseñada con base en los anteriores referentes, donde la evaluación de los supuestos didácticos bajo los que se proponga el laboratorio virtual, también se debe estimar como un aspecto didáctico más.

Tabla 14. Plantilla Evaluación Del Laboratorio Virtual De Reacciones Químicas

EVALUACIÓN DE ASPECTOS DIDACTICOS	DESCRIPCIÓN: OPCIONES DESEADAS ²⁵
Para el docente ¿explicita la teoría pedagógica bajo la cual se diseño? ¿Cuál es la tendencia pedagógica que subyace?	La respuesta irrefutable de esta sección debe ser: SI. El medio didáctico debe informarle al docente las teorías pedagógicas que subyacen a las actividades de enseñanza aprendizaje de las unidades didácticas (en nuestro caso) que se propongan. Es necesario aclarar, que aquí no se trata de enseñarle las teorías pedagógicas a los docentes, ni mucho menos hacer proselitismo de una de ellas, simplemente se trata de dejar claro los preceptos filosóficos bajo los cuales se sesga el diseño de las actividades del laboratorio virtual para que de esta manera el docente pueda adaptar otras actividades pedagógicas que concuerden con los principios que busca el laboratorio virtual.
¿El laboratorio detalla propósitos formativos en sintonía con los contenidos? ¿Se formula de manera explícita los contenidos y la manera en la que se encuentran organizados? Por ejemplo: unidades, temas, bloques, módulos o partes Cataldí et. al. (2011)	Debe existir correspondencia entre objetivos y contenidos. De igual manera tanto contenidos como objetivos deben especificarse explícitamente en el laboratorio virtual. Ejemplo: Se presentan de forma grafica en el inicio de tal manera que el estudiante pueda acceder al que mayor le llame la atención. Los contenidos se presentan en forma de una serie de preguntas cotidianas orientadoras, una para cada práctica de laboratorio bajo las cuales se enmarcaran unidades didácticas.
Presentación, Organización y Secuenciación de los Contenidos²⁶ ¿Hay una visión de conjunto de los contenidos? Correspondencia entre la visión de conjunto de los contenidos y el desarrollo efectivo de los mismos: Transparencia, visibilidad y claridad de la organización de los contenidos del material en su conjunto:	Muy buena___ Buena ___ Aceptable ___ Deficiente ___ Muy deficiente ___ En caso de ser No la respuesta describir: _____ Si ___ No ___ Muy buena___ Buena ___ Aceptable ___ Deficiente ___ Muy deficiente ___ En caso de ser No la respuesta describir: _____ Muy buena___ Buena ___ Aceptable ___ Deficiente ___ Muy deficiente ___ En caso de ser No la respuesta describir: _____ (Para nuestro caso es la organización de los contenidos del material en cada unidad

²⁵ Se habla de “opciones deseadas” porque son sugerencias que podrían mejorarse, incluso cambiarse, pues hacen referencia al diseño grafico y tecnológico del laboratorio virtual, el cual se escapa de los objetivos propuesto para el presente trabajo.

²⁶ Estas preguntas orientadoras son autoría de Cataldí et. al. (2011) de la “Dimensiones Pedagógicas” que sugieren en su planilla de evaluación de Laboratorios Virtuales de Química para su correcta selección y su puesta a prueba en contextos de aprendizaje.

Transparencia, visibilidad y claridad de la organización de los contenidos del material en cada unidad, tema, bloque, módulo o parte	didáctica) En todas___ En muchas___ En pocas___ En ninguna___
Tratamiento instruccional de los contenidos ²⁷ El material se presenta con características que permitan su abordaje autodidacta en: El material es abierto a ser adaptado a una variedad de propuestas pedagógicas en: ¿Se presentan de manera explícita los conocimientos previos con los que deben contar los estudiantes para abordar los contenidos del material? ¿Hay interpelaciones al estudiante para que anticipe, prevea, reflexione, relacione...? ¿Hay relaciones entre los contenidos presentados en diferentes unidades, temas, bloques, módulos o partes? (En nuestro caso: En cada Unidad didáctica) ¿Se incluyen sugerencias o instrucciones para su mejor utilización como instrumento de aprendizaje (cuándo y cómo utilizarlo, cómo navegar por él, qué itinerario recorrer, etc.)?	Muy bajo grado__ Bajo grado__ Grado medio__ Alto grado__ Muy alto grado__ Muy bajo grado__ Bajo grado__ Grado medio__ Alto grado__ Muy alto grado__ Si ___ No ___ Sistemáticamente__ Frecuentemente__ A veces__ Casi nunca__ Nunca__ Sistemáticamente__ Frecuentemente__ A veces__ Casi nunca__ Nunca__ Sistemáticamente__ Frecuentemente__ A veces__ Casi nunca__ Nunca__
Complejidad y profundidad de los contenidos abordados ¿Cuál es el grado de complejidad que suponen los desafíos cognitivos del medio didáctico? ¿El laboratorio virtual establece niveles de dificultad de acuerdo a los usuarios?	Bajo _____ Intermedio _____ Alto _____ Esta pregunta reviste gran importancia desde lo expuesto por autores que resaltan la necesidad de desafiar cognitivamente a los estudiantes (Hodson, 1994; Soto y Gómez, 2002; Cataldi et al., 2009, 2011, Chiarenza, 2011). Así mismo se debe precisar las capacidades que desarrolla el programa.

