



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UNA PROPUESTA  
PARA AMPLIAR EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN (TIC) COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (QUÍMICA)**

**PRESENTA:**

**Q.F.B. ALAN JAVIER PÉREZ VÁZQUEZ**

**TUTORA**

**DRA. ANA MARÍA SOSA REYES – FACULTAD DE MEDICINA**

**COMITÉ TUTOR**

**DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ – FACULTAD DE QUÍMICA**

**DRA. CLARA ROSA MARÍA ALVARADO ZAMORANO - CCADET**

**MÉXICO, D.F. AGOSTO 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

- Presidente:** M. en C. Gisela Hernández Millán.
- Vocal:** Dra. Clara Rosa María Alvarado Zamorano.
- Secretario:** Dra. Kira Padilla Martínez.
- Vocal:** Dra. Ana María Sosa Reyes.
- Vocal:** Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia.

### **Lugar donde se realizó la tesis:**

Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria.

Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur.

### **Asesora de Práctica Docente:**

M. en D. Nadia Teresa Méndez Vargas.

### **TUTORA DE TESIS:**

Dra. Ana María Sosa Reyes.

## **Agradecimientos.**

*A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Facultad de Química (FQ) y al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Sur por ayudarme a superarme profesionalmente en el área que más me gusta, la docencia de la química.*

*A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) por el apoyo económico que recibí durante mi estancia en este gran proyecto llamado MADEMS-Química, a través del Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario (PFPU).*

*Al Programa de Apoyo a Estudiantes de Posgrado (PAEP) de la Coordinación de Estudios de Posgrados de la UNAM por apoyarme económicamente en mi participación en el 32° Congreso Nacional de Educación Química celebrado en septiembre de 2013 en la Ciudad de Guanajuato, Guanajuato, México. Además del apoyo recibido para la impresión de la presente tesis. ¡Muchas Gracias!*

*A mis papás, Sofía y Javier, por su completo apoyo, en todos los aspectos, durante mi formación profesional. Gracias a ustedes y a su dedicación logré estudiar este programa de posgrado. ¡Muchas gracias por educarme, en verdad los aprecio mucho!*

*A mi hermana, Karina, que me apoyó y dio consejos para la mejora de este trabajo de tesis. Esto, debido a que compartimos el gusto por la docencia y la educación. Eres una docente admirable y dedicada con tu trabajo. Gracias también por todo el apoyo que me has brindado a lo largo de mi vida.*

*A mi familia, que de alguna u otra manera ha influido positivamente en mí. ¡Gracias por todo!*

*A mi tutora, la Dra. Ana María Sosa Reyes, por apoyarme en todo momento durante la realización de esta tesis, a través de: su dedicación, orientación, revisiones, consejos, aportaciones, etc. La admiro y aprecio por su trabajo y dedicación. ¡Muchas Gracias! Por cierto, ¡Hemos logrado la culminación de esta tesis!*

*A mi asesora de práctica docente, la M en D Nadia Teresa Méndez Vargas, por todo el apoyo que me brindó durante la PD II y PD III. Aprendí mucho de sus consejos, sus clases, su dedicación, etc. La aprecio y admiro por su gran labor como docente en el CCH Sur ¡Gracias!*

*A los alumnos del grupo 157-A y 257-A del CCH Sur turno vespertino, por su entusiasmo y colaboración durante la implementación de mi propuesta didáctica. ¡Gracias por todo su apoyo!*

*A mi comité tutor, la Dra. Kira y la Dra. Clara, por todas sus aportaciones, consejos, revisiones y su entusiasmo al asistir a las reuniones de mi comité tutor. Todo esto me ayudó para culminar esta tesis.*

*A mis compañeros de la maestría, Aby, Alma, Irma, Israel, Juana Cerón, Juana Garduño, Maru, Raúl, Ricardo y Rocío ya que durante estos dos años que duró esta aventura llamada MADEMS aprendí muchas cosas de todos ustedes. Además de que pasamos momentos agradables. Los aprecio, ¡Gracias por todo!*

*A mis maestros de la MADEMS, por todo el conocimiento que logré adquirir durante sus clases, lo cual me ayudó a ampliar mi panorama sobre lo que es la docencia de la química. ¡Muchas gracias!*

---

*“Saber cómo utilizar la tecnología  
no es lo mismo que saber cómo  
enseñar con tecnología”.*

*Mishra y Koehler (2006)*

*“La tecnología educativa,  
no es más que la evolución en la enseñanza de la educación,  
la cual es usada como herramienta para facilitar  
un aprendizaje eficaz”.*

*Tairfins Morales.*

---

## ÍNDICE

	Página
Resumen/ Abstract	i
INTRODUCCIÓN	ii
ANTECEDENTES	01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento del problema</li> <li>• Justificación</li> <li>• Pregunta de investigación</li> <li>• Objetivos de la tesis</li> </ul>	
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	
1.1. <i>Marco Curricular.</i>	
1.1.1. Estructura del Sistema Educativo del Nivel Medio Superior en México.	04
1.1.2. El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) .....	06
1.1.3. Mapa curricular del plan de estudios del CCH .....	07
1.1.4. Programa de estudios de la asignatura de Química .....	08
1.1.5. Índice de reprobación de Química en el CCH .....	10
1.2. <i>Marco Tecnológico.</i>	
1.2.1. Antecedentes .....	11
1.2.2. Definición de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ....	12
1.2.3. Breve descripción de la World Wide Web (Web) .....	14
1.2.4. Breve descripción del e-Learning .....	16
1.2.5. Descripción de herramientas Web 2.0, Simulación y Animación .....	18
1.2.6. Infraestructura y población del CCH y el uso de las TIC .....	23
1.3. <i>Marco Pedagógico.</i>	
1.3.1. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) .....	26
1.3.2. Modelo Sustitución, Aumento, Modificación, Redefinición (SAMR) .....	31
1.3.3. La Matriz TIM (Technology Integration Matrix) .....	33
1.3.4. Modelos y analogías en la enseñanza de la Química .....	37
1.3.5. Definición de Visualización y su uso con las TIC .....	40
1.4. <i>Marco Disciplinar.</i>	
1.4.1. Dificultades específicas en el aprendizaje de la Química .....	42
1.4.2. ¿Cómo razonan los estudiantes el mundo natural que les rodea? .....	43
1.4.3. Modelo Corpuscular de la Materia .....	44
1.4.4. El triplete químico: Macro, Submicro y Representacional .....	46
1.4.5. ¿Por qué utilizar las TIC en la enseñanza de la Química? .....	47

## **CAPÍTULO II. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

2.1. Antecedentes .....	49
2.2. Justificación de la elección del tema Modelo Corpuscular de la Materia .....	50
2.3. Concepciones alternativas .....	51
2.4. Objetivos de la propuesta didáctica .....	52
2.5. Estructura general de la propuesta didáctica .....	52
2.6. Desarrollo de la propuesta didáctica .....	54

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación .....	66
3.2. Población y muestra .....	67
3.3. Variable .....	67
3.4. Descripción de la metodología utilizada .....	67
3.5. Recolección de datos .....	74
3.6. Métodos para el análisis de datos .....	75
3.7. Validez y confiabilidad .....	78

## **CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

4.1. Introducción .....	80
4.2. Primera sección: Contextualización del uso de las TIC en el CCH	
4.2.1. Cuestionario inicial: viabilidad del uso de las TIC en el CCH .....	81
4.3. Segunda sección: ventajas y desventajas del uso de las TIC en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química.	
4.3.1. Productos diseñados y obtenidos durante la intervención didáctica ..	89
4.3.2. Resultados de la propuesta didáctica .....	112
4.3.3. Evaluación de las TIC bajo el enfoque de la Matriz TIM .....	128
4.3.4. Resultados del cuestionario final, entrevista a alumnos y profesora titular .....	133
4.4. Tercera sección: Presentación del Diagrama DATIEQ	
4.4.1. Presentación del Diagrama DATIEQ .....	145
4.4.2. Comentarios sobre el diagrama DATIEQ .....	147

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS .....153**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **ANEXOS**

## RESUMEN

La irrupción de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la sociedad actual, está llevando a cabo importantes cambios en nuestra forma de vivir, aprender y de comunicarnos en diferentes contextos, tales como la industria y el campo educativo. En este último, como una herramienta didáctica novedosa y como apoyo al Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA). En el presente, la integración de las TIC al contexto escolar es una necesidad más que un lujo ya que resulta esencial para que los estudiantes puedan enfrentar los nuevos requerimientos que les exige la sociedad actual.

No obstante, su inclusión no ha provocado los cambios esperados dentro del PEA. Esto, debido a que se han estado utilizando bajo un enfoque tecnicista más no educativo. En este escenario, el presente trabajo tiene como objetivo valorar las ventajas y desventajas de la integración de las TIC bajo un enfoque educativo, para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. Para lograr esta visión, se tomaron como base los modelos teóricos Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) de Mishra & Koehler (2006, 2009) y Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition (SAMR) de Puentedura (2008, 2009).

Asimismo, se diseñó un Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ) que promueva entre los docentes la aplicación de las TIC, bajo un enfoque educativo a su práctica docente. Este diagrama se obtuvo como producto final de esta tesis.

## ABSTRACT

The Information and Communication Technologies (ICT) in today's society, are making significant changes in the way we live, learn and communicate in different contexts, such as: industry and educational field as a teaching tool to support the Teaching-Learning Process (TLP). Nowadays, the integration of ICT into the school context is a necessity rather than luxury as it is essential for students to meet new requirements for today's society.

However, ICT inclusion has not caused the expected changes in the TLP. This, because they have been used under a technicist approach. In this scenario, this paper aims to assess the advantages and disadvantages of the integration of ICT in an educational approach regarding *Particulate Nature of Matter*. To fulfill this aim the theoretical models based on Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Mishra & Koehler (2006, 2009) were considered, as well as Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition (SAMR) of Puentedura (2008, 2009).

Also, a Diagram Technological Support for Inclusion in the Teaching of Chemistry (DTSITC) was designed among teachers to promote the application of ICT in an educational approach as the final product of this thesis.



## INTRODUCCIÓN

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) dentro del contexto educativo, según Daza Pérez (2009), Rubio (2010) y Pintó (2011) se puede clasificar en dos grandes enfoques: tecnicista y educativo.

En la actualidad, los docentes, en su mayoría, incorporan las TIC a su práctica docente bajo un enfoque tecnicista. Es decir, utilizan estas herramientas para fomentar la pasividad del alumno, la recuperación y la memorización de información (Pintó, 2011). Por tanto, estos recursos no cumplen con un objetivo específico dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E/A). Con esto en mente, se puede decir que el uso que le están dando los docentes a las TIC (tecnicista) no está provocando cambios significativos dentro de la educación.

Para tratar de revertir lo anterior, este trabajo tiene como objetivo mostrar las ventajas y desventajas del uso de las TIC, bajo un enfoque educativo, para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. Con la finalidad de proveer al docente una nueva visión sobre cómo incorporar estos recursos tecnológicos al campo educativo. Para lograr ello, esta tesis se divide en cinco capítulos:

En el capítulo I, se desarrolla el marco teórico en el cual se sustenta este trabajo de investigación. En este apartado se abordan cuatro secciones: marco curricular, tecnológico, pedagógico y disciplinar. Esto, con el fin de delimitar y contextualizar este proyecto.

En el capítulo II, se describe detalladamente la propuesta didáctica que se utilizó para conocer las ventajas y desventajas de utilizar las TIC bajo un enfoque educativo. La intervención didáctica se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Sur con veinticinco alumnos de nuevo ingreso, grupo 157-A, del turno vespertino.

En el capítulo III, se aborda la metodología que se siguió durante el desarrollo de esta tesis. A este respecto, se utilizó un enfoque cualitativo observacional e introspectivo y de investigación-acción (McKernan, 2001). Asimismo, se describe cómo se realizó la recolección de datos, análisis de resultados, la validez y confiabilidad seguida para el desarrollo de este trabajo de investigación.

En el capítulo IV se muestran y analizan los resultados obtenidos con respecto a cómo fue la inclusión de las TIC dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. Esta sección se divide en 4 rubros: introducción, contextualización del uso de las TIC en el CCH, ventajas y desventajas del uso de las TIC en el proceso de E/A de la Química y la presentación del Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ), éste como producto final de la presente tesis.

Finalmente, en el capítulo V se desarrollan las conclusiones obtenidas, así como las perspectivas que se dejan para futuras investigaciones relacionadas con la investigación en tecnología educativa con respecto al campo disciplinar de la Química a nivel bachillerato.

## ANTECEDENTES

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La irrupción de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la sociedad actual, está llevando a cabo importantes cambios en nuestra forma de vivir, aprender, comunicarnos y de relacionarnos con los demás, alterando así nuestra percepción de tiempo, distancia y espacio.

Las TIC pueden ser una herramienta útil para el diseño, planificación y el seguimiento de diferentes actividades en diversos contextos como en la industria, la investigación y la educación. En este último, como una herramienta didáctica para apoyar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E/A) (Pintó, 2011).

Es evidente que la educación no puede estar exenta y aislada de la revolución que han ocasionado las TIC en los últimos años, por lo cual es necesario integrarlas al ámbito educativo como una necesidad, más que como un lujo. En el contexto actual, dicha incorporación resulta esencial para que los estudiantes puedan enfrentar los nuevos requerimientos que les exige la sociedad actual denominada de la información y del conocimiento (Mishra & Koehler, 2006).

Ahora bien, ¿qué opinan los docentes de la inclusión de las TIC en la educación?, ¿qué saben acerca de estas tecnologías?, ¿conocen su importancia?, y ¿cómo las utilizan? Según Daza Pérez (2009), Rubio (2010) y Pintó (2011), el uso de las TIC aplicado al contexto educativo puede orientarse en dos sentidos:

- Emplear la computadora como un libro virtual que controla al alumno, como ocurre con los tutoriales clásicos que tienen un enfoque conductista, ya que suministran a los estudiantes simplemente una guía que fomenta el aprendizaje memorístico y la pasividad del alumno utilizándose bajo un enfoque llamado tecnicista.

- Utilizar las TIC como un medio de expresión y exploración bajo el control del alumno a través de herramientas de comunicación, diseño y búsqueda de información, empleándose bajo un enfoque llamado educativo.

A este respecto, una encuesta realizada a veinte profesores de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) reveló que, en la actualidad, la principal aplicación de las TIC en la enseñanza se limita a la proyección de presentaciones y la resolución de exámenes de opción múltiple, que inducen al estudiante a recuperar y reproducir la información que presenta el material didáctico proporcionado (Daza Pérez, 2009).

Estos resultados coinciden con el primer enfoque, pues aparentemente los docentes ven la incorporación de estas tecnologías como meros sustitutos de los libros y como un medio para enviar una gran cantidad de información digitalizada a los alumnos.

Por otra parte, resulta relevante que, aún con la implementación de las TIC en el ámbito educativo se sigue concibiendo una forma de trabajo centrado en el profesor que no propicia en el alumno el desarrollo de habilidades sociales, de búsqueda de información, de pensamiento o de resolución de problemas (Daza Pérez, 2009).

Esto, debido a que se visualiza la incorporación de las TIC en la educación desde un enfoque tecnicista en donde se tienen ciertos recursos a los cuales se les busca una aplicación sin tener un objetivo definido de su integración al proceso de E/A de las diversas asignaturas. En vez de tener una visión en la que se entiende que la educación tiene ciertos problemas, para los que se valora qué herramientas los pueden resolver o qué medios permiten resolverlos de mejor manera (Rubio, 2010).

Al mantener una visión tecnicista sobre las TIC, se está limitando su uso en el campo educativo, retrasando con ello la posibilidad de que se dé un cambio significativo en la educación.

## JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo pretende mostrar el uso de las TIC desde un enfoque educativo. A través de la selección de herramientas multimedia que se puedan insertar a necesidades específicas que ayuden a mejorar el proceso de E/A de la Química a

Nivel Medio Superior, específicamente dentro del Bachillerato Universitario de la UNAM, para tener así otra visión del uso de las TIC en la educación.

Para el diseño de esta propuesta se buscó integrar el uso de las TIC bajo un enfoque educativo, en la enseñanza del *Modelo Corpuscular de la Materia*, tema esencial a nivel bachillerato. Para ello, se tomaron como referencia los modelos: Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), propuesto por Mishra & Koehler (2006, 2009) y Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition (SAMR) propuesto por Puentedura (2008, 2009).

Con lo anterior, se espera analizar ventajas y desventajas de implementar este tipo de herramientas desde este enfoque, para el caso particular de la asignatura Química I del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Con el fin de ejemplificar que el uso de las TIC puede ir más allá de como se han venido utilizando por muchos docentes (enfoque tecnicista) en los últimos años dentro y fuera del salón de clase.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué ventajas y desventajas se obtienen de la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), bajo un enfoque educativo, en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*?

## OBJETIVOS DE LA TESIS

1. Valorar las ventajas y desventajas que conlleva la implementación, bajo un enfoque educativo, de las TIC en el proceso de E/A de la Química a Nivel Medio Superior, para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.
2. Seleccionar y emplear recursos tecnológicos de fácil acceso, manipulación y gratuitos, para su incorporación dentro y fuera del salón de clase con base en una visión educativa y centrada en el alumno.
3. Diseñar un Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ) que promueva la incorporación de las TIC en el ámbito escolar bajo un enfoque educativo.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Marco Curricular

En esta primera sección, se presentan algunos antecedentes respecto a la educación en México, específicamente sobre la Educación Media Superior. Se describen los tipos de bachillerato que se ofrecen a la población mexicana, sus propósitos, las instituciones que imparten este nivel educativo y se hace mención sobre cómo la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través de su Bachillerato Universitario, contribuye en este nivel académico.

En particular, se describe la estructura y objetivos del bachillerato propedéutico y de cultura básica que ofrece el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM, a la población estudiantil del Distrito Federal (DF) y de la Zona Metropolitana (ZM).

Por último, se hacen algunas observaciones con respecto al programa de estudios de la asignatura de Química I que se imparte en el primer semestre de este bachillerato. Además, se describe la situación de esta materia en cuanto al índice de reprobación con respecto a las demás asignaturas.

#### 1.1.1. Estructura del Sistema Educativo del Nivel Medio Superior en México

La Educación Media Superior (EMS) en México, tiene una duración de tres años o menos, dependiendo del plan de estudios de cada institución. La edad típica de los alumnos oscila entre 14 y 17 años de edad (Alcántara & Zorrilla, 2010).

El Nivel Medio Superior del Sistema Educativo Mexicano tiene como finalidad dar al estudiantado, los elementos para elegir entre las diversas opciones de educación superior al concluir el bachillerato y de capacitarlos en actividades enfocadas al ámbito laboral. Con respecto a esto, Alcántara & Zorrilla (2010) hacen una clasificación de la EMS en tres grandes corrientes:

- ✓ Bachillerato Propedéutico:

Es de formación general. El alumno accede al estudio de diferentes disciplinas: humanísticas, científicas y tecnológicas, a fin de contar con información y experiencia académica que lo auxilie en la identificación de su campo de estudio profesional.

✓ Bachillerato Bivalente:

Este modelo es parte de la Educación Media Superior Tecnológica ya que combina una formación profesional en el ámbito técnico con los estudios de bachillerato que ofrecen una preparación para los estudios superiores.

✓ Bachillerato de Educación Profesional Técnica (BEPT):

Este sistema ofrece carreras de profesional Técnico-Bachiller, que incorpora a su vez, la formación del bachillerato propedéutico.

Estas modalidades están distribuidas en diversas instituciones educativas públicas y privadas que ofrecen el nivel bachillerato en el DF y ZM. A continuación, se muestra la Tabla 1 que clasifica a los centros educativos públicos con respecto a la modalidad de bachillerato que ofrecen (COMIPEMS, 2013):

Tabla 1. Instituciones públicas que ofrecen la EMS en el DF y ZM, elaborada con base en datos de COMIPEMS (2013).

Modalidad.	Institución educativa.
BEPT	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)
Propedéutico	Colegio de Bachilleres (COLBACH) Centro de Estudios de Bachilleratos (CEB-DGB) Preparatorias Oficiales y Anexas a la Normal (SE) Escuela Nacional Preparatoria (ENP-UNAM) <b>Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH-UNAM)</b> Centro de Educación Media Superior a Distancia (EMSAD-SE)
Bivalente	Centros de Bachilleratos Tecnológicos Agropecuarios (CBTA) Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y Servicios (CBTIS-DGETI) Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios (CETIS-DGTI) Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT-IPN)

El presente trabajo, se centra en particular en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), institución a cargo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

### 1.1.2. El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

El Modelo Educativo de esta institución, con base en el Plan General de Desarrollo 2010-2014 del CCH de Muñoz Corona (2010), parte de la teoría de que el conocimiento no se recibe pasivamente sino que es construido activamente por el sujeto. Este principio se sustenta en la visión de los pilares fundamentales de la educación, recomendados para el proceso educativo del siglo XXI por la Comisión Internacional de la UNESCO, presidida por Jacques Delors (aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser).

Por esta razón, dentro de la misión del CCH se busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; con sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez, de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales (CCH, 2012).

Así, la filosofía del CCH considera al estudiante como individuo capaz de captar por sí mismo el conocimiento y sus aplicaciones. En este sentido, el trabajo del profesor del Colegio consiste en dotar al alumno de los instrumentos metodológicos necesarios para poseer los principios de una cultura científica-humanística. De esta manera, el docente no sólo es el transmisor de conocimientos, sino un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje y de guiarlo a cómo proceder para aprenda a: aprender, hacer y ser (CCH, 2012):

❖ *Aprender a aprender.*

El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.

❖ *Aprender a hacer.*

El alumno desarrollará habilidades que le permitirán poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio.



❖ *Aprender a ser.*

El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

Para lograrlo, debe existir una coherencia entre la filosofía del CCH, el mapa curricular de esta institución y la estructuración de los programas de estudios por asignatura.

### 1.1.3. Mapa curricular del plan de estudios del CCH

El mapa curricular del CCH se divide en cuatro áreas (CCH, 2012):

- **Matemáticas:** Se enseña a los alumnos a percibir esta disciplina como ciencia en constante desarrollo, la cual les permitirá la resolución de problemas. Se origina en la necesidad de conocer el entorno físico y social, así como desarrollar el rigor, la exactitud y la formalización para manejarlo.
- **Ciencias Experimentales:** Es importante que los alumnos conozcan la información que diariamente se les presenta con características científicas, para que comprendan fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en su propio organismo y con ello elaboren explicaciones racionales de estos fenómenos y generar así un pensamiento crítico.
- **Histórico-Social:** Es fundamental que los estudiantes analicen y comprendan problemas específicos del acontecer histórico de los procesos sociales del pensamiento filosófico y la cultura universal.
- **Talleres de Lenguaje y Comunicación:** Conocerán el uso consciente y adecuado de los sistemas simbólicos, buscando desarrollar la facultad de entenderlos y producirlos tanto en lengua materna y lengua extranjera.

En estas cuatro áreas, en su conjunto, contemplan 69 asignaturas que conforman el Plan de Estudios del CCH dividido en seis semestres y con una duración de tres años. Para el caso particular de la asignatura de Química, ésta se imparte en cuatro semestres durante el primer y tercer año de este bachillerato (CCH, 2012).

Ahora bien, ¿cómo está organizado el currículo de la asignatura de Química?



Para responder esta pregunta, enseguida se describen las características generales del programa de estudios de esta materia para esta institución educativa.

#### 1.1.4. Programa de estudios de la asignatura de Química

La asignatura de Química, ubicada en el Área de las Ciencias Experimentales, está organizada en cuatro materias (CCH, 1996):

- Química I, obligatoria y se cursa en el primer semestre, abarca dos unidades: *Agua, compuesto indispensable* y *Oxígeno, componente activo del aire*.
- Química II, obligatoria y se cursa en el segundo semestre, comprende tres unidades: *Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas; Alimentos proveedores de sustancias esenciales para la vida* y *Medicamentos, productos químicos para la salud*.
- Química III, optativa y se cursa en el quinto semestre, abarca tres unidades: *La industria química en México, Industria minero-metalúrgica* y *Fertilizantes, productos químicos estratégicos*.
- Química IV, optativa y se cursa en el sexto semestre, comprende dos unidades: *Industria del petróleo - petroquímica* y *El mundo de los polímeros*.

Por lo anterior, el CCH plantea como propósito que el alumno comprenda que la Química es una asignatura que estudia *las sustancias* a través de sus propiedades y composición, para explicar fenómenos que se presentan en la vida cotidiana; además de prepararlo en el conocimiento y formas de trabajo propias de la investigación científica (ser analítico, creativo y crítico).

A continuación, se describen los contenidos conceptuales (Tabla 2), procedimentales (Tabla 3) y actitudinales (Tabla 4) objetos de aprendizaje en esta asignatura:

Tabla 2. Contenido conceptual de la asignatura de Química, tomada de CCH (2006).

<b>Principios</b>	<b>Concepto</b>	<b>Teorías y Leyes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación</li> <li>• Interacción</li> <li>• Cambio</li> <li>• Unidad</li> <li>• Diversidad</li> <li>• Regulación</li> <li>• Equilibrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla</li> <li>• Compuesto</li> <li>• Elemento</li> <li>• Reacción química</li> <li>• Átomo</li> <li>• Molécula</li> <li>• Enlace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de la conservación de la materia y la energía</li> <li>• Teoría cinético-molecular</li> <li>• Teoría atómica</li> <li>• Leyes ponderales</li> <li>• Leyes de la termodinámica</li> </ul>

Con relación a los contenidos procedimentales en la enseñanza de la Química:

Tabla 3. Contenidos procedimentales, obtenida de CCH (2006).

<b>Procedimientos prácticos</b>	<b>Procedimientos intelectuales</b>		<b>Procedimientos de comunicación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de material y equipo de laboratorio</li> <li>• Realización de montajes experimentales</li> <li>• Construcción de aparatos</li> <li>• Construcción de maquetas</li> <li>• Utilización de equipo y técnicas informáticas</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Proceso cognitivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Clasificación</li> <li>• Medición</li> <li>• Análisis</li> <li>• Síntesis</li> <li>• Inducción</li> <li>• Deducción</li> <li>• Abstracción</li> <li>• Comparación</li> <li>• Analogías</li> <li>• Tabulación y representación de datos</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Proceso de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y formulación de problemas</li> <li>• Emisión de hipótesis y predicciones</li> <li>• Identificación y control de variables</li> <li>• Diseño de actividades experimentales</li> <li>• Registro, organización, representación, análisis e interpretación de datos</li> <li>• Conclusiones</li> <li>• Construcción y uso de modelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de diversas fuentes de información</li> <li>• Representación simbólica</li> <li>• Identificación de ideas en material escrito o audiovisual</li> <li>• Elaboración de informes o materiales y su réplica oral</li> </ul>

Finalmente, se muestran los contenidos actitudinales:

Tabla 4. Contenido actitudinal, tomada de CCH (2006).

<b>Actitud hacia las ciencias</b>	<b>Actitud en la actividad científica</b>	<b>Respeto por el medio</b>	<b>Respeto por la salud</b>
Interés por la ciencia. Valoración del trabajo científico y sus alcances. Apreciación de la provisionalidad y las limitaciones de los conocimientos científicos. Valoración de la incidencia tecnológica y social de los conocimientos científicos.	Rigor y precisión en la recopilación de información. Honestidad intelectual. Coherencia entre datos, análisis, inferencias o conclusiones de éstos. Curiosidad. Creatividad en la emisión y prueba de hipótesis y diseño de estrategias. Emisión de juicios críticos y fundamentados. Colaboración, perseverancia, rigor y responsabilidad en la realización de tareas.	Tolerancia y respeto a los demás. Interés y sensibilidad por la naturaleza. Valoración de las aportaciones de la ciencia para mejorar el medio. Adopción de posturas críticas frente al deterioro del ambiente. Participación en el desarrollo sostenible. Conocimiento y uso de servicios de la comunidad en relación con el ambiente.	Adopción de hábitos de comportamiento saludable. Adopción de posturas críticas frente a conductas no saludables. Adopción de hábitos de higiene corporal y mental. Conocimiento y uso de servicios de la comunidad relacionados con la salud y el consumo.

### 1.1.5. Índice de reprobación de Química en el CCH

Como ya se mencionó, una de las primeras asignaturas que tiene que abordar un alumno en el CCH es la asignatura de Química. Con esto en mente y tomando como base los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales de esta materia ¿cómo es el índice de reprobación de esta asignatura frente a las demás que se imparten en el primer año de bachillerato?

Como ejemplo, se muestra en la Tabla 5 los datos de acreditación, reprobación y abandono o deserción de los alumnos de la generación 2011 (de los cinco planteles), durante su primer año en el CCH (Muñoz Corona, 2012):

Tabla 5. Desempeño académico del primer año de la generación 2011, obtenida de Muñoz Corona (2012).

Asignatura	Generación 2011, ciclo escolar 2010-2011							
	Alumnos	Acreditación	Reprobados	NP	Promedio			
Matemáticas I	18,146	13,467	74%	3,462	19%	1,217	7%	7.11
Taller de Cómputo	18,116	15,318	85%	1,491	8%	1,307	7%	8.00
Química I	18,139	14,662	81%	2,286	13%	1,191	7%	7.39
Historia Universal Moderna y Contemporánea I	18,139	15,058	83%	1,909	11%	1,172	6%	7.69
TLRIID I	18,139	15,022	83%	1,979	11%	1,138	6%	7.84
Francés I	1,942	1,668	86%	136	7%	138	7%	8.04
Inglés I	16,198	14,168	87%	1,209	7%	821	5%	8.02
Matemáticas II	18,125	12,846	71%	2,799	15%	2,480	14%	7.34
Química II	18,127	13,675	75%	2,173	12%	2,279	13%	7.53
Historia Universal Moderna y Contemporánea II	18,124	14,303	79%	1,621	9%	2,200	12%	8.02
TLRIID II	18,126	14,071	78%	1,798	10%	2,257	12%	7.98
Francés II	1,936	1,499	77%	198	10%	239	12%	8.02
Inglés II	16,190	13,224	82%	1,331	8%	1,635	10%	8.04
<b>Total primer año</b>	<b>199,447</b>	<b>158,981</b>	<b>80%</b>	<b>22,392</b>	<b>11%</b>	<b>18,074</b>	<b>9%</b>	<b>7.72</b>

En la Tabla 5 se puede apreciar que las asignaturas con mayor índice de reprobación en el primer semestre son Matemáticas I (19%) y Química I (13%), mientras que en el segundo semestre, las asignaturas con mayor reprobación son Matemáticas II (15%) y Química II (12%) además de que el índice de abandono y deserción para estas asignaturas aumenta casi al doble con respecto al primer semestre.

Como se puede observar, en segundo semestre se agrava más la situación debido a que, por una parte, son las asignaturas con un mayor índice de reprobación y por la otra, tienen el mayor número de abandono y/o deserción escolar.

Lo anterior se atribuye, según García Ruíz (2009), a que los alumnos no están motivados por no comprender las explicaciones del profesor, la incapacidad didáctica del docente o clases aburridas ocasionando así, reprobación y deserción escolar.

Por consiguiente, esta tesis propone una intervención didáctica que incluya el uso de las TIC bajo un enfoque educativo, dentro del proceso de E/A de la Química, debido a que se piensa, de acuerdo con Pollard & Talanquer (2005), que las TIC pueden motivar al alumno y minimizar la complejidad de esta ciencia. Sin embargo, ¿qué son las TIC?, ¿cómo se han usado? El siguiente apartado está dedicado a la descripción de las TIC, temática fundamental para este proyecto de investigación.

## **1.2. Marco Tecnológico**

En esta segunda sección, se define qué son las TIC. Se describe cómo ha evolucionado la World Wide Web, proceso que ha ocurrido en tres generaciones: Web 1.0, Web 2.0 y Web 3.0. Además se describe cómo se han empleado las Tecnologías Educativas y los Sistemas de Información en el campo educativo en cada generación. Es decir, se explica qué es el e-Learning 1.0, 2.0 y 3.0.

Por otra parte, se describen las TIC (generación Web 2.0 y e-Learning 2.0) utilizadas en esta tesis. Asimismo, se puntualiza cuáles son las diferencias entre los conceptos de Simulación y Animación. Finalmente, se detallan algunas estadísticas con respecto a la infraestructura y el uso de las TIC dentro del CCH como por parte de su población.

### **1.2.1. Antecedentes**

Los estudiantes, en la actualidad, han crecido en una cultura mediada por la televisión y la computadora. Muchas de sus actividades, fuera de la escuela, involucran interacción con imágenes dinámicas y sofisticadas en la TV, videojuegos y otras aplicaciones computacionales. Por lo que han adquirido un desarrollo visual-espacial alto, talento o inteligencia que no es muy explotada en las prácticas de enseñanza por parte de los docentes y en específico, por los maestros de Química (Pollard & Talanquer, 2005).

Asimismo, el desarrollo de las TIC en los últimos veinte años ha creado múltiples y diversas oportunidades para facilitar y enriquecer la enseñanza de las ciencias. Debido a que permiten crear ambientes educativos donde los alumnos de manera individual o colaborativa, pueden adoptar un papel más activo en la construcción de su propio conocimiento (Pollard & Talanquer, 2005).

No obstante, muchos docentes de ciencias, en la actualidad, son reticentes a utilizar las TIC. Algunos de ellos consideran que se trata de recursos educativos caros y complicados que no ofrecen nada nuevo al proceso de E/A. Otros piensan que el tiempo que hay que invertir para aprender a utilizar estos recursos es exagerado y su potencialidad educativa no justifica los esfuerzos requeridos. Algunos se preocupan por cuestiones de acceso a ordenadores y a redes de Internet eficientes y estables (Talanquer, 2009b).

Ahora bien, sin descartar por completo la validez de algunas de estas consideraciones, la realidad es que las barreras para el acceso y uso de las TIC se han reducido de manera sistemática día a día, a la par del incremento de tareas y proyectos diversos, relacionados con las TIC (Talanquer, 2014).

Para entender cómo se ha dado este proceso, es importante resaltar antes un breve marco teórico-histórico-pedagógico relacionado con estos recursos tecnológicos.

### **1.2.2. Definición de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)**

En los últimos años se ha hablado mucho de las TIC respecto a su importancia, evolución, impacto y educación. No obstante, ¿cómo se definen? Según Katz & Hilbert (2003) son sistemas tecnológicos que reciben, manipulan y procesan información, además de facilitar la comunicación entre dos o más interlocutores.

Por lo tanto, estos autores mencionan que son algo más que informática y computadoras, puesto que no funcionan como sistemas aislados, sino en conexión mediante una red. Asimismo, son algo más que tecnologías de emisión-difusión, puesto que no sólo dan cuenta de la divulgación de la información, sino que además permiten una comunicación interactiva.



Lo anterior ha provocado un proceso de convergencia de las TIC (la fusión de las tecnologías de información, comunicación y las soluciones informáticas) generando así, la coalescencia de tres caminos tecnológicos separados en un único sistema que, de forma simplificada, se denomina TIC, ver Figura 1 (Katz & Hilbert, 2003).

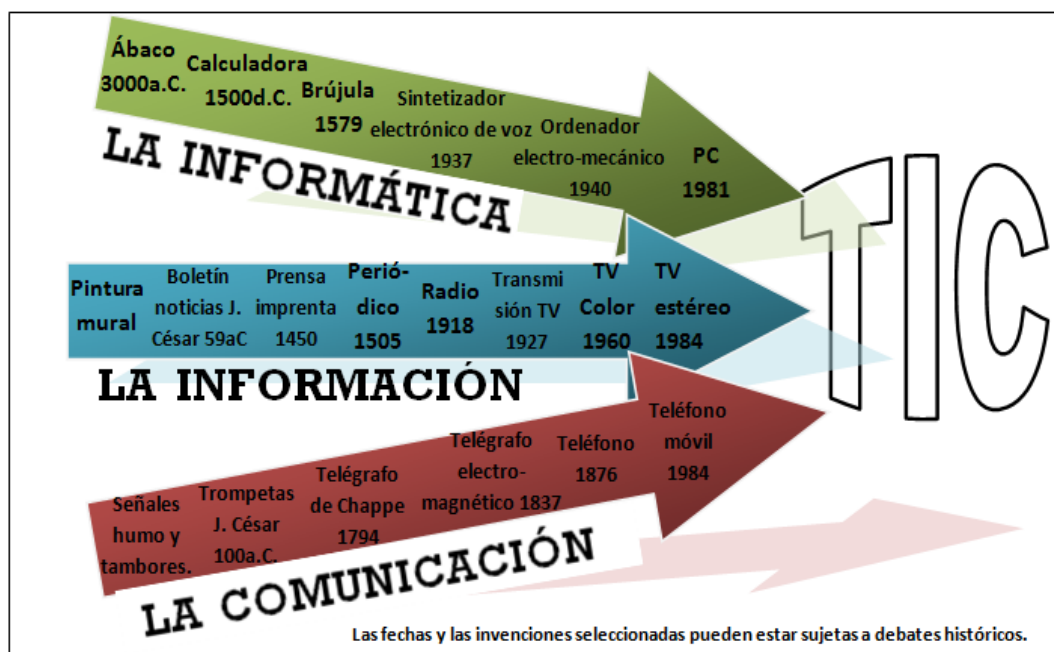


Figura 1. Origen de las TIC, adaptada de Katz & Hilbert (2003).

Por otra parte, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2003) define a las TIC como: el conjunto de herramientas o medios de comunicación como Internet, la telefonía y las computadoras que permiten comunicar entre sí, a las personas u organizaciones.

Otra definición más la propone la Conferencia Iberoamericana de Informática (CAIBI, 2001), la cual menciona que las TIC pueden concebirse como el resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre: las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se considera como sus componentes el hardware, el software, servicios y las telecomunicaciones.

Como se puede observar, en las definiciones anteriores, las TIC se asocian directamente con la computación, la informática e Internet, donde éste último, de

igual forma, ha sido muy utilizado durante estas últimas décadas. Sin embargo, ¿qué es Internet y la Web?

### 1.2.3. Breve descripción de la World Wide Web (Web)

La Web ha evolucionado desde sus orígenes del proyecto *software ENQUIRE*, diseñado en 1980 por Tim B. Lee, hasta su transformación a la World Wide Web (Berners-Lee, 1995; Berners-Lee & otros, 2001; Hussain, 2012). Este proceso, ha sido rápido y para su estudio, se clasifica en tres generaciones: **Web 1.0** (suministro de información), **Web 2.0** (sobrecarga de datos) y **Web 3.0** (control de información).

Esto, de acuerdo con su capacidad, tipo de tecnología y su utilidad por parte de los usuarios (Ebner, 2007; Hussain, 2012). A continuación se describen las características reportadas en la literatura respecto a las tres generaciones de la Web:

#### Web 1.0

Es la “Web de sólo lectura”, empezó en los años 80’s de la forma más básica, ya que sólo hacía disponible el contenido de forma *on-line* para su visualización. El usuario no podía interactuar con el contenido (no existía una comunicación directa) estando limitado a lo que el Web-master subía a ésta (Rubens & otros, 2011).

Ejemplos de éstos son, sitios Web estáticos y creados con un Lenguaje de Marcado de Hipertexto que, por sus siglas en inglés, se conoce como HTML. Estas páginas no eran actualizadas frecuentemente lo cual, se traducía en una desventaja para los usuarios. Por esta razón, se evolucionó a la Web 2.0 (Rubens & otros, 2011).