²⁷ Cataldi et. al. (2011) Ídem pie de página anterior.

¿Presenta elementos de refuerzo? sistemas de ayuda, optimización de enseñanza aprendizaje. ¿Hay elementos de refuerzo de la comprensión de los contenidos (esquemas, gráficos, señalización, animaciones, simulaciones, ejemplificaciones, entre otros) ¿Hay mensajes de “refuerzo emocional”? ¿Hay mensajes de “refuerzo cognitivo” (relativos a procesos de autorregulación, control, planificación, entre otros)?	En cada una de las prácticas propuestas se deben contemplar actividades de refuerzo debe permitir ayudar a aprender de los errores. (Martínez y col., 2008). Esto también incluye con qué frecuencia aparecen dichas herramientas de refuerzo a lo largo de las actividades de laboratorio virtual. A este respecto se puede utilizar la escala propuesta por Cataldi et al. (2011) Sistemáticamente__ Frecuentemente__ A veces__ Casi nunca__ Nunca__ Donde sistemáticamente sería la mejor opción.
¿Presenta una secuenciación de contenidos clara?	Lo ideal sería que presentara un diagrama de fácil comprensión en el que se reflejara el concepto reacción química como concepto estructurante en la mitad y a partir de dicho concepto se aborden las problemáticas que se sugirieron en el ítem 1 de la presente tabla. Cabe resaltar que lo ideal es que no se presente una serie de contenidos de forma lineal, sino más bien que se complementen cada una de las prácticas. (Salsedo et al., 2007)
¿Permite adaptación a otras propuestas pedagógicas?	Si debe tener un alto grado de adaptabilidad.
¿Presenta elementos de autoevaluación? ¿Se incluyen propuestas de actividades de autoevaluación?	Los debe presentar porque de lo contrario estaríamos perdiendo el horizonte de presentar una propuesta alternativa y consciente.
¿El programa permite ver cosas que no se hubiese imaginado el usuario?	Esta pregunta sugerida a partir de la categoría pedagógica propuesta por Cataldi (2000) en torno a los criterios de calidad que debe poseer un medio didáctico. Sin duda debe presentar esta característica máxime que se trata del concepto reacción química donde se presentan muchos fenómenos de orden molecular que no son visibles en los laboratorios físicos.
Qué grado de interacción entre docentes, estudiantes, soporte técnico-pedagógico	Debe permitir una amplia interactividad más allá de la mediación del docente que es muy necesaria, también se hace referencia a la necesidad de establecer canales de comunicación entre cada uno de los individuos vinculados en el proceso, por ejemplo; tareas, despeje de dudas, sugerencias para la próxima práctica a través de un buzón o correo interactivo, ¿Se incluye información de tutorías tales como contactos a profesores o tutores para plantear dudas y preguntas (sitio web,

	dirección de correo electrónico, teléfono, etc.)?. Así mismo debe permitir el contacto web del que en este trabajo se denomina soporte técnico –pedagógico para orientar al docente en cuanto a tutoriales, preguntas surgidas durante el transcurso de la implementación del laboratorio virtual.
¿Sugiere materiales complementarios? ¿Se incluyen sugerencias de actividades o ejercicios sobre los contenidos presentados? ¿Se incluyen sugerencias o propuestas de ampliación o profundización de los contenidos presentados?	- Documentos en formato .pdf que complementen el tema de manera clara, dinámica y escueta. - Simulaciones en Flash, videos complementarios entre otros - Hiperenlaces a buscadores especializados en química como es en el caso de www.asc.org y www.nsf.gov aprovechando la traducción simultánea que ofrece el navegador Google Chrome.

Así mismo Cataldí et. al. (2011) menciona la evaluación de los laboratorios virtuales a la luz de su uso en procesos formativos de los cuales extraemos las Tablas 15 y 16.

Tabla 15. Adecuación para el uso del material en procesos formativos

Proceso	Muy inadecuado	Inadecuado	Aceptable	Adecuado	Muy adecuado
Autoaprendizaje					
Semipresencial					
Presencial					

Describir_____

Fuente: Cataldí et. al. (2011)

Tabla 16. Calidad del material para procesos formativos

Proceso	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Autoaprendizaje					
Semipresencial					
Presencial					

Describir.....

Fuente: Cataldí et. al. (2011)

CONCLUSIONES

“Debe quedar claro que con todo lo que he dicho en mi investigación tengo una deuda enorme con el trabajo de otros, mis colegas que han aportado muchas de las ideas que he usado y muchos ejemplos interesantes de análisis y mis colaboradores, sin cuyo cerebro, ojos y manos muy poco se habría hecho”.

Dorothy Crowfoot Hodgkin

A partir de una cuidadosa revisión literaria se pudo identificar una serie de dificultades en el campo de las prácticas de laboratorio, los laboratorios virtuales y el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto estructurante reacciones químicas. Las cuales se concretan básicamente en que los laboratorios virtuales están siendo diseñados sin tener en cuenta de forma explícita supuestos didácticos, lo que representa un gran inconveniente en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación con la intervención de estos medios educativos.

Ahora bien, el hecho que se ha investigado muy poco en torno a las prácticas de laboratorio para obtener evidencias convincentes que puedan corroborar su eficacia de ahí que se requieran mayor intervención en la temática, por otra parte el desinterés hacia las prácticas de laboratorio supone uno de los grandes desafíos de éste y en cuanto a las reacciones químicas respecta las representaciones alternativas que poseen los estudiantes incidentes en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto tanto en laboratorios reales, como virtuales.

La citada revisión literaria permitió darle respuesta al problema planteado en esta investigación documental pues posibilitó la identificación de las dificultades enunciadas a partir de las cuales se pudo establecer una serie de consideraciones didácticas a las que aquí se les denominó “aspectos didácticos” a tener en cuenta a la hora de un futuro diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje del concepto reacción química. El cual concreta aspectos como el contemplar problemas cualitativos, cuantitativos y pequeñas investigaciones en las prácticas de laboratorio virtual las cuales deben suponer desafíos cognitivos con nivel de dificultad medio (ni tan fáciles que le represente una pérdida de tiempo, ni tan difíciles que no las pueda llevar a cabo) y centrarse en el desarrollo de destrezas más útiles y dejar de lado las no tan necesarias que entre otros aspectos saturan al estudiante y a mediano plazo tiende a olvidar lo aprendido por no ser de constante uso.

De igual manera, se propone la elaboración de una serie de actividades de enseñanza y aprendizaje mediante el diseño de varias unidades didácticas para el laboratorio virtual que sea coherente con los propósitos centrales seleccionados. Así mismo, es necesario que las prácticas de los laboratorios virtuales sean más flexibles para que promuevan la interacción entre el profesor y los demás

estudiantes y que contemplen los gustos y expectativas de estos últimos, para ello, se sugiere la generación de una base de datos que recoja los intereses de los estudiantes respecto a las reacciones químicas y con base en ellas se planteen las actividades del laboratorio, las cuales entre otros aspectos deben poseer cada una de ellas un propósito central fundamentado, pensado y planeado.

Es así, como para el diseño didáctico del laboratorio se hace necesario conocer las representaciones alternativas más comunes de los estudiantes en torno al concepto reacción química y abordar este concepto desde el punto de vista integrador de los conceptos estructurantes para crear una conexión entre los estudiantes y los fenómenos estudiados (leyes, conceptos abstractos, lenguaje simbólico formalizado, modelos de representación analógicos para comprender lo no observable, entre otros)

Finalmente, de manera muy enfática se propuso en todo el documento la necesidad de analizar y evaluar los preceptos didácticos que subyacen de los laboratorios virtuales y seguir proponiendo en torno a su didáctica para su diseño.

En cuanto a la ficha de evaluación del laboratorio virtual la ficha propuesta sin duda alguna se puede y se debe mejorar, ya que simplemente esta autoría la diseñó como propuesta de evaluación del laboratorio virtual en el momento que se desee diseñar, pues el propósito esencial de dicho instrumento de evaluación es mostrar cómo intervenir en una de las dificultades encontradas en las prácticas de laboratorio virtual, aquella la de no presentar un análisis fundamentado desde sus consideraciones didácticas a la luz de las tendencias pedagógicas que lo subyacen.

Si bien una línea futura de investigación de este trabajo, podría ser cómo aplicar estos aspectos didácticos en el diseño de un laboratorio virtual para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas también podría aplicarse a otros conceptos estructurantes de ciencia, con base en algunos de los ejemplos que se dan a lo largo de los aspectos didácticos.

*"La reflexión del docente es un proceso introspectivo que mira retrospectiva
y prospectivamente su puesta en práctica en el presente"*
Fernando Reyes Baños

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEJANDRO, A. CARLOS A. Y PERDOMO V. JOSÉ M. (2009). Aproximando el laboratorio virtual de Física General al laboratorio real. *Revista Iberoamericana de Educación* ISSN: 1681-5653 n°. 48/6 – 10 de marzo de 2009.

ALIBERAS, J., GUTIÉRREZ, R. e IZQUIERDO, M. 1989. La didáctica de las ciencias: Una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 227 - 280

ÁLVAREZ, STELLA M. (2007) Cómo Desean Trabajar Los Alumnos En El Laboratorio De Biología. Un Acercamiento A Las Propuestas Didácticas Actuales. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653) n° 42/7.

ALVES DE MATTOS, L. (1963). *Compendio de la Didáctica General*. Editorial Kapeluz, Buenos Aires.