#### Web 2.0

Este término es usualmente asociado con la conferencia “Media 2.0” de O’Reilly, quien da a conocer el concepto de Web 2.0 (O’Reilly, 2004). A diferencia de la Web 1.0, “Web estática”, la Web 2.0 es considerada como dinámica.

Debido a que esta generación, se considera como una red social y de colaboración masiva entre el creador de páginas Web y el usuario, ya que ambos pueden leer, escribir, colaborar o aportar en los sitios de Internet provocando así, un gran almacenamiento de información (Hussain, 2012).

Entre las tecnologías asociadas a esta generación se encuentran: AJAX, acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML); Extensible Markup Language, XML (lenguaje de marcas extensible); AF, Adobe Flash; PHP, Hypertext Pre-processor; Python y Flash (Hussain, 2012). Como ejemplo se tiene: Facebook, Twitter, Pixton, Google Docs, Wikis, Blogs, Podcast, YouTube y multimedia en general.

### Web 3.0 o Web Semántica.

La Web semántica surgió en 2007 con el objetivo de mejorar el lado “malo” de Internet, es decir, la sobreinformación, ya que al tener acceso a tanta información, mucha de ella sin la calidad ni el rigor necesario, el usuario, a menudo, se ve saturado y colmado de dudas ante lo que está leyendo (Salazar, 2011).

La Web semántica está especialmente diseñada para dotar de significado las búsquedas del usuario, de tal manera que, cuando el buscador trabaje, no se fije en las palabras, sino precisamente en el significado (Salazar, 2011).

Las tecnologías y los conceptos relacionados con la Web 3.0, aunque todavía en una etapa inicial, están avanzando muy rápidamente. Las principales características de esta generación se enlistan en seguida (Cho, 2008; Wheeler, 2009; Salazar, 2011; Hussain, 2012):

- Organizar la información suelta, redundante y de calidad dudosa existente en la actualidad. Además de clasificar la información de manera más eficiente, a fin de devolver resultados más precisos.
- Hacer accesibles los contenidos Web desde múltiples dispositivos.
- Informática de “nube” y la Web geo-espacial.
- Uso de la tecnología para 3D: *Second life* y *Avatars* personalizados.

Uno de los primeros acercamientos de esta generación con base en Salazar (2011) se pueden enlistar como sigue:

- ✓ Google+.
- ✓ EVRI, un buscador que se especializa en la devolución de resultados de las últimas noticias, temas, etc.



- ✓ Wolfram Alpha, un buscador que responde directamente las preguntas del usuario, en lugar de proporcionar una lista de páginas Web.

También se pueden encontrar aplicaciones como Bing, Schema.org, RSS (Really Simple Syndication), etc. En resumen, esta generación pretende lograr que las computadoras “entiendan de manera exacta” lo que se les pide buscar o hacer (Salazar, 2011). Ahora bien, este proceso, de la evolución de la Web, ha impactado directamente al campo educativo, en específico al e-Learning, por lo que se puede apreciar, que ambos conceptos, están interrelacionados.

Por ejemplo, si la Web 1.0 es de sólo lectura, el e-Learning 1.0 trata de proporcionar a los alumnos sólo acceso a la información que deben aprender. Mientras que en la Web 2.0 al ser de escritura/lectura, el e-learning 2.0 provee herramientas donde el alumno es autor e interactúa en las páginas Web. Finalmente, en la Web 3.0 al ser lectura/escritura/colaborativa, el e-Learning 3.0 provee un “aprendizaje inteligente virtual” de colaboración y virtualización (Hussain, 2012).

Para entender a detalle el concepto de e-Learning, en seguida se muestra la evolución de este término muy utilizado en el campo educativo en la actualidad.

#### 1.2.4. Breve descripción del e-Learning

e-Learning se entiende como la instrucción dada a través y/o con ayuda de las TIC y computadora durante el proceso de E/A (Romiszowski, 2004). Este concepto, ha evolucionado simultáneamente con la Web de la siguiente manera:

##### e-Learning 1.0

Con la llegada de la Web, el cambio más importante fue tener todo el contenido posible en línea. Por lo anterior, surgió el término de *Sistema de Gestión del Contenido para el Aprendizaje*, desarrollado para apoyar la gestión del estudio y la organización de los cursos. Aquí, la comunicación es monodireccional ya que se tiene un modelo de transferencia directa, el profesor es el distribuidor del material sujeto a aprender, el cual dirige a los alumnos vía Web (Hussain, 2012).

### e-Learning 2.0

Stephen Downes (2005) describe que el uso de las tecnologías Web 2.0 para la enseñanza y el aprendizaje se conoce como “e-Learning 2.0” Estas tecnologías 2.0 proveen herramientas para que los alumnos trabajen de forma colaborativa y socialmente, a través de wikis, blogs, podcast, redes sociales, etc.

Así, se pretende fomentar la participación dinámica y activa de los alumnos a través de interaccionar entre ellos (Richardson, 2009). Es decir, se tiene una visión para fomentar el aprendizaje colaborativo. Aquí, la comunicación es multidireccional y el conocimiento puede ser construido socialmente (Hussain, 2012).

### e-Learning 3.0

La aparición de la informática en “nube” y la disponibilidad de nuevas tecnologías, como el filtrado inteligente de colaboración, se considera incrementará la capacidad de almacenamiento y la confiabilidad de los datos. Esto, llevará a que sea omnipresente el acceso a los recursos de aprendizaje virtuales con el uso de dispositivos móviles, para acceder a prácticamente cualquier cosa, en cualquier momento y en cualquier lugar (Baird, 2007; Wheeler, 2009; Hussain, 2012).

Proporcionando a los educandos una comprensión más profunda del proceso de aprendizaje en sí (Rubens & otros, 2011), a través de Entornos Personales de Aprendizaje, por sus siglas en inglés, PLE. Se cree que la personalización, es el enfoque clave para manejar la gran cantidad de información en la actual sociedad basada en el conocimiento (Ebner, 2007; Rego & otros, 2010).

A continuación, se muestra en la Tabla 6 la relación entre la Web y el e-Learning:

Tabla 6. Relación entre la Web y e-Learning, adaptada de Hussain (2012).

Versión	Web		e-Learning	
	Concepto	Tecnología	Concepto	Tecnología
1	Sólo lectura/escritura. Web de documento.	HTML, HTTP, URL.	Gestión del contenido. Actividad unidireccional	eBooks.

2	Lectura/escritura. Web social.	Web dinámica, ASP, AJAX, podcast, SNS.	B-Learning, creación de contenido, multimedia, bidireccional.	Redes sociales.
3	Leer/escribir/preguntar/ colaborar/vincular datos.	RDF, XML, OWL, 3D, second life.	U-Learning.	PLEs. Web semántica.

Ahora bien, al describir este marco teórico-histórico de las TIC, el lector puede entender y delimitar el alcance de las TIC utilizadas (Web 2.0 y e-Learning 2.0) para este trabajo de tesis. Sin embargo, se considera necesario describir de manera particular cada herramienta utilizada para una mayor comprensión.

### 1.2.5. Descripción de herramientas Web 2.0, Simulación y Animación

Las TIC más utilizadas en educación pueden clasificarse en dos grandes grupos; por un lado, se tienen las tecnologías que facilitan el acceso, distribución e intercambio de información. Entre ellas se encuentran el correo electrónico, páginas informativas y las redes sociales. Por el otro lado, se tienen las herramientas que facilitan la construcción y manipulación de diversos tipos de representaciones, desde dibujos hasta películas y simulaciones (Giordan & Gois, 2009).

Para este proyecto de investigación se utilizaron ambos tipos. Ya que de acuerdo con Abu & Abdul Rahman (2013) el desarrollo de tecnologías multimedia está cambiando la forma en la que aprenden las personas. Se ha sugerido que las computadoras pueden enriquecer las técnicas de enseñanza a través de simulaciones, animaciones, etc., ya que ofrecen a los estudiantes la oportunidad de experimentar y explorar un amplio intervalo de entornos y fenómenos dentro y fuera de las paredes del salón de clase. No obstante, ¿qué se entiende por multimedia?

Multimedia es una combinación de dos o más elementos virtuales que incluyen: textos, gráficas, audio o video. Con ello, los docentes pueden diseñar entornos de aprendizaje audio-visuales que sean atractivos para los estudiantes, estimulen sus sentidos y favorezcan los diferentes estilos de aprendizaje (Neo & Neo, 2004; Abu & Abdul Rahman, 2013). Ahora bien, ¿qué es una Simulación y una Animación?

Una Simulación, desde el punto de vista de la ingeniería, es un sistema que comienza en el modelado o comportamiento de un proceso y termina en la apariencia visual. La Animación, por otra parte, es sólo la reproducción de la apariencia visual. Por ejemplo, un círculo rojo que se mueve de izquierda a derecha es la Animación y la Simulación es el diseño y modelado para que el círculo pueda realizar el movimiento de izquierda a derecha (Gutiérrez Ascencio, 2004).

En e-Learning, las Animaciones y Simulaciones, de acuerdo con Pintó (2011), son herramientas tecnológicas de visualización de sistemas y fenómenos. En las Animaciones se puede repetir su visión ilimitadamente, sin embargo, no puede interactuarse sobre las condiciones del proceso que se está observando. Por otra parte, las Simulaciones ofrecen la visualización de un proceso o sistema en las que el observador si puede interactuar y modificar ciertos parámetros.

#### Simulaciones con énfasis en Ciencias

Particularizando, para el caso de la química, una Simulación es una herramienta computacional dinámica que representa modelos simplificados de sistemas o procesos que de otra manera sería muy costoso, peligroso o prolongado investigar. Estas Simulaciones les otorgan control a los usuarios para realizar cambios en una o más variables y observar los efectos en tiempo real. Se clasifican en dos grupos:

- ✓ Interacción: Permite a los alumnos investigar propiedades y el comportamiento de sistemas por la modificación de variables en modelos pre-construidos.
- ✓ Construcción e Interacción: Los alumnos construyen sus propios modelos para explotar y explicar un fenómeno, resolver un problema o diseñar un sistema de interés (Talanquer, 2014).

Pollard & Talanquer (2005) mencionan que estas herramientas son útiles a los alumnos para trabajar con el nivel de abstracción que exige el aprendizaje de la Química. Por esta razón, dichos autores desarrollaron un recurso de visualización (EduQ pantallas interactivas), el cual es flexible, dinámico e interactivo para la enseñanza de la Química, ya que abarca diversos conceptos centrales tales como: el mundo microscópico, estructura atómica y molecular, estados de la materia, reacciones químicas, cinética química y equilibrio químico.

Este recurso multimedia es de uso público y se puede acceder o descargar en: <http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ>; sólo se requiere contar con computadora, un navegador y el *plug-in* de Flash disponible sin costo en Internet (Talanquer, 2009). Esto, debido a que fueron diseñadas como aplicaciones JAVA o películas en Flash, las cuales son fácil de manejar (Pollard & Talanquer, 2005).

Su diseño genérico permite a los docentes adaptar las herramientas a sus intereses y necesidades particulares, debido a que son herramientas desarrolladas en entornos virtuales flexibles, dinámicos e interactivos (Pollard & Talanquer, 2005).

Además, esta herramienta puede ser utilizada para explicar un concepto, guiar una discusión o realizar una investigación. Su diseño ilustra la variedad de escalas y dimensiones en la que los modelos químicos se definen, así como también facilitan la construcción de conexiones entre ellos, ver Figura 2a (Talanquer, 2009a).

Por estas razones, esta herramienta fue incluida en la propuesta didáctica de este trabajo de tesis. Así como también las simulaciones computacionales desarrolladas como parte del proyecto “Physics Education Technology” (PhET) de la Universidad de Colorado-Boulder (<http://phet.colorado.edu/>), que tiene más de cien simulaciones interactivas que permiten la exploración de variados sistemas biológicos, físicos y químicos. Se pueden descargar y sólo se requiere de un *plug-in* JAVA o FLASH para funcionar, ver Figura 2b (Talanquer, 2014).



Figura 2a. EduQ Pantallas interactivas.

Figura 2b. PhET simuladores.

## HP Digital Classroom\*

De acuerdo con la *Guía Digital HP Classroom*, elaborada por el CCADET de la UNAM, el objetivo de este software es promover, dentro del aula para CCH y ENP, el uso de la tecnología por parte de los alumnos y profesores, facilitando el proceso de E/A. Para ello, cuenta con diversas funciones que hacen posible la colaboración entre los participantes de la clase, ver Figura 3.

Asimismo, contempla la posibilidad de evaluar la clase con actividades diseñadas previamente por el profesor. Todo esto con el fin de que los tópicos a tratar en cada clase sean más claros para el estudiante y que ayude en las tareas del profesor.

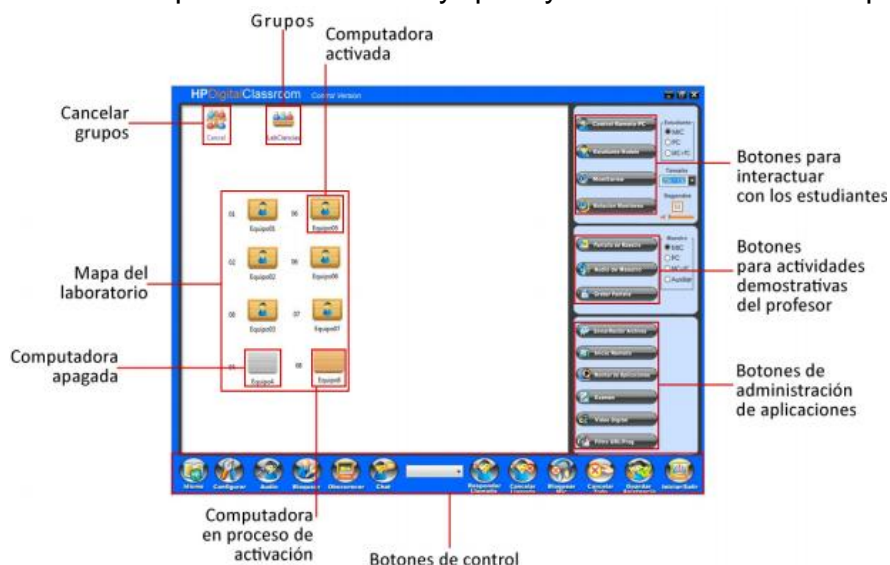


Figura 3. Pantalla HP Digital Classroom.

\* Nota 1: Este programa sólo está disponible, por el momento, para los nuevos laboratorios del CCH y ENP.

## YouTube

Es una plataforma multimedia de acceso público que permite a los usuarios convertirse en *radiodifusores líricos*. Lo que significa que cualquier persona con acceso a Internet puede ver, compartir, *crear*, *guardar* o *subir* un video. Para estas últimas acciones, se requiere que el usuario tenga una cuenta gratuita (Burke & Snyder, 2008). De acuerdo con estos autores, YouTube puede ser un recurso de enseñanza ya que, al ser una herramienta audio-visual, puede inspirar a los estudiantes a comprometerse con su estudio y exponerlos a nuevas habilidades.

Lo anterior, debido a que puede facilitar la creación de contenidos ya que los videos pueden ser mostrados fácilmente en presentaciones Power Point, redes sociales, blogs, etc., con sólo recortar y pegar la URL (dirección electrónica) del video; así como también, el diseñar una videoteca educativa digital (Burke & Snyder, 2008).

Finalmente, cabe destacar que para el uso eficaz de esta tecnología, los alumnos deben recibir orientación sobre su uso, debido a que no todos los videos publicados son apropiados para su uso en el aula, ya que pueden presentar datos no confiables o precisos, por lo cual el docente y/o los alumnos en conjunto deben evaluar cada video para que pueda ser usado (Burke & Snyder, 2008).

#### Pixton

Es una tecnología creada por Clive y Daina G., que permite a cualquier persona el crear cómics facultando así, a los usuarios a comunicarse gráficamente. Además, Pixton es un recurso que permite visualizar cómics publicados por otros usuarios (PIXTON, 2013).

Como apoyo a los estudiantes, un cómic puede ser utilizado para contar una historia, para colaborar con otros, para expresar cualquier tema del curso, darle estilo a los textos, agregar imágenes, etc. Es una excelente herramienta para las escuelas ya que se puede trabajar con contenidos de la clase, tareas o como un material de consulta (PIXTON, 2013).

#### Facebook

Es una red social virtual hecha de notas, generalmente individuales o de organizaciones, que son unidas por uno o varios tipos específicos de interdependencias (Fewkes & McCabe, 2012).

Facebook es un sitio de Internet que teje una amplia red de personas, instituciones sociales y educativas que quieren relacionarse entre sí. En él se pueden publicar eventos, enlaces, videos y foros de discusión manteniendo así, una comunicación bidireccional constante con compañeros de trabajo y escuela. Además, se pueden crear grupos que funjan como *plataformas educativas* (Wang, 2013).



Es importante mencionar que esta red, en sus orígenes, no se diseñó como un apoyo para la educación presencial o virtual. No obstante, Facebook se ha ido adaptando para fungir como un recurso social (virtual) y además, educativo (Wang, 2013).

Por lo anterior, cabe destacar que esta herramienta ha sido utilizada, últimamente, como un recurso educativo que ha generado la discusión de si es una herramienta de aprendizaje o una distracción para los alumnos (Fewkes & McCabe, 2012).

#### Google Docs / Drive

Google Docs es una aplicación *on line* considerada como una herramienta Web 2.0 de acceso público. De acuerdo con Zhou & otros (2012), esta TIC se puede definir como un conjunto de productos que permiten crear distintos tipos de documentos, trabajar en ellos con otros usuarios en tiempo real y almacenar archivos de forma online y gratuita.

Asimismo, incluye un procesador de textos, paquetería office, creador de dibujos, editor de formularios y de aplicaciones gratuitas que el usuario descarga para determinadas funciones, por ejemplo, en el campo educativo de la química se pueden encontrar *apps* para apoyo al docente y al aprendizaje de los alumnos. Por estas razones se dice que es una herramienta prometedora para el aprendizaje y en específico del colaborativo (Zhou & otros, 2012).

Es importante destacar que el éxito de las herramientas mencionadas dependerá del uso que se le dé, ya que su inclusión por sí sola en el aula no modifica la práctica docente. Es necesario contextualizar su uso, ya que estas herramientas tecnológicas sólo se podrán utilizar en escuelas con una infraestructura adecuada. A continuación, se muestran datos que indican que la inclusión de las TIC en el CCH de la UNAM, como un apoyo para el proceso de E/A, es viable.

#### 1.2.6. Infraestructura y población del CCH y el uso de las TIC

De acuerdo con el Diagnóstico Institucional para la Revisión Curricular del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH, 2011) los jóvenes que pertenecen al Colegio constituyen un segmento específico de la población, con ciertos rasgos comunes



dentro del conjunto global de adolescentes mexicanos. Por este motivo, este documento presenta algunos datos nacionales entre los que se pueden mencionar:

Una proporción considerable de adolescentes mexicanos se encuentra a la vanguardia de las TIC debido a que se tienen 42 millones de teléfonos celulares en México y, respecto al uso de Internet más del 70% de los jóvenes tiene acceso a esta herramienta, en donde la mayoría de ellos, descargan música, videos y participan en redes sociales. Para los adolescentes no tener acceso a él equivale a estar socialmente marginado.

Asimismo, los estudiantes invierten tres horas diarias frente a la computadora y al Internet. Se resalta, además, por sus implicaciones educativas, la baja preferencia que tienen los jóvenes por actividades tales como asistencia a las bibliotecas.

Por ejemplo; el uso de enciclopedias, libros de texto, revistas y periódicos, como fuente de consulta, ha presentado una disminución; de manera contraria, la utilización de Internet registra un aumento significativo: pasó de 44% en 2006 a 68.5% en 2011. Lo reportado en el Diagnóstico Institucional para la Revisión Curricular (CCH, 2011) indica que los jóvenes de hoy viven en un contexto en el que las TIC influyen mayoritariamente en su formación y en su visión del mundo.

Ahora bien, con respecto a las características socioeconómicas de los alumnos del CCH, según este documento, se tiene que, de los servicios con que cuentan los alumnos en sus hogares, resaltan el celular, TV por cable, computadora e Internet. Con respecto a éste último, al menos 70% de ellos tiene acceso a él.

Por otra parte, según DGTIC (2011), la UNAM y sus dependencias educativas, como lo es el CCH, cuentan con una infraestructura adecuada de computadoras y de acceso a Internet a través de la Red Inalámbrica Universitaria (RIU).

Esta información da cuenta de lo conveniente que es incorporar el uso de las TIC como una herramienta de apoyo al aprendizaje. De tal forma que se pueda explotar los recursos disponibles en este centro educativo (CCH), así como del conocimiento de los alumnos respecto al uso de las TIC.

Por estas razones, para este trabajo de tesis, se diseñó una propuesta didáctica soportada por el uso de herramientas tecnológicas de la generación Web 2.0. Para ello, se siguió la *siguiente ecuación*; la cual se adaptó de Hussain (2012), en donde *f* significa en función de:

***Integración de las TIC en el campo educativo = f (Web 2.0, e-Learning 2.0, factor humano, factor pedagógico y factor disciplinar).***

El factor humano se refiere a que los docentes se interesen por experimentar e incorporar a su práctica docente estas herramientas tecnológicas. Por otra parte, los factores pedagógico y disciplinar también deben ser considerados, ya que la integración de las TIC por sí solas no cambiará la práctica docente.

Por tanto, es importante describir un marco pedagógico que sustente la utilización de estas herramientas en el campo educativo. Para entender más a detalle esta situación, la siguiente sección se dedica a explicar las cuestiones pedagógicas en las que se sustentó esta tesis.

### **1.3. Marco Pedagógico**

En este apartado se argumenta por qué el uso de las TIC, en el contexto educativo, se debe realizar con base en un sustento teórico. Por lo cual, se explican dos modelos: Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), propuesto por Mishra & Koehler (2006, 2009) y Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition (SAMR) propuesto por Puentadura (2008, 2009).

También se describe y explica lo que entendemos por modelo y analogía, conceptos muy utilizados en este proyecto de investigación desde el marco teórico, el diseño de la secuencia didáctica hasta la elección del tópico a desarrollar: el *Modelo Corpuscular de la Materia*. Finalmente, se aborda a grandes rasgos lo que es la visualización en química y su relación con el uso de las TIC dentro del campo educativo.

### 1.3.1. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)

De acuerdo con Mishra & Koehler (2006, 2009), Harris & otros (2009) y Schmidt & otros (2009), la llegada de las TIC ha cambiado las rutinas en la mayoría de los contextos. Los defensores de la tecnología educativa prevén cambios dramáticos en el proceso de E/A. No obstante, es evidente que esto no está pasando, por el contrario, esta visión se ha quedado por detrás de lo previsto, ¿por qué?

Parte del problema ha sido el mirar sólo la tecnología en sí, y no la forma en la que se puede utilizar. La mera introducción de las TIC al proceso E/A no es suficiente. Lo anterior se puede atribuir a la falta de una teoría que fundamente la comprensión de este proceso de integración (Mishra & Koehler, 2006).

Por tal motivo, Mishra & Koehler (2006, 2009) han propuesto un marco conceptual basado en el Pedagogical Content Knowledge (PCK), de Shulman (1986), para explicar cómo el conocimiento de las TIC forma (o debería) formar parte del conocimiento docente.

Estos autores sostienen que el uso de la tecnología en la educación requiere de una amplia reflexión en la formación del profesorado con base en un Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido, TPACK, por sus siglas en inglés. Este modelo plantea la compleja interacción de tres *cores* (conocimientos fundamentales) en el proceso de E/A: contenido disciplinar (C), pedagogía (P) y tecnología (T).

Históricamente, la formación del profesorado se ha centrado en el conocimiento disciplinar. Más recientemente, ha cambiado su enfoque principalmente a la pedagogía general, independiente del contenido disciplinar. En otros casos, se ha enfatizado, para la formación docente, un dominio de conocimiento, ya sea, del contenido (C) o pedagógico (P) (Shulman, 1986, 1987), ver Figura 4:



Figura 4. El conocimiento del contenido y disciplinar (Mishra & Koehler, 2006).

La exclusión de alguno de estos dos conocimientos trajo como consecuencia la producción de programas de formación docente, cargados hacia un tipo de conocimiento o hacia el otro. Para hacer frente a esto, Shulman (1986) propuso considerar la relación necesaria entre los dos, mediante la introducción del CPC (Conocimiento Pedagógico del Contenido).

El CPC existe en la intersección del contenido disciplinar y la pedagogía (Figura 5), enfatizando la comprensión de cómo los aspectos particulares de cada asignatura, se deben organizar, adaptar y representar para la instrucción. El corazón del CPC está en la manera en cómo el contenido de la asignatura es transformado para su enseñanza. Esto ocurre cuando el profesor interpreta el tema y encuentra diferentes maneras de hacerlo accesible (analogías, demostraciones, ejemplos y explicaciones) para sus estudiantes (Shulman, 1986).\*\*



Figura 5. Los dos círculos del conocimiento pedagógico (P) y conocimiento del contenido (C) al interseccionar forman el CPC (Mishra & Koehler 2006).

Shulman (1986) no discutió la tecnología y su relación con la pedagogía y el contenido. Debido a que en aquella época la tecnología (digital, análoga y tradicional) no estaba en primer plano como lo está en la actualidad.

Hoy en día, el uso de las tecnologías digitales (computadora, Internet, software) tienen la posibilidad de cambiar la naturaleza del salón de clase, ya que con el uso de pizarras multimedia, Simulaciones o aplicaciones computacionales, el docente puede ofrecer una gran variedad de representaciones, analogías, ejemplos, explicaciones y demostraciones, que pueden ayudar a hacer el conocimiento más accesible para sus alumnos (Mishra & Koehler, 2006).

\*\* Nota 2: para esta tesis no se tiene como objetivo describir detalladamente lo que es el CPC, sólo se menciona de manera general para fundamentar de dónde parte el modelo TPACK.

Para lograrlo exitosamente, los profesores tendrán que hacer más que aprender simplemente a utilizar las herramientas disponibles, además tendrán que actualizarse continuamente y relacionar este conocimiento con la pedagogía y el contenido disciplinar. Desafortunadamente, esta visión no se ha dado ya que se considera a la tecnología como un conocimiento aislado del CPC (Figura 6).

Esta situación parece compartir muchos de los mismos problemas que Shulman (1986) identificó. Por ejemplo, antes de su trabajo respecto al CPC, se consideraba al conocimiento disciplinar y pedagógico separados e independientes el uno del otro. Del mismo modo, que hoy en día, pasa con el conocimiento tecnológico, ver Figura 6 (Mishra & Koehler, 2006).



Figura 6. El conocimiento tecnológico se considera aislado de la intersección del conocimiento del contenido y pedagógico, tomada de Mishra & Koehler (2006).

Por esta razón, Mishra & Koehler (2006, 2009) proponen el TPACK, el cual trata de capturar algunas de las cualidades esenciales del conocimiento requeridas por el maestro para integrar la tecnología en su enseñanza, haciendo referencia a la naturaleza complicada y polifacética de los conocimientos del maestro.

En el corazón de la estructura TPACK, ver Figura 7, se encuentra la compleja relación de tres *cores*: contenido (C), pedagogía (P), y tecnología (T) y su nexos con el contexto o entorno.

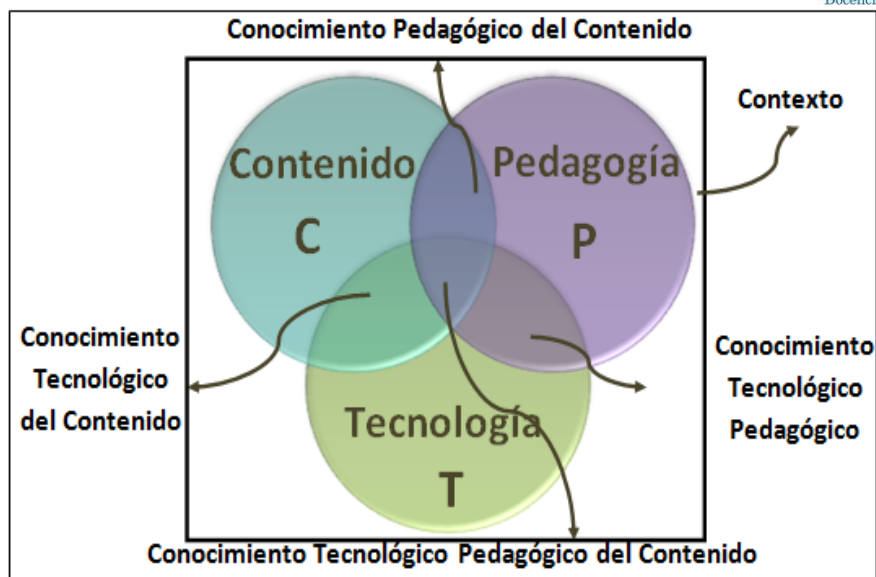


Figura 7. El modelo TPACK, obtenida de Mishra & Koehler (2006).

De acuerdo con Mishra & Koehler (2006, 2009), Harris & otros (2009), Schmidt & otros (2009) y Cendoya & García (2010):

1. **Conocimiento Tecnológico:** Alude al conocimiento de manejar diversas tecnologías, que van desde un lápiz hasta la tecnología digital, como los programas de software de Internet, computadora, pizarras interactivas y la capacidad de adaptarse y renovarse de forma permanente a los nuevos avances y versiones.
2. **Conocimiento de Contenido Disciplinar:** Los profesores deben saber acerca de los contenidos que se van a enseñar, así como conocer la naturaleza del conocimiento del contenido de la asignatura a enseñar.
3. **Conocimiento Pedagógico:** Se refiere a los métodos y procesos de enseñanza y aprendizaje, que incluyen los conocimientos en la gestión del aula, la evaluación, planificación de clases y comprender cómo aprenden los estudiantes.
4. **Conocimiento Pedagógico del Contenido:** Se centra en la transformación del contenido para ser enseñado a través de la interpretación del docente. Existen varias formas de presentar un tema y el docente define la suya mediante una serie de toma de decisiones, donde adapta los materiales didácticos, toma en cuenta las ideas previas, el currículum, la evaluación, la pedagogía, etc.

**5. Conocimiento Tecnológico del Contenido:** Es la comprensión de cómo tecnología y contenidos se influyen y limitan entre sí. Los profesores no sólo necesitan dominar su asignatura, sino también tener un profundo conocimiento de cómo la tecnología influye en los contenidos, valorando así qué tecnologías son más adecuadas para abordar ciertas temáticas y cuáles no.

**6. Conocimiento Tecnológico Pedagógico:** Alude a cómo el proceso E/A puede cambiar cuando se utilizan unas herramientas tecnológicas u otras. Incluye el conocimiento de ventajas y limitaciones de las distintas herramientas tecnológicas para favorecer o limitar unas u otras estrategias pedagógicas.

**7. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido:**

Define una forma significativa y eficiente de enseñar con tecnología que supera el conocimiento aislado de los tres *cores* por separado. Requiere una comprensión de la representación de conceptos usando tecnologías; de las técnicas pedagógicas que usan tecnologías constructivamente para enseñar contenidos; de lo que hace fácil o difícil aprender y de cómo la tecnología puede ayudar a resolver los problemas del alumnado.

**Contexto:**

El modelo TPACK de Mishra & Koehler (2006, 2009) hace hincapié en enfatizar el rol del contexto dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje, mencionando que si éste se ignora se estaría conduciendo hacia soluciones genéricas para el problema educativo.

Es decir, se estarían proponiendo mejoras o soluciones a situaciones escolares de forma superflua ya que no se tomaría en cuenta los problemas particulares de cada ambiente académico.

Asimismo, estos autores mencionan que la enseñanza es una actividad ligada al contexto de una determinada comunidad. Por ejemplo, y en particular, ellos mencionan que los maestros que incorporen las TIC a su práctica docente, bajo el modelo TPACK, deben tratar de diseñar experiencias de aprendizaje, con ayuda de



las TIC disponibles, adaptadas a temáticas y técnicas pedagógicas específicas para el entorno académico en el cual se desempeñan.

Por lo anterior, se piensa, que para el uso de las TIC como una herramienta didáctica se debe primero, contextualizar su uso, es decir; conocer la infraestructura tecnológica disponible de la institución, el acceso y manejo de las TIC por parte de los estudiantes y finalmente, la opinión de los estudiantes acerca del uso de estos recursos tecnológicos dentro del campo académico.

Ahora bien, este modelo teórico no es el único que sustenta y trata de explicar cómo integrar las TIC al campo educativo de forma adecuada. También se encuentra el modelo SAMR, marco teórico que se describe en seguida.

### **1.3.2. Modelo Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición (SAMR)**

El modelo Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición (SAMR) fue desarrollado por Puentedura (2008, 2009). En términos simples, está conformado por cuatro etapas que ayuda a comprender cómo utilizar de mejor forma la tecnología en la educación, ver Figura 8.

Para poder moverse en estos niveles, Puentedura propone una serie de preguntas que ayudan a reflexionar al docente sobre el uso de las TIC dentro de su práctica docente. A continuación se muestran (Puentedura, 2008 y 2009):

- ✓ Sustitución: ¿qué puedo ganar si sustituyo la tecnología *antigua* por la nueva?
- ✓ Paso de fase Sustitución a Aumento: ¿he añadido alguna nueva funcionalidad en el proceso de E/A que no se podía haber conseguido con la tecnología *antigua*? y ¿cómo mejora esta característica mi diseño instruccional?
- ✓ Paso de la fase Aumento a Modificación: ¿cómo se ve afectada la tarea que se va a realizar?, ¿esta modificación dependerá del uso de la tecnología? y ¿cómo afecta esta modificación a mi diseño instruccional?



- ✓ Paso de la fase de Modificación a Redefinición: ¿cuál es la nueva tarea?, ¿va a sustituir o complementar la que realizaba anteriormente? y ¿estas transformaciones sólo se realizan si aplico las nuevas tecnologías?

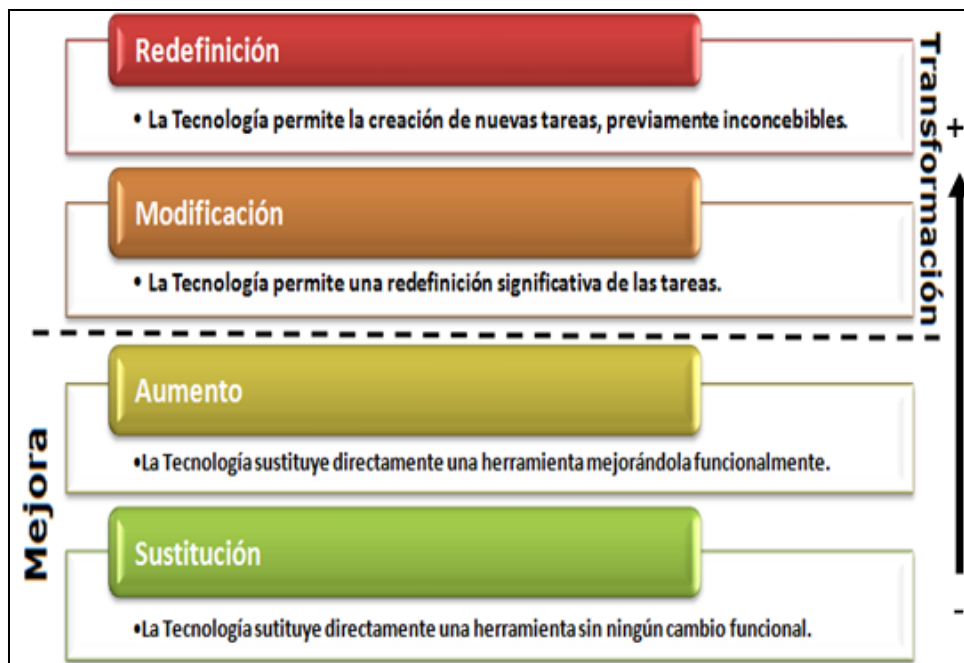


Figura 8. Modelo SAMR, adaptada de Puentedura (2008, 2009).

Cabe destacar que este modelo fue tomado de una fuente de información diferente a las que se pueden obtener de las bases de datos de EBSCO o ERIC. En este caso, este modelo teórico fue tomado de un podcast de *Itunes de Apple* (<https://itunes.apple.com/itunes-u/as-we-may-teach-educational/id380294705?mt=10#ls=1>), el cual se originó, en parte, por el desarrollo de la iniciativa tecnológica “*Maine Learning*” donde Puentedura es participante.

Otra herramienta que se utilizó, como apoyo a la evaluación, es la *Matriz TIM* (Technology Integration Matrix), la cual fue adaptada para este trabajo de tesis, cuya función fue valorar cómo fue la inclusión de las TIC dentro de la propuesta didáctica para desarrollar el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

Lo anterior, con la finalidad de reflexionar si se emplearon las TIC, bajo un enfoque tecnicista o educativo.

### 1.3.3. La Matriz TIM (Technology Integration Matrix)

La Matriz TIM es una herramienta propuesta por el Florida Center for Instructional Technology (FCIT) de la Universidad de Florida del Sur (2010). Este instrumento ilustra como los profesores pueden incorporar las TIC al proceso de Enseñanza-Aprendizaje de forma significativa; es decir, utilizar estos recursos tecnológicos bajo un enfoque educativo más no tecnicista.

Para lograr lo anterior, esta Matriz incorpora cinco características interdependientes de ambientes de aprendizaje: *Activo, Colaborativo, Constructivo, Auténtico y Dirigido a Metas*; las cuales se asocian a su vez con cinco niveles de integración de la tecnología dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje: *Entrada, Adopción, Adaptación, Infusión y Transformación*.

La correlación entre los cinco niveles de integración de las TIC con las cinco características de los ambientes de aprendizaje, genera una matriz de veinticinco celdas, Figura 9 (ver <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>). Dentro de cada una de éstas, se tiene cierta información que puede ser de gran utilidad para el docente al momento de evaluar y reflexionar sobre cómo incorpora las TIC a su práctica docente.

Incluso, se piensa que, el profesor puede monitorear el enfoque (tecnicista o educativo) que le está dando a las TIC dentro de su docencia y visualizar así, si éstas cumplen o no funciones relevantes que promuevan cambios significativos dentro del contexto académico.

Ahora bien, como se puede observar en la Matriz TIM original, ver Figura 9, cada celda contiene una gran cantidad de información a la cual se accede a través de links e íconos contenidos en éstas.