ARIZA, L. y MOSQUERA, C. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la química en el contexto de un currículo articulado desde concepciones científicas de interacción. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1118-1121

ÁVILA GARRIDO, MARIO; CALDERÓN VALDÉS, PATRICIA; MAUREIRA QUINTANILLA, CLAUDIA (2008). *Química: Manual Esencial*. Editorial Santillana. Chile. pp. 340

BLANCO VILLASEÑOR, ANGEL (1984). Interpretación de la normativa APA acerca de las referencias bibliográficas. Barcelona: Departamento de Psicología Experimental, Universidad de Barcelona (inédito).

BORSESE, ALDO; ESTEBAN, SOLEDAD; TREJO, LUIS MIGUEL (2003). Estudio De Los Cambios Químicos A Través De Fenómenos Cotidianos. Ciudad Universitaria, 04510-México D.F. pp. 25-32. En: Pinto Cañón, Gabriel (Comp.) *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid - España. I.S.B.N.: 84-7484-156-9

CABERO, ALMENARA JULIO (1999). Fuentes Documentales Para La Investigación Audiovisual, Informática Y TIC De La Información Y Documentación. Cuadernos de documentación multimedia, ISSN 1575-9733, N°. 8. (Ejemplar dedicado a: La enseñanza multimedia de la documentación audiovisual en España)

CABERO, ALMENARA JULIO (2007). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa. En BODALO, A. y otros (eds): *Química: vida y progreso* (ISBN 978-84-690-781. Universidad de Sevilla. Murcia-España.

CAAMAÑO, AURELI (1998). El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química. *Revista Alambique*. No. 17. España

CAMPANARIO, JUAN MIGUEL Y MOYA, AIDA (1999). ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias Y Propuestas. Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias. Departamento de Física. Universidad de Alcalá de Henares. 28871 Alcalá de Henares. Madrid. *Revista Enseñanza De Las Ciencias*. 17 (2), 179-192.

CÁRDENES, SANTANA A., MARTÍNEZ, NAVARRO F., DE SANTA ANA, FERNÁNDEZ E., MINGARRO, GONZÁLEZ V., DOMÍNGUEZ, J. A. (2007) Aprender Química Para Un Futuro Sostenible. Aspectos CTSA En La Química De 2º De Bachillerato Utilizando Las TIC. Grupo Lentiscal De Didáctica De La Física Y Química. Provincia Las Palmas- Canarias- España.

CASTRO CASTILLO, WAGNER; RODRÍGUEZ CORONADO, NANCY; CALVO RODRÍGUEZ, AMELIA (n.d.) Experiencias de laboratorio para el aprendizaje de la Química. En: <http://bit.ly/Mz0dVL>

CATALDI, ZULMA; DONNAMARÍA, M. CRISTINA; LAGE, FERNANDO J. (2009) Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

CATALDI, ZULMA; DOMINIGHINI, CLAUDIO; CHIARENZA, DIEGO (2010). Selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires.

CATALDI, ZULMA; CHIARENZA, DIEGO; DOMINIGHINI, CLAUDIO; LAGE, FERNANDO J. (2011). Enseñando Química Con TICS: Propuesta De Evaluación Laboratorios Virtuales De Química (LVQs). Congreso Internacional EDUTEC. Hidalgo - México

CÁZARES HERNÁNDEZ, LAURA; CHRISTEN, MARÍA; JARAMILLO LEVI, ENRIQUE; VILLASEÑOR ROCA, LETICIA; ZAMUDIO RODRIGUEZ, LUZ ELENA (1999) *Técnicas actuales de investigación documental*. Editorial Trillas. Quinta reimpresión. ISBN 968-24-3829-2. México

CHANG, RAYMOND (2002). *Química*. (Séptima edición). Editorial Mc Graw Hill. México D.F. ISBN 970-10-1946-6

CHIARENZA, DIEGO JULIÁN (2011). Las TICs en la enseñanza de la química: Laboratorios virtuales. Universidad tecnológica nacional. Facultad regional Buenos Aires.

DEL CARMEN, LUIS (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Trabajos prácticos. Editorial Marfil, Alcoy. pp. 267-287.

DIBARBOURE, MARÍA (2009) “Las ciencias naturales y el nuevo programa escolar... volver a empezar”. *Revista Quehacer Educativo*. Págs. 183-188

FARIAS ARROYO, ARIADNE Y ROJAS PEDRAZA, MARÍA DE LOURDES (2011). Diseño de laboratorios virtuales para el Bachillerato a Distancia de la UANL: una propuesta. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*. No. 6. Ciudad Universitaria, México.

FERNÁNDEZ, ISABEL; GIL, DANIEL; CARRASCOSA, JAIME; CACHAPUZ, ANTÓNIO Y PRAIA, JOÃO (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Revista Enseñanza de las Ciencias* 20(3), 477-488.

FURIÓ MÁS, CARLES Y DOMÍNGUEZ SALES, CONSUELO (2007). Problemas Históricos y Dificultades De Los Estudiantes En La Conceptualización De Sustancia y Compuesto Químico. Departamento de Didáctica de les Ciencias Experimentales y Sociales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1). Universidad de Valencia (España).