En otras palabras, el diseño de esta Matriz está pensado para un entorno meramente virtual como se muestra en seguida:

	Entry	Adoption	Adaptation	Infusion	Transformation
	The teacher begins to use technology tools to deliver curriculum content to students.	The teacher directs students in the conventional and procedural use of technology tools.	The teacher facilitates students in exploring and independently using technology tools.	The teacher provides the learning context and the students choose the technology tools to achieve the outcome.	The teacher encourages the innovative use of technology tools. Technology tools are used to facilitate higher order learning activities that may not have been possible without the use of technology.
<b>Active</b> Students are actively engaged in using technology as a tool rather than passively receiving information from the technology.	Information passively received ...more	Conventional, procedural use of tools ...more	Conventional independent use of tools; some student choice and exploration ...more	Choice of tools and regular, self-directed use ...more	Extensive and unconventional use of tools ...more
<b>Collaborative</b> Students use technology tools to collaborate with others rather than working individually at all times.	Individual student use of tools ...more	Collaborative use of tools in conventional ways. ...more	Collaborative use of tools; some student choice and exploration ...more	Choice of tools and regular use for collaboration ...more	Collaboration with peers and outside resources in ways not possible without technology ...more
<b>Constructive</b> Students use technology tools to connect new information to their prior knowledge rather than to passively receive information.	Information delivered to students ...more	Guided, conventional use for building knowledge ...more	Independent use for building knowledge; some student choice and exploration ...more	Choice and regular use for building knowledge ...more	Extensive and unconventional use of technology tools to build knowledge ...more
<b>Authentic</b> Students use technology tools to link learning activities to the world beyond the instructional setting rather than working on decontextualized assignments.	Use unrelated to the world outside of the instructional setting ...more	Guided use in activities with some meaningful context ...more	Independent use in activities connected to students' lives; some student choice and exploration ...more	Choice of tools and regular use in meaningful activities ...more	Innovative use for higher order learning activities in a local or global context ...more
<b>Goal Directed</b> Students use technology tools to set goals, plan activities, monitor progress, and evaluate results rather than simply completing assignments without reflection.	Directions given, step-by-step task monitoring ...more	Conventional and procedural use of tools to plan or monitor ...more	Purposeful use of tools to plan and monitor; some student choice and exploration ...more	Flexible and seamless use of tools to plan and monitor ...more	Extensive and higher order use of tools to plan and monitor ...more

Figura 9. Matriz TIM original, obtenida de FCIT (2010).

Como se aprecia en la Figura 9 cada celda contiene el link “...more”, el cual al darle clic, muestra una ventana que describe las acciones que deben realizar tanto el docente como el alumno para lograr un uso más redituable de las TIC dentro del proceso de E/A. También se describen ejemplos (íconos) para clases de artes, ciencias, matemáticas y ciencias sociales generando así, una Matriz con mucha información que puede provocar dificultad en la comprensión de ésta.

Por tanto, en la presente tesis se adaptó esta herramienta, ver Tabla 7, con la finalidad de proporcionar una herramienta de evaluación acotada y acorde a las necesidades de la presente investigación. En este punto pueden surgir las siguientes preguntas, ¿qué información se respetó de la Matriz TIM original?, y ¿en qué consistió la modificación hecha a esta herramienta?

Para responder a la primera pregunta, se respetó la definición con respecto al nivel de integración de las TIC dentro del currículo (Entrada, Adopción, Adaptación, Infusión y Transformación), ver primera fila de la Matriz, así como de los componentes de aprendizaje (Activo, Colaborativo, Constructivo, Auténtico y Dirigido a metas), ver primera fila de esta Matriz.

También para algunas celdas, principalmente las de la última columna, se tomaron algunas ideas de la Matriz original, debido a que marcan las tareas a las que tienen que llegar los docentes, con ayuda de las TIC, para potenciar y explotar estos recursos tecnológicos dentro del campo educativo, según este modelo.

Con respecto a la pregunta dos, ver Tabla 7, se trató de relacionar la Matriz TIM con el modelo TPACK de Mishra & Koehler (2006, 2009) y con el modelo SAMR de Puentedura (2008, 2009). Para resaltar que, a pesar de que los tres modelos son diferentes entre sí, tienen el mismo objetivo: promover el uso de las TIC bajo un enfoque llamado educativo.

Esta acción de *amalgamar* o fusionar estos tres modelos que explican el cómo integrar las TIC al contexto escolar dio origen a dividir la Matriz TIM adaptada en dos grandes grupos: tecnicista y educativo, lo cual no está considerado en la Matriz original del FCIT (2010).



Con respecto al contenido, y como se observa en la Tabla 7, las celdas muestran algunas indicaciones para el profesor y en otras para los estudiantes, ¿a qué se debe? Como se mencionó en páginas anteriores, la Matriz original tiene, para cada celda, una indicación para el docente y para el alumno.

Sin embargo, para esta tesis se decidió destinar unas celdas dirigidas al profesor (7) y las restantes, para los estudiantes (18). Las celdas que especifican al docente, es porque él es quien toma las decisiones respecto al uso de las TIC dentro del proceso de E/A. Aquí, el alumno es quién se tiene que adecuar al escenario de aprendizaje propuesto por el profesor.

Como se puede notar en la Tabla 7, las celdas dirigidas al profesor sólo se encuentran dentro del enfoque educativo, lo que con lleva a que el docente tenga que proponer estrategias didácticas incorporando las TIC, evaluar su impacto y poder así, reflexionar sobre su pertinencia como una herramienta didáctica.

Ahora bien las celdas referentes a los alumnos, es debido a que son ellos quienes manipulan las TIC para alguna actividad escolar en particular. Esto, en función de las actividades que diseñe el docente.

Por ejemplo, si el profesor utiliza las TIC para enviar sólo información, los estudiantes utilizarán estos recursos como un simple contenedor de datos (enfoque tecnicista). Por el contrario, si diseña actividades bajo el enfoque educativo, los alumnos tendrán un punto de partida para poder emplear las TIC bajo un enfoque educativo (elaborar modelos, participar en foros) teniendo así, una visión diferente de éstas.

Por lo anterior, la *Matriz TIM adaptada* se utilizó para valorar y reflexionar si la inclusión de las TIC Web 2.0 utilizadas en esta investigación, fue bajo un enfoque educativo o tecnicista durante el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular*, así como conocer qué ventajas y desventajas se presentaron durante la intervención didáctica.

Esta herramienta también sirvió para poder generar el Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ), el cual se describe en el capítulo IV. A continuación se muestra la *Matriz TIM adaptada*:

Tabla 7. Matriz TIM adaptada por el autor de esta tesis.

- Nivel de integración de las TIC dentro del currículo. → +					
<b>Modelo TPACK</b> Mishra & Koehler (2006, 2009)	<b>Conocimiento Tecnológico Disciplinar</b>	<b>Conocimiento Tecnológico Pedagógico</b>		<b>Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido</b>	
<b>Matriz de Integración Tecnológica (TIM)</b> FCIT (2010)	<b>Entrada</b>  El profesor comienza a utilizar la tecnología para presentar contenido.	<b>Adopción</b>  El profesor dirige a los alumnos en el uso convencional de las TIC.	<b>Adaptación</b>  El profesor motiva a los estudiantes para que empleen las TIC en situaciones de aprendizaje.	<b>Infusión</b>  El profesor proporciona apoyo e incentivos para que los alumnos empleen las TIC.	<b>Transformación</b>  El profesor utiliza las TIC para transformar las tareas de aprendizaje a través de la tecnología.
<b>Activo</b>  Los estudiantes se involucran en activo en el uso de las TIC en vez de sólo recibir información pasiva.	A través del uso de las TIC se da el contenido disciplinar pasivamente. El alumno sólo memoriza datos.	Los estudiantes usan las TIC 2.0 de forma convencional y su uso no es constante a lo largo del curso.	Los alumnos tienen mayor apertura a manejar las TIC 2.0. El docente es un facilitador.	Se selecciona alguna TIC para lograr un objetivo de aprendizaje en específico.	Alumnos formulan discusiones, investigaciones o productos usando las TIC. Éstas son constantes durante todo el curso.
<b>Colaborativo</b>  Los estudiantes utilizan herramientas tecnológicas para colaborar con otros.	Los alumnos trabajan <i>solos</i> para realizar alguna actividad usando las TIC 2.0.	Los alumnos utilizan la Web 2.0 de forma convencional.	El docente da la oportunidad, a sus alumnos, de trabajar colaborativamente con las TIC.	Los alumnos seleccionan las TIC para facilitar la colaboración entre pares.	Los alumnos utilizan las TIC para colaborar a nivel mundial con sus pares y expertos para cierto tema.
<b>Constructivo</b>  Los estudiantes usan las TIC para entender el contenido disciplinar y poder aprenderlo.	Las TIC se utilizan para ofrecer pasivamente información digital a los alumnos	El alumno comienza a utilizar las TIC no sólo como consumidor sino como productor de la información.	El profesor utiliza las TIC de forma convencional para la construcción de un concepto.	El profesor diseña clases en donde las TIC cumplen una función específica en el proceso de E/A.	Los alumnos usan las TIC para construir, compartir y publicar nuevo contenido disciplinar a un público adecuado.
<b>Auténtico</b>  Los estudiantes usan la tecnología para ligar actividades educativas al mundo exterior.	Los alumnos y el docente usan las TIC para actividades aisladas y sin relación con el mundo exterior.	El docente dirige a los alumnos en el uso convencional de las TIC para una actividad más allá del proceso E/A	Los alumnos comienzan a utilizar las TIC, por su cuenta, en actividades más allá del entorno escolar.	Los alumnos seleccionan las TIC adecuadas para participar en actividades más allá del entorno escolar.	Los alumnos participan en proyectos de resolución de problemas cotidianos con ayuda de las TIC
<b>Dirigido a metas</b>  Los estudiantes utilizan las TIC para investigar datos, evaluar resultados para lograr una reflexión.	Los alumnos no identifican que las TIC se incluyen como ayuda a su aprendizaje de cada área disciplina.	Los alumnos ocasionalmente tienen la oportunidad de utilizar las TIC para supervisar o evaluar una actividad.	El docente diseña un ambiente de aprendizaje donde los alumnos utilizan las TIC para evaluar el P-E/A	El docente crea un ambiente de aprendizaje donde alumnos utilizan las TIC para planificar, monitorear y evaluar el P-E/A	El profesor establece un contexto en el que los alumnos usen las TIC para regular su aprendizaje. El alumno tiene mayor responsabilidad en su aprendizaje.
<b>Modelo SAMR</b> Puentedura (2008, 2009)	<b>Sustitución</b>	<b>Aumento</b>	<b>Modificación</b>	<b>Redefinición</b>	
	<b>Mejora</b>		<b>Transformación</b>		
	<b>Preguntas guía</b> <b>Sustitución a Aumento:</b> ¿He añadido alguna nueva funcionalidad en el proceso de E/A que no se podía haber conseguido con las tecnologías antiguas?, ¿cómo mejora esto a mi práctica docente? <b>Aumento a Modificación:</b> ¿Cómo se ve afectada la tarea que se va a realizar?, ¿este uso depende de las TIC?, ¿cómo afecta esto a mi diseño instruccional? <b>Modificación a Redefinición:</b> ¿Cuál es la nueva tarea?, ¿Va a sustituir o complementar las tareas que se realizaban antes? ¿Estas transformaciones sólo se realizan si aplico las TIC?				
<b>ENFOQUE</b>	<b>TECNICISTA</b>	- E D U C A T I V O → +			

### 1.3.4. Modelos y analogías en la enseñanza de la Química

De acuerdo con Chamizo Guerrero (2010a), la palabra modelo es polisémica; se ha empleado y se emplea con sentidos diversos. Por un lado es ejemplar, es decir indica aquellas cosas, actitudes o personas que se propone imitar. No obstante, en esta tesis se emplea en su otro, y también generalizado, sentido:

“Los modelos (**m**) son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (**M**) con un objetivo específico” (Chamizo Guerrero, 2010a). Aquí, todas las palabras son importantes (ver Tabla 8):

Tabla 8. Palabras para definir modelo, tomada de Chamizo Guerrero (2010a).

Palabra	Explicación
<b>Representaciones</b>	Son ideas fundamentales u objetos materiales. No son por sí mismas, las representaciones lo son de alguien (persona o grupo) que las identifica como tales.
<b>Analogía</b>	Constituida por rasgos /propiedades que sabemos similares en <b>m</b> y <b>M</b>
<b>Construcción</b>	Remite a un tiempo y lugar históricamente definido, lo que además enmarca la representación.
<b>Porción de mundo</b>	Indica un carácter limitado. Los modelos son parciales respecto a <b>M</b> .
<b>Objetivo específico</b>	Establece su finalidad, general pero no necesariamente, la de <b>explicar</b> , y sobre todo predecir.

Analizando más a fondo el concepto de modelo, éste se puede precisar en tres aspectos (Chamizo Guerrero, 2010a):

- De acuerdo con la analogía de los modelos (**m**) pueden ser mentales, materiales o matemáticos.
- De acuerdo con su contexto pueden ser a su vez didácticos o científicos, dependiendo la comunidad que lo justifique y del uso que se le dé.
- La porción del mundo (**M**) que se va a modelar puede ser un objeto, fenómeno o un sistema, integrantes del mismo, ver Tabla 9 y Figura 10.

Es importante recalcar que la explicación es una de las más significativas características de las ciencias, pero que en determinados casos aún sin poder del todo explicar una buena parte de su prestigio radica en predecir (Chamizo Guerrero, 2010b).

Tabla 9. Tipos de modelos (Chamizo Guerrero 2010b).

<b>Clasificación</b>	<b>Explicación</b>	
<b>Analogías</b>	Mental	Representaciones plasmadas en la memoria episódica construida por nosotros para dar cuenta de una situación.
	Material	Acceso empírico y han sido contruidos para comunicarnos con otros individuos (lenguaje específico, dibujo o maqueta).
	Matemática	Ecuaciones contruidas para conocer la porción del mundo que se está modelando.
<b>Contexto</b>	Científico	Porciones del mundo los cuales son evaluados, dando conocimiento público sujeto a comprobación.
	Didáctico	Transposición didáctica.
<b>Porción a modelar</b>	El mundo real es extraordinariamente complejo y puede haber modelos para un objeto, idea, fenómeno o sistema; influyendo tan diversas variables.	

Lo anterior nos indica que los modelos son útiles para alguien o algo en particular y por ello, la actividad científica consiste en construir y validar modelos, los cuales se construyen contextualizando una determinada porción del mundo con un objetivo específico, tal y como un traje le puede quedar bien a una persona y mal a otra.

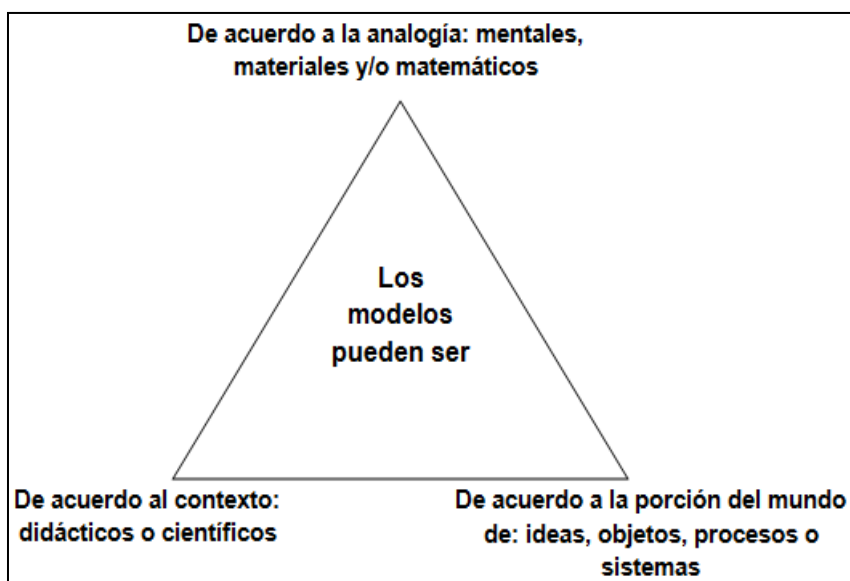


Figura 10. Tipos de modelos (Chamizo Guerrero, 2010b).



No hay reglas ni métodos para construir modelos, pero requiere de dos condiciones:

- ✓ Conocimiento
- ✓ Imaginación y creatividad

En el entorno de la ciencia escolar se pueden construir los tres tipos de modelos: mentales, materiales y matemáticos. Muchos de los docentes están familiarizados con los modelos materiales de dos y tres dimensiones.

Lo anterior indica que para la enseñanza y aprendizaje efectivos de las ciencias se debe de realizar, en el salón de clase, lo que hacen los científicos; que en el caso de la química es modelar la estructura de la materia, esto a un nivel escolar (Chamizo Guerrero, 2010b).

Ahora bien, en la siguiente sección se describe qué es la visualización y su relación con las TIC.

### **1.3.5. Definición de Visualización y su uso con las TIC**

De acuerdo con Gilbert (2008), la visualización se puede definir de dos formas: la primera, como una representación externa *de algo* a través de un objeto material, visual, verbal o forma simbólica, la cual parte de una representación interna, que es un constructo mental de un individuo. Una visualización por tanto, es la comprensión de los significados atribuidos a una representación interna.

Ahora bien, con respecto a la segunda forma, se define como una representación que se ha colocado en la esfera pública a través de un objeto material, visual, verbal o simbólica. La diferencia entre ambas es que en la primera, la visualización es un verbo y en la segunda, es un sustantivo.

Para esta tesis, se utilizaron las dos definiciones, ya que los estudiantes realizaron representaciones externas de sus modelos mentales respecto a los estados de agregación del agua (primera definición) y porque se utilizaron Simulaciones y Animaciones virtuales para desarrollar la temática del *Modelo Corpuscular de la Materia* (segunda definición).

Cabe destacar que Gilbert (2008) menciona que el uso de Animaciones o Simulaciones ayuda a los estudiantes a construir modelos mentales dinámicos y en tercera dimensión de fenómenos químicos.

Asimismo, estas herramientas en conjunto con actividades experimentales pueden ayudar a los alumnos a generar conexiones entre los niveles de representación macroscópico, simbólico y molecular.

Finalmente, pueden ayudar a minimizar la abstracción de algunos temas que se abordan en la asignatura de química, como por ejemplo el *Modelo Corpuscular de la Materia*. Sin embargo, ¿qué es este modelo?, ¿por qué es difícil para los alumnos del nivel bachillerato?, ¿qué dice?, ¿cómo pueden ayudar las TIC para enseñar esta temática?

Para responder estas preguntas, en el siguiente apartado se describe el marco disciplinar, el cual está dedicado a abordar la temática de qué es el *Modelo Corpuscular de la Materia* y su importancia en la Química.

#### **1.4. Marco Disciplinar**

En esta última sección del marco teórico se hace una breve revisión de las principales dificultades asociadas con el aprendizaje de la Química. Asimismo, se relaciona este punto con la forma en que los estudiantes razonan el mundo natural que les rodea, en específico, los fenómenos cotidianos que requieren una explicación científica.

Por otra parte, se describe el triplete químico, el cual se relaciona con el uso de los distintos niveles de descripción que utiliza la Química para estudiar y caracterizar a las sustancias.

Por último, se muestra el marco conceptual disciplinar en el que se basó esta tesis, es decir, se desarrollan los postulados que integran el *Modelo Corpuscular de la Materia*, así como sus limitaciones.

### 1.4.1. Dificultades específicas en el aprendizaje de la Química

De acuerdo con Pollard & Talanquer (2005) los químicos construyen modelos para describir, explicar y predecir las propiedades de las sustancias a diversas escalas y dimensiones. Así, los químicos expertos han desarrollado la habilidad para construir puentes conceptuales entre las diferentes ideas que son relevantes en cada escala y dimensión de modelaje.

Desafortunadamente, este tipo de conexiones, según estos autores, no está presente, ni es fácil de construir, en la mente de la mayoría de los estudiantes. No es de sorprender entonces que los alumnos tengan dificultades cognitivas cuando se desplazan de una escala o dimensión de modelaje a otra.

Al respecto, Pozo & Gómez Crespo (2006) mencionan numerosos estudios que acreditan la existencia de fuertes dificultades conceptuales, en el aprendizaje de esta ciencia en la escuela, a las que se tienen que enfrentar diariamente tanto profesores como estudiantes.

Además dichos autores, en su libro *Aprender y enseñar ciencia* (2006), muestran una tabla que resume algunas dificultades que encuentran los alumnos de secundaria cuando se enfrentan al estudio de esta asignatura en la escuela, ver Figura 11:

- Algunas de las dificultades más habituales que presenta el aprendizaje de la química en la educación secundaria son las siguientes:**
- 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 sustancia, 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

Figura 11. Dificultades en el aprendizaje de la química, tomada de *Aprender y enseñar ciencia* de Pozo & Gómez Crespo (2006).

En este proyecto de investigación sólo se trabajó con la dificultad que tienen los alumnos respecto a la concepción continua y estática de la materia. Esta percepción no concuerda con lo científicamente aceptado.

Esta dificultad, y las demás, se deben a la forma en cómo los alumnos organizan sus ideas o conocimientos, a partir de sus propias teorías implícitas sobre las sustancias. Así, la comprensión de las teorías científicas implicaría superar las restricciones que imponen las teorías implícitas que mantienen los alumnos (Gómez Crespo & otros, 2004).

#### 1.4.2. ¿Cómo razonan los estudiantes el mundo natural que les rodea?

Los estudiantes tienen concepciones de carácter intuitivo, concebidas como aquellas ideas interiorizadas a partir de la experiencia y derivadas del entorno sociocultural de los alumnos y, en particular, del lenguaje, de la cultura y “sabiduría popular” (Gómez Crespo & otros, 2004).

Lo anterior ocasiona que se les complique los modelos químicos, los cuales son abstractos y difíciles de comprender ya que muchos de ellos manejan conceptos que no se pueden percibir o *palpar*. Por lo cual, los estudiantes prefieren utilizar sus ideas intuitivas al tratar de dar significado a actividades cotidianas. (Gómez Crespo & otros, 2004).

Un claro ejemplo de esto, según estos autores, es la comprensión de la estructura de la materia; conocimiento fundamental para la Química, que hace referencia a la interpretación de las propiedades y los cambios de las sustancias que pertenecen al mundo de lo que podemos observar con nuestros sentidos, el mundo macroscópico.

Tomando como base lo anterior, uno de los objetivos de la educación básica y del Nivel Medio Superior es que los alumnos aprendan a interpretar esos fenómenos macroscópicos en términos submicroscópicos. Es decir, que aprendan a utilizar modelos y en específico, el *Modelo Corpuscular de la Materia* como herramientas interpretativas de los distintos fenómenos que tienen lugar en la naturaleza (Gómez Crespo & otros, 2004).

Con base en lo anterior, ¿qué es el *Modelo Corpuscular de la Materia*?, ¿qué postula?, ¿tiene limitaciones?, y finalmente ¿por qué es importante enseñar este modelo en Química a nivel básico y de Nivel Medio Superior?

### 1.4.3. Modelo Corpuscular de la Materia

Para los químicos, una buena pregunta sería ¿cómo están formados los materiales para tener las propiedades y el comportamiento que tienen?, es decir, ¿cuál es la estructura de los materiales? (Martínez Torregrosa & otros, 1997).

Se trata de una cuestión formulada hace ya más de 2,500 años, muchos filósofos y científicos se han preguntado por la estructura interna de los materiales. Diferentes ideas se han ido desarrollando históricamente en torno a la naturaleza de la materia, (Martínez Torregrosa & otros, 1997):

- ❖ Naturaleza continua de la materia: toma como base el sentido común y la experiencia cotidiana, las cuales indican que con nuestras manos o herramientas se pueden cortar o subdividir trozos de materia en partes más y más pequeñas, en un proceso cuyo límite sólo parece venir impuesto por los instrumentos más no, por la propia materia.
- ❖ Naturaleza discontinua de la materia: Se ha supuesto que el proceso de subdivisión sí tiene un límite impuesto por la propia naturaleza de la materia o, mejor aún, que todos los materiales están formados por partículas diminutas que no pueden subdividirse de nuevo.

Teniendo este breve antecedente y de acuerdo con estos autores, es evidente que a lo largo de la historia, se ha buscado un modelo que pueda explicar cómo están formados todos los materiales que nos rodean. Este modelo debe contribuir a explicar tanto la enorme variedad de propiedades y comportamiento de los distintos materiales así como el que todos tengan propiedades comunes.

A continuación se describe el núcleo básico del *Modelo Corpuscular de la Materia*, el cual se puede sintetizar en los siguientes puntos (Martínez Torregrosa & otros, 1997):

- ✓ Todos los materiales están formados por partículas, o corpúsculos, en continuo movimiento, muy pequeños y separados entre sí por espacios vacíos (no hay *nada* entre las partículas). Estos corpúsculos tiene masa (característica inherente a la materia) y, según esto, la masa de un cuerpo será la suma de las masas de las partículas que la constituyen.
- ✓ Entre las partículas existen fuerzas atractivas, que tienen muy poca influencia en los gases y mucha en líquidos y sólidos.
- ✓ El movimiento de las partículas está relacionado con la temperatura (mayor movimiento implicaría mayor temperatura). Esto explica tanto las dilataciones de los cuerpos dentro de un mismo estado, como los cambios de estado de agregación.

Asimismo, Martínez Torregrosa & otros (1997) destacan que este modelo explica un gran número de propiedades de gases, líquidos y sólidos. No obstante, no puede explicar otros fenómenos como por ejemplo:

¿Cuál es la naturaleza de las fuerzas entre las partículas?, ¿qué es lo que mantiene a las partículas en movimiento?, ¿cómo son estos corpúsculos?, ¿tienen a su vez, una estructura interna responsable de la existencia de materiales distintos?

Como se puede observar, los problemas abiertos por el *Modelo Corpuscular de la Materia* son importantes, lo cual puede originar el cuestionamiento: ¿de qué sirve deducir un modelo si se dejan tantas preguntas sin resolver? e incluso se plantean otras que antes no se tenían.

La respuesta, según estos autores, es que sirve de mucho, ya que las hipótesis científicas dan lugar a nuevos problemas que, a su vez, son una forma de contrastar la validez de dichas hipótesis o modelos.

Con este punto de partida, se pueden plantear nuevos problemas, así como formular, ampliar o rechazar hipótesis, lo que significa un paso gigantesco en la ciencia hacia una concepción unitaria de la materia (Martínez Torregrosa & otros, 1997).

No obstante, descender del mundo de los hechos al terreno de los modelos y del lenguaje científico es muy difícil, tanto para el profesor como para los alumnos que estudian química y más aún a la hora de generar explicaciones integrando estas tres visiones. Ahora bien, ¿en qué consiste dicha integración? A continuación se explica de forma más detallada qué es y en qué consiste este triplete químico.

#### 1.4.4. El triplete químico: Macro, Submicro y Representacional

De acuerdo con Johnstone (1982, 1993), Pollard & Talanquer (2005) y Talanquer (2010), los químicos han desarrollado, para explicar algún fenómeno natural, una variedad de representaciones tales como: modelos moleculares, fórmulas químicas y ecuaciones. Por esta razón, se puede decir que el conocimiento químico se construye y representa en tres grandes niveles: Macroscópico, Submicroscópico y Representacional, ver Figura 12.

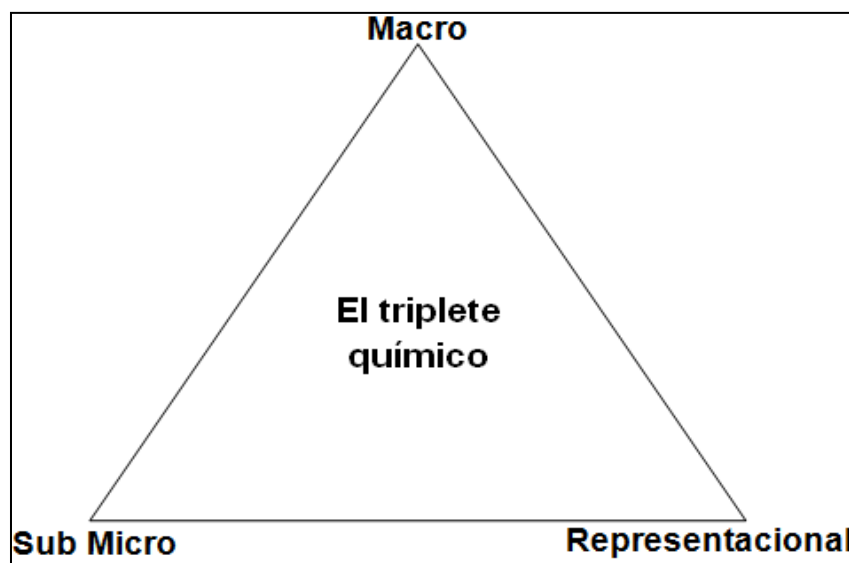


Figura 12. Los componentes de la química, modificada de Johnstone (1993).

Estas representaciones se pueden considerar como herramientas de pensamiento con un poder explicativo y predictivo que sirven como vehículos para vincular los modelos submicroscópicos de la materia con las propiedades reales y el comportamiento de sistemas macroscópicos.



Sin embargo, su correcta manipulación demanda un nivel de entendimiento que pocos estudiantes son capaces de lograr en los cursos básicos de Química. Se requiere que ellos aprendan a representar problemas usando este triplete, así como desarrollar la habilidad para desmenuzar mentalmente objetos en dos y tres dimensiones, identificar patrones visuales, descifrar información visual, etc. (Pollard & Talanquer, 2005).

Por otra parte, Talanquer (2010) dice que los estudiantes en química no sólo necesitan conectar los fenómenos con los modelos y símbolos para representarlos, sino que también deben establecer relaciones entre la gran variedad de modelos submicroscópicos que se utilizan para explicar o predecir la estructura y propiedades de las sustancias a distintas escalas.

Por esta razón, este triplete se ha convertido en un paradigma para una gran cantidad de docentes, quienes lo utilizan de modo frecuente en el diseño de material didáctico desde actividades para el aula o laboratorio, hasta el uso de Simulaciones y Animaciones virtuales (Talanquer, 2010). Aquí, puede surgir la cuestión de qué tan necesario es incorporar las TIC como herramienta didáctica al proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química, este tópico se discute en el siguiente punto.

#### **1.4.5. ¿Por qué utilizar las TIC en la enseñanza de la Química?**

De acuerdo con Jiménez Valverde & Nuñez Cruz (2009), se piensa que el uso de las TIC puede minimizar ciertas dificultades de aprendizaje en el campo de la química, ya que estas tecnologías tienen la capacidad de suplir carencias de los libros de texto en cuanto a interactividad, visualización, dinamismo y tridimensionalidad; siendo éstas cruciales para la enseñanza de las ciencias.

Asimismo, los materiales didácticos multimedia permiten contar con recursos motivadores y facilitadores del proceso de Enseñanza-Aprendizaje, debido a la integración de diversos medios (escritos, imágenes, sonido, video) y, sobre todo, porque son interactivos, lo que favorece abarcar los diversos estilos de aprendizaje



de los alumnos, sin embargo, no se debe considerar que el material viene a sustituir al docente, ya que el papel de éste como asesor y guía es muy importante.

Otro aspecto que se puede atender con estas herramientas multimedia es que los alumnos sean partícipes de sus aprendizajes, mediante la resolución de tareas accesibles, en las que el estudiante sea co-constructor de su propio conocimiento más que consumidor del mismo (Daza Pérez, 2009; Rubio, 2010; Pintó, 2011).

Entonces, como se puede ver, la utilización de este tipo de herramientas virtuales puede ser de importancia para la enseñanza de la Química, ya que puede facilitar a los alumnos la comprensión de conceptos químicos abstractos como, por ejemplo, el que puedan visualizar a la materia como discontinua y en movimiento.

A través de facilitar el uso del modelaje/simulación para hacer representaciones químicas y gráficos de fenómenos submicroscópicos (abstractos), proveer una comunicación bidireccional, sincrónica y asincrónica entre los alumnos y docentes, entre muchas otras aplicaciones. Para ello, pueden utilizarse ambientes virtuales de aprendizaje diversos, tales como el correo electrónico, Facebook, la Wiki, Adobe Flash Player, Timetoast, Dropbox, Google Docs, etc.

Estos recursos posibilitan un ambiente educacional interactivo, que dispone de herramientas visuales, audiovisuales, y ofrece innumerables posibilidades de actividades educacionales que pueden facilitar el entendimiento de conceptos químicos abstractos que son difíciles de comprender para los alumnos y aún más: pueden ser empleados por los alumnos para explicar su entorno (Proszek & Ferreira, 2009).

Finalmente, para concluir con este primer capítulo, es importante destacar que se han abordado cuatro marcos conceptuales: Curricular, Tecnológico, Pedagógico y Disciplinar, que son el soporte y el fundamento general para este proyecto de investigación y de forma particular para el diseño de la propuesta didáctica que es centro de este estudio.

En el siguiente capítulo se aborda detalladamente en qué consiste dicha propuesta.

## CAPÍTULO II

### PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.

#### 2.1. Antecedentes

La implementación de la Química en el currículo del CCH plantea como propósito educativo que el alumno comprenda que se trata de una asignatura científica que estudia las sustancias a través de sus propiedades y composición, para explicar fenómenos que se presentan en la vida cotidiana. Además de preparar a los estudiantes en el conocimiento y las formas de trabajo propias de la investigación científica, como el ser analítico, creativo, responsable y crítico (CCH, 2012).

En esta institución se realizó una intervención didáctica a través del desarrollo e implementación de una propuesta didáctica para la asignatura de Química I, con respecto al *Modelo Corpuscular de la Materia* debido a que es esencial dentro del núcleo de conocimiento de este campo disciplinar (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

Este tópico se enseña en la primera unidad del programa de estudio de esta disciplina, que tiene por nombre “*Agua, compuesto indispensable*”, específicamente en el segundo subtema, *¿cómo se separan los contaminantes del agua?*, cuyo objetivo es que el alumno comprenda la naturaleza corpuscular de la materia (CCH, 2012).

Antes de describir la propuesta didáctica es fundamental explicar que, en el CCH, la asignatura de Química I tiene asignada cinco horas de clase a la semana, divididas en dos sesiones de dos horas y una tercera de una hora. Para la implementación de esta propuesta, en particular, se tuvo un tiempo estimado de siete horas, es decir, una semana y media aproximadamente.

La propuesta incorporó el uso de las TIC como herramienta didáctica para la enseñanza de la Química. Entre los programas utilizados se tuvieron: Google Drive, Facebook, Videos (YouTube), Windows Movie Maker, Internet, Adobe Flash Player y JAVA en Simulaciones y Animaciones (*PheT simuladores* y *EduQ: Pantallas Interactivas*), HP Digital Classroom y Pixton.

Es importante recalcar que la incorporación de estas herramientas como recurso didáctico para esta institución es viable ya que, de acuerdo con el Diagnóstico Institucional para la Revisión Curricular (CCH, 2011), al menos 70% de los alumnos del CCH tienen acceso a Internet, computadora y están a la vanguardia de las TIC.

Esta información da cuenta de lo conveniente que es incorporar el uso adecuado del Internet y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en general, como recurso de apoyo al aprendizaje para esta institución.

A continuación, se muestra la justificación del por qué se seleccionó este tema, así como la descripción de las concepciones alternativas que tienen los alumnos con respecto a éste.

## **2.2. Justificación de la elección del tema Modelo Corpuscular de la Materia**

De acuerdo con Pozo & Gómez Crespo (2006), una parte importante de los contenidos de química en secundaria, e incluso en bachillerato, están dedicados a explicar la naturaleza y propiedades de la materia y los cambios que ésta puede experimentar.

Por lo tanto, los estudiantes deben de *asumir o suponer* que la materia tiene una naturaleza discontinua, comprendiendo que, más allá de su apariencia visible o de los diversos estados en que puede presentarse, está siempre formada por átomos, pequeñas partículas que se encuentran en continuo movimiento, interacción y que pueden combinarse para formar estructuras complejas entre las que no existe nada. Lo que implica la compleja y abstracta idea de espacio vacío (Pozo & Gómez Crespo, 2006).

Estos autores mencionan también, que dichas nociones sobre la constitución de la materia resultan fundamentales para describir y explicar su estructura en los diversos estados en que se nos presenta (sólido, líquido, gas), sus propiedades (difusión), etc.

A pesar de lo anterior diversos estudios, como los descritos en *Aprender y enseñar Ciencia (2006)*, han mostrado que los estudiantes encuentran bastantes dificultades

para aceptar y utilizar el *Modelo Corpuscular* en sus interpretaciones de las propiedades de la materia, y cómo este modelo se encuentra bastante alejado de la percepción y la intuición inmediata.

Siendo esto una dificultad de aprendizaje en la Química. Para este trabajo de tesis, sólo se trabajó con la primera dificultad la cual es: la concepción continua y estática de la materia; ver Figura 10, capítulo I; abordándola a través de minimizar las concepciones alternativas para el tema *Modelo Corpuscular* con ayuda de las TIC.

### 2.3. Concepciones alternativas

De acuerdo con Margel & otros (2001), Kind (2004), Talanquer (2011), Kirbulut & Beeth (2013), Yakmaci Guzel & Adadan (2013), las concepciones alternativas más comunes por parte de los estudiantes para el tema *Naturaleza Corpuscular* se pueden agrupar en cuatro proposiciones:

- La materia está hecha de partículas discretas.  
Los alumnos perciben un modelo continuo de la materia, mencionan que las partículas pueden cambiar su forma, pueden explotar, quemarse, expandirse, cambiar de color o encogerse.
- Las partículas están en constante movimiento al azar.  
Para los alumnos las partículas no se mueven sino permanecen fijas, les es difícil percibir movimientos azarosos de las partículas en líquidos y gases.
- El espacio entre las partículas está vacío.  
Los alumnos tienden a llenar los espacios, no aceptan que hay espacios vacíos entre partículas, piensan que ningún lugar está vacío por completo, creen que el espacio entre las partículas está lleno por polvo, oxígeno, nitrógeno, aire, mugre o gérmenes.
- Existen fuerzas y enlaces entre las partículas.  
Los estudiantes pueden razonar que hay fuerzas de atracción presentes entre las partículas de un gas y que eso explica por qué las partículas se pueden agrupar para formar líquidos y/o sólidos.

Un estudiante puede modificar éste último razonamiento para explicar la distribución uniforme de las partículas de los gases en términos de fuerzas de repulsión. Por el contrario, piensa en fuerzas entre las partículas de los gases, pero no entre las del sólido. Esas ideas pueden dificultar la comprensión del enlace químico.

### Elección de concepciones alternativas.

Para el diseño de esta propuesta sólo se tomaron en cuenta tres concepciones alternativas:

- ❖ La materia es continua.
- ❖ Las partículas no se mueven, permanecen fijas.
- ❖ No existen fuerzas y enlaces entre las partículas.

## **2.4. Objetivos de la propuesta didáctica**

Que el alumno:

- ✓ Ilustre, por medio de herramientas multimedia, cómo está conformada la estructura submicroscópica del agua en los estados sólido, líquido y gaseoso.
- ✓ Construya un modelo que explique algunas características macroscópicas de los estados de agregación (sólido, líquido y gas).
- ✓ Argumente cómo afecta submicroscópicamente la variable termodinámica temperatura para generar un cambio de estado de agregación en el agua.