GAGLIARDI, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Revista enseñanza de las ciencias*. Vol. 4 (1), pág: 30-35.

GARRITZ RUIZ, ANDONI (2006). El Conocimiento Pedagógico Del Contenido De La Naturaleza Corpuscular De La Materia Y Del Concepto De “Reacción Química”. Facultad de Química de la UNAM. *Revista Cubana de Química*. Vol. 18 (2).

GIL PÉREZ, DANIEL (1991). ¿Qué Hemos De Saber y Saber Hacer Los Profesores De Ciencias? (Intento De Síntesis De Las Aportaciones De La Investigación Didáctica). Departamento De Didáctica De Les Ciencias Experimentales. *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, Universidad De Valencia. Alcalde, 8.46006 – Valencia. No.9 Vol. 1.

GIL PÉREZ, DANIEL (1993). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: tendencias e innovaciones. Parte I: Algunas Tendencias Innovadoras Espontaneas: Aportes y Limitaciones. Universidad de Valencia. OEI Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1ª Edición. Editorial Popular. ISBN: 84-7884-092-3. Soporte electrónico: <http://goo.gl/22NHh>

GIL PÉREZ, D. y VALDÉS CASTRO, P. (1996). La Orientación De Las Prácticas De Laboratorio Como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.

GIL PÉREZ, DANIEL, FURIÓ MÁS, CARLES, VALDÉS, PABLO, SALINAS, JULIA, MARTÍNEZ-TORREGROSA, JOAQUÍN, GUISASOLA, JENARO, GONZÁLEZ, EDUARDO, DUMAS-CARRÉ, ANDRÉE, GOFFARD, MONIQUE y PESSOA DE CARVALHO, ANNA M. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, 17 (2), 311-320

GONZÁLEZ, HILDA; VIDAL, GONZALO; PÉREZ, CARIDAD (2005) *Virtual General Chemistry Lab*. Facultad de Química, Universidad de la Habana, Cuba Zapata y G, Vedado. Ciudad de la Habana. Cuba. CP 10400.

GURIDI, VERÓNICA M. e ISLAS, STELLA M. (1998). Guías De Laboratorio Tradicionales Y Abiertas En Física Elemental: Propuesta Para Diseñar Guías Abiertas Y Estudio Comparativo Entre El Uso De Este Tipo De Guías Y Guías Tradicionales. Departamento de Formación Docente. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro. *Revista Investigações em Ensino de Ciências – V3* (3), pp. 203-220.

GUILLEN DE REZZANO, C. (1979). *Didáctica Especial*. Editorial Kapelusz. Buenos Aires, Argentina.

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2003). “*Metodología de la Investigación*” (Tercera edición). Editorial Mc Graw Hill. México

HERNÁNDEZ, G. y MONTAGUT, P. (n.d.) *¿Qué sucedió con la magia de la Química?* Disponible en: <http://bit.ly/KApe21>

HODSON, D. (1992). La Valoración De Trabajo Práctico: Un Poco De Consideraciones En La Filosofía De La Ciencia”. *Revista Science & Education*, 1, pp. 115-144.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 199-313.

ICONTEC; INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1994a). UNE 50-104; Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. Colombia: Autor

ICONTEC; INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1994b). Norma NTC 1075; Documentación. Numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos. Colombia: Autor

ICONTEC; INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1998a). Norma UNE 50136; Presentación de Tesis y documentos similares. Colombia: Autor

ICONTEC; INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (1998b). NTC 4490, Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. Colombia: Autor

ICONTEC; INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (2008) Norma Técnica Colombiana NTC 1486 (Sexta actualización). Colombia: Autor

IZQUIERDO, MERCÈ; SANMARTÍ, NEUS y ESPINET, MARIONA (1999). Fundamentación Y Diseño De Las Prácticas Escolares De Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Universidad Autónoma de Barcelona. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 45-59.

IZQUIERDO AYMERICH, MERCÉ (2004). Un Nuevo Enfoque De La Enseñanza De La Química: Contextualizar y Modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society* . Vol. 92 (4) (6), pp. 115-136.

JIMÉNEZ LISO, M^a. RUT; SÁNCHEZ GUADIX, M^a. ÁNGELES; DE MANUEL TORRES, ESTEBAN. (2003) Química Cotidiana: ¿Amenizar, Sorprender, Introducir O Educar? pp. 15 – 24. En: Pinto Cañón, Gabriel (Comp.) *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid - España. I.S.B.N.: 84-7484-156-9

KIND, VANESSA (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Editorial Santillana. ISBN: 970-29-1232-6. México.

LINN, MARCIA C. (2002). Promover La Educación Científica A Través De Las Tecnologías De La Información y Comunicación (TIC). *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, 20 (3), 347-355.

LUENGAS, LELY A.; SÁNCHEZ, GIOVANNI; VASQUEZ, NATALIA C. (2009a). Laboratorio Virtual de Química Soportado en un Dispositivo Electrónico de Interacción. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*. Bogotá- Colombia. Vol. 6 (1), págs. 30-36.

LUENGAS, L., GUEVARA, J., SÁNCHEZ, G. (2009b). ¿Cómo desarrollar un Laboratorio Virtual? Metodología de Diseño. En J. Sánchez (Ed.): *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, Vol. 5, pp. 165 – 170, Santiago de Chile.

MANRIQUE LAGOS, ADRY LILIANA; RODRÍGUEZ ORTIZ, ADRIANA MARCELA; GONZÁLEZ ACOSTA, SONIA TERESA (n.d.) La perspectiva epistemológica de Gerard Fourez como herramienta para el diseño y aplicación de una propuesta didáctica que favorezca la construcción de la concepción de las transformaciones químicas en estudiantes de educación media. Universidad Distrital. Págs. 10. (Inédito).

MARÍN MARTÍNEZ, NICOLÁS; SOLANO MARTÍNEZ, ISABEL y JIMÉNEZ GÓMEZ, ENRIQUE (1999). Tirando del Hilo de la Madeja Constructivista. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 479-492.

MARTÍN VILLALBA, CARLA; DORMIDO BENCOMO, SEBASTIÁN; URQUIA MORALEDA, ALFONSO (2008). Educación A Distancia Del Profesorado De Ciencias En El Desarrollo De Laboratorios Virtuales. *Revista Iberoamericana De Educación A Distancia*. ISSN 1138-2783, Vol. 11, Nº 2, págs. 67-88

MARTÍNEZ M., PEDRO (2008). Química De Bachillerato Y Laboratorios Virtuales. IES Infanta Elena (Jumilla), departamento de Física y Química

MATTHEWS, M.R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, 12 (2), pp. 255-277.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL-REPUBLICA DE COLOMBIA-(2006) *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. Revolución Educativa Colombia Aprende. ISBN 958-691-290-6. Págs. 132-141. Autor

MONGE-NÁJERA, JULIÁN; RIVAS ROSSI, MARTA; MÉNDEZ-ESTRADA, VÍCTOR HUGO (2003). La Evolución De Los Laboratorios Virtuales Durante Una Experiencia De Seis Años Con Estudiantes A Distancia. Centro para el Mejoramiento de los Procesos Académicos (CEMPA), UNED. San Pedro-Costa Rica.

MORENO ARMELLA, LUIS y WALDEGG, GUILLERMINA (1998). La Epistemología Constructivista y La Didáctica De Las Ciencias: ¿Coincidencia O Complementariedad? *Revista Enseñanza De Las Ciencias*, 16 (3), pp. 421-429.

PERALES, FCO. JAVIER; SIERRA FERNÁNDEZ, JOSÉ LUIS, JOSÉ MIGUEL VÍLCHEZ (2002) ¿Innovar, investigar? ¿Qué hacemos en didáctica de las ciencias? En: Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Revista Alambique*, Núm.034

PÉREZ MENDEZ, J.; FERNANDEZ. GONZALEZ, J.; DÍAZ TORRES, A. DÍAZ GONZALES, O. Y MORENO JIMÉNEZ, T. (1981). *Unidad didáctica guía Reacciones Químicas*. Grupo Dalton de Física -Química. La Laguna

PETRUCCI, RALPH H. (2003). *Química general*. Editorial Pearson Educación. ISBN: 9788420535333. Madrid – España. pp. 1160

POZO, J. I. Y COLS. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Revista enseñanza de las ciencias*. 9 (1), pp. 83-91.

POZO, J.I. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas? *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, pp. 187-204.

POZO M., J. I.; GÓMEZ C., M. A. (2001). *Aprender Y Enseñar Ciencia*. Morata, S.L. Editores, tercera edición, pp. 149-204

PUMARIÑO, ENRIQUE DE LAS ALAS (2003). “La química y la vida”. pp. 73 - 80. En: Pinto Cañón, Gabriel (Comp.) *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid - España. I.S.B.N.: 84-7484-156-9

RABINO, M. C.; GARCÍA, M. B.; MORO, L.; MINNAARD, V. (2008). Una Propuesta Para Secuenciar Contenidos En Ciencias Naturales Desde Una Perspectiva Lakatosiana. *OEI - Revista Iberoamericana de Educación*. Mar del Plata, Argentina. (ISSN: 1681-5653)

RASILLA CANO, MARGARITA (2006). Didáctica Química: Metodología Diagnóstica Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional de México. *Revista Cubana de Química* Vol. XVIII, Nº 2, Zacatenco, México D.F.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.^a edición). Madrid, España: Autor.

REYES, FLOR Y GARRITZ, ANDONI (2006). Conocimiento pedagógico del concepto “reacción química” en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Vol. 11 No. 031. México. pp. 1175-1205.

ROSADO, L. y HERREROS, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Formatex Centro de Investigación. *Recent Research Developments in Learning Technologies*. España.