## **2.5 Estructura general de la propuesta didáctica**

A continuación se presenta un esquema que muestra, a grandes rasgos, la conformación de la intervención didáctica propuesta en este trabajo de investigación (Tabla 10):

**Tabla 10. Estructura general de la propuesta didáctica**

<b>Sesión</b>	<b>Horas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Objetivo Que el alumno:</b>	<b>Concepción Alternativa.</b>
<b>Tareas previas</b>	<b>Inicio curso</b>	<b>Creación de grupo de Facebook: QUIMICA CCH 157 A</b>	Utilice esta plataforma para comunicación sincrónica y asincrónica.	<b>Facebook sólo es entretenimiento</b>
<b>1 Inicio</b>	<b>1</b>	<b>Actividad 1. “Investigación previa vía Google Docs”</b>	Investigue algunas características de los estados agregación del agua.	<b>No aplica</b>
<b>2 Desarrollo</b>	<b>1</b>	<b>Actividad 2. “Galería de arte del mundo submicroscópico”</b>	Realice una primera interpretación de cómo son los tres estados de agregación del agua submicroscópicamente.	<b>Actividad diagnóstica.</b>
<b>3 Desarrollo</b>	<b>1</b>	<b>Actividad 3. “La materia no es como la pintan”</b>	Concluya por medio de una serie de experiencias en el aula que la materia no es continua y, por ende, existen espacios vacíos.	<b>La materia es continua</b>
	<b>1</b>	<b>Actividad 4. “Percibiendo lo que a simple vista no se ve”</b>	Concluya de forma indirecta, a través de una serie de experimentos, que las partículas submicroscópicas de la materia se mueven.	<b>Partículas no se mueven (son fijas).</b>
<b>4 Desarrollo</b>	<b>1</b>	<b>Actividad 5. ¿Cómo influye la temperatura en los cambios de estado de agregación del agua?</b>	Explique cómo afecta la variable termodinámica temperatura a la materia submicroscópicamente, para generar un cambio de estado de agregación.	<b>No existen fuerzas entre partículas</b>
	<b>1</b>	<b>Actividad 6. “Simulando submicroscópicamente los tres estados de agregación”</b>	Construya un modelo, con base en lo visto, sobre la naturaleza corpuscular de los tres estados de agregación del agua, mediante una pantalla interactiva.	<b>Las tres</b>
<b>5 Cierre</b>	<b>1</b>	<b>Actividad 7. “¿Qué solución das a cada cómic? Ejercita lo aprendido”</b>	Explique, con base en el modelo construido, cada situación presentada en los cómics.	<b>Las tres</b>

## 2.6. Desarrollo de la propuesta didáctica

### Introducción a la propuesta

Al inicio del semestre y del curso 2014-1 se creó un grupo en Facebook que tiene por nombre “Química CCH 157 A”. Este entorno virtual sirvió como un medio de comunicación sincrónica y asincrónica permanente entre alumno-alumno y profesor-estudiante. Además de fungir como una *plataforma* en la cual se adjuntaron documentos, mensajes, recados, opiniones, foros, videos, links, etc.

### **Sesión 1. Modelo Corpuscular de la Materia (una hora total):**

*Actividad 1. “Investigación previa vía Google Docs”, (1hora).*

*Objetivo: Que el alumno investigue algunas características de los estados de agregación del agua.*

Se organiza a los estudiantes en seis equipos de cuatro o cinco personas, debido a que se tienen seis mesas de trabajo en el aula y veinticinco alumnos, para que discutan las diferencias entre un cubo de hielo (sólido), agua líquida y vapor de agua (gas), indicando las características específicas de cada estado de agregación con ayuda de una plantilla Google Docs (GD), las computadoras disponibles en las mesas de trabajo del aula-laboratorio y del programa HP Digital Classroom.

Con respecto a GD, previamente el profesor debe realizar una plantilla colaborativa en la que los estudiantes redacten sus conclusiones respecto a lo investigado. Este documento se puede adjuntar en el grupo de Facebook mediante un link, en este caso se instaló el siguiente:

[https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7\\_XWBukcK3dGtXRnB2a0hZaVg4UndLNEvkS2dsaWc&usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7_XWBukcK3dGtXRnB2a0hZaVg4UndLNEvkS2dsaWc&usp=sharing)

Al darle clic a dicha liga se visualiza una hoja de Excel la cual puede ser manipulada por los estudiantes de forma colaborativa. En esta hoja primero se muestra una introducción del tema en estudio, así como las instrucciones, (Figura 13):



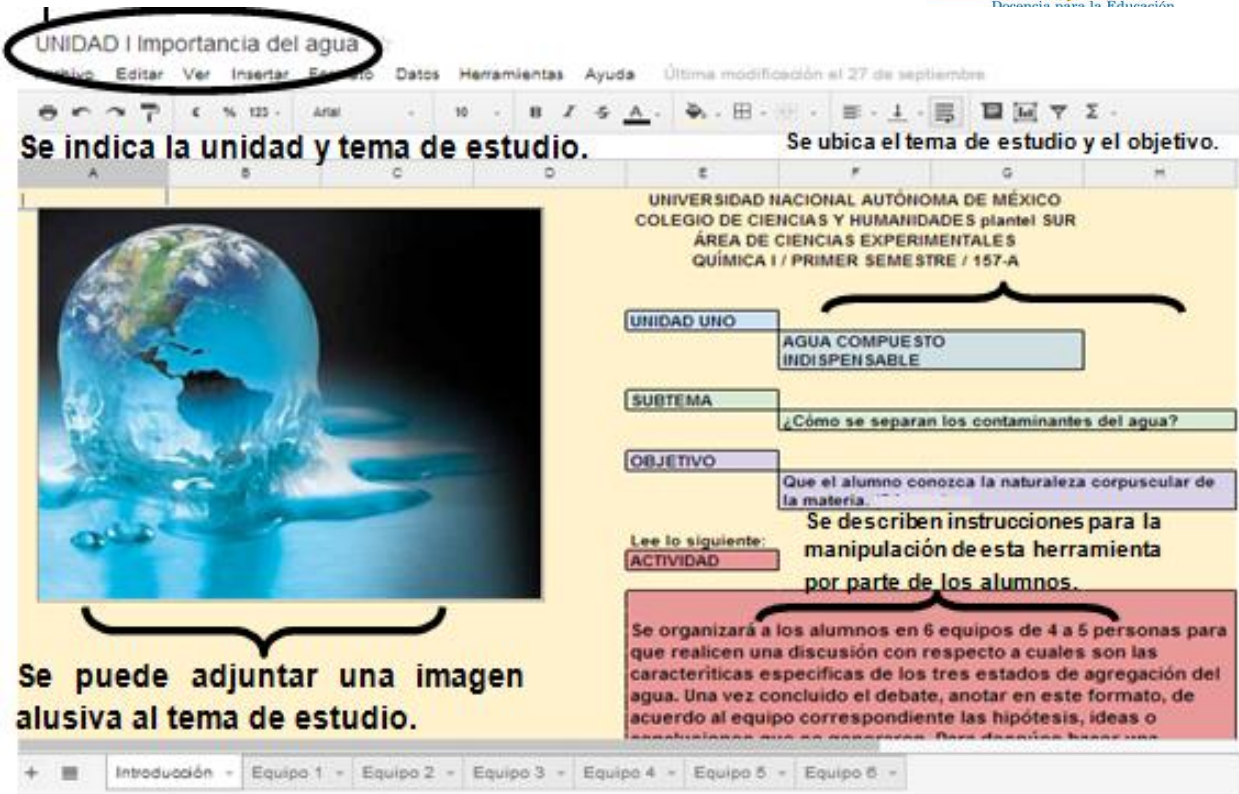


Figura 13. Pantalla inicial de la plantilla GD, elaboración propia.

Se puede observar una introducción que indica lo que se debe hacer, así como el diseño de seis pestañas para que cada equipo trabaje de forma colaborativa. Cada pestaña tiene el siguiente formato (Figura 14):

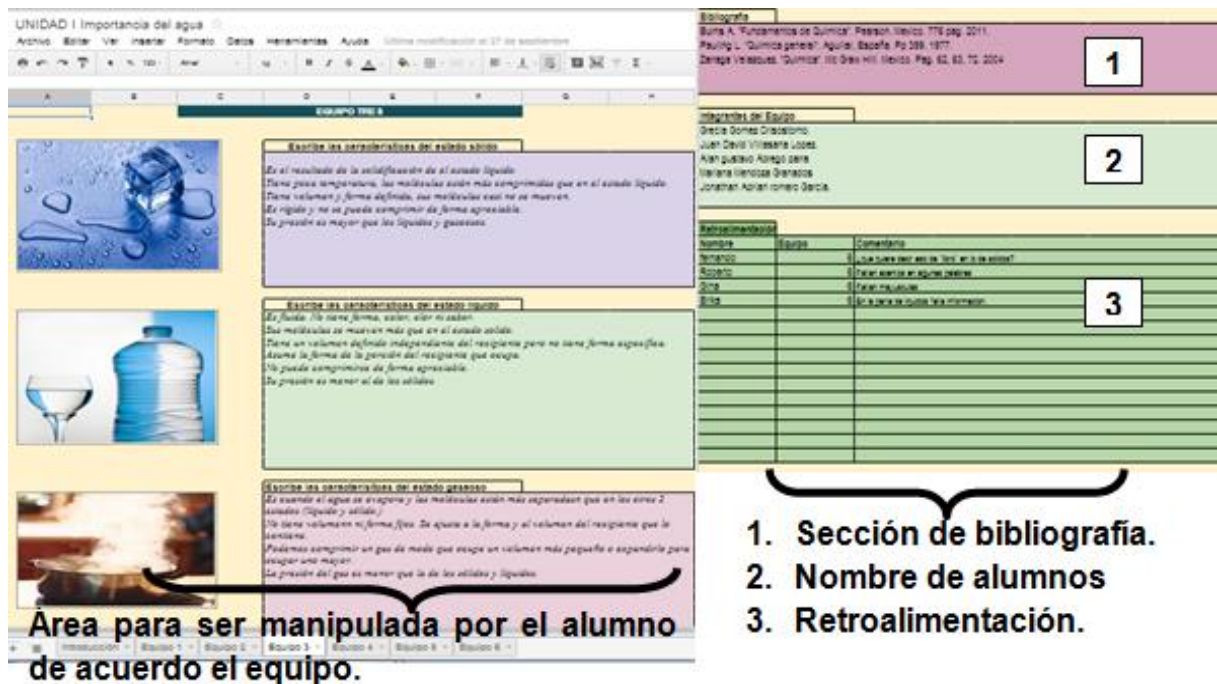


Figura 14. Área de trabajo de alumnos (plantilla de GD), elaboración propia.

Como se observa, el formato contiene una imagen de los tres estados de agregación del agua y un espacio en el que los alumnos pueden redactar sus conclusiones respecto a lo investigado. El profesor debe guiar la investigación hacia la compresibilidad de gases, la forma propia de sólidos, fluidez de líquidos y que los gases ocupan el espacio disponible.

Una vez finalizado lo descrito en el párrafo anterior, los estudiantes y el profesor deben revisar las aportaciones de cada equipo e incluso hacer sugerencias, modificar redacción o contenido, con el fin de tener retroalimentación entre pares así como por parte del docente.

Para evaluar esta actividad se puede utilizar una rúbrica (Tabla 11), la cual el docente debe imprimir y entregar una copia al inicio de la actividad a cada equipo, con la finalidad de que los alumnos se autoevalúen.

Posteriormente, esta rúbrica se debe proyectar en el pizarrón, con ayuda del cañón, para explicar cada rubro y evitar así malas interpretaciones por parte de los estudiantes. Al finalizar la actividad de investigación, el docente dará aproximadamente 10 minutos para que los equipos asignen para cada rubro un número (3, 2, 1) con base en el trabajo que desempeñaron.

Finalmente, el profesor recoge la rúbrica de cada equipo para comparar su autoevaluación con el producto final generado (investigación en Google Docs) en esta sesión y ver si hay o no concordancia entre ambos. Con lo anterior, el docente en la siguiente sesión debe expresar al grupo lo encontrado en este ejercicio de autoevaluación.

Nota: el objetivo de incluir esta actividad (rúbrica) fue para tratar de mostrarle a los alumnos que una evaluación no sólo es tarea exclusiva del docente sino también es responsabilidad de ellos. Además de hacerles notar que en un proceso de evaluación es importante tomar en cuenta tanto el proceso seguido para llegar a un objetivo como el producto final.

Tabla 11. Rúbrica que se utilizó para evaluar la actividad 1, diseño propio.

Aspectos	3	2	1
<b>Retroalimentación</b>	El alumno hizo observaciones en beneficio de la mejora del trabajo de sus compañeros (contenido, ortografía y presentación).	El alumno hizo observaciones en beneficio de la mejora del trabajo de sus compañeros (contenido y presentación).	El alumno hizo observaciones en beneficio de la mejora del trabajo de sus compañeros (presentación).
<b>Contenido</b>	Se desarrolló ampliamente los conceptos sobre las propiedades y características de los tres estados de agregación del agua.	Se desarrollaron los temas propuestos. No obstante, faltó profundidad en describir las características de los estados de agregación.	Se desarrolló el tema de manera superficial e incompleto.
<b>Colaboración</b>	Todos los integrantes del equipo trabajaron en conjunto (formato, investigación, ortografía, etc) para el desarrollo y beneficio del trabajo	Algunos integrantes del equipo trabajaron en conjunto (formato, investigación, ortografía, etc) para el desarrollo y beneficio del trabajo	Se realizó la tarea sin haber trabajado en equipo faltando la parte de trabajar en conjunto.
<b>Ortografía</b>	Se tuvieron de uno a cinco errores ortográficos, con respecto a la acentuación y cambio de letras c, k, s, z, v, b, y, ll en el texto.	Se tuvieron de cinco a diez errores ortográficos, con respecto a la acentuación y cambio de letras c, s, k, z, v, b, y, ll en el texto.	Se tuvieron más de diez errores ortográficos, con respecto a la acentuación y cambio de letras c, s, k, z, v, b, y, ll en el texto.
<b>Atendió comentarios</b>	Se leyó y analizó los comentarios realizados por el profesor y alumnos para reestructurar la tarea considerando la retroalimentación.	Se leyó y analizó los comentarios realizados por el profesor y alumnos y se reestructuró la tarea parcialmente considerando la retroalimentación.	Se leyó y analizó los comentarios realizados por el profesor y alumnos pero no se reestructuró la tarea considerando la retroalimentación.
<b>Entrega/presentación</b>	Se entregó la tarea dentro de las fechas establecidas con presentación adecuada (información organizada, letra legible, etc).	Se entregó la tarea dentro de las fechas establecidas con presentación parcialmente adecuada (organización, letra legible, etc).	No se entregó la tarea dentro de las fechas establecidas y sin presentación adecuada (organización, letra legible, etc).
<b>Bibliografía</b>	Se redactó/citó todas las fuentes consultadas de libros y páginas web con base en lo visto en clase.	Se redactó/citó algunas de las fuentes consultadas de libros y páginas web.	No se redactó/citó las fuentes consultadas de libros y/o Internet
<b>Total</b>	( _____ / 21) X 10 =		

## Desarrollo de la propuesta

### **Sesión 2. Modelo Corpuscular de la Materia (una hora total):**

*Actividad 2. “Galería de arte del mundo submicroscópico”, (1hora).*

*Objetivo: Que el alumno realice una primera interpretación de cómo son los tres estados de agregación del agua desde una perspectiva submicroscópica.*

El profesor comienza la sesión mostrando una presentación en Prezi o Power Point (anexo VIII) que retome lo investigado en la actividad anterior (plantilla de Google Docs) y a partir de ello preguntar a los alumnos qué características macroscópicas diferencian cada estado de agregación del agua y cómo imaginan la estructura submicroscópica de los estados de agregación del agua.

Se espera que los alumnos mencionen, a través de una lluvia de ideas, que la sustancia agua está conformada de partículas (moléculas). Una vez dicho esto, el docente puede preguntar ¿cómo crees que sea su tamaño?

Posteriormente, se proyecta una animación Web en Flash de la página de Internet (<http://htwins.net/scale2/>), consultada el 23 de agosto del 2013, cuyo título es “Un viaje por el universo de lo más grande a lo más pequeño”, para mostrar a los estudiantes que las partículas submicroscópicas (iones, moléculas y átomos) tienen un tamaño del orden nanoscópico, que es imperceptible a nuestros sentidos.

En esta actividad, el profesor proyecta esta animación desde el orden de longitud yottámetro hasta llegar a los nanómetros. Durante su visualización, el docente pregunta a los alumnos: ¿qué objetos se encuentran clasificados en este orden de longitud?, ¿los podemos observar a simple vista?

Para este ejercicio, se debe invertir de 10 a 15 minutos de la clase. Con la animación Flash se pretende mostrar al estudiante que los objetos, seres y sistemas no sólo se clasifican cualitativamente con respecto a su magnitud (grande o pequeño), sino también se pueden cuantificar (nanómetro).

Con esto en mente, se le pregunta a los alumnos ¿cómo estudiar algo que no podemos ver a simple vista? y ¿cómo es un átomo o molécula? Con estas preguntas se busca mencionarles que, al ser estas partículas imperceptibles a nuestra vista se tienen que generar *modelos* para poder representarlos y explicarlos.

Después se pide a los alumnos que ingresen al programa interactivo “EduQ pantallas interactivas” (<http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ/>), sección mundo submicroscópico y dar clic en modelo submicroscópico 1, para que modelen, en equipo, cómo imaginan a nivel de partícula el cubo de hielo, agua líquida y el vapor de agua.

Finalizado esto, se muestran sus dibujos, con ayuda del proyector y de *HP Digital Classroom*, a manera de galería multimedia para que todo el grupo los observe. Se pide a los alumnos que justifiquen el por qué de sus dibujos a sus compañeros y profesor.

Con esta actividad, se puede discutir la percepción que tiene el grupo acerca de la naturaleza submicroscópica de los tres estados de agregación del agua. En este punto, el profesor hace mención a los estudiantes sobre el carácter de modelos que tienen sus dibujos, los cuales para saber si son viables o no científicamente, deben ponerse a prueba a través de realizar una serie de experimentos para poder verificarlos y/o reestructurarlos.

Para así, llegar a una serie de hipótesis válidas de cómo es la estructura submicroscópica de los estados de agregación del agua. Para finalizar esta actividad se pide a cada equipo que conserven sus dibujos en el grupo de Facebook.

*Nota:* esta actividad, por medio del dibujo, pretende reflejar el conocimiento antecedente de los alumnos con respecto a este tema, ya que se cree que los alumnos al realizar el dibujo lo harán con base en sus creencias.

Asimismo, puede fungir como una actividad diagnóstica en donde el dibujo realizado puede ser comparado, posteriormente, con el modelo generado al término de la intervención, para que así el alumno analice cuál de los modelos explica más fenómenos y cuál es capaz de hacer predicciones de una forma científicamente válida.

### **Sesión 3. Modelo Corpuscular de la Materia (dos horas totales).**<sup>Ⓢ</sup>

*Actividad 3. “La materia no es como la pintan”, (1 hora).*

*Objetivo: Que el alumno concluya por medio de una serie de experiencias en el aula que la materia no es continua y, por ende, existen espacios vacíos.*

Se inicia la clase preguntando a los estudiantes si existe alguna duda respecto a lo visto en la sesión anterior. Después, para esta actividad, se realizan dos experiencias seguidas en el aula, para su posterior análisis, discusión y conclusión. Primero, el profesor en una esquina del salón deposita un poco de perfume y le pide a los alumnos que, permaneciendo en sus asientos, levanten la mano en cuanto perciban el olor.



Es importante que previamente se cierren todas las puertas y ventanas. Además de pedirles a los alumnos que estén quietos, para que el aire del aula se considere en reposo (para evitar que mencionen que el movimiento del aire es un vehículo de transporte). Posteriormente, el docente reparte tres jeringas que contienen un bombón, hielo y agua respectivamente, previamente se debe tapar el orificio debajo de ésta. Se pide que en equipos traten de bajar o subir el émbolo por cinco minutos.

Al finalizar, se pregunta a los alumnos ¿cómo imaginan submicroscópicamente el aire del aula y su combinación con el perfume?, ¿cómo se esparció el olor del perfume?, ¿qué le pasó al bombón?, ¿se pueden comprimir los sólidos y líquidos?

Los alumnos deben buscar explicaciones y debatirlas en equipos para posteriormente hacerlo de forma grupal. El docente será el mediador. Después de cierto tiempo el profesor pregunta ¿su modelo explica estos fenómenos?, ¿cómo deben de estar organizadas las partículas en un sólido, líquido y gas?, ¿qué dudas, inquietudes o comentarios tienes con respecto a las experiencias realizadas?

Se busca que los estudiantes mencionen que entre las partículas existe espacio vacío, el cual varía de acuerdo a los estados de agregación. Para responder estas preguntas se pueden ayudar de la realización de dibujos multimedia en una página Web de acceso libre (<http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ/>), para representar estos fenómenos a nivel submicroscópico y compararlo con su modelo inicial para así, validar o modificar su representación inicial de los estados de agregación.

*Analogía:* en el centro del salón se pone un tapete (1 m ancho por 1.5 m de largo) que haga alusión a un vagón del metro. Se pide a tres estudiantes que entren dentro del tapete de forma alejada entre ellos (serán átomos o moléculas) y se pregunta ¿qué estado de agregación se está representando? Se espera mencionen el estado gaseoso. Después se les cuestiona ¿qué existe entre partícula y partícula?, ¿por qué el estado gaseoso se puede comprimir?, ¿existen fuerzas de atracción y/o repulsión?

Posteriormente, se pide a otros dos alumnos que entren en el tapete y se les pregunta ¿qué estado de agregación representa?, ¿se puede comprimir?, ¿existen fuerzas de repulsión y/o atracción? Se discuten las preguntas y se pide a otros dos

alumnos que entren al tapete y se les vuelve a cuestionar ¿qué estado se está representando?, ¿se puede comprimir?, ¿existen fuerzas de atracción y/o repulsión? Cabe resaltar que previamente la profesora titular ya habló de fuerzas de atracción.

Al finalizar la analogía se les pregunta ¿la materia es continua o discontinua?, ¿cómo es la distancia promedio entre las partículas?, ¿se modifica tu modelo inicial?

*Nota:* En esta actividad se quiere indicar la noción de **espacio vacío** entre partículas y suponer la distancia promedio que hay entre ellas en un sólido, líquido y gas. Es la tercera actividad debido a que el alumno primero debe concluir que la materia no es continua. Esto, para ir preparándolo para la reflexión respecto a que las partículas tienen la posibilidad de moverse debido al espacio vacío y de colisionar entre ellas, lo cual depende de la distancia promedio que las separa en los diferentes estados.

*Actividad 4. “Percibiendo lo que a simple vista no se ve”, (1h)*

*Objetivo: Que el alumno concluya de forma indirecta a través de una serie de experimentos, que las partículas submicroscópicas de la materia se mueven.*

Esta sesión es experimental y a cada equipo se les proporciona: un microscopio estereoscópico, lupa, pimienta fina, dos cajas Petri y agua. Se pide a los alumnos que en una caja Petri adicionen agua (a la mitad) y después esparzan la pimienta.

Se deja en reposo unos minutos y enseguida con ayuda de la lupa los alumnos deben visualizar el interior de la caja Petri. El profesor pregunta ¿Qué observan? Después se indica a los estudiantes que ahora coloquen la caja Petri en el microscopio estereoscópico. El profesor vuelve a preguntarles ¿Qué se observa?

Se pretende que escriban en su cuaderno todo lo que observen con respecto a esta actividad, para discutirlos posteriormente en plenaria y en específico, se busca que mencionen que las partículas de la pimienta se mueven (ligeramente) a pesar de que no hay un movimiento externo que ocasione dicho fenómeno.

Cuando sucede lo anterior, el profesor comienza una discusión con respecto a ¿Por qué se mueven las partículas de pimienta? Se pretende que los alumnos lleguen a la



suposición, con la mediación del profesor, de que las partículas del agua, imperceptibles a nuestra vista, se mueven provocando que la pimienta, perceptible a nuestra vista, también lo haga en consecuencia a este fenómeno.

Por otra parte, se proyectó un video ([www.youtube.com/watch?v=PHBTdmBIJ5Q](http://www.youtube.com/watch?v=PHBTdmBIJ5Q)), consultado el 26 de agosto del 2013, el cual se editó con Movie Maker para visualizar la sección alusiva al experimento del movimiento Browniano en gases (ver anexo XIII), ya que en el aula no se pudo realizar esta actividad por falta de material de laboratorio. Con lo anterior se pregunta a los estudiantes ¿qué muestra el video?, ¿qué resultados se obtuvieron en el experimento descrito en el video?

Después, el docente, como mediador, lleva a los alumnos a una discusión para concluir y suponer que las partículas de líquidos y gases no son estáticas sino que están en movimiento. Asimismo, se les cuestiona ¿esta suposición la consideraste en tu modelo inicial?, ¿se puede extender a sólidos?

*Analogía:* Se utilizó el vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=PHBTdmBIJ5Q>), consultado el 26 de agosto del 2013, el cual se editó para mostrar el segmento que muestra una esponja en el centro de un círculo rodeado por personas con canicas, las cuales lanzan hacia el círculo, provocando que la esponja se mueva (ver anexo XIII). Esto, se puede comparar con lo visto en clase.

*Nota:* Esta actividad se presenta en esta sesión con el propósito de que el alumno suponga de forma indirecta, el movimiento con diferente grado de libertad, de las partículas en los diferentes estados. Para lograrlo, el docente debe de retomar lo visto en la actividad anterior (magnitud de espacios vacíos).

Lo anterior puede servir como guía al alumno para que pueda obtener una conclusión, submicroscópicamente hablando, sobre la diferencia entre los estados de agregación con base en este modelo y así, utilizar este conocimiento para explicar cómo ocurren los cambios de estado de agregación.

Durante esta sesión, el docente se puede apoyar de una presentación Power Point para guiar la clase, ver anexo IX.

## **Sesión 4. Modelo Corpuscular de la Materia (dos horas totales).** ⊛

*Actividad 5. “¿Cómo influye la temperatura en los cambios de estados de agregación?” (1 h).*

*Objetivo: Que el estudiante explique cómo afecta la variable termodinámica temperatura a la materia submicroscópicamente, para generar un cambio de estado de agregación.*

Se inicia la sesión preguntando a los estudiantes si existen dudas, para solucionarlas en el momento. Además de cuestionarlos respecto a lo visto en las clases anteriores.

En esta actividad el docente indica a los alumnos que en tres cajas Petri coloquen agua (a la mitad), con diferente temperatura (40°C, 60°C y 80°C), la cual deben controlar con ayuda de un termómetro. Después, para cada caso, se adiciona pimienta molida y se observa al microscopio estereoscópico.

El profesor pregunta con base a lo observado ¿cómo inferes que sea el movimiento de las partículas del agua a las diferentes temperaturas?, ¿puede la temperatura afectar el movimiento de las partículas?, ¿cómo crees que afecte esta variable en el cambio de estado de agregación?

Se espera que el alumno, con ayuda del docente, concluya que al aumentar la temperatura, aumenta la energía cinética de las partículas, lo cual provoca un mayor movimiento en las partículas provocando un cambio de estado.

En este punto, se pueden utilizar algunas simulaciones PhET, ver anexo XII, tales como: “Estados de la materia” y “Estados de la materia: Básico”, como un reforzador de las ideas que han construido los alumnos a lo largo de las sesiones.

Además, al ser las simulaciones modelos de un fenómeno dinámico, interactivo y estar en tercera dimensión, el profesor puede utilizar este tipo de tecnología para cuestionar a sus alumnos, permitir que realicen predicciones o hipótesis sobre el fenómeno mostrado. Este tipo de actividad puede generar un *punte conceptual* entre el mundo macroscópico y submicroscópico del fenómeno en estudio.

Por otra parte, cabe destacar que en las actividades tres, cuatro y cinco; Facebook fue fundamental como una herramienta de comunicación dinámica, sincrónica y

asincrónicamente, ya que se utilizó para promover discusiones sobre lo que los alumnos entendían de las clases; además de resolver inquietudes respecto al tema.

*Actividad 6. “Simulando submicroscópicamente los tres estados de agregación” (1 h).*

*Objetivo: Que el alumno construya un modelo, con base en lo visto, sobre la Naturaleza Corpuscular de los tres estados de agregación del agua, mediante una pantalla interactiva.*

Se pide a los alumnos que, en equipo, construyan un modelo submicroscópico de los estados de agregación del agua, con base en lo visto, con ayuda del programa del Dr. Talanquer (<http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ/>), sección mundo submicroscópico.

Finalizado esto, cada equipo muestra sus modelos terminados a manera de galería de arte digital. El profesor les pide sus modelos realizados la primera sesión y pregunta: ¿hubo diferencias entre el modelo inicial y el de ahora?, ¿cuál es la diferencia entre los tres estados de agregación de la materia?

Estas preguntas se discuten a manera de cierre, enfatizando las suposiciones a las que se llegaron en cada sesión, mencionando que en su conjunto forman el *Modelo Corpuscular de la Materia*, el cual ayuda a explicar la estructura de la materia.

Por otra parte, es indispensable indicar a los alumnos que este modelo tiene limitaciones, ya que deja varias cuestiones sin resolver, lo que permite generar otros modelos para explicar esas parcialidades de la realidad que no se pueden explicar con el modelo. Durante esta sesión, el docente se puede apoyar de una presentación Power Point, ver anexo X.

### **Cierre de la propuesta**

#### **Sesión 5. Modelo Corpuscular de la Materia (una hora total).**

*Actividad 7. “¿Qué solución das a cada cómic? Ejercita lo aprendido” (1 h).*

*Objetivo: Que el alumno explique, con base en el modelo construido, cada situación presentada en los cómics.*

Previo a esta sesión, el profesor por medio de Pixton, diseñó una serie de situaciones problema de la vida cotidiana, cuatro en total, con el fin de que los alumnos, en equipos, las explicaran en función a lo visto en clase. Además se debe diseñar un documento en Google Docs en formato Word para que los alumnos redacten sus respuestas, (anexo XI).

Teniendo el material, ya en clase, el profesor organiza a los alumnos en equipo y por medio del programa HP Digital Classroom proyecta los cómics, para que los alumnos discutan cada situación y lleguen a un consenso para así, dar una solución a cada problemática con base en lo visto.

Con esto en mente, se prosigue a discutir las cuatro situaciones de forma grupal para aclarar dudas que pudieran surgir. Esta actividad se realiza al final de la propuesta didáctica para tener evidencia de las ideas de los alumnos después de la intervención.

Finalmente, cabe destacar que al término de cada actividad se debe proporcionar a los alumnos una pregunta a través de un formulario de Google Docs, para que las contesten en equipo dentro del salón de clase, como parte de la evaluación. Estas preguntas se describen en la sección 4.3.2 del capítulo IV, presentación y análisis de los resultados.

⊛ Es importante resaltar que algunas actividades descritas en las sesiones 3 y 4 de la presente propuesta didáctica fueron tomadas y/o adaptadas de: Gómez Crespo & otros (2004) y CLIS (1987).

A continuación, se presenta la descripción de la metodología que dio origen al diseño de esta propuesta didáctica así como de la investigación en general.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

El enfoque de este trabajo coincide con el descrito por Wilson & Stutchbury (2009) y Evans (2009b) como cualitativo, observacional e introspectivo, donde las respuestas a las preguntas planteadas son dadas principalmente en forma de palabras. También tiene una orientación de investigación-acción, *in situ*, cuyo propósito es resolver problemas diarios de profesionales en ejercicio (docentes), para tratar de mejorar la comprensión sobre su práctica docente a través de una reflexión profunda, resultado de una acción determinada (McKernan, 2001).

El modelo teórico del proceso investigación-acción que se utilizó fue el de tipo 3: *investigación-acción educativa crítica emancipadora* del autor McKernan (1988). Este tipo de investigación, se basa en la interpretación de los profesionales en ejercicio para dar una crítica de prácticas que frustran el logro de metas, ver Figura 15:



Figura 15. Modelo de McKernan (1988), adaptada de McKernan (2001).

### 3.2. Población y muestra

De acuerdo con Winterbottom (2009) una muestra es un subgrupo, representativo o no, de una población o universo. De acuerdo con su naturaleza puede definir el trabajo de investigación en cuanto a los alcances y limitaciones de los resultados, así como de las conclusiones obtenidas.

Para este caso en particular, se utilizó una muestra no probabilística denominada de conveniencia, ya que se trabajó con alumnos de fácil acceso para el autor de esta tesis, durante la asignatura de Práctica Docente II.

Por esta razón, no se pueden hacer generalizaciones más allá del grupo de trabajo, debido a que no se tiene una muestra representativa (Winterbottom, 2009). No obstante, los resultados y conclusiones obtenidos pueden servir como base para ampliar el panorama de futuras investigaciones educativas con respecto al uso de las TIC en la enseñanza de la Química.

#### *Descripción de la población.*

Se trabajó con veinticinco alumnos mexicanos de nuevo ingreso al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Sur, del turno vespertino, en el aula-laboratorio C-8 del edificio C de este centro educativo. Estos estudiantes conformaron el grupo 157 sección "A", durante el semestre lectivo 2014-1.

### 3.3. Variable

La variable a considerar fue el uso de las TIC bajo un enfoque educativo, respecto al enfoque tecnicista. Teniendo como propósito la identificación de las ventajas y desventajas de utilizar los recursos multimedia bajo el primer enfoque.

### 3.4. Descripción de la metodología utilizada

La metodología que se siguió durante el desarrollo de esta tesis, se hizo de acuerdo a la definición de Wilson & Fox (2009b) como el plan de acción que informa y enlaza los métodos utilizados para la recolección y análisis de datos que ayudan a contestar la pregunta de investigación planteada.

Este proyecto de investigación se realizó durante un periodo aproximado de dos años, tiempo en el cual el autor cursó la MADEMS, campo disciplinar Química.

Por lo anterior, el desarrollo de este trabajo, se dividió en dos etapas fundamentales, (McKernan, 2001):

- ✓ Primer ciclo de acción: que se subdividió a su vez en etapa de diseño, aplicación y análisis.

Segundo ciclo de acción: que se subdividió a su vez en etapa de reestructuración y análisis de la redefinición del problema.

A continuación, se dará una descripción de lo que se realizó en cada ciclo con el fin de presentar el proceso seguido, durante estos dos años, para que el lector tenga claro cómo se llegó a la conclusión que se describe en el capítulo V.

#### Primer ciclo de acción:

- Etapa de diseño: Se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura, de acuerdo con Wilson (2009b), respecto al uso de las TIC en el contexto educativo y en específico, en el campo de la Química.

La información que se consultó fue a partir de: bases de datos (*EBSCO, ERIC*), medios de comunicación (*podcast de iTunes* relacionados con el tema, *TesiUNAM*), publicaciones de revistas (*Educación Química, Journal of Research on Technology in Education, Journal of Digital Learning in Teacher Education, Journal of Environmental and Science Education, etc.*) y de asesores en el tema (*comité tutor MADEMS*).

El criterio de delimitación para la búsqueda en la literatura, de acuerdo con Wilson (2009b), fue el año de publicación de los artículos que no excediera más allá de los diez años a la fecha de consulta y el nivel educativo, que fuera de Nivel Medio Superior y Superior. Con esta búsqueda, se identificaron ciertos problemas del uso de estas herramientas en el contexto escolar (enfoque tecnicista vs enfoque educativo).



Así, se inició con la etapa de investigación, la cual requería complementarse con un plan de acción que permitiera buscar mejoras al problema encontrado para completar, efectivamente, un proceso de investigación-acción.

Por esta razón, durante la asignatura de Práctica Docente II que se cursó de agosto a noviembre de 2013, se trabajó en el Bachillerato Universitario de la UNAM: CCH plantel Sur, para poder llevar a cabo la acción descrita en el capítulo II.

Antes de llevar a cabo este proceso, se realizó una evaluación de necesidades para identificar posibles limitaciones internas, situadas en el CCH, y externas, respecto a lo encontrado en la literatura sobre el uso de las TIC para el bachillerato universitario.

Para determinar posibles limitaciones internas, se contextualizó el uso de las TIC para el CCH, por lo que se realizó una investigación en DGTIC (2011) y de documentos internos de esta institución (CCH) para conocer la infraestructura tecnológica con la que dispone este centro educativo, además de aplicar un cuestionario diagnóstico, para conocer las características socio-económicas-tecnológicas de la población estudiantil que ingresa a este bachillerato.

Con respecto a las limitaciones externas, se encontró que para el bachillerato universitario en el campo de Química, hasta febrero del año 2014, se tienen sólo dos investigaciones: Corte Romero (2008) y Gasca Pineda (2008) sobre el uso de las TIC en el proceso de E/A de la Química a nivel bachillerato.

Sin embargo, se notó que dichos proyectos de investigación no cuentan con un fundamento teórico que ayude a comprender cómo integrar las TIC al contexto educativo dejando así, probablemente, la idea de que la incorporación de estas herramientas tecnológicas dentro del contexto escolar es de una forma trivial.

Con lo descrito anteriormente, se generaron ideas estratégicas para el desarrollo de esta tesis (dificultades de aprendizaje en Química, infraestructura aceptable de TIC en el CCH, enfoque tecnicista vs enfoque educativo y la necesidad de mostrar un sustento teórico para implementar las TIC en el aula).

Para este caso particular, se optó por trabajar sólo con la dificultad de la naturaleza corpuscular. Esto, debido a que es un tema fundamental en la Química como ya se describió en el capítulo I. No obstante, es un tópico que es difícil de enseñar y aprender debido a que las ideas que postula se contraponen con las creencias de los estudiantes que han adquirido a lo largo de su vida, provocando así, la generación de varias concepciones alternativas que limitan el aprendizaje de este tema.

Ahora bien, se piensa que al integrar las TIC bajo un enfoque educativo, como una herramienta didáctica para enseñar este tópico, de acuerdo con Gilbert (2008) y Justi (2011), se pueden minimizar estas concepciones alternativas; provocando así, que el aprendizaje de este tema sea más accesible para los alumnos.

Cabe destacar que al usar las TIC bajo este enfoque se buscó explotar el potencial que estos recursos pueden ofrecer al campo educativo. Para esta tesis se utilizaron los siguientes recursos tecnológicos:

Facebook, Google Docs, YouTube, Windows Movie Maker (WMM), Internet, Flash Player (FP), Java, Google Académico, Power Point y Pixton. Estas TIC se seleccionaron debido a que son gratuitas, de fácil acceso y manipulación. Con esto, se acotó el trabajo de investigación el cual se centró en mostrar las ventajas y desventajas de usar las TIC, bajo un enfoque educativo, dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química a nivel bachillerato (CCH).

Por tanto, se desarrolló un plan global de acción (propuesta didáctica) que ayudó a obtener evidencias para contestar la pregunta de investigación. Este diseño se centró en el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*, debido a que significa una gran dificultad de aprendizaje en la Química.

Ahora bien, para lograr un enfoque educativo en el uso de las TIC se apoyó de los modelos: Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) propuesto por Mishra y Koehler (2006, 2009) y del modelo Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition (SAMR) propuesto por Puentedura (2008, 2009).

Con este sustento teórico, se incorporaron las TIC al plan global de acción con un propósito específico, ver Tabla 12:

Tabla 12. Función de las TIC utilizadas durante la intervención didáctica.

TIC	Función
Facebook	Plataforma sincrónica y asincrónica entre alumnos y profesor.
Google Docs	Para el diseño de actividades colaborativas.
PIXTON	Realizar cómics e historietas relacionadas con el tema a enseñar.
Google Scholar	Realizar búsquedas actualizadas en Internet.
YouTube	Herramienta de apoyo visual para la enseñanza del tema.
Internet	Medio de comunicación e información.
FP	Manipular interactivos que involucren al alumno de forma activa.
Java	Presentar simulaciones que ayuden a visualizar los tres enfoques de la Química (macroscópico, submicroscópico, representacional).
Movie Maker	Edición de videos.

Una vez definido, delimitado y fundamentado el plan de acción global se prosiguió, de acuerdo con el modelo de McKernan (1988), a la etapa de poner en práctica y aplicar la acción diseñada.

- Etapa de aplicación: se realizó al cursar la asignatura de Práctica Docente II, semestre 2014-1, durante el periodo comprendido del 21 al 30 de agosto del 2013. Se tuvo una intervención total de cinco sesiones, es decir, siete horas frente a grupo con base en lo descrito en el capítulo II.
- Etapa de análisis: Se realizó una reflexión de las TIC utilizadas respecto a las ventajas y desventajas de incorporarlas bajo un enfoque educativo. Asimismo, se utilizó la Matriz TIM (versión adaptada) para valorar las medidas tomadas durante la etapa de aplicación. Para así, comprender los resultados y efectos del primer ciclo de acción y poder obtener primeras conclusiones.

En las secciones 3.5 y 3.6 de este capítulo se describirán los métodos que se utilizaron para la recolección y análisis de datos de forma cualitativa. Concluyendo el primer ciclo, el proyecto avanzó al segundo ciclo de acción, donde la experiencia y los pasos del primero se emplearon para producir una “definición revisada de la situación”. Lo relevante en esta etapa, fue que se permitió la redefinición de la situación (McKernan, 2001).

### Segundo ciclo de acción.

- Etapa de reestructuración: Se redefinió la propuesta didáctica con respecto a la implementación de algunas herramientas tecnológicas (TIC) para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. Además, se pensó en proponer un Diagrama (DATIEQ) como un apoyo para promover el uso de las TIC bajo un enfoque educativo para este tema.

Lo anterior, con base en la evidencia obtenida y el análisis profundo sobre los resultados nos llevó a tomar nuevas decisiones. Durante esta etapa, se realizó una evaluación de necesidades para establecer limitaciones internas, dentro del plan de acción global, que se detectaron durante el análisis de los resultados del primer ciclo.

Así, se modificó el plan de acción original descrito en el capítulo II, para minimizar dichas limitaciones y poder continuar con el proceso de investigación-acción que por definición, se conforma de diversos ciclos de acción que son una característica inherente de este tipo de investigación.

- Etapa de análisis de la redefinición del problema: Se analizó el plan ya revisado.

Se prosiguió a generar nuevas hipótesis en función de las modificaciones realizadas al plan de acción original y con esto poder generar otro ciclo de acción inmediato que permitiera redefinir más detalladamente el plan de acción global.

Lo anterior concuerda con el modelo de McKernan (1988) que menciona que la práctica no se puede separar verdaderamente de la crítica en el currículo, por lo que aquí se ve al profesional en ejercicio (docente) como un investigador y diseñador de su propia práctica docente, la cual está sujeta a constantes cambios o modificaciones para su mejora continua (McKernan, 2001).

En la Figura 16 se muestra un esquema, a manera de resumen, de la metodología seguida en esta investigación. Una vez descrito, se proseguirá a especificar cómo fue la recolección y el análisis de los datos.

**Figura 16. Resumen de la metodología seguido durante el desarrollo de esta tesis.**

**Ciclo de acción uno**

**Ciclo de acción dos**

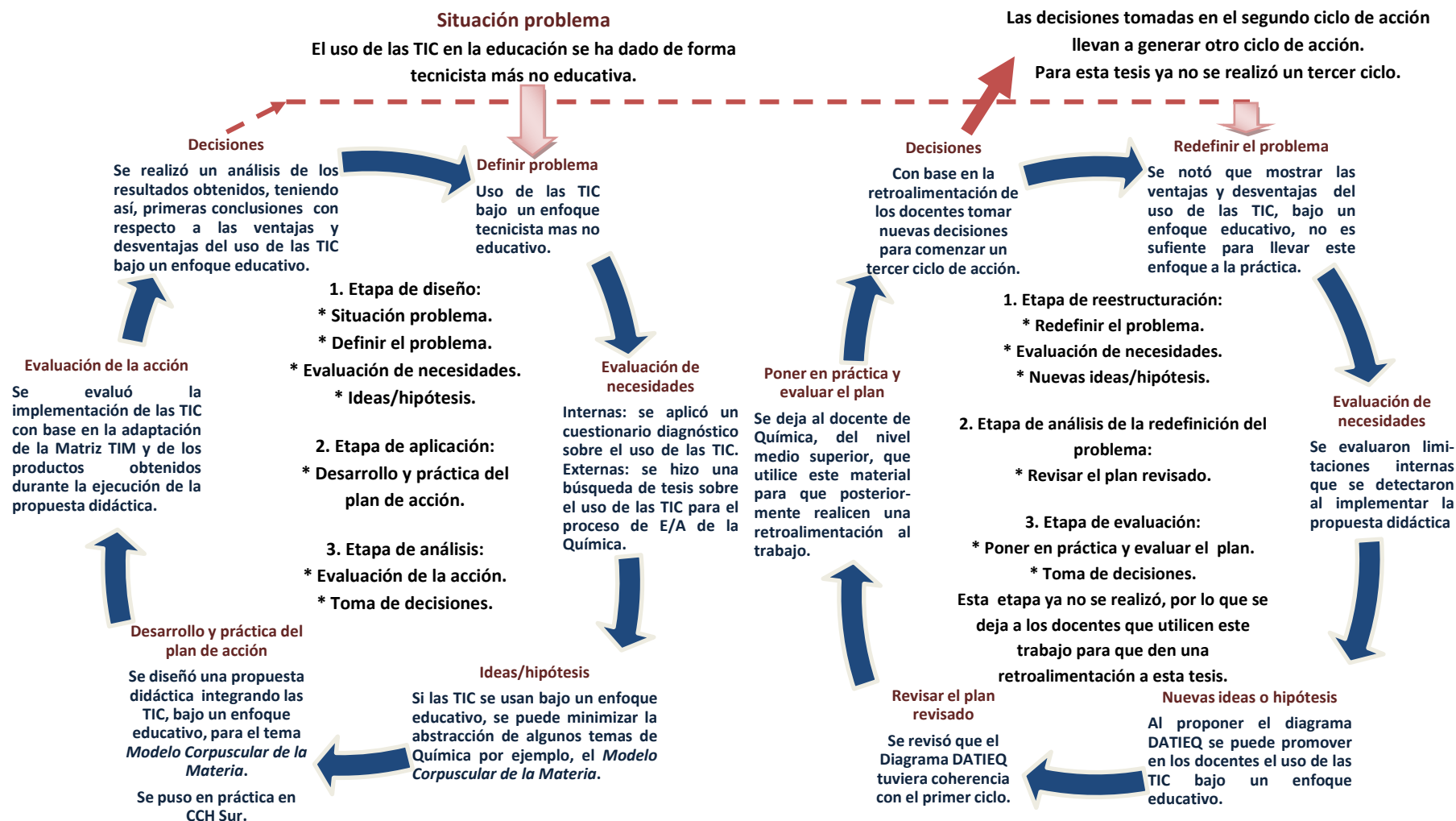
**La acción requiere mejora**

**Rumbo al tercer ciclo de acción**

Las decisiones tomadas en el segundo ciclo de acción

llevan a generar otro ciclo de acción.

Para esta tesis ya no se realizó un tercer ciclo.



### 3.5. Recolección de datos

De acuerdo con Wilson & Fox (2009a) existen tres enfoques posibles para la recolección de datos bajo un enfoque cualitativo:

- ✓ Grabar lo que sucede en el salón de clases: a través de videograbaciones y observación del trabajo de los estudiantes y maestros dentro del aula.
- ✓ Preguntar a maestros y alumnos acerca de lo que sucede en clases: mediante cuestionarios o entrevistas audio-grabadas a estudiantes y profesores.
- ✓ Otras fuentes de evidencia: por medio de análisis documental (evidencia generada durante la aplicación del plan de acción) que permitan encontrar señales o patrones con respecto a lo que se está buscando.

Para esta investigación, se seleccionaron los tres enfoques ya que cada método tiene desventajas, por sí mismo, las cuales se pretenden disminuir al utilizar las tres opciones. Esto, con la finalidad de proveer confiabilidad a los resultados y las conclusiones obtenidas ver Tabla 13:

Tabla 13. Herramientas utilizadas para la recolección de datos.

Enfoque	Herramienta	Acción
Grabar lo que sucede en clase	Observación	Durante y después de la intervención didáctica.
	Videograbación	Durante la intervención didáctica (7 horas).
Cuestionar a los alumnos y profesores	Cuestionario diagnóstico: Anexo IV	Se aplicó al inicio del curso para conocer la muestra con la que se trabajó respecto al uso de las TIC.
	Cuestionario final Anexo V	Se realizó para conocer la opinión y/o comentarios de los alumnos después de la intervención didáctica.
	Entrevista a profesor* Anexo VI	Entrevista audio-grabada semiestructurada para conocer la opinión del profesor titular sobre las TIC.
	Entrevista a alumnos** Anexo VII	Entrevista audio-grabada semiestructurada a 6 alumnos seleccionados por su desempeño académico.
Otras fuentes de evidencia	Diario de clase	Se realizaron anotaciones respecto al uso de TIC.
	Productos de propuesta didáctica	Se creó material multimedia diseñado por los alumnos y docente durante la intervención didáctica.
Especificación	Cartas de permiso Anexo I, II, III	*/** Se redactaron cartas de autorización para el profesor titular, alumnos y padres de familia.

En este trabajo, se utilizó la observación de campo la cual fue participante, no sistemática y directa. Con respecto a la recolección de datos para conocer lo que piensan los alumnos se utilizó el *cuestionario* que se diseñó considerando los criterios y reglas descritas por De Lara Guijarro & Ballesteros Velázquez (2008).

En esta investigación, se utilizaron dos cuestionarios que incluyeron preguntas abiertas (de identificación y filtro) y cerradas (de abanico y estimación), catalogadas así por el grado de libertad que se le dio al encuestado (De Lara Guijarro & Ballesteros Velázquez, 2008).

El propósito de seleccionar diversos tipos de preguntas fue con el fin de minimizar las limitaciones que cada tipo de pregunta presenta inherentemente a su naturaleza. Con respecto a su diseño, se cuidó que no hubiera un exceso de interrogantes que aburriera al encuestado. Además de que éstas fueran breves y sin palabras abstractas para evitar así, diversas interpretaciones entre los alumnos al momento de leer los cuestionamientos.

Asimismo, el orden de las interrogantes para ambos cuestionarios, se hizo con base en la técnica de dispersión y embudo. Esto, con la finalidad de evitar el falseamiento de las respuestas dadas por los encuestados (De Lara Guijarro & Ballesteros Velázquez, 2008).

Finalmente, de acuerdo con estas autoras, existen varias formas para aplicar cuestionarios. Para esta tesis, se utilizó una *aplicación colectiva* ya que los cuestionarios se aplicaron a un cierto grupo de personas en un mismo contexto e intervalo de tiempo (alumnos del grupo 157-A del CCH Sur en su clase de Química).

Ahora bien, se prosigue a explicar cómo se realizó el análisis de los datos obtenidos.

### **3.6. Métodos para el análisis de datos**

De acuerdo con Evans (2009a) las evidencias y datos obtenidos en una investigación cualitativa se obtienen en su mayoría en forma oral (entrevistas o interacción en el salón de clase), visual (videograbaciones) o de forma “cruda”.



Para su análisis, los datos cualitativos se tienen que transformar a una forma textual por medio de transcripciones. Con el fin de fragmentar o desmenuzar la evidencia obtenida para poder hacer una reflexión o crítica y así, buscar patrones o significados que ayuden a contestar la pregunta de investigación planteada.

A continuación, se describe cómo se realizó el análisis de los datos obtenidos, esto, con base en lo descrito en la sección anterior:

Grabar lo que sucede en el salón de clase

Se utilizó el diario de clase, notas de campo, registros de incidencias y videgrabaciones que ayudaron a no distorsionar la información recolectada mediante la observación y por ende analizar la información recabada, ver Tabla 14 (De Lara Guijarro & Ballesteros Velázquez, 2008).

Tabla 14. Herramientas utilizadas para analizar lo que sucedió en el salón de clase.

Herramienta	Descripción	Expresión de respuesta
<b>Diario de clases</b>	Se realizó mediante narrativa de lo que ocurría día con día en el salón, durante todo el semestre, con respecto a la utilización de las TIC como herramienta didáctica o de apoyo al aprendizaje por parte del profesor y/o alumnos. Además de describir hechos vinculados con la intervención didáctica que permitieron evaluar ventajas y desventajas de las TIC en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje para el tema <i>Modelo Corpuscular</i> .	Narrativo y Cualitativo
<b>Notas de campo</b>	Se utilizó esta herramienta para describir aspectos inesperados, datos que previamente no estaban programados con respecto a la utilización de las TIC, bajo un enfoque educativo, para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química por parte del profesor o alumno. Para esto, las notas de campo debían de responder las siguientes preguntas: ¿qué?, ¿quién?, ¿dónde?, ¿cómo?, ¿cuándo? Para tener así un análisis de resultados.	
<b>Registro incidentes críticos</b>	Se describieron aquellos hechos que resultaron significativos, que se repitieron a menudo o comportamientos atípicos positivos/ negativos respecto a la implementación de las TIC.	

	Esto, con el fin de tener datos desde diversas perspectivas, los cuales ayudaron a tener un panorama más amplio al momento de contestar la pregunta de investigación.	Narrativo y Cualitativo
<b>Video-grabación</b>	Se videograbó la intervención didáctica (cinco sesiones totales, siete horas) por lo que se realizaron transcripciones de algunos segmentos, los cuales, ayudaron a contestar la pregunta de investigación.	

Es importante mencionar que al hacer una narrativa o transcripción no sólo se tienen letras sin sentido sino por el contrario, dichas transcripciones muestran algo más allá que sólo una serie de signos, ya que se trata de reflejar el lenguaje no verbal y emociones de los participantes a través de considerar lo descrito por Evans (2009a) en relación con la forma en que deben realizarse las transcripciones.

Preguntar a maestros y alumnos acerca de lo que sucede en clase, ver Tabla 15:

Tabla 15. Herramientas utilizadas para analizar la opinión de los participantes.

Herramienta	Análisis de datos
<b>Cuestionario</b>	Se elaboraron dos cuestionarios que contenían preguntas abiertas y/o cerradas. Para analizar la información obtenida se basó en lo descrito por Wilson & Fox (2009b). Es decir, se interpretó la información por medio de la realización de gráficas de barras, de distribución (pastel) y de interpretación cualitativa de los datos, de acuerdo al tipo de pregunta e información que se quería conocer.
<b>Entrevistas</b>	Con respecto a las entrevistas, éstas fueron semiestructuradas para conocer la opinión de la profesora titular y de seis alumnos seleccionados de acuerdo a su desempeño académico, así como por su comportamiento hacia el uso de las TIC. Se utilizaron transcripciones y codificaciones para trasladar los datos crudos hacia una referencia conceptual.

Finalmente, con respecto a otras fuentes de evidencia, ver Tabla 16:

Tabla 16. Herramientas utilizadas para analizar otras fuentes de evidencia.

Herramienta	Análisis de datos
<p><b>* Productos obtenidos durante la intervención didáctica</b></p>	<p>Durante la aplicación de la propuesta didáctica se obtuvieron varios productos relacionados con la utilización de los recursos de Internet (TIC) dentro del salón de clase, los cuales, fueron interpretados por el autor de esta tesis para tener herramientas suficientes para poder contestar la pregunta de investigación.</p> <p>Cada herramienta multimedia tuvo un propósito específico dentro del plan global de acción para generar un determinado producto o acción que ayudara a obtener evidencia como soporte para el desarrollo de la investigación.</p>

Cabe señalar que la inclusión de las TIC, utilizadas para esta tesis, funcionaron como un apoyo para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E/A) del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*, por lo tanto, el análisis de resultados se hará en función de estos dos rubros (E/A). Ya que es requerido para contestar la pregunta de investigación planteada.

Lo anterior, con el fin de conocer las ventajas y desventajas del uso de las TIC utilizadas y con esto, poder generar o diseñar el Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ) para este tema en particular.

Por otra parte, en el siguiente punto se presenta la validez y confiabilidad utilizada en este proyecto de tesis.

### 3.7. Validez y confiabilidad

La confiabilidad se refiere al rigor, consistencia y sobre todo integridad en la investigación, siendo éste un paso previo y fundamental para la validación. La validez en el contexto de la investigación cualitativa, está referida a la precisión con que los hallazgos obtenidos reproducen efectivamente la realidad empírica y los constructos concebidos que caracterizan realmente la experiencia humana (Evans, 2009b).

Para este caso en particular, se siguió una confiabilidad y validez interna de acuerdo con Evans (2009b):

- Confiabilidad interna: se evidencia cuando varios observadores estudiando la misma situación, concuerdan en los hallazgos, evidencias y conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto de investigación.

El nivel de consenso entre diferentes observadores de la misma realidad (*comité tutor MADEMS y profesora titular del grupo*) eleva la credibilidad así como la seguridad de que el nivel de congruencia de los fenómenos en estudio es consistente y por ello puede garantizar un mejor equilibrio de las observaciones, los análisis y la interpretación.

- Validez interna, la credibilidad se logra cuando el investigador, a través de observaciones y conversaciones con los participantes del estudio, recolecta información que produce hallazgos que son reconocidos por los informantes como una verdadera aproximación sobre lo que ellos piensan y sienten.

Para ello se emplearon como herramientas de recolección de información: registros, narraciones, observadores, entrevistas, observaciones a participantes, videos y cuestionarios.

Una vez que en este capítulo se ha descrito la metodología, en el siguiente se muestran los resultados y su análisis con base en lo que hasta aquí se ha presentado.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. Introducción

En el presente capítulo se describen y analizan los resultados obtenidos respecto a las ventajas y desventajas que se detectaron con el uso de las TIC, bajo un enfoque educativo, durante el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

Para lograr lo anterior, este capítulo se divide en tres secciones. En el primer apartado, se muestra y discute el resultado obtenido con la aplicación del cuestionario diagnóstico al inicio del semestre 2013-1, que se hiciera para conocer si la población participante contaba con computadora, Internet y con conocimientos respecto al uso de las TIC, con el fin de saber si era viable o no, para la población participante, el incorporar herramientas tecnológicas como un recurso didáctico.

En la segunda sección, se puntualizan las ventajas y desventajas encontradas respecto al uso de las TIC, bajo un enfoque educativo, para el proceso de Enseñanza y Aprendizaje del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. Lo anterior, con base en los resultados obtenidos de: observaciones, grabaciones y entrevistas hechas a algunos alumnos, así como a la profesora titular del grupo donde se realizó el estudio.

En el tercer apartado, como producto del análisis de las secciones anteriores, se muestra el Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ), diseñado como producto de este trabajo cuya función es promover el uso de las TIC, bajo un enfoque educativo para el tópico *Modelo Corpuscular de la Materia* a nivel bachillerato. Finalmente, se describen algunos comentarios respecto al Diagrama DATIEQ.

## 4.2. Primera sección: Contextualización del uso de las TIC en el CCH

### 4.2.1. Cuestionario inicial: viabilidad del uso de las TIC en el CCH

Como ya se describió en el capítulo de metodología, al inicio del semestre 2014-1 se aplicó un cuestionario diagnóstico a veinticinco alumnos (n= 25) cuya finalidad fue: conocer las características generales de esta población, específicamente si contaban con acceso a Internet y a computadora. Además de averiguar si estos recursos tecnológicos fueron utilizados por sus maestros del Nivel Secundaria.

Este cuestionario sirvió para analizar si era viable el uso de estas tecnologías como una herramienta didáctica para la clase de Química, específicamente, para la población de estudio de este centro, contextualizando así, el uso de las TIC, ya que para integrar estas tecnologías al ámbito escolar es importante realizar primero un estudio que ayude a concluir si es factible o no su inclusión al campo educativo.

El cuestionario consta de nueve preguntas las cuales se pueden englobar en cinco rubros: a) conociendo a la población, b) acceso a computadora e Internet, c) uso frecuente del Internet, d) uso de las TIC como apoyo didáctico en la educación secundaria y finalmente, e) conocer la opinión de los estudiantes respecto al uso de las TIC en la escuela. A continuación se presentan los resultados de cada sección:

- a) Conociendo a la población.

Se realizaron dos preguntas para conocer la edad y género de los participantes en esta investigación, al analizar la información se obtuvieron los siguientes datos:

La edad de los participantes en esta investigación, oscila en un intervalo de los catorce a los veintitrés años, siendo la edad predominante; los quince años (16) y el resto se distribuye así: catorce años (2), dieciséis años (5), veinte y veintitrés años (2). Con respecto al género se tiene que hay dieciséis mujeres y nueve hombres.

De acuerdo con Prensky (2001a,b) los alumnos de este grupo, en su mayoría, son considerados *Nativos Digitales* ya que son personas nacidas desde mediados de los años 90's en adelante. Mientras que sus profesores por ende, son *Inmigrantes Digitales* ya que nacieron antes de los años 90's.

Cabe destacar que estos términos describen un cambio generacional respecto a la cultura tecnológica. Los *Nativos* nacieron en una cultura digital, mientras que los *Inmigrantes* vivieron una era analógica y migraron al mundo digital luchando para adaptarse al progreso de las nuevas tecnologías (Prensky, 2001a,b).

A este respecto, se piensa que los docentes deben integrar las TIC a su práctica docente como una herramienta didáctica para estar actualizados y por ende, proveerles a sus alumnos las herramientas necesarias que les ayuden a enfrentar el mundo actual que les tocó vivir.

Por otra parte, no se encontró en la literatura alguna investigación que relacionara si el género tiene alguna influencia en el comportamiento respecto al uso de las TIC. En este caso en particular se presenta este dato sólo para conocer la distribución mujer-hombre dentro del grupo de estudio.

Ahora bien, se pasará al segundo rubro para conocer la situación de acceso a computadora e Internet, con la que cuentan los alumnos inscritos en este centro educativo (CCH) y, en específico, del grupo 157-A.

- b) Acceso a computadora e Internet.

Esta sección se conformó por tres preguntas de nueve totales, que conformaron el cuestionario inicial, los resultados se muestran en seguida:

Del total de los alumnos (25) el 88% (22) cuenta con al menos una computadora en su hogar. Mientras que el 12% (3) no cuenta con computadora en su casa.

Ahora bien, tomando en cuenta sólo al 88% de los alumnos (22) que tiene acceso a computadora en su casa, se obtuvo que la mayoría cuentan con una computadora personal o de escritorio (10) y el resto, tiene laptop/notebook (8) o ambas (4).

Finalmente, se obtuvo que del 100% de los alumnos participantes (25) tienen acceso a Internet, incluso los que no tienen computadora en casa. Éstos últimos, se pueden conectar desde la escuela, ciber-café, casa de un familiar e incluso por el celular.



Al analizar estos resultados, para este grupo, se puede constatar que los alumnos tienen fácil acceso a una computadora y a Internet, lo cual indica que sí es factible utilizar las TIC como un recurso didáctico para la clase de Química.

Por otra parte, los alumnos que no cuentan con computadora en casa, no se les excluye ya que, como se vio en los capítulos I y II, el CCH tiene una infraestructura aceptable respecto a estas tecnologías, las cuales los estudiantes pueden utilizar y explotar durante su estancia en esta institución educativa.

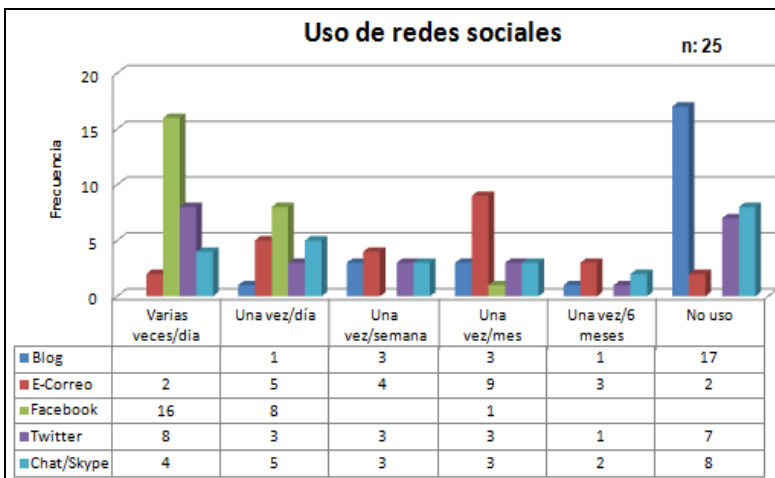
Por lo anterior se puede notar que la preocupación que tienen varios docentes respecto a la cuestión de acceso eficiente a ordenadores y redes de Internet se va minimizando día con día, lo cual concuerda con lo descrito en Talanquer (2009b), al menos, para esta institución educativa y para este grupo de alumnos.

Con esto en mente, se puede suponer que la integración de las TIC al campo educativo, en la actualidad, es una necesidad más que un lujo. Si no se hace esto, se estará desperdiciando la infraestructura disponible así como su potencial académico. Por esta razón, para esta tesis se eligieron las TIC como una herramienta didáctica.

Ahora bien, conociendo que los estudiantes son *Nativos Digitales* y que tienen acceso a Internet, puede surgir la pregunta ¿cuál es el uso que le dan a Internet?

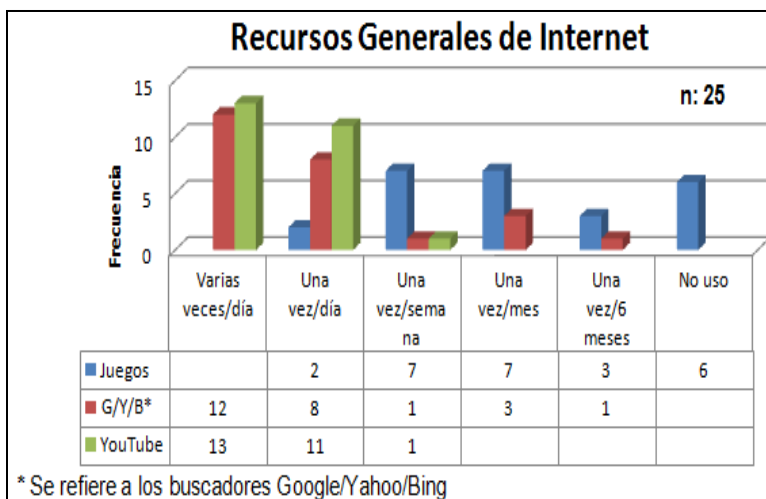
- c) Uso frecuente del Internet.

Los estudiantes utilizan mayoritariamente Internet para acceder a redes sociales, buscadores y ver videos en YouTube.



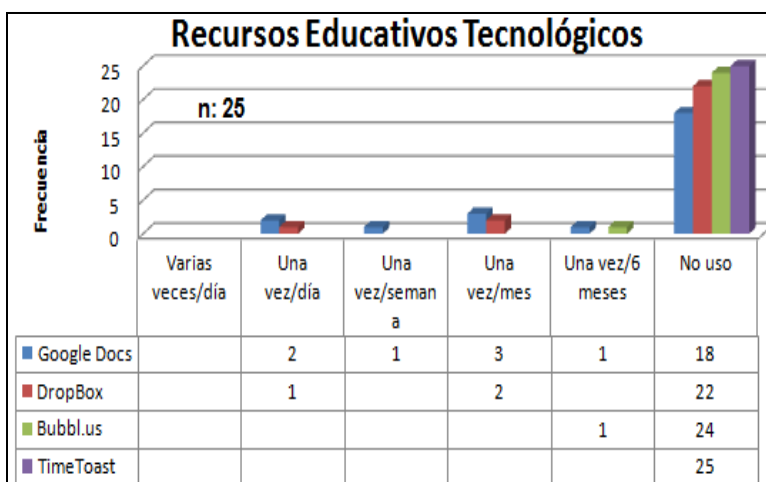
Gráfica 1. Uso de Internet: redes sociales.

Los alumnos usan más Internet para acceder a redes sociales (Facebook, Twitter, chat) y casi no utilizan los Blogs ni el correo electrónico.



Gráfica 2. Uso de Internet: recursos generales.

Los alumnos usan más Internet para ver o descargar videos en YouTube y utilizar los buscadores al hacer alguna consulta que jugar en Internet.



Gráfica 3. Uso de Internet: recursos educativos.

La mayoría de los alumnos no utilizaron recursos tecnológicos Web 2.0 en su escuela secundaria como apoyo a su aprendizaje.

Estos resultados indican que las tecnologías más utilizadas por los *Nativos Digitales*, de este grupo, son las redes sociales (ver Gráfica 1). Es decir, existe un mayor interés sobre la Web y tecnología digital 2.0.

Por esta razón, se eligió al Facebook como una herramienta didáctica para fungir como una plataforma de comunicación sincrónica y asincrónica entre alumno-alumno y estudiante-profesor. Los estudiantes frecuentemente consultan esta red la cual es gratuita, de fácil manejo e intuitiva.

Cabe destacar que no se consideró usar los Blogs o plataformas educativas (Moodle) debido a que los alumnos no tienen apego por estas herramientas, además de que no son del todo intuitivas, ni fáciles de manipular.

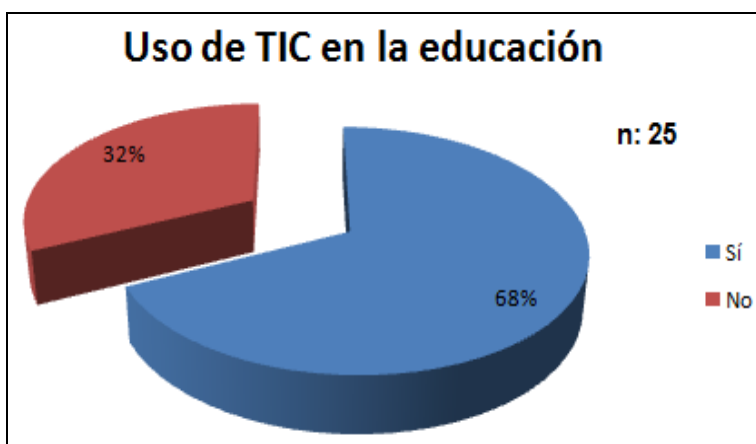
Por otra parte, la Gráfica 2 indica que los alumnos utilizan Internet principalmente para realizar búsquedas de diversa índole en Google, Yahoo o Bing. Asimismo, frecuentan varias veces al día YouTube lo cual concuerda con lo descrito por Pollard & Talanquer (2005) con respecto a que los *Nativos Digitales* crecieron en una cultura mediada por la computadora adquiriendo así, un desarrollo visual-espacial alto.

Estos talentos, se piensa, deben ser explotados por los docentes a través de permitirle al alumno que realice búsquedas en Internet, orientándolo sobre cómo buscar información en la red y no prohibiéndoselos contrarrestando así, la idea de que toda la información en Internet es errónea o que el alumno sólo la *copia y pega* sin leerla y/o analizarla.

Cabe destacar que buscar información tanto en libros de texto como en la Web es una habilidad que se debe desarrollar en el alumno para proveerle herramientas que le ayuden a enfrentar el mundo de afuera y no sólo el mundo escolar. Se debe recordar a Mishra & Koehler (2006, 2009) quienes dicen que la inclusión de las TIC por sí solas no mejora la educación. Por lo cual, se debe redefinir la práctica docente para darle cabida a estas nuevas tecnologías en el proceso de E/A.

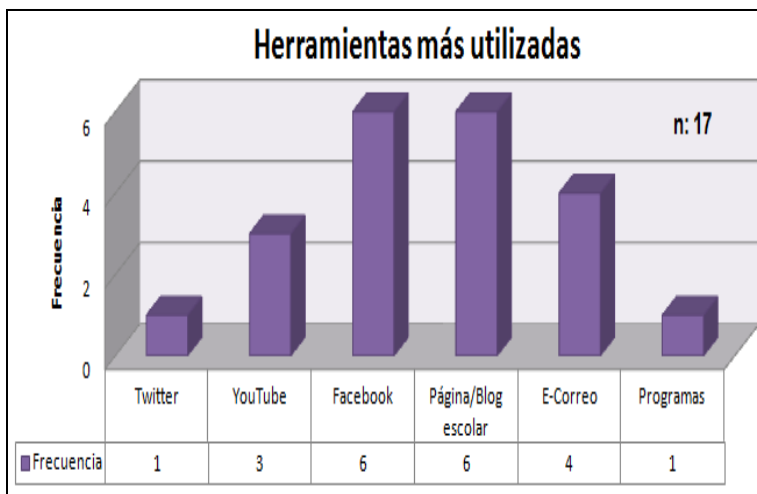
Lograr lo anterior no ha sido fácil, ya que hay muchos obstáculos actitudinales y mentales por parte de los docente, tal como menciona Talanquer (2009b), provocando así un escaso o deficiente uso de las TIC en la escuela. Se puede visualizar en la Gráfica 3 así como en los resultados obtenidos en el siguiente rubro:

- d) Uso de las TIC como herramienta didáctica en su Educación Secundaria.



Gráfica 4. Uso de las TIC en la educación secundaria.

Del 100% de los alumnos encuestados (25), sólo el 68% (17) afirmó haber utilizado alguna TIC en su educación secundaria mientras que el 32% (8) no utilizó este tipo de herramientas en la secundaria.



Gráfica 5. Recursos TIC utilizados en la secundaria.

El 68% de alumnos (17) que afirmaron utilizar alguna TIC en su secundaria, mencionaron que las redes sociales y páginas escolares fueron los recursos tecnológicos más usados por sus profesores.

Como se puede observar en la Gráfica 4, los docentes de educación secundaria, de este grupo de alumnos, tienen una apertura hacia el uso de estos recursos tecnológicos en su práctica docente. No obstante, ¿qué tipo de TIC usan?

Al observar la Gráfica 5 se puede resaltar que los profesores utilizaron, principalmente, tecnologías Web 1.0 de sólo lectura, tales como; páginas o blogs escolares, correo electrónico o programas especiales para un área de la enseñanza (tabla periódica virtual), los cuales como se vio en el marco teórico, fomentan la pasividad del alumno, la memorización y la recuperación de la información. Es decir, los estudiantes sólo actúan como consumidores de la información más no como productores.

Asimismo, se tiene una comunicación monodireccional en la cual el docente es quien toma las decisiones y no el alumno, teniéndose por tanto, un enfoque tecnicista del uso de las TIC con base en lo descrito por Daza Pérez (2009), Rubio (2010) y Pintó (2011). Ahora bien, ¿dónde queda la tecnología Web 2.0?, y más aún ¿qué pasa con los recursos Web 3.0?

En la Gráfica 5 también se observa que los docentes recurren al uso de redes sociales, tecnología Web 2.0, sólo por ser una tecnología digital muy utilizada por los adolescentes (ver Gráfica 1) como un medio de comunicación y no porque le encuentren una ventaja significativa a este tipo de tecnologías. ¿Por qué se dice lo anterior?

Al analizar la Gráfica 3, se puede observar que los alumnos desconocen, en su mayoría, los recursos tecnológicos educativos más comunes relacionados con la Web 2.0, ya que sus maestros dentro de su práctica docente no incluyeron estas tecnologías ni explotaron el potencial que ofrecen al campo educativo, como ya se describió en el marco tecnológico (capítulo I).

Por esta razón, para esta tesis, se decidió hacer un estudio sobre las ventajas y desventajas del uso de las TIC, bajo un enfoque educativo, como una herramienta didáctica, con el fin de mostrar a los docentes otro enfoque (educativo) de la incorporación de las TIC al contexto escolar.

Ahora bien, ¿qué opinan los alumnos respecto a este tema? Saber esto es relevante debido a que muy pocas veces se le permite al alumno expresarse en un entorno en donde es uno de los protagonistas en conjunto con el docente. A continuación, se describen las opiniones de los alumnos respecto a este tema.

- e) Opinión de los alumnos respecto al uso de las TIC en el campo educativo.

Al cuestionar a los alumnos sobre si es benéfica la incorporación de las TIC al campo educativo, el 92% de los alumnos (23) mencionaron que puede existir un beneficio al incorporar estos recursos tecnológicos en la escuela. Mientras que el 8% (2) están en duda o no observan un beneficio significativo al usar las TIC en el contexto académico.

Por otra parte, se les preguntó a los alumnos *¿consideras que la integración del Internet en el curso de Química I beneficiará tu desempeño académico?*

Las respuestas que dieron a esta interrogante se pueden clasificar en cinco rubros:

- ✓ Sí beneficiaría la inclusión de las TIC en el desempeño académico por la familiaridad con estos recursos:

“Sí, porque están a mi alcance”, “Sí, porque es un medio que visito con frecuencia” y “Sí, porque a muchos personas se nos hace más fácil en una PC que en cuadernos, libros, etc.”.

- ✓ Sí beneficiaría la inclusión de las TIC en el desempeño académico por tener una comunicación efectiva entre compañeros y con el profesor:

“Claro, podríamos ocuparlas para comunicarnos y los compañeros serían más unidos”.

- ✓ Sí beneficiaría la inclusión de las TIC en el desempeño académico por tener una mayor accesibilidad a información diversa y en específico, de la química:

“Sí, es una buena herramienta para tener información a la mano y de forma rápida”,

“Sí, porque me ayudaría a encontrar mejor información para todo lo que se desarrolle en el curso”, “Sí, porque Internet tiene muchas cosas de donde sacar información siempre y cuando se visite la página adecuada y puede ser más entretenido”.

- ✓ Sí beneficiaría la inclusión de las TIC en el desempeño académico porque podría facilitar el aprendizaje de la Química:

“Sí, ya que aprendemos mejor”, “Sí porque puedes aprender también por tu propia cuenta”.

- ✓ No beneficiaría la inclusión de las TIC en el desempeño académico por considerar a estos recursos como un factor de distracción:

“No, porque me distraerían”

Con estas preguntas se pretendió conocer la opinión de los alumnos sobre si veían benéfico o no la integración de las TIC como apoyo a su aprendizaje. La mayoría de los alumnos está de acuerdo por las siguientes razones:

- Están familiarizados con estas tecnologías.
- Las reconocen como herramientas útiles en comunicación (videos, texto, imágenes).
- Pueden ser un material que ayude a los estudiantes a aprender por su propia cuenta, a su propio ritmo y a su propio gusto (podcast, video, texto, etc). Aquí, algunos alumnos hicieron hincapié en tener mesura al utilizar las TIC, ya que mencionan que no todas las páginas son fuentes confiables de información.

Por otra parte, algunos estudiantes (dos) expresaron que no son necesarias las TIC en la enseñanza, debido a que las ven como distractores y además no las consideran útiles ya que, mencionan, gran parte de su educación ha sido sin TIC.

Cabe destacar que estos dos alumnos son los de mayor edad en el grupo (ver sección a, página 81) es decir, son *Inmigrantes Digitales* con base en Prensky (2001a,b). Esto, puede ser una explicación del por qué sus respuestas fueron diferentes a las de sus demás compañeros del grupo que son *Nativos Digitales*.

En resumen, este cuestionario permitió contextualizar la escuela donde se hizo el estudio, así como la población participante para conocer si era viable la incorporación de las TIC como herramienta didáctica, de acuerdo con Mishra & Koehler (2006, 2009).

A continuación se describen los resultados obtenidos de la integración de las TIC, bajo un enfoque educativo, para el tópico *Modelo Corpuscular de la Materia*.