SALSEDO TORRES, LUIS ENRIQUE; VILLAREAL HERNANDEZ, MARTHA ELIZABETH; ZAPATA CASTAÑEDA, PEDRO NEL; COLMENARES GULUMÁ, ELIZABETH; GARCÍA BARCO, MARÍA CRISTINA; MORENO ROMERO, SANDRA PATRICIA (2007). *Tecnologías de la información y la comunicación en educación química*. Universidad Pedagógica Nacional. Colciencias. Bogotá, Colombia. Pág., 208.

SANTILLI, H. (2009). Los laboratorios de enseñanza desde una perspectiva histórica y social. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 935-939.

SIERRA, J.; BOSQUE, J.; GARCÍA, A.; BLANC, R.; DEL, M.; GÁMIZ, L. y ALÉS, F. (2009). Aprendizaje de procesos analíticos mediante clases prácticas con laboratorios virtuales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2459-2463

SILBERBERG, MARTIN S (2002). *La naturaleza molecular del cambio y la materia*. Editorial McGraw-Hill. 2ª Edición. ISBN: 0-697-39597-9, Pág. 1256.

SOLBES, JORDI; VILCHES, AMPARO Y GIL, DANIEL. (2001) *Epílogo: El papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias*. Universidad de Valencia. En Membiela, Pedro (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea. Capítulo 15 (pp 221-231).

SOSA, PLINIO (2000). La reacción química. *Revista Correo Del Maestro*. No. 55. México.

TENREIRO-VIEIRA, CELINA Y MARQUES VIEIRA, RUI (2006) Diseño Y Validación De Actividades De Laboratorio Para Promover El Pensamiento Crítico De Los Alumnos. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación Científica*. 3(3), pp. 452-466

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (1993). *Velocidades y mecanismos de las reacciones químicas*. Facultad de Farmacia. España: Autor.

VÁZQUEZ, SALAS CARLOS (2009) Laboratorios Virtuales. *Revista Digital innovación y experiencias educativas*, No.20, pp. 1-11.

VIAFARA, ROBINSON (2000). Las nuevas tecnologías de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales. *Líneas de investigación y núcleos del saber pedagógico*. Serie Educación en Ciencias Experimentales. Grupo de Educación en Ciencias y Tecnologías. Instituto de Educación y Pedagogía, Santiago de Cali No 0.

ZAMBRANO, ALFONSO C. (2003). *La Investigación Educativa En Ciencias Naturales*. Instituto de educación y pedagogía. Universidad del Valle, Santiago de Cali (Inédito).

ZORRILLA, ARENA SANTIAGO (1993), *Introducción a la metodología de la investigación*. Aguilar León y Cal Editores, 11^a edición. México.

ANEXOS

ANEXO A

Acopio Bibliografía Básica Sobre El Tema

A continuación, se relaciona la literatura que subyace a la temática que compete ésta investigación.

TEMÁTICA	LITERATURA RELACIONADA*
DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA	Pozo y Gómez (2001); Fernández et ál. (2002); Cárdenes (2007); Pumariño (2003); Rasilla Cano (2006); Kind (2004); Izquierdo (2004); Izquierdo et ál. (1999); Jiménez et ál. (2003); Borsese et ál. (2003); Garritz (2006); Alves (1963); Campanario y Moya (1999); Del Carmen (2000); Furió y Domínguez (2007); Gil (1991 y 1993); Guillen (1979); Hernández y Montagut (n.d.); Marín et ál. (1999); Matthews (1994); Moreno y Waldegg (1998).
CONCEPTOS ESTRUCTURANTES	Dibarboure (2009); Ariza y Mosquera (2009); Gagliardi (1986); Rabino et ál. (2008).
REACCIONES QUÍMICAS	Universidad de Alcalá (1993); Silberberg (2002); Pérez Méndez et ál. (1981); Ávila Garrido et ál. (2008); Caamaño (1998); Sosa (2000); Manrique Lagos et ál. (n.d.); Reyes y Garritz (2006); Petrucci (2003); Chang (2002).
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	Gil Pérez et ál. (1999); Santilli (2009); Guridi e Islas (1998); Gil y Valdés (1996); Izquierdo et ál. (1999); Hodson (1992 y 1994); Castro Castillo; et ál. (n.d.); Gil Pérez (1993); Tenreiro-Vieira et ál. (2006); Álvarez (2007).
	Linn (2002); Cabero (1999 y 2007); Viafara (2000);

NUEVAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN: LABORATORIOS VIRTUALES	Chiarenza (2011) Cataldi et ál. (2009, 2010 y 2011); Martínez (2008); Rosado y Herreros (2005); Monge-Nájera et ál. (2008) Luengas et ál. (2009a, 2009b); Martín et ál. (2008), Farías y Rojas (2011); Alejandro y Perdomo (2009), Vázquez (2009); Sierra et ál. (2009); Cárdenes (2007); González et ál. (2005). Solbes et ál. (2001).
---	---

* Para obtener la información completa de la literatura relacionada remítase al apartado: Bibliografía