### **4.3. Segunda sección: ventajas y desventajas del uso de las TIC en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química**

#### **4.3.1. Productos diseñados y obtenidos durante la intervención didáctica**

En esta sección, se describen los resultados que se obtuvieron durante el diseño y aplicación de la propuesta didáctica en donde se incorporaron algunas TIC Web 2.0, bajo un enfoque educativo, para el tópico *Modelo Corpuscular de la Materia*.

Este análisis se hace con base en lo descrito en el capítulo de metodología respecto a la recolección y análisis de datos. Con ello, se pretende mostrar ventajas y desventajas del uso de las TIC para el proceso de E/A de la Química bajo este enfoque. A partir de lo anterior es que se diseñó el Diagrama DATIEQ que muestra y promueve la incorporación de las TIC al ámbito escolar bajo una visión educativa.

A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada actividad propuesta dentro del plan de acción global (propuesta didáctica) que se implementó con la finalidad de poder contestar la pregunta de investigación planteada en esta tesis.

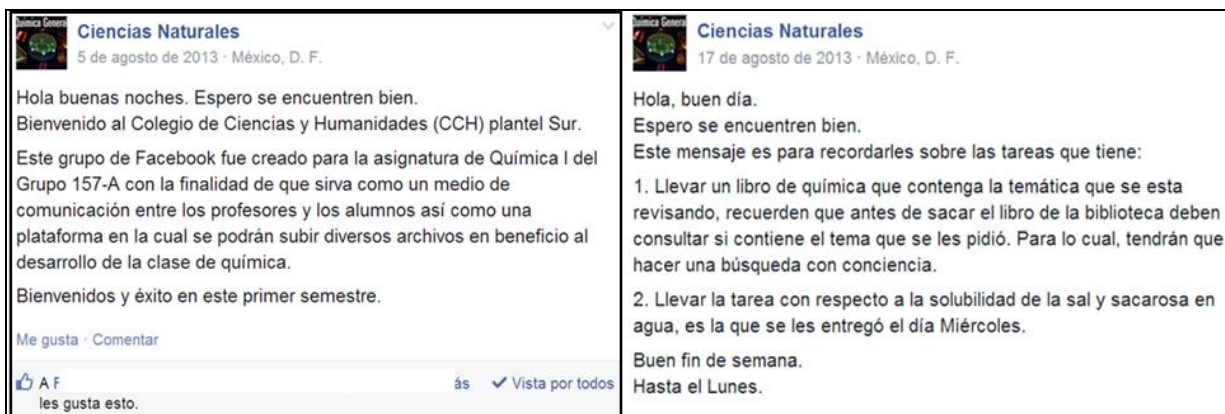


### Creación del grupo de Facebook: QUIMICA CCH 157 A

Objetivo: que el alumno utilice esta herramienta tecnológica como una plataforma para comunicación sincrónica y asincrónica.

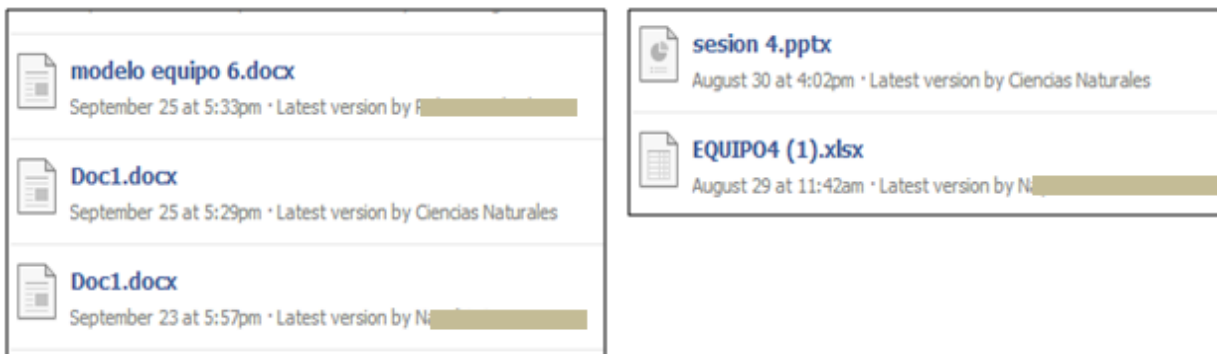
Este recurso funcionó eficientemente como un medio de comunicación sincrónica y asincrónica entre los alumnos así como entre el profesor y los estudiantes durante el desarrollo de la propuesta y posterior a ésta. En seguida se muestran los resultados:

a) Figura 17. Facebook como recurso informativo:



Esta TIC sirve como un medio informativo donde el profesor puede proveer a los alumnos de información relevante durante el desarrollo de algún tema en particular.

b) Figura 18. Facebook como una biblioteca virtual:



En esta herramienta se puede construir una biblioteca digital a través de la colaboración entre el docente y sus alumnos. En este aspecto, el estudiante no sólo toma una actitud pasiva sino también activa, ya que al elaborar material (multimedia, escrito, etc.) y compartirlo con sus compañeros, el alumno, toma un rol de productor de la información y no sólo de consumidor de ésta.

c) Figura 19. Facebook como un medio de expresión para los alumnos:





Como se puede observar en las imágenes anteriores, los estudiantes utilizaron este grupo de Facebook como un sitio en el cual podían expresarse y/o poner en prácticas su creatividad y sus habilidades tecnológicas.

Por ejemplo, algunos estudiantes redactaron resúmenes sobre lo visto y lo que entendieron con respecto a algún tema en particular, otros subían videos o imágenes editadas o creadas sobre alguna actividad experimental o ejercicio realizado en clase para expresar lo que entendieron, y otros tantos realizaban pequeños foros de discusión sobre alguna información compartida en el grupo de Facebook.

d) Figura 20. Facebook como un medio para evaluar, como un proceso, a los alumnos:







Esta herramienta fue muy útil para retroalimentar el trabajo de los estudiantes a lo largo del semestre. Esto, implicó que el docente llevara un seguimiento en el desempeño de los alumnos, además de que pudiera tener una visión sobre si la temática quedó clara o no, ayudando al profesor a tomar decisiones sobre la clase.

e) Figura 21. Facebook como un medio para evaluar a los alumnos para asignar una calificación:



Esta red social, como plataforma educativa, puede fungir como una herramienta de apoyo para calificar a los alumnos ya que Facebook es una herramienta intuitiva y compatible con muchos recursos tecnológicos, en que se puede adjuntar, de forma

sencilla, exámenes en línea, cuestionarios o ligas de Internet para resolver algún problema relacionado con alguna temática vista.

Esto puede ayudar al profesor a tomar decisiones con base en el desempeño de los alumnos y poder así, regular o modificar las clases en función de esta información.

Con todo lo anterior se puede concluir que Facebook sí cumplió con el objetivo que se tenía previsto con el empleo de este recurso de Internet dentro de la propuesta didáctica. Cabe destacar que lo anterior corresponde a ventajas que se obtuvieron de la implementación de esta herramienta tecnológica bajo un enfoque educativo.

Por otra parte, entre las desventajas que se pueden reportar para este recurso, bajo un enfoque educativo, se encuentran:

- El docente debe de invertir tiempo considerable durante todo el semestre para administrar el grupo, responder mensajes y promover el uso del Facebook.
- El grupo de Facebook se puede consultar y actualizar únicamente con una conexión a Internet, a diferencia de un libro que se puede consultar en cualquier momento.

Lo anterior, corresponde al uso de Facebook en seguida se aborda Google Docs.

#### Actividad 1: Investigación previa vía Google Docs

Para esta actividad, Google Docs fungió como un medio virtual en el cual los alumnos trabajaron colaborativamente, dentro del salón de clase, para realizar una investigación previa sobre las características de los estados de agregación del agua.




Cabe destacar que en esta herramienta se diseñó una plantilla colaborativa virtual, acorde a las necesidades específicas para el desarrollo de esta secuencia didáctica. La estructura de dicha plantilla se encuentra descrita en el capítulo II páginas 54 y 55. A continuación se presentan los resultados obtenidos para esta TIC 2.0:

- a) Figura 22. Google Docs como un recurso para organizar ideas y/o información de forma colaborativa dentro del salón de clase:

UNIDAD I Importancia del agua ☆

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Ayuda Todos los cambios guardados en Drive

€ % 123 - Arial - 10 - B I A -

A	B	C	D	E	F	G
<b>EQUIPO CINCO</b>						
		<p><b>Escribe las características del estado sólido</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Existe mucha fuerza de cohesión entre los átomos.</li> <li>2.-Al aumentar su temperatura cambia a estado líquido.</li> <li>3.-Son incompresibles.</li> <li>4.-existe poco movimiento entre los átomos.</li> <li>5.-Tiene una forma y volumen definido.</li> <li>6.-Son más densos que en estado líquido o gaseoso.</li> <li>7.-Las partículas están agrupadas en forma compacta y ordenada.</li> <li>8.-Los átomos se mueven de forma moderada.</li> </ol>				
		<p><b>Escribe las características del estado líquido</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Tienen mayor energía cinética.</li> <li>2.-Sus átomos se mueven de manera poco ordenada.</li> <li>3.-Adopta la forma del recipiente que los contiene.</li> <li>4.-Tienen poca fuerza de cohesión.</li> </ol>				
		<p><b>Escribe las características del estado gaseoso</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Un gas está compuesto de moléculas impenetrables.</li> <li>2.-Tienen forma poco compacta.</li> <li>3.-Si los comprimes cambian a estado líquido.</li> <li>4.-Sus moléculas están en movimiento rápido.</li> <li>5.-Sus moléculas tienen casi nula fuerza de cohesión.</li> </ol>				
						

Durante la realización de esta actividad se registró información en el diario de clase y de registro de incidencias críticas.

Fragmento de diario de clase.

<i>Fecha: 21 de Agosto del 2013</i>	<i>Diario de Clase: Sesión 1</i>	<i>Actividad: Google Docs</i>
<p><i>“Los alumnos, en su mayoría, se perciben motivados y trabajando en equipo con ayuda de las computadoras y de este programa. Para ellos es nuevo el uso de Google Docs y les sorprende que la información que colocan en la plantilla se almacene directamente en la red, lo cual permite que se visualice en cualquier dispositivo (computadora, Smartphone, tablet) en tiempo real...”</i></p>		
<p><i>“En la mayoría de los equipos se nota cómo algunos de los integrantes están buscando información en libros, en Internet; otros escribiendo en la plantilla de Google Docs y otros tantos, revisando la ortografía y la presentación del documento. Se percibe que están trabajando conjuntamente en esta investigación además de que se observó y escuchó que estaban discutiendo sobre el tema...”</i></p>		
<p><i>Esto se puede constatar en la videograbación correspondiente a esta sesión en particular.</i></p>		

Por otra parte, se tuvo un registro de incidencia crítica con respecto al uso de esta herramienta tecnológica, el cual se describe en seguida:

*Fecha: 21 de Agosto del 2013      Registro de incidente crítico: Sesión 1      Actividad: Google Docs*

**Contexto:** *Salón C-8 del edificio C del CCH Sur en la clase de Química, en la presentación de la sesión 1 de esta propuesta didáctica.*

**Descripción del incidente:** *En esta actividad se utilizaron las computadoras por primera vez en el semestre, lo cual causó emoción en la mayoría de los estudiantes. Además se sorprendieron de que al trabajar con Google Docs y el programa Digital HP Classroom, se formara una red virtual en donde los alumnos y el profesor podían trabajar en forma colaborativa. Por último, los alumnos no tuvieron problema alguno en la manipulación de la computadora o de los programas utilizados.*

**Causas:** *Los docentes, en su mayoría, no explotan el uso de las TIC dentro del salón de clase a pesar de que sus alumnos sean Nativos Digitales. Con esto, se están perdiendo oportunidades de aprendizaje mediadas por las TIC subutilizando así, esta infraestructura disponible que en muchas escuelas no se tiene.*

**Soluciones:** *Diseñar propuestas de secuencia didácticas que fomenten el uso de estos recursos tecnológicos.*

Al analizar lo anterior y relacionándolo con lo descrito por Alvarado Zamorano (2012), se observa que esta actividad (investigación previa en Google Docs) puede promover el aprendizaje colaborativo, el cual se define como una técnica instruccional por la cual los estudiantes trabajan en pequeños grupos sobre una tarea determinada y estructurada ya sea en un contexto presencial o virtual.

Sumando a lo anterior, esta autora también menciona que los estudiantes toman responsabilidades de su propio aprendizaje, incrementan la retención y se promueven actitudes positivas hacia el tema a tratar en clase.

Con esto, los alumnos pueden establecer roles, compartir grados de responsabilidad en torno a una actividad. Además de darles la oportunidad de apoyarse recíprocamente. Estas actitudes, descritas por esta autora, se vieron reflejadas durante el desarrollo de esta actividad. Lo anterior, se puede constatar tanto en las videograbaciones, como en el diario de clase, ver Figura 23.

b) Figura 23. Google Docs como un recurso para fomentar la retroalimentación entre pares:

Retroalimentación		
Nombre	Equipo	Comentario
Erándindini	5	Cohesión lleva acento en la o y falta explicar que esta fuerza es la que une a las partículas. Los sólidos no solo se encuentran en los polos. Falto el uso de mayúsculas.



Retroalimentación		
Nombre	Equipo	Comentario
David	1	solo hay una bibliografia
Grecia	1	Le falta poner mayusculas al inicio de la oracion
Mariana	1	es poca información (;
Jonathan	1	faltan acentos
Alan	1	solo hay una bibliografia y es poca información B

Para esta función de Google Docs se tiene una nota de campo:

*Fecha: 21 de Agosto del 2013*

*Nota de campo: Sesión 1*

*Actividad: Google Docs*

*“En esta actividad de Google Docs, los estudiantes tenían que hacer una retroalimentación virtual al trabajo realizado por sus demás compañeros, en su mayoría, no sabían cómo hacer esta tarea. Los alumnos preguntaban ¿qué se tenía que retroalimentar? si el contenido, la ortografía o la presentación”.*

*“Además, cuando cada grupo recibió su retroalimentación, pocos equipos tomaron en cuenta los comentarios para modificar su trabajo”.*

Al diseñar una red virtual de colaboración, dentro del aula, los alumnos pueden tener la oportunidad de realizar una retroalimentación (entre pares) del trabajo de sus compañeros. Esto puede ayudar a los estudiantes a visualizar cómo era su trabajo antes de la retroalimentación y después de ésta, siendo esto, una actividad muy enriquecedora en donde el alumno puede ver el avance de su trabajo. Este tipo de actividad se puede facilitar y fomentar con los recursos tecnológicos que aquí se han descrito.

Por ejemplo, si se quisiera hacer esta actividad en hojas de papel o cartulinas sería más difícil llevar a cabo una retroalimentación. Ya que se tendría que trabajar doble, ya que los estudiantes al tener el trabajo original, con los comentarios de sus compañeros, tendrían que volver a repetir todo más considerar dicha retroalimentación. Asimismo, tendrían que sacar una copia de cada versión para cada uno de los integrantes del equipo, lo cual podría provocar que el alumno, al tener muchas hojas, las perdiera con facilidad.

Lo anterior no pasaría con la utilización de las TIC 2.0, ya que éstas almacenan la información de forma virtual en la red, lo cual hace posible que esté disponible en cualquier lugar que tenga conexión a Internet y computadora. Además, se tiene la facilidad de generar varias copias, en donde se puede tener la versión original y la versión retroalimentada, en esta última sólo se hacen las modificaciones requeridas sin tener que repetir todo el trabajo.

Por otra parte, se puede notar que este tipo de actividad no es fácil para el estudiante, quizá porque no está acostumbrado a hacer una valoración del trabajo de sus compañeros y a dar por hecho que es una responsabilidad exclusiva del docente. Al fomentar este tipo de actividades se puede cambiar la percepción del estudiante de que sólo el maestro es quién tiene derecho a comentar el trabajo de los estudiantes.

- c) Figura 24. Google Docs como un recurso para fomentar el uso de citas bibliográficas en un trabajo de investigación virtual:

Bibliografía
Burns A. "Fundamentos de Química". Pearson. Mexico. 776 pag. 2011.
Pauling L. "Química general". Aguilar, España. Pp 399. 1977.
Zarraga Velazquez. "Química". Mc Graw Hill. Mexico. Pag. 62, 63, 72. 2004

Es fundamental fomentar que los alumnos realicen este tipo de actividad por dos razones:

- ✓ Como ya se mencionó en el marco tecnológico, actualmente, estamos inmersos, en su mayoría, por tecnologías Web 2.0 en dónde los usuarios podemos ser tanto consumidores y a la vez, productores de información confiable y fundamentada en un proceso de investigación.
- ✓ Es importante promover la aceptación, por parte de los docentes, del uso de información virtual confiable como lo es el producto obtenido de esta actividad. Generando así, un avance en la incorporación de las TIC al proceso de E/A.

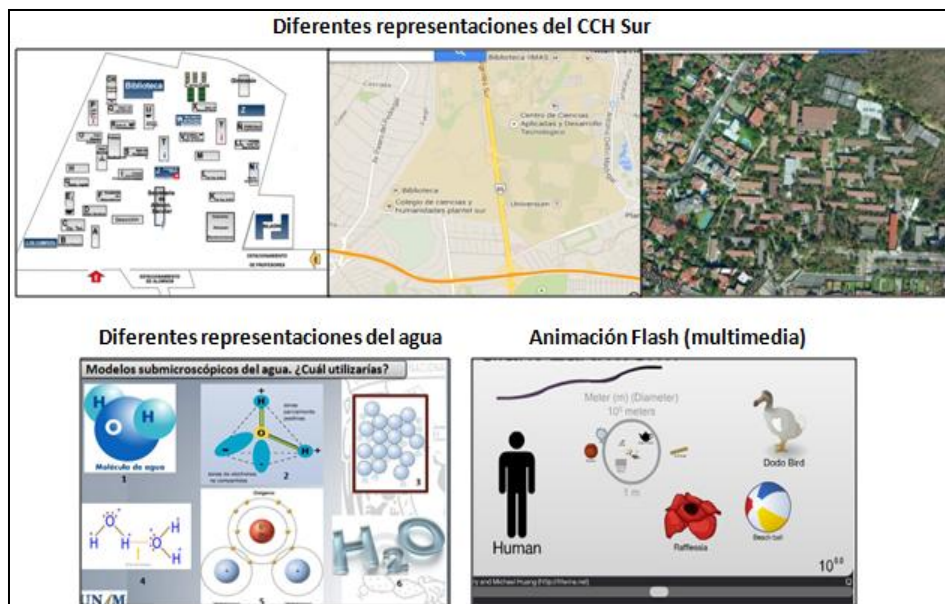
Ahora bien, lo anterior corresponde a las ventajas que se encontraron al usar Google Docs, bajo un enfoque educativo. No obstante, también se tuvieron algunas desventajas entre las cuales se tienen:

- Este recurso, a pesar de que es fácil de manejar requiere, por parte del docente, al inicio una inversión de tiempo considerable ya que después se pueden reutilizar para el diseño de otras plantillas colaborativas.
- Para potencializar el uso de Google Docs, como en este caso, se requiere conjuntarlo con el programa de HP Digital Classroom para crear un ambiente virtual entre todos los alumnos del grupo y el profesor en tiempo real.

### Actividad 2: Galería de arte del mundo submicroscópico

Para esta actividad se utilizaron las TIC del tipo visual, tales como: imágenes virtuales, Animaciones en Flash y pantallas interactivas como apoyo para desarrollar el tópico de *Modelos*. Los resultados se muestran en seguida:

- a) Figura 25. Imágenes virtuales y Animaciones Flash como apoyo visual para abordar el tema de modelos:



Estas herramientas tecnológicas se utilizaron para introducir a los alumnos al estudio de los modelos respecto a qué son, cuáles son sus características generales y cuál es su importancia en el estudio de la Química. Para esta actividad se tiene la siguiente nota de campo:

*Fecha: 23 de Agosto del 2013      Nota de campo: Sesión 2      Actividad: Actividad 2*  
*“Los alumnos, en su mayoría, se muestran interesados en la clase, en general, y en específico, se notan interesados en las imágenes que se mostraron para explicarles qué es un modelo y por qué existen muchos modelos para un mismo objeto o sustancia”.*  
*“Por otra parte, al cuestionar a los estudiantes sobre el tamaño de los átomos, ellos sólo decían que eran “pequeños”. Al presentarles la Animación flash que muestra un viaje de lo más grande a lo más pequeño, los alumnos se mostraron sorprendidos, participativos e interesados en el tema”.*  
*(Lo anterior se puede observar en la videgrabación correspondiente a esta sesión).*

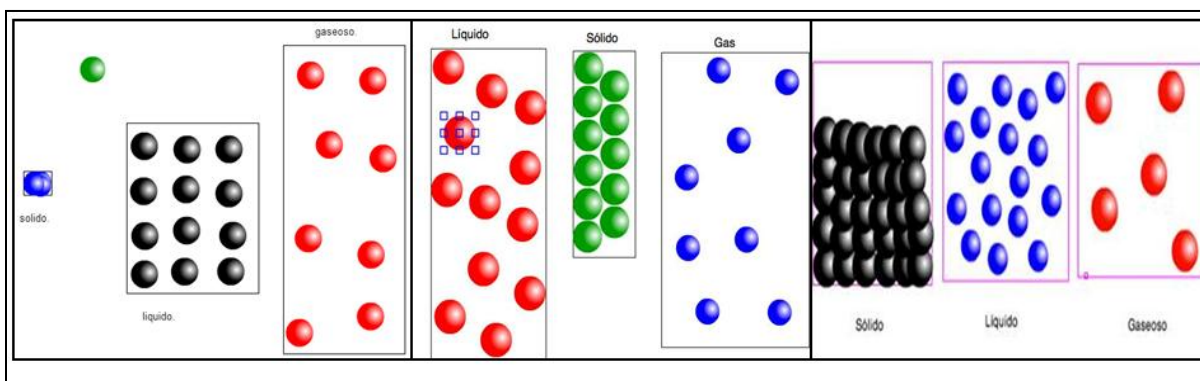
Para esta labor se utilizaron imágenes visuales y multimedia ya que, de acuerdo con Pollard & Talanquer (2005), los estudiantes tienen una alta habilidad visual-espacial que han desarrollado día a día con el uso de las TIC.

Ahora bien, esta actividad se implementó ya que de acuerdo con Chamizo (2010b) es necesario reestructurar la enseñanza de las ciencias a través de modelos, tomando en cuenta que aprender a hacer ciencia implica que los alumnos sean capaces de diseñar, expresar y analizar sus propios modelos, es decir, modelar.

Para lograr lo anterior, es importante, primero, introducir al alumno a que conozca que un modelo es una representación de una porción de la realidad, la cual tiene limitaciones y está en constante cambio.

Al explicar esto con imágenes visuales y Animaciones Flash se observó que la clase fue dinámica, ya que los alumnos participaron constantemente y, sobretodo, visualizaron el tamaño nanoscópico del átomo a través de hacer un viaje, dentro del aula, de lo más grande a lo más pequeño del universo.

b) Figura 26. Pantallas interactivas como herramienta para elaborar modelos:



Para esta actividad se tuvo un registro de incidente crítico:

*Fecha:* 23 de Agosto del 2013      **Registro de incidente crítico:** Sesión 2      *Actividad:* Galería de arte del mundo submicroscópico.

**Contexto:** Sesión dos de la propuesta didáctica en el laboratorio C-8 del CCH sur.

**Descripción del incidente:** Los alumnos participantes, en su mayoría, no tuvieron problema alguno en el manejo de esta programa, por lo cual, no se requirió invertir tiempo en explicarles como manipularlo.

**Causas:** Esto se debe a que son nativos digitales además de que intrínsecamente tienen una habilidad en el manejo de las TIC. Este incidente se puede observar en la videgrabación correspondiente a esta sesión.

**Comentario:** Se deben incluir en el aula más actividades que promuevan la explotación de las habilidades que tienen los alumnos en el manejo de las TIC.

Con base en lo descrito por Guevara & Valdez (2004), Chamizo Guerrero (2010a,b), Justi (2011) y Caamaño (2011), los modelos son representaciones de un objeto, proceso o fenómeno con la finalidad de explicar su estructura, funcionamiento y predecir futuros estados.

Asimismo, estos autores hacen alusión a que no debe olvidarse que son representaciones parciales de la realidad, lo que implica que no son la realidad ni copias de ésta y que se caracterizan frecuentemente mediante recursos **visuales** u objetos materiales.

En este caso particular se utilizaron los recursos visuales virtuales debido a que tienen algunas ventajas sobre los recursos materiales, por ejemplo:

- El producto obtenido (modelo virtual) se puede conservar, guardándolo en la red o imprimiéndolo, con el fin de que el alumno pueda poner a prueba su modelo al tratar de explicar ciertos fenómenos y con ello pueda realizar una reestructuración de su modelo, comparando así, el antes (basado en sus creencias) y el después (elaborado con ideas científicamente aceptadas).  
Lo anterior, no se podría lograr fácilmente si se utilizan materiales físicos debido a la dificultad de guardarlos y transportarlos, lo cual puede provocar que el alumno lo deseche con facilidad una vez terminada la sesión.
- Para los alumnos (*Nativos Digitales*), el manejar materiales físicos puede ser menos atractivo que el acceder a recursos visuales virtuales.
- Los materiales físicos pueden ser un distractor entre los alumnos.
- Con este tipo de recursos tecnológicos se evita usar materiales contaminantes tales como: unicel, plastilina, pintura o palillos.

Con esta actividad se pretendió que los alumnos concibieran a los modelos como algo incompleto, que tiene limitaciones, que no es la realidad y cuyo fin es el facilitar la visualización y/o comprensión conceptual del objeto modelado. A través de promover un proceso de aprendizaje activo en donde se requiere que los estudiantes construyan sus propios esquemas para asimilar nuevos conceptos (Guevara & Valdez, 2004; Justi, 2011; Caamaño, 2011; Alvarado zamorano, 2012).

- c) Pantalla interactiva como una herramienta para detectar concepciones alternativas.

Al analizar los modelos de los alumnos respecto a la estructura submicroscópica de los tres estados de agregación del agua (ver inciso anterior), se puede notar que representaron al estado sólido con partículas conglomeradas, mientras que los estados líquido y gaseoso los representaron con partículas separadas dispersas por todo el marco, el cual hace alusión a un vaso de precipitados.

En este caso no se encontró una diferencia entre el estado líquido y gaseoso, por lo cual se pidió a los integrantes de cada equipo que explicaran el por qué de sus modelos, con lo cual se obtuvo la siguiente nota de campo:

*Fecha: 23 de Agosto del 2013*

*Nota de campo: Sesión 2*

*Actividad: Galería de arte*

*“Al cuestionar a los alumnos sobre el por qué de sus modelos, las respuestas fueron: porque así está en los libros, porque así me acuerdo que me lo enseñaron”.*

*“Después se les cuestionó qué había en las separaciones entre las partículas en su modelo del líquido y gas a lo cual ellos respondieron: aire, oxígeno, nitrógeno, polvo”.*

*“Ningún equipo pudo justificar el diseño de sus modelos”*

Con lo anterior, se puede analizar que el diseño y elaboración de modelos realizados por los alumnos estuvieron basados en dos vertientes: por su conocimiento declarativo o memorístico y por sus creencias o concepciones alternativas.

En resumen, este recurso TIC, el cual es gratuito y fácil de manejar, puede ser una buena fuente para obtener concepciones alternativas y así, poder trabajar con ellas de forma visual para que se contrasten con las ideas que son las científicamente aceptadas para el tema del *Modelo Corpuscular*.

*Actividad 3 (la materia no es como la pintan), 4 (percibiendo lo que a simple vista no se ve) y 5 (¿Cómo influye la temperatura en los cambios de estado de agregación?)*

Se decidió presentar tres actividades de forma simultánea debido a que en éstas se utilizaron las TIC como una herramienta didáctica para promover una enseñanza basada en modelos.



De acuerdo con Guevara & Valdez (2004) y Erduran (2007), la función de los modelos es la explicación y predicción de fenómenos observables. Dentro del contexto académico son raramente reconocidos así, por los estudiantes.

Para revertir este problema, estos autores, recomiendan introducir los modelos al enseñar ciencias y, a la vez, hacer ver a los alumnos cómo y por qué se han construido estos modelos, lo cual se puede lograr a través de enseñar un determinado tema de Química estableciendo con toda nitidez cuáles son los datos primarios (experimento en sí), cuáles las leyes sobre las que se basarán la interpretación, análisis y eventual correlación y, finalmente, cuál es el modelo que permitirá “ver” el fenómeno o sistema en estudio.

Por su parte Justi (2011) y Caamaño (2011), refieren que en la enseñanza de la ciencia, los libros y/o el profesor son los que presentan los modelos que deben de aprender los alumnos. No obstante, los modelos científicos al ser complejos son simplificados por los libros y el docente, a los cuales se les llaman *modelos curriculares*.

Estas autoras también hablan de *modelos de enseñanza* que son representaciones diseñadas con el fin de ayudar a los alumnos a aprender algún aspecto del modelo curricular. En esta categoría se encuentran a los dibujos, Simulaciones, modelos concretos o analogías.

Independientemente del tipo, los *modelos de enseñanza* pueden ser muy poderosos para ayudar a comprender los modelos curriculares debido a que favorecen a la visualización de conceptos o explicaciones abstractas en la mente de los estudiantes. Por ello, los maestros deben de incluir en sus planeaciones didácticas un proceso de Enseñanza-Aprendizaje basado en modelos (Justi, 2011; Caamaño, 2011).

Para tratar de lograr lo anterior, se utilizaron los siguientes recursos tecnológicos virtuales:



Simulaciones de PhET de la Universidad de Colorado (JAVA) respecto a la *Naturaleza Corpuscular de la Materia*, videos de YouTube editados por Windows Movie Maker y Google Académico (Scholar).

A continuación se describen los resultados obtenidos para cada recurso TIC usado:

- a) Simulaciones como una herramienta didáctica para “crear” un puente entre el mundo macroscópico y submicroscópico.

Se utilizaron simulaciones PhET relacionadas, por un lado, con un modelo submicroscópico de los estados de agregación del agua, y por el otro, con la forma en que se representan a nivel nanoscópico los cambios de fase. A continuación se muestra el diseño de estas Simulaciones, ver Figura 27:

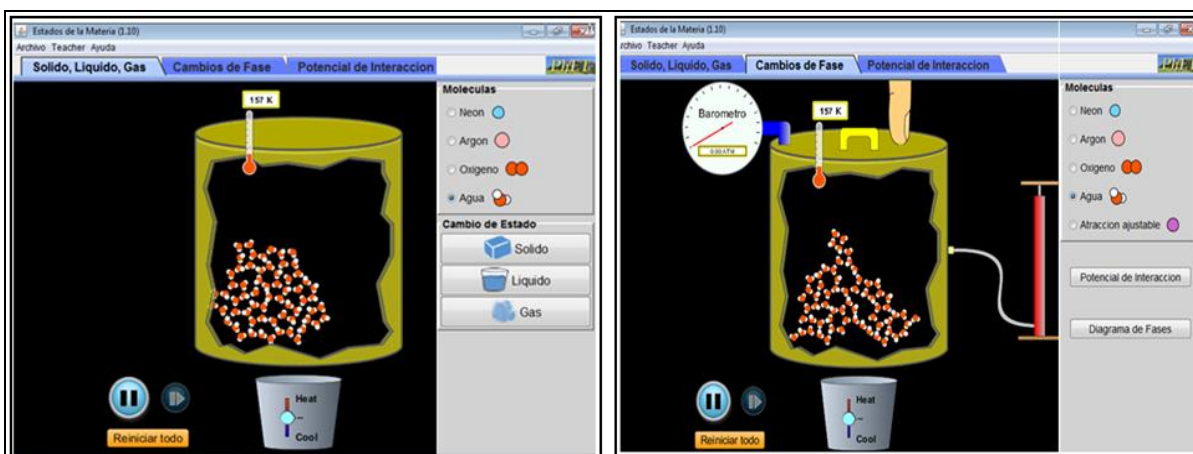


Figura 27. Simulaciones utilizadas durante el desarrollo de la intervención didáctica.

Para esta actividad se tiene el siguiente registro de incidente crítico:

*Fecha: 28 de Agosto del 2013      Registro de incidente crítico: Sesión 4      Actividad: ¿cómo influye la temperatura en los cambios de estado?*

**Contexto:** Laboratorio C-8 del CCH sur, en esta actividad se empezó a retomar las ideas principales generadas desde la sesión 1 hasta esta actividad para tener una visión global del tema.

**Descripción del incidente:** Las Simulaciones se utilizaron a manera de cierre para discutir las ideas generadas por los alumnos al ir reestructurando su modelo. En este punto, al ser las simulaciones interactivas, se notó a los alumnos muy interesados, sorprendidos y participativos. Lo anterior, provocó que los alumnos expresaran sus dudas, comentarios o relacionaran lo visto para explicar otros fenómenos de su vida cotidiana.

**Causas:** De acuerdo con Pollard y Talanquer (2005) los alumnos han crecido con la multimedia, la cual es atractiva y motivadora para ellos.

De acuerdo con Erduran (2007), Chamizo Guerrero (2010a,b), Justi (2011) y Alvarado Zamorano (2012) un importante aspecto del aprendizaje en ciencias, es conciliar el mundo de los modelos con el de los objetos, donde la tarea de la modelización es ayudar a los estudiantes a desarrollar una relación entre esos dos mundos.

Se piensa que en este caso lo anterior se logró al integrar estas Simulaciones que sirvieron de contraste con los fenómenos observados por los alumnos en el laboratorio, lo cual provocó que se creara un puente entre estos dos mundos.

A este respecto, las Simulaciones al ser interactivas pueden promover la participación de los alumnos, minimizar la abstracción del mundo submicroscópico y realizar múltiples experimentos sin necesidad de gastar material de laboratorio.

Por otra parte, entre las desventajas que se pueden encontrar, de este recurso tecnológico bajo un enfoque educativo, se tienen que:

- Se debe invertir tiempo en la búsqueda de Simulaciones que no tengan errores en su programación, ya que de lo contrario se pueden promover concepciones alternativas. Asimismo, el docente debe dedicar tiempo en estudiar a fondo cómo funciona y ver cuáles son sus bondades para así, explotar esta herramienta
- Estos recursos tecnológicos sólo se visualizan si la computadora tiene instalado y actualizado el applet de JAVA.
- En su mayoría, las simulaciones están disponibles en idioma inglés lo cual puede ocasionar, en algunos alumnos, un problema de comunicación.

En seguida se abordan los resultados obtenidos de los videos educativos de YouTube utilizados.

- b) Videos de YouTube, editados con *Movie Maker*, como un recurso para mostrar experimentos que no se pueden realizar en el laboratorio y/o mostrar analogías.

Para este caso en particular, se utilizaron dos videos: “La Teoría Molecular de la Materia elaborado por la *Encyclopaedia Britannica Films*” y “La Teoría Cinético Molecular de la Materia del canal educativo *Wegener Telsa*”. Sus portadas, se ilustran a continuación, ver Figura 28:



Figura 28. Videos educativos utilizados durante el desarrollo del tema.

Para estos recursos tecnológicos se tiene un fragmento de diario de clase:

Fecha: 26 de Agosto del 2013

Diario de Clase: Sesión 3

Actividad: Percibiendo lo que a simple vista no se ve

*“Para esta actividad se tenía contemplado hacer dos experiencias en el aula, por un lado, el movimiento Browniano en líquidos y, por el otro, este movimiento en gases. No obstante, al preguntar si se tenía el material disponible para ambas experiencias, sólo se pudo hacer con líquidos más no con los gases. Por esta razón se decidió buscar un video que mostrara este experimento, como una alternativa accesible, para que los alumnos lo pudieran visualizar y a la vez, discutir lo mostrado en este recurso tecnológico. Es decir, no pasar el video solo por pasarlo, sino explotarlo como una herramienta didáctica”*

Como se observa en el fragmento anterior, los videos pueden ser un buen recurso alternativo, de fácil acceso y manipulación, para suplir aquellas carencias de disponibilidad de materiales o reactivos a la hora de querer hacer una actividad experimental que, se piense, ayude a los alumnos durante el proceso de E/A.

En este caso en particular los videos, editados con Windows Movie Maker, fueron muy útiles ya que promovieron la participación, discusión e interés de los alumnos durante esta sesión.

Por otra parte, las desventajas que se encontraron al utilizar esta TIC, bajo un enfoque educativo, se mencionan a continuación:

- La mayoría de los videos que se obtienen de YouTube necesitan ser editados, por el profesor, mediante Windows Movie Maker u otro programa de edición. Para esto, el docente necesita invertir tiempo o tener la habilidad de editar videos.
- Se debe emplear tiempo para buscar, seleccionar los videos a utilizar y para verificar que posean información confiable. Asimismo, el profesor debe estudiar el video para que pueda seleccionar qué fragmento mostrará a los alumnos, así como diseñar el objetivo de su inclusión al proceso de E/A.

Una vez descrita esta TIC se prosigue a describir las ventajas y desventajas que se obtuvieron al utilizar Google Académico, bajo un enfoque educativo.

- c) Google Académico (Scholar) como una herramienta para promover la habilidad, en los alumnos, de búsqueda de información en la Web 2.0.

Como ya se vio en el Marco Tecnológico (capítulo I), la Web 2.0 tiene “mala fama”. Esto, debido a la gran cantidad de información disponible que contiene, ya sea esta confiable o errónea. Por tal motivo, muchos docentes prohíben a sus alumnos realizar búsquedas en la red para la realización de alguna tarea.

En contraste está la idea de que la búsqueda de información ya sea en libros o Internet es una habilidad que se debe desarrollar en los estudiantes.

Para este caso en particular, Google Académico fungió como un medio en el cual se les enseñó a los alumnos a buscar información en la red. Esta TIC cuenta con libros electrónicos, artículos, páginas Web, videos, podcast, etc., de universidades, institutos o fuentes confiables en general, los cuales, se pueden categorizar por fecha e idioma.

Para esta actividad, se generó el siguiente registro de incidencia crítica:

Fecha: 28 de Agosto del 2013

**Registro de incidente crítico:** Sesión 4

Actividad: ¿cómo influye  
la temperatura en los estados de agregación?

**Contexto:** Actividad 4 en el laboratorio C-8 del CCH sur trabajando con las computadoras disponibles en las mesas de trabajo.

**Descripción del incidente:** cuando se enseñó a los alumnos a utilizar Google Académico para realizar búsquedas en Internet, ellos se sorprendían al ver libros electrónicos **y más aún** al saber que podían utilizar otras fuentes de información como páginas Web, videos educativos, simulaciones, podcast y multimedia en general.

**Causas:** Lo anterior, quizá, se debe al protagonismo que le han dado muchos docentes a los libros de texto, dejando fuera a otras fuentes de información (digitales) que quizá sean más afines a los alumnos.

**Soluciones:** si el CCH tiene la disponibilidad de acceso a Internet y computadoras dentro del aula, los docentes deben de promover este tipo de tecnologías, haciendo ver a los alumnos que pueden ser tanto consumidores como productores de información dentro de la Web 2.0.

Como se observa, los alumnos no ven a la multimedia como una fuente de información confiable. Por lo cual, no se dan cuenta de que este tipo de tecnología al ser interactiva y manejar recursos diversos a la vez (imágenes, texto, movimiento, sonido), puede facilitarles la comprensión de un tema, proceso que quizá no suceda con un libro.

Revertir lo anterior es tarea del docente. Por ello, se piensa que dar a conocer a los alumnos este tipo de herramientas tecnológicas, los pueden ayudar a hacer búsquedas de información en Internet de forma más adecuada. Esto, con la finalidad de abrirles el panorama en vez de limitarlos prohibiéndoles su uso.

Ahora, entre las desventajas que se pueden asociar a esta TIC se encuentran:

- Algunos materiales, por ejemplo libros, que se descargan de este portal sólo muestran algunos capítulos, es decir no están completos.
- Algunos archivos tardan en descargarse debido a su tamaño.

Con la descripción de esta TIC, se cierra la presentación de los resultados obtenidos de las herramientas tecnológicas utilizadas en estas actividades. En seguida se abordan los resultados obtenidos para la actividad 6.

Actividad 6: Simulando submicroscópicamente los tres estados de agregación del agua

Según Caamaño (2011) y Justi (2011) el papel central de los modelos en la educación en ciencias, se dirige sólo a su contenido (*modelos curriculares*), sin dar énfasis a la discusión de la naturaleza de éstos o involucrar a los estudiantes para que construyan y revisen modelos (*modelos de enseñanza*), en su lugar, los profesores usualmente presentan los modelos a ser aprendidos como hechos estáticos.

Para tratar de revertir esta visión, en esta propuesta didáctica, se utilizó la pantalla virtual interactiva descrita por Pollard & Talanquer (2005), con la finalidad de que los alumnos a través de proponer ideas y/o hipótesis con base en la reflexión de algunos experimentos elaboraran un modelo, como los que se muestran a continuación, Figura 29:

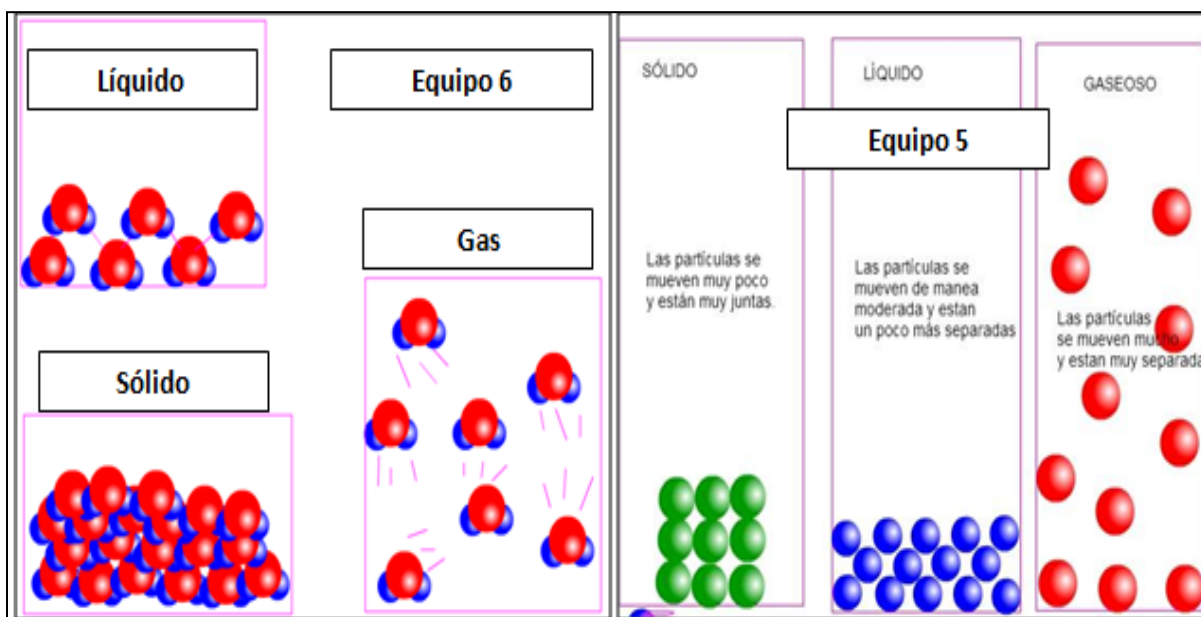


Figura 29. Modelos realizados por algunos alumnos durante la actividad 6.

Con esta actividad se buscó que los alumnos fueran partícipes en el proceso de construcción del *core* del *Modelo Corpuscular de la Materia*, así como proveerles la visión de que los modelos se construyen para desarrollar y probar ideas acerca de ciertos fenómenos que ocurren en la vida cotidiana.

Se debe recordar que los alumnos compararon este modelo final con el inicial (previo a la propuesta). Al hacer este ejercicio se tuvo la siguiente nota de campo:

*Fecha: 28 de Agosto del 2013*

*Nota de campo: Sesión 4*

*Actividad: simulación*

*“Los alumnos, en equipos, al comparar sus dos modelos, estaban sorprendidos del avance que tuvieron. Cabe destacar que en los modelos finales los alumnos ya podían elaborar una justificación del por qué de su dibujo, hecho que no ocurrió con el modelo inicial. Además, en este punto varios estudiantes ya utilizaban las ideas de que un modelo es una representación, que tiene limitaciones y por tanto puede modificarse”.*

*“Es importante resaltar que esto se logró al utilizar una pantalla interactiva la cual apoyó a los estudiantes durante todas las sesiones como un apoyo visual.”*

Por tanto, se piensa que este programa da la oportunidad de enganchar al alumno en la modelización. No obstante, este programa tiene algunas desventajas, tales como:

- Para abrir este recurso, las computadoras necesitan tener actualizada la versión de Flash o JAVA. Este proceso es fácil de hacer, sin embargo puede tardar algunos minutos.
- Este recurso sólo se puede utilizar si hay computadoras disponibles y conexión a Internet dentro del aula.

Finalmente, a continuación se describen, para la actividad 7, los resultados obtenidos utilizando PIXTON bajo un enfoque educativo.

#### *Actividad 7: ¿Qué solución das a cada cómic? Ejercita lo aprendido*

Para finalizar con esta propuesta de intervención didáctica, se decidió hacer una actividad de cierre, un tanto evaluativa, en la cual los alumnos pusieran a prueba sus modelos elaborados para explicar ciertos fenómenos de la vida cotidiana.

Para lograr lo anterior, se utilizó el programa Pixton, los resultados se muestran a continuación:

- a) Pixton como un recurso tecnológico para realizar una actividad de evaluación donde los alumnos trabajen de forma colaborativa.

En la siguiente hoja se observa un ejemplo de un cómic diseñado en Pixton, ver Figura 30:





Figura 30. Ejemplo de un cómic utilizado en esta actividad.

Al leer el cómic, los estudiantes debían discutir en equipo y redactar su respuesta para cada cómic en un documento Office (Word) de Google Docs. Este formato se muestra en seguida, Figura 31:

**Unidad I: Agua**

**A continuación, escribe las respuestas de cada comic en el espacio destinado al número de tu equipo.**

**Equipo 3.**

Comic 1 : Porque las moléculas del olor se mueven entre el espacio vacío que hay en el aire ,y el metro está vacío y se expande más.

Comic 2:El agua se evapora porque se rompen los puentes de hidrógeno a causa del calor del Sol y esto hace que las moléculas incrementen su energía cinética y cambie de estado líquido a gaseoso.

Comic 3. Que los espacios vacíos son de diferente distancia en los tres estados de agregación, por lo tanto cambia su estructura y tienen diferente movimiento.  
Los tres estados tienen fuerzas de atracción y repulsión.

Comic 4: Porque depende para lo que necesitemos y porque cada uno está diseñado para algo distinto.

Figura 31. Algunas respuestas dadas por los alumnos a cada cómic.

Para esta actividad se tiene un fragmento del diario de clase:

Fecha: 30 de Agosto del 2013

Diario de Clase: Sesión 5

Actividad: ejercita lo aprendido

*“Los alumnos con los cómic se ven interesados y sobretodo se percibe que están discutiendo cada situación. Es importante destacar que todos los integrantes del equipo pueden visualizar la redacción de la respuesta ya que la pantalla de la computadora es grande. Esto, permite que los alumnos vean faltas de ortografía, de contenido, etc”.*

*“Revisar las respuestas de los alumnos resultó una tarea fácil, ya que la Google Docs guarda ordenadamente las respuestas, lo que facilita al profesor la tarea de revisar el trabajo de los alumnos”.*

El interés de los alumnos sobre este tipo de actividades se puede explicar, ya que como dicen Pollard & Talanquer (2005), los alumnos han crecido en una cultura mediada por la TV y la computadora, donde es muy frecuente encontrar cómics.

Se piensa que si se promoviera más este tipo de actividades, los alumnos estarían motivados en las clases y no verían a la evaluación como algo rígido, malo, etc.

Ahora bien, entre las desventajas que se pueden encontrar se tiene:

- Se debe emplear tiempo para realizar los cómics. Lo anterior, a pesar de que sea un programa fácil de manejar.
- Se debe crear un perfil en Pixton para poder hacer cómics.

Con esto, se termina la descripción de resultados y el análisis de cada herramienta tecnológica 2.0 utilizada en cada una de las actividades que conformaron la secuencia didáctica propuesta.

Cabe resaltar que también es importante analizar los resultados de la secuencia didáctica de forma holística (global) para verificar si se cumplieron con los objetivos establecidos para esta intervención didáctica.

#### **4.3.2. Resultados de la propuesta didáctica**

A continuación, se muestran los productos obtenidos durante el desarrollo de la propuesta, los cuales pueden ser una fuente evidencia para conocer el desempeño de los alumnos durante el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

### Actividad 1.

Antes de comenzar con este apartado, se recomienda al lector revisar el capítulo II (página 54) para recordar en qué consiste esta actividad.

La investigación que realizaron los alumnos, sobre las características de los tres estados de agregación del agua, se hizo en una plantilla colaborativa en Google Docs, los resultados se pueden consultar en el siguiente link:

[https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7\\_XWBukcK3dGtXRnB2a0hZaVg4UndLNEVks2dsaWc&usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7_XWBukcK3dGtXRnB2a0hZaVg4UndLNEVks2dsaWc&usp=sharing)

Se nota que los estudiantes, en equipo, investigaron en la literatura características tanto macroscópicas como submicroscópicas pero de forma desordenada, es decir; no diferenciaron entre lo que es macro de lo que es submicro.

Además, no hacen referencia al *mundo* simbólico, lo anterior nos puede indicar que la bibliografía consultada, quizá, no explicita la diferencia entre características macroscópicas (hechos), submicroscópicas (modelos) o representacional (símbolos) y sólo pasen de una dimensión a otra sin explicarle al lector, lo cual puede provocar cierta confusión y abstracción con respecto a los temas abordados en Química.

Por otra parte, al analizar la sección de retroalimentación destaca que sólo se hicieron pocos comentarios, y en su mayoría, a cuestiones de ortografía o presentación, dejando de lado lo disciplinar. Al reelaborar el documento, con base en los comentarios, (no hubo cambios en el contenido) quedó el siguiente producto:

[https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7\\_XWBukcK3dFpEZjNCZUY5RTZCMFR3SUFrbzA0OWc&usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AI7_XWBukcK3dFpEZjNCZUY5RTZCMFR3SUFrbzA0OWc&usp=sharing)

Al comparar el producto final (link anterior) con el llenado de la rúbrica no hubo una correlación ya que los seis equipos se pusieron 3 (puntaje máximo) en todos los rubros.

Finalmente, se observa que las referencias que utilizaron los alumnos corresponden sólo a libros, a pesar de que se les mencionó que podían consultar fuentes de

Internet. Este hecho se puede atribuir a que los estudiantes no ven al Internet (videos, multimedia) como una fuente de información debido a que, como dice Talanquer (2009b), los docentes tienen ciertas ideas negativas sobre este recurso, las cuales pasan a sus alumnos de forma indirecta.

**Actividad 2.**

Revisar el capítulo II (página 57) para recordar en qué consiste esta actividad y poder entender los resultados mostrados a continuación (Figura 32):

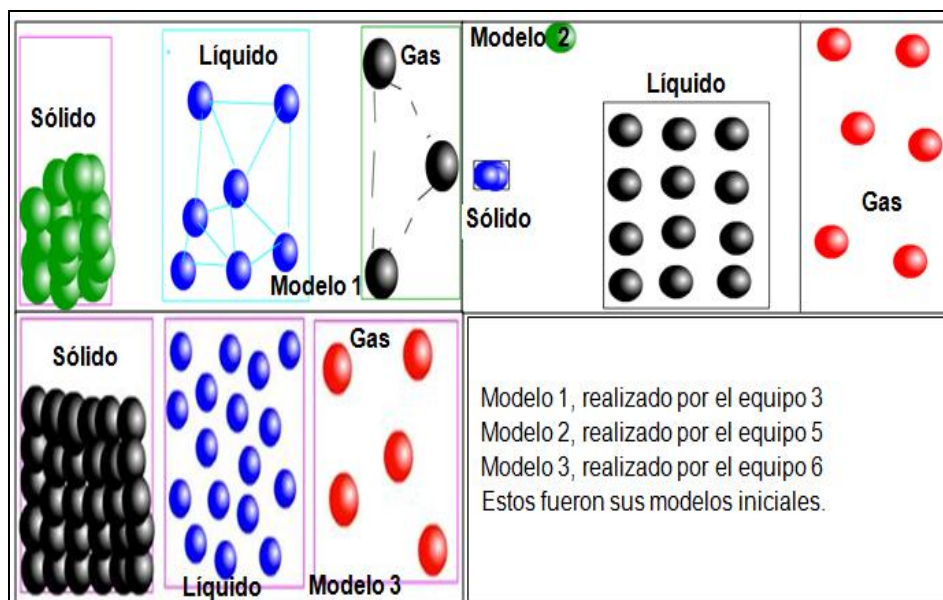


Figura 32. Modelos iniciales de algunos estudiantes.

Con el programa *EduQ pantallas interactivas* los alumnos, en equipo, realizaron una primera interpretación de cómo se imaginaban o recordaban a los tres estados de agregación del agua desde una perspectiva submicroscópica.

Durante la elaboración de estos modelos se videograbó la clase, la cual al analizarla se obtuvo que los alumnos al diseñar sus dibujos lo hacían en función de sus creencias y/o concepciones alternativas. Lo anterior, a pesar de que ya habían hecho una investigación previa donde mencionaron cuestiones submicroscópicas.

En la videograbación se nota que al utilizar las esferas, los alumnos no sabían si eran átomos o moléculas y tampoco sabían si utilizar sólo un color o más. Además, una vez que terminaron el dibujo lo pasaron a exponer y se obtuvo lo siguiente:

El docente durante la exposición les preguntó a los alumnos ¿por qué hicieron sus dibujos así?, ¿por qué hay diferentes colores?, y ¿cuál era la causa para separar las esferas al representar líquidos y gases?, entre sus respuestas se tuvo:

Equipo 3: “entre partícula y partícula en los líquidos y gases, se tiene aire y fuerzas que atraen a las partículas para que no se escapen”.

Equipo 5: “porque así me lo enseñaron en la secundaria”, “porque así venía en el libro que consultamos la clase pasada”.

Equipo 6: “entre las partículas hay: polvo, aire, nitrógeno...”.

Como se puede observar y de acuerdo con Margel & otros (2001), Kind (2004), Talanquer (2011), Kirbulut & Beeth (2013), Yakmaci Guzel & Adadan (2013), las respuestas de los alumnos incluyen concepciones alternativas reportadas por estos autores. Asimismo, se tiene que éstas participan en las primeras explicaciones que dan los estudiantes para resolver un problema nuevo, como el justificar sus modelos.

Ahora, al recordar la actividad 1 (investigación), los alumnos describieron que las partículas se mueven (vibran), tienen fuerzas de cohesión, entre otras. Estas ideas no las retomaron al justificar su modelo. Por lo cual se cree que esta actividad puede fungir como una actividad diagnóstica para detectar concepciones alternativas.

### **Actividad 3, 4 y 5.**

Ver el capítulo II (página 59 a 63) para recordar en qué consisten estas actividades y poder entender los resultados mostrados en seguida (Figura 33):

Es importante resaltar que estas actividades se englobaron debido a que se buscó hacer una serie de experiencias y trabajos prácticos donde los estudiantes con base en esto pudieran poner a prueba su modelo para verificarlo y/o reestructurarlo.

El grupo de Facebook sirvió para que los alumnos expresaran lo que ellos entendían en clase con clase para que sus compañeros compararan con lo que ellos entendieron sobre la clase (ver Figuras 33, 34, 35), algunos ejemplos se muestran a continuación, la evidencia en imágenes se encuentran en la página 91 de esta tesis.



En esta clase aprendimos o mas bien averiguamos mas sobre el agua y sus tres estados. Primero vimos como eran fisicamente los estados, después nos enfocamos más en sus moléculas y vimos que eran mega chiquitas estaban en la escala de nanometros y es algo que a simple vista no se pueden ver. Nos concentramos en cada uno de los estados:

Solido: Sus moléculas se encuentran muy juntas unas a otras y solo presentan un movimiento vibratorio muy ligero ya que no se pueden mover tanto por que el espacio es muy reducido entre ellas.

Liquido: Sus moléculas se encuentran un poco separadas en este estado si se pueden mover a comparacion de las del solido ya que tienen mas espacio en el cual moverse.

Gaseoso: Sus moléculas se encuentran totalmente esparsidas pero eso no implica a que se puedan separar de otras. En este estado tienen mucho espacio por lo tanto se pueden mover en la forma que sea.

Conclusion: Que en los 3 estados de agregación están formadas por moléculas y que todos los estados son diferentes fisicamente y quimicamente.

Figura 33. Ejemplo 1, aportación de una alumna al grupo de Facebook.

Sabemos qué son las partículas y que, aunque su nivel es nanomeétrico (no se si eso esta bien .-. ) pueden fácilmente ser representadas con modelos (hay distintos modelos, cada uno cumple con una función determinada). Pero, ¿qué hay entre cada una de estas?

Para despertar aun más duda en nosotros, el profesor Alan roció perfume en una esquina del laboratorio y poco a poco fue posible notar como es que el aroma llegaba hasta el otro lado del salón. ¿A qué se debe? Muy fácil. A algo que no podemos ver pero que siempre está presente: espacios vacíos.

El siguiente experimento para notar el espacio, fue usar una jeringa y subir el embolo hasta cierto nivel. Podemos observar que en ese espacio, hay aire, cullas partículas tienen espacios vacíos muy grandes. Al taparcel orificio de la jeriga con el dedo e ir presionando el embolo para que bajara.. Llegabamos a un punto en el cual no bajaba más. Esto, pasa porque solo estaban las particulas, los espacios vacíos se habian reducido por la presión ejercida.

Para concluir con los experimentos, dos bombones pequeños se colocaron dentro de la jeringa, y al bajar el embolo, notamos como los bombones perdian su forma y se hacian pequeños y arrugados. En cambio, cuando subiamos el embolo, se alargaban. Esto es a causa del mismo espacio, pues los bombones son porosos y entre mas espacio, mayor su tamaño y entre menos espacio, menor su tamaño.

Figura 34. Ejemplo 2, aportación de un alumno al grupo de Facebook.

En está clase vimos con un microscopio o con una lupa que si le agregas pimienta a un recipiente con agua y este está en reposo, la pimienta se mueve debido a las moléculas del agua ya que estas mueven a las de la pimienta

Figura 35. Ejemplo 3, aportación de una alumna al grupo de Facebook.

Como se puede observar en las imágenes anteriores, algunos estudiantes publicaban lo que ellos entendían durante estas sesiones. Al hacer esto, el docente podía darles un seguimiento en beneficio de su aprendizaje.

Por ejemplo, en la Figura 33 se mencionó que cuidará su ortografía (acentuación) y que en este caso, el agua, si está compuesta por moléculas pero se indicó que no todas las sustancias estaban formadas por moléculas.

Asimismo, se mencionó que su comentario integró lo visto en varias clases, lo cual hacía suponer que no vio las sesiones fragmentadas sino por el contrario, complementarias.

Con respecto a la Figura 34, de igual forma se hizo hincapié en su ortografía y se mencionó además que antes de dar su explicación anticipa, de cierta forma, que en la clase de química se trabaja con modelos explicando que son una representación y de ahí hace una descripción del fenómeno y después trata de dar una explicación, con base en un modelo, el cual no es la realidad. Aquí, se puede notar de cierta forma que este alumno entendió lo que es el quehacer científico.

Finalmente, con la Figura 35 se mencionó cuál era la relación entre saber lo que es un modelo y sus características con respecto a lo que se realizó en la sesión de la pimienta y el observar ese movimiento. Lo anterior, debido a que pareciera en su comentario que la pimienta se mueve porque es un hecho tajante que las partículas del agua se mueven y no lo ve como una explicación proporcionada por un modelo.

Por otra parte, utilizaron el programa *EduQ: pantallas interactivas* para crear un puente conceptual entre el fenómeno y la parte submicroscópica (modelos). Por ejemplo, el equipo 6 al tratar de dar una explicación al experimento del perfume realizó lo siguiente:

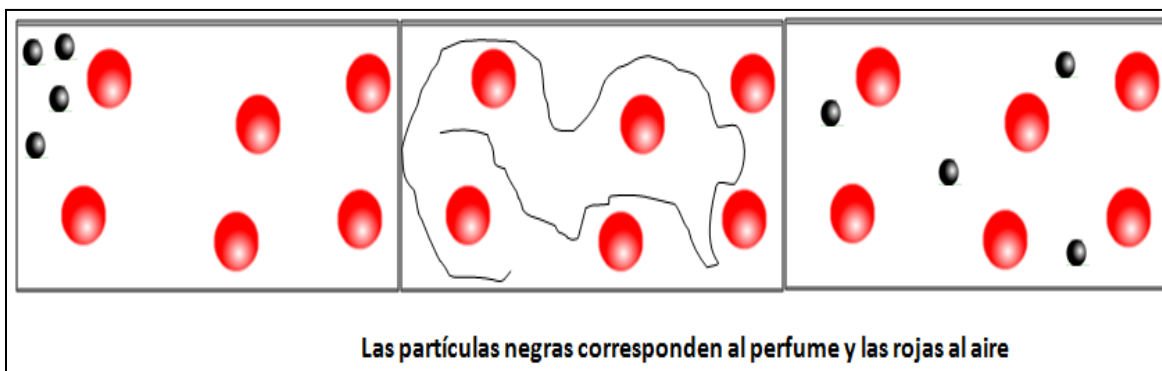


Figura 36. Explicación a nivel partícula del experimento del perfume del equipo 6.

Aquí se observa como el equipo 6 en función de su modelo inicial trata de explicar lo observado con la experiencia del perfume. Ellos mencionan para que las partículas se dispersen por el aire deben de moverse entre las partículas del aire, a lo cual se



les cuestionó ¿qué hay entre las partículas? Con ello, se puede aproximar de una forma menos abstracta hacia la idea del espacio vacío, ya que ellos van modelando a nivel de partícula los fenómenos realizados en clase.

Este tipo de actividades permite que los alumnos vayan modificando sus modelos e ir reestructurándolos, lo cual se hizo en la siguiente actividad.

**Actividad 6.**

Revisar el capítulo II (página 64) para entender los resultados mostrados (Figura 37):

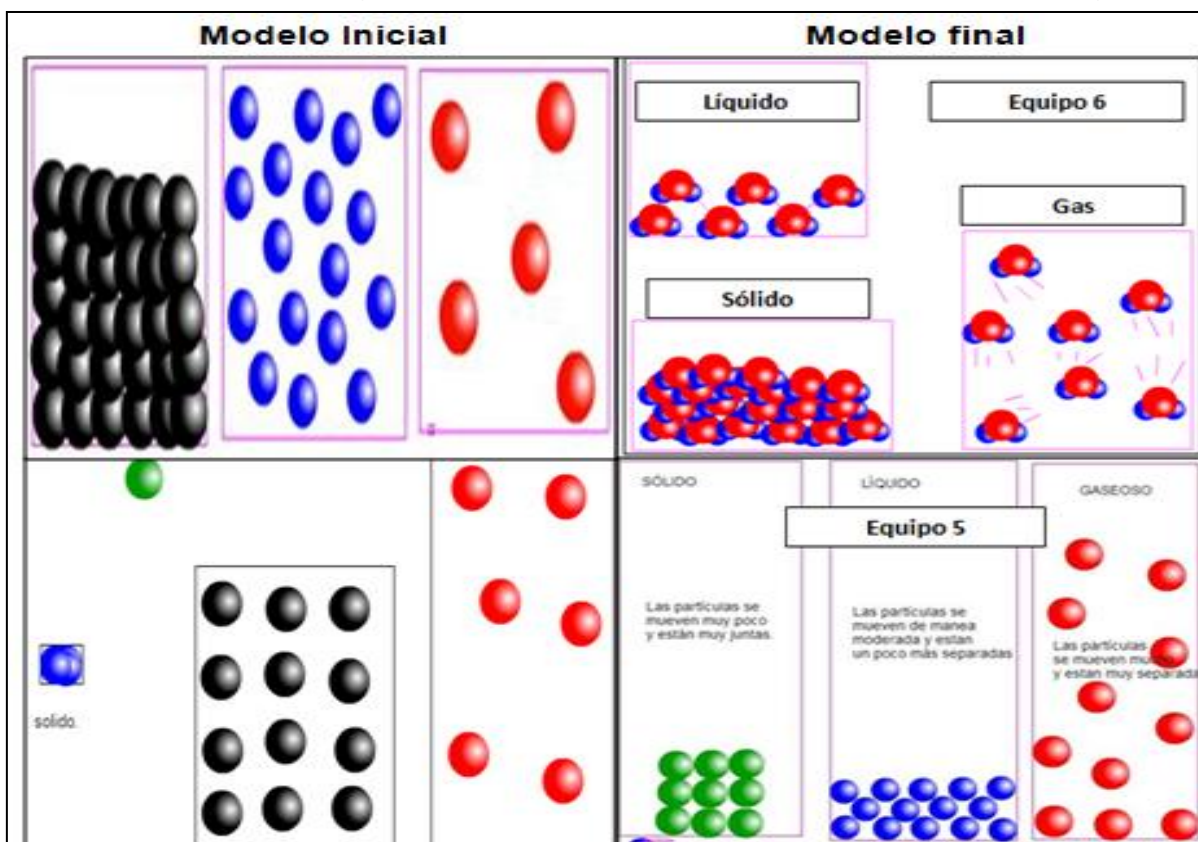


Figura 37. Comparativo entre el modelo inicial con el final.

Después de hacer las actividades 3, 4 y 5 los alumnos reelaboraron sus modelos y cómo se ve en la Figura 37 en modelo final, se observa que son más elaborados. Por ejemplo, el equipo 6 ya puede diferenciar si una esfera es un átomo o molécula, en este caso utilizan a las esferas como átomos y su unión son moléculas. Además, representan a los puentes de hidrógeno y en el caso de los gases se observa que dibujaron unas líneas que hacen alusión al movimiento de las partículas.

Ahora bien en el caso del equipo 5, su modelo final se muestra más estructurado que el inicial. En el último, existe una justificación en la cual explican que las partículas están en movimiento y que existe una separación entre ellas (noción de espacio vacío).

Con lo anterior, se piensa que los alumnos realizaron el modelo final en función de los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la propuesta didáctica.

### **Actividad 7.**

Ver el capítulo II (página 64) para recordar en qué consisten esta actividad y poder entender los resultados mostrados en seguida:

Para esta sesión se diseñaron cuatro cómics (ver anexo XI), los cuales debían contestar los alumnos con base en los conocimientos adquiridos, éstos se pueden consultar en el siguiente link:

<https://docs.google.com/document/d/1cksnlgTagfN0RjDSADY8QoWl3cXt7yi8Sm0tFyTdN0l/edit?usp=sharing>

Como se puede observar en las respuestas, en su mayoría, utilizan las ideas que se construyeron a lo largo del desarrollo de la propuesta didáctica. Ahora bien, cabe destacar que esta evaluación fue en equipo y no de forma individual, lo cual puede ocasionar un sesgo para conocer el aprendizaje de cada alumno.

Por otra parte, independientemente de lo mostrado anteriormente, durante cada sesión se adjuntó en el grupo de Facebook un link, el cual contenía preguntas de evaluación (en formato Google Docs) que se utilizaron a lo largo de la intervención didáctica, las cuales tenían que contestar los estudiantes en equipo, ver Figura 38.

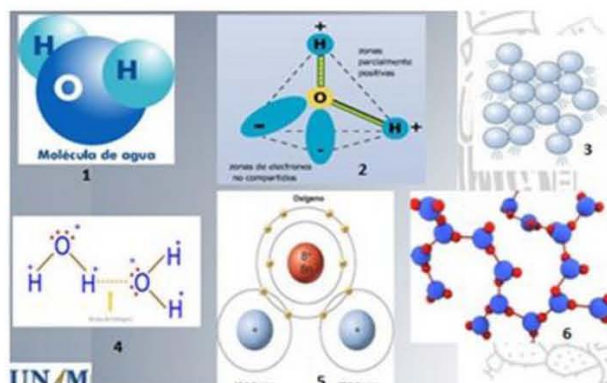
A continuación, se muestran las preguntas (en formato Google Docs) que se utilizaron, las cuales tenían que contestar los estudiantes en equipo:

## Preguntas de Evaluación

\*Obligatorio

1. ¿Por qué la química al estudiar sustancias necesita recurrir y basarse en diversos modelos? \*

2. Observa las siguientes imágenes y contesta lo que se te pide:

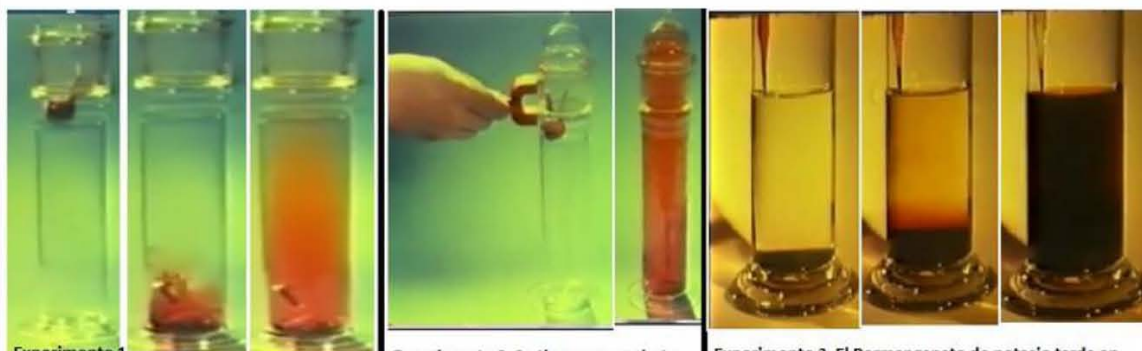


¿Qué modelos utilizarían para explicar las diversas propiedades de los estado de agregación del agua? \*

Deben de escoger dos de los seis modelos así como justificar su respuesta

3. Un estudiante de química I del CCH Sur realizó una demostración a sus compañeros, la cual consistió en tapar el orificio inferior de dos jeringas con plastilina, una de ellas contenía aire y la otra una moneda, al bajar el émbolo para cada jeringa, se dio cuenta de que el aire se podía comprimir pero la moneda no. Den una explicación a este fenómeno: \*

4. Observa las siguientes imágenes y contesta lo que se te pide



Experimento 1

Probeta con aire y al adicionar el bromo este se difunde en 23 minutos.

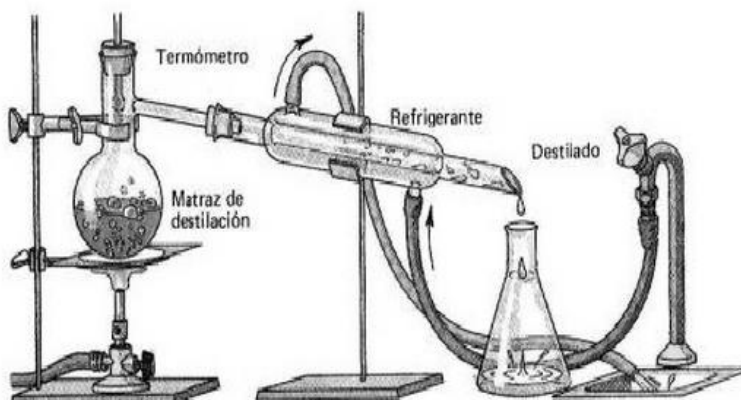
Experimento 2. Se tiene una probeta sin aire y al adicionar el bromo este se difunde instantáneamente

Experimento 3. El Permanganato de potasio tarda en difundirse en el agua en aproximadamente 18 h

Utilizando el modelo corpuscular que argumentos darías para: \*

a) ¿Por qué el bromo tardó más tiempo en difundirse en la probeta con aire que sin aire? b) ¿A qué se deberá que la difusión en líquidos sea más lenta que en gases?

### 5. Destilación de Coca-Cola



Al realizar la destilación de Coca-Cola para separar el agua de esta mezcla, ésta se evaporó y después se condensó al pasar por el refrigerante ¿Cómo explican esto utilizando el modelo corpuscular? \*

DEBEN TOMAR EN CUENTA LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Escribe el número de equipo así como el nombre de los integrantes presentes durante la resolución de este parcial. \*

Enviar

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

100%: has terminado.

Con la tecnología de

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Figura 38. Preguntas realizadas a los alumnos durante la intervención didáctica.

Ahora bien, se anexa el link que direcciona al formulario para acceder a las preguntas: [https://docs.google.com/forms/d/1oBFrYdfXVoRWZjv2J6bwtceXUwAUm2sF5rzNB3CWL\\_Ds/viewform?usp=send\\_form](https://docs.google.com/forms/d/1oBFrYdfXVoRWZjv2J6bwtceXUwAUm2sF5rzNB3CWL_Ds/viewform?usp=send_form)

Las respuestas que dieron los alumnos, en equipo, se muestran en seguida:



Las preguntas descritas con anterioridad, se diseñaron y proporcionaron a los estudiantes con la finalidad de conocer su avance académico respecto a lo visto sesión tras sesión.

Para así, contar con una herramienta que permitiera, al autor de esta tesis, tomar decisiones respecto a la funcionalidad de las actividades propuestas. Además de tener una aproximación respecto al nivel de comprensión que los estudiantes tenían sobre el tema.

Para lograr lo anterior se utilizó como referencia la Tabla 17, en ella se muestra una serie de palabras u oraciones que, a juicio del autor de esta tesis, los alumnos de bachillerato deberían utilizar para responder cada pregunta.

Para elaborar la tabla se consideraron los objetivos planteados para cada actividad, así como las concepciones alternativas (no encontrarlas en las respuestas de los estudiantes) que se describieron en el capítulo II.

Tabla 17. Frases que se espera utilicen los alumnos para responder las preguntas.

Pregunta	Frases o palabras científicamente aceptadas en la actualidad
1	Los modelos son representaciones para explicar una parte de la realidad, tienen limitaciones. Además un modelo se selecciona dependiendo lo que se quiera estudiar y no son fijos.
2	Para esta pregunta, se pretendió que los alumnos escogieran de una diversidad de modelos cuáles les ayudarían y por qué, para explicar submicroscópicamente los estados de agregación. En este caso particular, se esperaba que seleccionaran los modelos 3 y 6 debido a que son sencillos y muy útiles para explicar esta temática.
3	Espacios vacíos, fuerzas de atracción-repulsión, discontinuidad de la materia.
4	Espacios vacíos, movimiento de las partículas submicroscópicas, tener noción de que los gases están formados por partículas y que éstas tienen masa a pesar de su tamaño nanoscópico.
5	Puentes de hidrógeno, efecto de la temperatura en los cambios de estado de agregación, fuerzas de atracción-repulsión y movimiento de las partículas submicroscópicas.

Ahora bien, se describirá y analizará cada respuesta dada a cada pregunta (ver Figura 38). **Cabe destacar que la presentación de éstas corresponde a lo que los alumnos plasmaron tal cual, por lo que pueden existir faltas de ortografía:**

**Pregunta 1**

Esta pregunta se realizó con la finalidad de evaluar la actividad 2 (página 57), las respuestas que se obtuvieron se muestran en la Figura 39:

Equipo	Respuesta
1	Para apoyar lo que queremos saber acerca de las moléculas de las sustancias que se está investigando, claro dependiendo de lo que se quiera saber a cerca de ellas.
2	Porque de un sólo modelo no puedes sacar toda la información necesaria.
3	Dependiendo lo que se esté trabajando o investigando, porque existen diferentes modelos, para diferentes usos
4	Porque un solo modelo no nos permite estudiar todo, cada modelo nos ayuda a entender mejor cada tipo de sustancia y cada modelo tiene sus respectivas características.
5	Porque cada modelo se puede usar dependiendo de las necesidades de conocimiento que se tengan
6	Porque facilita el estudio de las sustancias dependiendo de lo que necesites saber para el análisis de lo que estamos estudiando (sustancias, elementos, mezclas, compuestos etc)

Figura 39. Respuestas de los alumnos correspondientes a la pregunta 1.

Se puede notar que varios equipos tienen la idea de que la Química estudia las sustancias a través de modelos, los cuales son **representaciones** y por tanto no son la realidad. Se considera fundamental que un alumno de bachillerato tenga presente esta idea, para que tenga otra percepción de esta ciencia y de su quehacer y así, explicar por qué hay diversos modelos, por ejemplo; atómicos, ácido-base, etc.

Al comparar la Figura 39 con la Tabla 17 se puede concluir que hay cierta similitud, por lo que se puede sugerir que al tener estas ideas se puede discutir la percepción que tienen los alumnos de la naturaleza submicroscópica de los tres estados de agregación.



**Pregunta 2 y 3**

Para evaluar la actividad 3 y 4 (páginas 59 y 61), se realizaron tres preguntas, las respuestas que se obtuvieron se muestran en las Figuras 40, 41 y 42.

Equipo	Respuesta
1	3 y 6. 3: porque en esta se representa como tiene fuerza de atracción y nos demuestra que esta en un estado solido. 6: porque en esta se describen los puentes de hidrógeno
2	Serían los números 3 (Porque así es fácil notar los espacios que hay entre cada "bolita") y el número 6 (pues muestra los puentes de hidrógeno)
3	Modelo 3 y 6 Con el modelo 3 podemos representar como se encuentran las moléculas, según su estado de agregación. Y el modelo 6 por que nos representa los puentes de hidrógeno y los espacios vacíos que hay entre cada molécula.
4	El 3 porque sus partículas nos ayudan a entender las formas en que están construidos los estados de agregación. El 6 porque nos enseña la estructura (la forma en el que se construye y como sus moléculas se van acomodando) de los estados de agregación.
5	El tres porque es mas fácil observar como están ordenadas las moléculas del agua y el 6 porque se puede apreciar mejor los puentes de hidrógeno
6	La 3, porque nos muestran como se acomodan las moléculas dependiendo el estado de agregación del agua. La 6, porque muestra los puentes de hidrogeno y la forma con la se conecta con cada molécula. NOTA: Con las 2 se pude representar el estado de agregación del agua

Figura 40. Respuestas de los estudiantes referentes a la pregunta 2.