ANEXO B

Delimitación Del Tema: Referentes Literarios

TEMÁTICA	REFERENTES LITERARIOS
DIDÁCTICA EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO FÍSICO (Did. Lab. F.)	- HODSON, D. (1994) - GIL PÉREZ, D. y VALDÉS CASTRO, P. (1996) - GURIDI, VERONICA MARCELA E ISLAS, STELLA MARIS (1998)
DIDÁCTICA DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES (Did. Lab. V.)	- SALSEDO TORRES, LUIS ENRIQUE: VILLAREAL HERNANDEZ, MARTHA ELIZABETH; ZAPATA CASTAÑEDA, PEDRO NEL; COLMENARES GULUMÁ, ELIZABETH; GARCÍA BARCO, MARÍA CRISTINA; MORENO ROMERO, SANDRA PATRICIA (2007) - CATALDI, ZULMA; DONNAMARÍA, M. CRISTINA; LAGE, FERNANDO J. (2009) - CHIARENZA, DIEGO JULIÁN (2011)
DIDÁCTICA DEL CONCEPTO ESTRUCTURANTE REACCIÓN QUÍMICA (Did. RQ)	- SOSA, PLINIO (2000) - POZO M., J. I.; GÓMEZ C., M. A. (2001) - KIND, VANESSA (2004)

FICHAS BIBLIOGRÁFICAS²⁸ DEL MATERIAL DELIMITADO

ANEXO C. Ficha bibliográfica: TIC en educación en química

Salsedo. TIC

Did. Lab. V.

Salsedo, Luis; Villareal, Martha et ál. Tecnologías de la información y la comunicación en educación química, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia, 2007, 208 pp.

B. per.**

ANEXO D. Ficha bibliográfica: Ideas previas de los estudiantes

Kind. Ideas

Did. RQ

Kind, Vanessa. Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química, Santillana, México, 2004, 156 pp.

B. per.

**B. per.: S
28 Registro
Modelo 17
bibliográfica
et ál. (1999)

al. Se toma el
s demás fichas
to por Cazares

ANEXO E. Ficha bibliográfica: Aprender y enseñar ciencia

Kind. <u>Ideas</u>	Did. RQ
Pozo, Juan; Gómez, Miguel, <u>Aprender y enseñar ciencia</u> , 3a. ed., Morata, S.L, España, 2001, 330 pp.	
B. per.	

ANEXO F. Ficha bibliográfica: Las TICs en la enseñanza de la química

Chiarenza. <u>TICs química</u>	Did. Lab. V.
Chiarenza, Diego. <u>Las TICs en la enseñanza de la química: Laboratorios virtuales</u> , tesis inédita, Universidad tecnológica nacional, 2011, 106 pp.	
B. per.	

ANEXO G. Ficha bibliográfica: Didáctica de la química y TICs

Cataldi. Congreso

Did. Lab. V.

Cataldi, Zulma; Donna María, M. Cristina; Lage, Fernando J. Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. (Argentina, 2009) Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. pp. 80 - 89.

2009

FICHAS HEMEROGRÁFICAS²⁹ DEL MATERIAL DELIMITADO

ANEXO H. Ficha hemerográfica: Propuesta para diseñar guías abiertas de laboratorio

G. I. Guía Lab.	Did. Lab. F.
Guridi, Verónica M. e Islas, Stella Maris. "Guías de laboratorio tradicionales y abiertas en física elemental: propuesta para diseñar guías abiertas y estudio comparativo entre el uso de este tipo de guías y guías tradicionales", "Enseñanza de las ciencias", 1998, núm. 3, vol. 3, pp. 203-220.	
B. per.	

ANEXO I. Ficha hemerográfica: Orientación prácticas de Laboratorio

G. V. Prácticas Lab.	Did. Lab. F.
Gil Pérez, D. y Valdés, P. "La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: Un ejemplo ilustrativo", "Enseñanza de las ciencias", 1996, núm. 2, vol. 14, pp. 155-163.	
B. per.	

²⁹ Registro de
investigación que
de fichas heme

realizar la
el diseño

ANEXO J. Ficha hemerográfica: Enfoque critico del trabajo de laboratorio

Hodson. Trabajo de Lab.	Did. Lab. F.
Hodson, D. "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", "Enseñanza de las ciencias", 1994, núm. 3, vol. 12, pp. 199-313.	
B. per.	

ANEXO K. Ficha hemerográfica: La reacción química

Sosa. R.Q.	Did. RQ
Sosa, Plinio. "La reacción química", "Correo Del Maestro", (México, D.F.), 2000, núm. 55, pp. 10.	
B. per.	

ANEXO L. Ficha hemerográfica: Química cotidiana

Borsese et ál. Química cotidiana

Did. RQ

Borsese, Aldo; Esteban, S.; Trejo, Luis Miguel. "Estudio de los cambios químicos a través de fenómenos cotidianos", "Didáctica de la Química y Vida Cotidiana", (México, D.F.), 2003, pp. 25-32.