Equipo	Respuesta
1	las moléculas de la moneda tienen mucha fuerza de atracción y no deja que sus moléculas sean separadas
2	La moneda es un sólido, por lo tanto sus espacios vacíos son demasiado estrechos y el aire no puede hacer que se comprima. En la jeringa que contenía aire pudo comprimir este aire pues al bajar el émbolo, el espacio vacío que esta presente se hacia menor cada vez más juntando las partículas del aire.
3	Porque el aire tiene más espacios vacíos y se encuentra en estado gaseoso. Mientras que la moneda se encuentra en estado sólido, y sus espacios vacíos son menos que los del aire, ya que las partículas de la moneda están más juntas.
4	Esto influye en la presión.
5	La estructura de la moneda es mucho mas densa por eso es casi imposible comprimirla y las moléculas del aire están tan dispersas que es fácil reunir las para comprimirlas
6	La moneda no se puede deformar porque esta en estado solido y no hay mucho espacio entre las moleculas para que se comprima y el aire se comprime porque esta en estado gaseoso y sus espacion entre cada molecula se reducen provocando que ocupe menos espacio en el recipiente.

Figura 41. Respuestas de los alumnos para la pregunta 3.

Equipo	Respuesta
1	a) con aire tarda mas porque se tiene que combinar con las moleculas del aire y en l que no tiene aire pues no tiene conque combinarse, por eso el cambio es mas rapido sin aire*
2	a) En la probeta con aire tarda más el bromo porque choca con partícula del aire y cuando no hay aire no hay estos choques por eso el bromo difunde mas rapido. b) Se debe a que en gases, hay más espacios vacíos, y mientras más espacio haya, la sustancia se difundirá con mayor velocidad.
3	a) el aire tiene particulas y eso impide el libre paso de las particulas del bromo a diferencia de cuando no hay aire por eso es mas rapido b) Ya que el agua tiene menos espacios vacíos a comparación del aire
4	1.-Las moléculas de bromo van ocupando los espacios vacíos del aire. 2.-Al no haber aire las moléculas del bromo ocupan este espacio vacío instantáneamente.* 3.-Porque el agua al estar en estado liquido tiene menos espacios vacíos y las moleculas del permanganato de potasio van avanzando por los espacios vacios.
5	Porque en la probeta sin aire el bromo no necesito combinarse por eso es <u>mas</u> rápida. Porque en los líquidos la estructura atómica es mas densa y esto hace que la separación entre particulas sea mas pequeña que en gases
6	El aire ocupa espacio en la probeta e impide que el bromo se difunda rápido en el experimento 1.* Y en el experimento 2 el bromo se difunde instantáneamente porque no hay masa que impida que se difunda dentro de la probeta. Experimento 3: Porque el agua en estado líquido tiene menos espacio que en estado gaseoso y eso influye que no se difunda tan rapido en liquidos ya que los dos son un líquido.

Figura 42. Respuestas de los estudiantes referentes a la pregunta 4.

**Pregunta 5**

Para evaluar la actividad 5 (página 63), se realizó una pregunta, las respuestas que se obtuvieron se muestran en las Figura 43.

Equipo	Respuesta
3	El agua se evaporó del matraz y pasó al refrigerante en estado gaseoso y al girar por el refrigerante, el resultado fue líquido y eso fue el destilado. Se debió por el movimiento de las particulas el cual se ve afectado con el aumento de temperatura.
4	Al momento de que la coca llegó al punto de ebullición los puentes de hidrógeno se rompieron haciendo que el agua que contenía la mezcla se transformara en gas (excitación, mas movimiento), su única salida fue el orificio que llevaba hacia el refrigerante, cuando llego a este el refrigerate con su temperatura se enfrió haciendo que los puentes de hidrogeno se volvieran a unir (disminuye el movimiento) al convertirse en liquido bajaba hacia el recipiente
5	Porque el punto de ebullición del agua es menor que de cualquier otra sustancia que contenga la coca-cola así que la alta temperatura evaporo el agua y esta, a pasar por el refrigerante, moléculas del agua comenzaron a enfriarse y juntarse haciendo que el vapor se condensara y pasara al estado liquido, tiene que ver el movimiento de las particulas.
6	Al calentarse la coca-cola <u>salió</u> el 99% de agua rompiendo los puentes de hidrógeno del agua <u>volviendolo</u> gaseoso y cuando pasa por el refrigerante este vuelve a formar los puentes de hidrógeno convirtiendo el estado gaseoso en líquido. En estado gaseoso las fuerzas de atracción y repulsión son <u>minimas</u> que no hay manera de sentirlas y al pasar por el refrigerante existen <u>mas</u> fuerzas de atracción que permiten el estado líquido se asocia con el movimiento de las partículas y el efecto de la temperatura sobre el movimiento.

Figura 43. Respuestas de los estudiantes referentes a la pregunta 5.

Como se observa en las respuestas dadas por los estudiantes, se nota que sus explicaciones no están basadas en las concepciones alternativas reportadas para esta temática tales como: la percepción continua de la materia, la inmovilidad de las partículas submicroscópicas y la inexistencia de fuerzas y enlaces entre las partículas submicroscópicas.

Por el contrario, sus respuestas, en su mayoría, tienen cierta similitud con las que aparecen en la Tabla 17, la cual describe las explicaciones científicamente aceptadas en la actualidad para cada pregunta.

No obstante, estos resultados se tienen que tomar con mesura ya que de acuerdo con Pozo & Gómez Crespo (2004) y Solbes (2009), no existe un solo estudio en la literatura en la que una concepción alternativa en los alumnos haya sido totalmente extinguida y reemplazada por una nueva idea, debido a que es un proceso muy complejo que sólo una mera sustitución.

Al respecto, los mismos autores mencionan que sólo se tiene un éxito limitado en relación con la aceptación de las ideas nuevas ya que las ideas *viejas* siguen básicamente *vivas* en contextos particulares. Es decir, adquirir conocimiento no implica sustituir una idea por otras, sino multiplicar las perspectivas de ver el mundo, las cuales ayudan a comprender fenómenos, diferenciándose en que unas son capaces de explicar más cosas que otras.

Por su parte Gallegos Cázares & otros (2007) mencionan que existen distintas aproximaciones al cambio conceptual entre las cuales resalta la cognitiva, la cual menciona que el cambio conceptual implica la reubicación de conceptos y/o combinación o integración con otros. Es decir, existe una interrelación entre el conocimiento científico y el cotidiano sin promover una competencia entre los conceptos sino la asignación de un estatus relativo a cada uno de ellos.

Por tanto, se puede mencionar que con los resultados presentados, no se está afirmando que las ideas del *Modelo Corpuscular de la Materia* sustituyeron a las ideas intuitivas. Sino por el contrario, con este conocimiento se amplió el panorama del estudiante quien jerarquizará qué ideas le ayudan a explicar más cosas.

Ahora bien, respecto a la causa de los resultados descritos, sería ingenuo suponer que se debieron sólo a la implementación de esta intervención didáctica. Más bien, se considera que, esta propuesta fue un factor importante de otros más, que en su conjunto posibilitaron la obtención de dichos resultados.

Por ejemplo, las clases previas de la profesora titular del grupo, la infraestructura del aula, el uso de las TIC bajo un enfoque educativo, el conocimiento antecedente de los alumnos (disciplinar, tecnológico, concepciones alternativas) y su entusiasmo (asistencia constante a clase) durante la implementación de la intervención didáctica.

Centrándose en el diseño de la propuesta didáctica, se notó que la selección y orden de las actividades, al menos para este grupo, fue pertinente ya que, por ejemplo, la actividad 1 proporcionaba a los estudiantes, herramientas necesarias para entender la actividad 2 y así sucesivamente.

Cabe destacar que en todas las actividades se buscó que los estudiantes tuvieran una actitud activa a través de: realizar actividades experimentales, fomentar la participación en clase (cuestionar a alumnos y/o trabajar en equipo) y manipular diversas herramientas tecnológicas. Asimismo, se pretendió proveer a los estudiantes una visión de que no sólo pueden ser consumidores sino también productores de información.

Tanto las videograbaciones como la entrevista que se hizo a la maestra titular del grupo (que se describe más adelante), demuestran que sí se logró dicha actitud activa, al menos con la mayoría de los estudiantes.

Por otra parte, es importante resaltar que la rúbrica propuesta en la actividad 1 (capítulo II) no fue un buen instrumento para fomentar la autoevaluación, ya que la mayoría de los alumnos se autoevaluaron con una calificación de 10. Esta calificación no concuerda con el trabajo final que entregaron (trabajo de investigación previa en Google Docs).

Esta situación pudo deberse a que la rúbrica era demasiado extensa y los alumnos se perdieron entre tanta información o simplemente a que no tenían una experiencia

previa sobre las características y el propósito de la autoevaluación. Por lo cual se considera que es una habilidad que se debe desarrollar en los estudiantes de bachillerato con la finalidad de que encuentren en la autoevaluación una herramienta útil para auto-regular su propio proceso de aprendizaje.

Por otra parte, para explotar de mejor forma la animación Flash: Un viaje por el universo de lo más grande a lo más pequeño, se recomienda dejar que los alumnos, en equipo, manipulen esta herramienta por alrededor de 10 a 15 minutos y pedirles que escriban en su cuaderno algunas observaciones, inquietudes o preguntas, las cuales se pueden discutir en equipo y posteriormente de forma grupal.

Lo anterior, con la finalidad de no limitar la actividad a los objetivos del docente, como se hizo en este caso en particular. Lo importante de la animación es que los estudiantes exploren libremente algunos objetos, seres y sistemas, dentro del salón de clase. Al hacer este tipo de ejercicios, los alumnos pueden formular sus propias preguntas o inquietudes para posteriormente trabajar sobre ellas.

También se notó que, dentro de la propuesta didáctica, no se diseñó alguna actividad que evaluara el aprendizaje individual de los alumnos, ya que sólo se contempló una evaluación grupal. Para esta tesis no se hizo debido a que no fue un objetivo, lo que se buscó fue mostrar cómo usar las TIC bajo un enfoque educativo.

Ahora, con respecto a la incorporación de las TIC bajo un enfoque educativo, como ya se mostró en la sección 4.3.1, éstas sí cumplieron una función específica dentro de la propuesta. Para respaldar a detalle lo anterior, en la sección 4.3.3 se hace una evaluación de la funcionalidad de las TIC empleando la adaptación de la Matriz TIM.

#### **4.3.3. Evaluación de las TIC bajo el enfoque de la Matriz TIM**

En esta sección se hace la evaluación de las TIC empleadas utilizando la Matriz TIM adaptada. Se recomienda, primero, regresar al capítulo I (páginas 33 a 37) para recordar qué es y en qué consiste dicha Matriz. Con la finalidad de que se entiendan los resultados reportados. Por otra parte, el acomodo de las TIC dentro de las celdas está en función de lo descrito en la sección 4.3.1, ver Tabla 18:



Tabla 18. Evaluación de las TIC bajo el enfoque de la Matriz TIM adaptada.

- Nivel de integración de las TIC dentro del currículo. → +					
Modelo TPACK Mishra & Koehler (2006, 2009)	Conocimiento Tecnológico Disciplinar	Conocimiento Tecnológico Pedagógico		Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido	
Matriz de Integración Tecnológica (TIM) FCIT (2010)	Entrada El profesor comienza a utilizar la tecnología para presentar contenido.	Adopción El profesor dirige a los alumnos en el uso convencional de las TIC.	Adaptación El profesor motiva a los estudiantes para que empleen las TIC en situaciones de aprendizaje.	Infusión El profesor proporciona apoyo e incentivos para que los alumnos empleen las TIC.	Transformación El profesor utiliza las TIC para transformar las tareas de aprendizaje a través de la tecnología.
<b>Activo</b> Los estudiantes se involucran en activo en el uso de las TIC en vez de sólo recibir información pasiva.			PIXTON	Google Docs Facebook Google Scholar Simulación (JAVA)	Pantalla interactiva (FP)
<b>Colaborativo</b> Los estudiantes utilizan herramientas tecnológicas para colaborar con otros.			Facebook Google Docs PIXTON Pantalla interactiva (FP)		
<b>Constructivo</b> Los estudiantes usan las TIC para entender el contenido disciplinar y poder aprenderlo.			Imágenes visuales	YouTube Simulaciones PhET (JAVA)	Facebook Google Docs Pantalla interactiva (FP)
<b>Auténtico</b> Los estudiantes usan la tecnología para ligar actividades educativas al mundo exterior.	Facebook Google Scholar Pantalla interactiva (FP) Simulación (JAVA)	PIXTON			
<b>Dirigido a metas</b> Los estudiantes utilizan las TIC para investigar datos, evaluar resultados para lograr una reflexión.		Google Docs Pantalla interactiva (FP) Simulación (JAVA)	Facebook PIXTON		
<b>Modelo SAMR</b> Puentedura (2008, 2009)	Sustitución	Aumento	Modificación	Redefinición	
	Mejora		Transformación		
<b>Preguntas guía</b>	<p><b>Sustitución a Aumento:</b> ¿He añadido alguna nueva funcionalidad en el proceso de E/A que no se podía haber conseguido con las tecnologías antiguas?, ¿cómo mejora esto a mi práctica docente?</p> <p><b>Aumento a Modificación:</b> ¿Cómo se ve afectada la tarea que se va a realizar?, ¿este uso depende de las TIC?, ¿cómo afecta esto a mi diseño instruccional?</p> <p><b>Modificación a Redefinición:</b> ¿Cuál es la nueva tarea?, ¿Va a sustituir o complementar las tareas que se realizaban antes? ¿Estas transformaciones sólo se realizan si aplico las TIC?</p>				
<b>ENFOQUE</b>	TECNICISTA	- E D U C A T I V O → +			



Como se puede advertir en la tabla anterior (Matriz TIM adaptada). Ésta está sustentada por tres modelos teóricos; TPACK (2006, 2009), SAMR (2008, 2009) y Matriz TIM (2010), los cuales son diferentes, sin embargo; buscan un mismo fin, incorporar las TIC al proceso de E/A de forma educativa más no tecnicista.

A este respecto, se puede notar que:

- El enfoque tecnicista; que corresponde a la fase de Sustitución del modelo SAMR (2008, 2009), al Conocimiento Tecnológico Disciplinar del modelo TPACK (2006, 2009) y a la fase de entrada en la Matriz TIM; corresponde a un punto en el que el docente se encuentra estancado con respecto al uso de las TIC dentro de su práctica docente.

Para salir de este punto, es necesario que el profesor realice una reflexión sobre lo que son las TIC, qué ofrecen, para qué las puede utilizar y cómo las puede insertar al proceso de E/A para producir un cambio significativo. Lo anterior se logrará sólo si el docente entiende que las TIC tienen un marco teórico-histórico-pedagógico y además, lo estudia y pone en práctica.

- El enfoque educativo; que es la fase Aumento, Modificación y Redefinición del modelo SAMR (2008, 2009), el Conocimiento Tecnológico Pedagógico, el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido del modelo TPACK (2006, 2009) y las fases de Adopción a Transformación de la Matriz TIM; corresponde a un proceso, el cual permite al docente ir evolucionado a través de este enfoque.

En este caso, el docente ya conoce que existe un marco teórico-histórico-pedagógico para las TIC, el cual estudia y pone en práctica a través de usar las TIC, con un objetivo claro, dentro de su docencia. Lo anterior, le dará las herramientas que lo ayuden a reflexionar sobre qué aciertos se tuvieron y qué aspectos se tienen que mejorar para ir avanzando dentro del proceso de integración de estas herramientas tecnológicas bajo este enfoque educativo.

De acuerdo con la Tabla 18 se puede notar que el uso que se le dio a los recursos tecnológicos para el desarrollo de esta tesis, en su mayoría, fue bajo el enfoque educativo.

No obstante, en el componente *Auténtico* de la Matriz TIM, las TIC se usaron bajo un enfoque tecnicista, ya que todas las actividades propuestas se contextualizaron dentro del entorno escolar más no se diseñaron ligándolas para el mundo exterior, cabe destacar que lograr lo anterior no es una tarea fácil.

A pesar de lo anterior, este resultado sirve como un primer paso, el cual ayuda a reflexionar y poder así, avanzar hacia el enfoque educativo. Por otra parte, en los demás puntos: *Activo, Colaborativo, Constructivo y Dirigido a metas* de la Matriz TIM, las TIC sí se utilizaron bajo un enfoque educativo (*Adopción, Adaptación, Infusión o Transformación*) de acuerdo con lo propuesto por esta Matriz.

Al observar el componente *Activo* de esta herramienta, se puede concluir que se logró una implementación de las TIC bajo un enfoque educativo. En este punto, Pixton se ubicó en la fase de *Adaptación*. No obstante, este recurso tecnológico puede explotarse más de lo que se hizo en esta intervención didáctica.

Por ejemplo, con Pixton los alumnos pueden diseñar sus propios cómics, de forma individual o en equipo, para recrear una situación problema o historieta, de algún tema y, compartirlo con sus compañeros para recibir una retroalimentación o comentarios.

Al hacer esto, se está fomentando el trabajo en equipo, las habilidades tecnológicas de los alumnos (edición de videos, fotos, grabaciones, etc.), la creatividad y se enseña a los estudiantes que pueden ser productores de información, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos dentro del aula.

Ahora bien, al observar el componente *Colaborativo*, se puede notar que las TIC, categorizadas en este rubro, están dentro del enfoque educativo. Sin embargo, no se llegó a la fase de *Transformación*. Debido a que no se logró que los alumnos pudieran colaborar con pares u expertos diferentes a los de su comunidad.

Lo anterior puede deberse a que la implementación de la propuesta didáctica sólo duró siete horas. Siendo éste un tiempo insuficiente para lograr que el alumno

visualice a las TIC como un medio de comunicación mundial, quizá lo entienda para el aspecto social, no así para el mundo académico o escolar.

Para revertir esta situación, los docentes deben promover que sus alumnos se acerquen a foros de discusión o debates virtuales internacionales, relacionados con alguna temática de Química, con la finalidad de que amplíen su panorama así como el promover que adopten una opinión o postura sobre algún tema de interés local, nacional o mundial.

Por otra parte, al leer el componente *Constructivo*, se puede analizar que las TIC utilizadas en esta propuesta didáctica sirvieron como una ayuda para que los estudiantes, con apoyo del profesor, pudieran construir el conocimiento, en este caso del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. A través de que los alumnos construyeran productos académicos (investigaciones virtuales, diseño de modelos, edición de fotos, videos, etc.), con las TIC empleadas.

Sin embargo, se piensa que, se puede maximizar aún más el empleo de las TIC en este rubro. Por ejemplo, participando en proyectos virtuales interdisciplinarios donde se empleen conocimientos de Química, computación y de una lengua extranjera (asignaturas obligatorias en el CCH). En estos casos los estudiantes podrían ser autores de un producto digital que comunique una idea, proponer una solución viable a un tema en particular o participar en proyectos de investigación.

Ahora bien, al observar el componente *Dirigido a metas*, se observa que las TIC empleadas en esta tesis se encuentran en el nivel más bajo del enfoque educativo. Aquí, se necesita de un periodo largo, continuo y constante para poder ir avanzando. En este caso en particular, no se logró debido a que la propuesta didáctica sólo contó con siete horas, tiempo insuficiente para llegar a desarrollar este componente en los niveles más altos de la Matriz TIM.

Lo descrito anteriormente corresponde a las reflexiones realizadas después de evaluar las TIC utilizadas con la Matriz TIM. A continuación, se muestran las opiniones de algunos alumnos así como de la profesora titular del grupo respecto a la incorporación de las TIC durante la intervención didáctica.

#### 4.3.4 Resultados del cuestionario final, entrevista a alumnos y profesora titular

Como ya se describió en el capítulo de metodología, al finalizar la implementación de la propuesta didáctica se aplicó un cuestionario final (anexo V), una entrevista semi-estructura a alumnos (anexo VI) y una entrevista semi-estructurada a la profesora titular del grupo (anexo VII).

Esto, debido a que esta investigación, como ya se dijo en el capítulo III, tiene un enfoque introspectivo el cual, de acuerdo con Wilson & Stutchbury (2009) y Evans (2009b), consiste en preguntar a los participantes en el estudio su opinión o sentir. Para conocer lo anterior, primero se muestran los resultados obtenidos del cuestionario final y posteriormente se abordarán las entrevistas semi-estructuradas.

##### Cuestionario final.

La finalidad de aplicar este cuestionario fue conocer la opinión de los alumnos con respecto a la implementación de las TIC durante el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

Esta herramienta de recolección de datos consta de nueve preguntas las cuales se pueden englobar en dos rubros: conociendo a la población y la opinión de los estudiantes respecto a las TIC utilizadas para el tema *Modelo Corpuscular de la Materia*. A continuación se presentan los resultados de cada sección:

- Conociendo a la población.

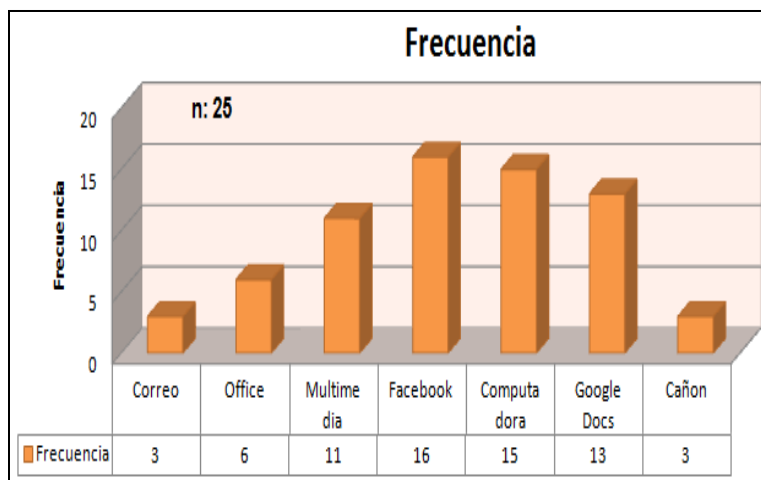
Se realizaron tres preguntas para conocer la edad y género de los participantes. Así como averiguar si contaban con computadora en el hogar. Las respuestas obtenidas a estas interrogantes fueron iguales a las reportadas en el cuestionario inicial.

Lo anterior indica que la población participante en este estudio fue constante durante toda la implementación de la propuesta didáctica. Es importante conocer esto ya que al trabajar con estudiantes de primer ingreso es común que haya cambios, altas o bajas de alumnos; sin embargo, el grupo permaneció constante.

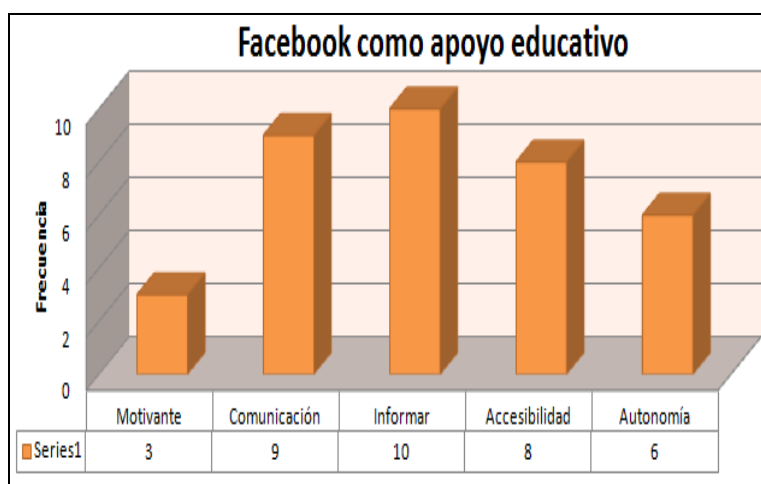
Ahora bien, se proseguirá a describir los resultados obtenidos en el segundo rubro:

- Opinión de los estudiantes respecto a las TIC utilizadas y el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

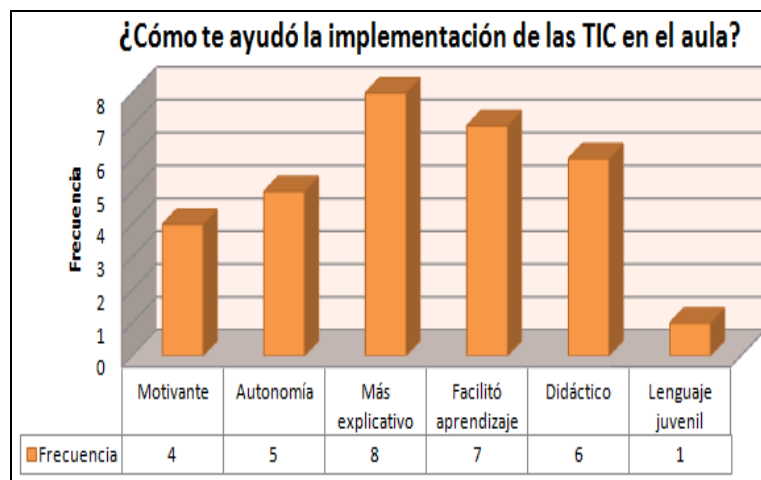
Esta sección se conformó por seis preguntas de nueve totales, que conformaron el cuestionario final, los resultados se muestran en seguida:



Gráfica 6. TIC identificadas como un apoyo escolar. Al cuestionar a los alumnos respecto a qué TIC identificaron como un apoyo al proceso de E/A, ellos mencionaron Facebook, la computadora, Multimedia y Google Docs principalmente.



Gráfica 7. Facebook como apoyo educativo. Los estudiantes consideran que Facebook fue un recurso que cumplió funciones específicas (accesibilidad a datos, informar y comunicar). Además de ser motivante y ayudarles a tener autonomía en su aprendizaje.



Gráfica 8. Opinión de los alumnos respecto al uso de las TIC. Los estudiantes mencionan que el uso de las TIC en la escuela facilita el aprendizaje, es más explicativo, didáctico y provoca en los estudiantes tener cierta autonomía en este proceso.

Al analizar las gráficas mostradas con anterioridad se puede notar que los alumnos tuvieron una opinión positiva con respecto a la utilización de las TIC como una herramienta didáctica, ver Gráficas 6, 7 y 8. Se nota además, que no hubo comentarios negativos hacía el uso de las TIC, por el contrario, ellos mencionan que estos recursos les ayudaron o motivaron durante el desarrollo de las clases.

En este sentido destacan las respuestas de los *Inmigrantes Digitales* (2 estudiantes) quienes en contraste con lo que expresaron en el cuestionario inicial, ofrecieron sólo anotaciones positivas sobre el uso de las TIC, quizá a que al observar el uso que se les dio para el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular*, los *Inmigrantes Digitales* vieron en estos recursos un apoyo significativo a su educación, ya que si no fuera de este modo, estos alumnos, hubieran reportado que el uso de las TIC, dentro del aula, no provocaron ningún cambio.

Lo anterior puede ser un indicador de que las TIC sí se utilizaron bajo un enfoque educativo, más no tecnicista. Aquí, la manipulación de las TIC, en su mayoría, estuvo a cargo de los estudiantes (con un objetivo). Siendo éste, un postulado del enfoque educativo como se describe en Daza Pérez (2009), Rubio (2010) y Pintó (2011).

Ahora bien, al observar la Gráfica 6 se puede apreciar que los alumnos reconocieron como un apoyo educativo principalmente a las TIC Web 2.0 (sociales y colaborativas) y a las TIC visuales (multimedia), ya que los estudiantes participantes, en su mayoría, al ser *Nativos Digitales* según Prensky (2001a,b) tienen mucha afinidad por la Web 2.0 debido a que es la tecnología con la que crecieron.

Por otra parte, con respecto a la aceptación que tuvieron por la multimedia; la cual se define como la combinación de texto, gráficas, audio, video o Animaciones según Neo & Neo (2004) y Abu & Abdul Rahman (2013); es a consecuencia de que los *Nativos Digitales* al crecer en una era donde la TV e Internet son predominantes, han adquirido un desarrollo espacial-visual alto de acuerdo con Pollard & Talanquer (2005), por lo cual, pueden ver a la multimedia como un apoyo educativo.

A continuación se describen las respuestas obtenidas para las preguntas restantes que conformaron el cuestionario final:



Como se puede ver en el anexo V, la pregunta siete se elaboró con el fin de conocer la opinión de los estudiantes participantes respecto a cómo percibieron el desarrollo e implementación de la propuesta didáctica. Las respuestas a esta pregunta se muestran en seguida:

“Interesante, entretenido y no es aburrido”, “muy interesante, ya que nos ayudó a identificar los estados y sus características”, “agradable con el material, entendí mejor lo que se explicaba en clase”, “es una forma interesante de trabajar y así aprendí cosas que no había entendido”, “fue sencillo entender”, “fue didáctica la clase con las simulaciones”, “estuvo muy bien ya que hacía ejercicios interactivos”, “bien, me sentí augusto con este tipo de clase”, “la clase fue muy activa”, “interesante, aquí siento que si estoy aprendiendo”, “divertida la clase ya que no sólo son textos y así pongo más atención”, “las diapositivas y multimedia hace más fácil la materia”, “el profe supo ocupar los materiales como el internet y laboratorio”.

Ahora bien, en la pregunta ocho se buscó conocer la opinión de los alumnos sobre la inclusión de las TIC en el aula como un apoyo para el desarrollo de los temas de Química. Las respuestas más frecuentes se describen a continuación:

“Es una buena idea porque ayuda en muchos aspectos, es más divertido y motivante”, “nos facilita el aprendizaje”, “me gusta ya que se desarrollan más gráficamente los temas”, “es una buena idea ya que hace menos tediosa las clases y nos ayuda a comprender mejor”, “que hacen más fácil y rápido hacer actividades de la escuela”, “son muy servibles, ayudan al desempeño de la clase”, “son útiles, nos ayudan a guiarnos en la clase y se acerca más a nuestro mundo”, “nunca me habían enseñado de esa forma pero así le entiendo mucho más”.

Finalmente, con la pregunta nueve se buscó que los estudiantes participantes dieran una sugerencia y/o comentario respecto a la propuesta implementada. Sin embargo, no dieron sugerencias, pues al parecer, les gustó la propuesta de incluir las TIC al proceso de Enseñanza-Aprendizaje para desarrollar el tema del *Modelo Corpuscular de la Materia* tal como se les presentó.

Al analizar las respuestas anteriores, se puede advertir que los estudiantes vieron a las TIC como un apoyo para su aprendizaje ya que tuvieron oportunidad de:

- ✓ Realizar ejercicios interactivos, lo cual les permitió tomar una actitud activa dentro del aula, dejando de lado el protagonismo del docente.

- ✓ Presentar apoyo audio-visual (multimedia), como ya se mencionó, los alumnos tiene una alta habilidad visual-espacial, es decir, están más familiarizados con imágenes, textos dinámicos que con sólo texto fijo (libro), más habitual para los *Inmigrantes Digitales*. Para los *Nativos*, utilizar multimedia, dentro del salón de clase, los puede motivar a interesarse más por la temática así como, en conjunto con el docente, construir el conocimiento con ayuda de las TIC.
  
- ✓ Diseño de actividades innovadoras, los estudiantes se mostraron motivados e interesados al participar en actividades novedosas, dentro del aula, que no habían experimentado antes durante su vida escolar.  
Por ejemplo, se puede mencionar la utilización de Simulaciones, el tomar el papel de productores de información, el realizar modelos virtuales, el tener una comunicación sincrónica y asincrónica por Facebook, el colaborar para la creación de una biblioteca virtual y el retroalimentar el trabajo de sus compañeros.

Asimismo, se observa que los alumnos tanto *Nativos* como *Inmigrantes* tienen una actitud positiva hacia la inclusión de las TIC al campo educativo.

Lo anterior indica que las TIC son herramientas que utilizan cotidianamente la mayoría de los adolescentes de esta época, por lo que el implementarlas puede facilitar el diseño de actividades innovadoras. Utilizar las TIC implica un cambio en la mentalidad y práctica docente de los profesores, entonces la pregunta es ¿los docentes, *Inmigrantes Digitales*, estarían dispuestos a tales cambios?

Cabe destacar que los alumnos perciben si el uso del Internet y/o computadora tuvo un fin académico o no. En este caso, muchos de los estudiantes enfatizaron que percibieron un uso adecuado de las TIC durante el desarrollo de la propuesta didáctica.

Lo redactado en los párrafos anteriores puede ser otro indicador de que el uso de las TIC se realizó bajo un enfoque educativo. Esto, debido a que los alumnos, a través de sus respuestas, mencionaron que sí les ayudaron las TIC para entender el tema

del *Modelo Corpuscular de la Materia* con lo cual se deduce que estos recursos cumplieron con un objetivo en específico dentro de la propuesta planteada.

A continuación, se analizan las audiograbaciones hechas a alumnos y a su profesora titular para complementar este capítulo de presentación y análisis de resultados.

#### Transcripción de la entrevista realizada a algunos alumnos participantes.

Los resultados que se muestran a continuación están basados en las respuestas que los alumnos entrevistados dieron a las preguntas mostradas en el anexo VII. Cabe destacar que la entrevista fue audio-grabada al finalizar el semestre. Para su análisis, se realizaron transcripciones para desmenuzar y analizar las respuestas obtenidas.

Para este caso, se muestran algunas respuestas de un alumno *Nativo Digital* (ejemplo 2) y de un *Inmigrante Digital* (ejemplo 1).

Al cuestionarlos sobre si sus maestros de secundaria utilizaron alguna TIC dentro del aula, ellos respondieron:

Ejemplo1: “De hecho, que me acuerde no, no no usaban este... las nuevas tecnologías”.  
Ejemplo 2: “Subían las tareas en internet a veces”

Se observa que, en opinión de estos alumnos, los docentes de secundaria, o no utilizaban las TIC o las incluían pero de forma limitada, es decir, bajo un enfoque tecnicista en donde el alumno toma un papel pasivo y de consumidor de la información. Esto concuerda con las Gráficas 4 y 5.

Al preguntarles sobre si consideraban importante la inclusión de las TIC dentro del contexto escolar, se obtuvo lo siguiente:

Ejemplo 1: “Pues yo creo que sí, más que nada porque ahorita es muy... demandante esto de Internet, entonces que... utilicen las nuevas tecnologías si es muy favorable para la educación”.  
Ejemplo 2: “Ehh... sí, porque de alguna manera es algo nuevo y se tiene que ir como acoplando a lo académico, entonces no se puede descartar totalmente”.

Después de la intervención didáctica tanto *Nativo* como *Inmigrante* están de acuerdo con la inclusión de las TIC al campo educativo, como un recurso de apoyo novedoso y actual para el proceso de E/A.

También se les cuestionó sobre el impacto de las TIC en su aprendizaje del tema:

Ejemplo 1: "Este Porque pues bueno una imagen dice más que mil palabras entonces pues con las animaciones pues con las animaciones es fácil comprender los tamaños y formas de todo lo que hemos visto".  
Ejemplo 2: "Pues sí, de alguna manera sí, porque así como que lo guardas y lo puedes ver y volver a ver cuando lo necesites".

Se observa que ambos alumnos (*Nativo e Inmigrante*) perciben que las TIC les ayudaron visualmente (multimedia) a comprender el tema del *Modelo Corpuscular de la Materia* de una forma menos abstracta, lo cual concuerda con las Gráficas 6 y 8 así como con lo descrito por Pollard & Talanquer (2005).

Por otra parte, cuando se les interrogó sobre si en cursos posteriores de química utilizarían alguna TIC mostrada durante la intervención didáctica, ellos contestaron:

Ejemplo 1: "Este... pues más que nada herramientas como Facebook, que es muy concurrido, yo creo que también las animaciones fueron ¡muy buenas!, videos también nos sirven bastante".  
Ejemplo 2: "Pues quizá también sigamos utilizando los modelos y como el grupo de Facebook porque es más fácil y poder tomar fotos para poder recordar todo lo que vemos y así".

Como se observa, Facebook y multimedia son herramientas TIC que los alumnos consideran utilizar en cursos posteriores de Química, lo anterior concuerda con lo reportado en las Gráficas 6 y 7. No se debe olvidar que el ejemplo 1 corresponde a un *Inmigrante Digital*. Esto es relevante y alentador ya que el cambio de percepción de este alumno puede ser un indicador de que, en este caso, estos recursos se utilizaron bajo un enfoque educativo.

Al cuestionarlos sobre si las TIC, en especial la multimedia, los motivó durante las clases, ellos respondieron:

Ejemplo 1: "Sí, yo creo que sí, Porque... ehh... pues se utilizo mucho muy bastante estas nuevas herramientas, entonces pues incluirlas en nuestro desarrollo académico como que nos impulsa un poquito más a hacer las cosas".  
Ejemplo2: "Pues sí, finalmente sí, porque si no hubiera sido más aburrido y creo que al final de cuentas no lo hubiera comprendido tan bien".

Con respecto al estudiante *Inmigrante*, se puede observar que cambió de opinión con respecto a lo que pensaba de las TIC al inicio del semestre, ver inciso e del cuestionario inicial, ver página 87. Ahora, después de la intervención didáctica

considera que la integración de las TIC (bajo un enfoque educativo) lo puede impulsar en su desarrollo académico.

Por otra parte, el estudiante *Nativo*, como ya se ha venido resaltando anteriormente prefiere la multimedia que los libros de textos. Cabe aclarar que no se quiere decir que ya no se usen los libros de texto, sino por el contrario, que se combinen ambas herramientas como un recurso de apoyo al proceso de E/A.

Finalmente, cabe destacar que ambos estudiantes al darse cuenta de que el uso de las TIC, en su mayoría, estaba bajo su control, empezaron a editar fotos, videos y publicar comentarios en Facebook. Lo anterior constituye una evidencia de que vieron en las TIC un recurso de apoyo y expresión para su desarrollo académico.

Asimismo, emplearon las habilidades tecnológicas que han adquirido durante la vida cotidiana y que muchas veces no son explotadas en la vida escolar, quizá, porque los maestros *Inmigrantes Digitales*, no valoran o no les dan la importancia que se merecen a este tipo de habilidades tecnológicas-digitales.

Lo anterior corresponde a la opinión de los alumnos participantes. Sin embargo, ¿qué opinión tiene la profesora titular del grupo?

#### Transcripción de la entrevista realizada a la profesora titular del grupo.

Contexto de la profesora titular del grupo 157-A del CCH Sur.

La docente titular del grupo tiene la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) con una experiencia docente de aproximadamente doce años en CCH Sur y dentro de sus planeaciones didácticas no usa con frecuencia las TIC. Este último punto tiene sustento en la entrevista que se le realizó.

En seguida se muestra la transcripción de una parte de la entrevista realizada a la docente titular, esta sección hace referencia a las respuestas que dio con respecto al apego que tiene por las TIC durante su planeación didáctica:

“Ummm Yo creo que las utilizo -las TIC- pero de forma muy limitada, particularmente para presentaciones en Power Point, pero... sé que pueden dar más. Alguna vez en los laboratorios nuevos, por ejemplo les pedí a los chicos que hicieran una investigacioncita en internet, en otra ocasión utilizamos el laboratorio para hacer una actividad experimental utilizando sensores. Este... pero en realidad es muy poco lo que lo que yo las utilizo”.

“Yo creo que a lo largo del semestre puedo utilizarlas de... perame estoy pensando en la cantidad de clases... si estamos dando 80 horas de clases yo creo que le dedico unas 20... no ... unas 10 horas de clase.”

“las tecnologías no es algo que a mí me llame la atención, yo como que me dedico más al trabajo experimental y las utilizo solamente cuando creo me pueden servir como apoyo. Pero no es algo que yo sienta atracción por ellas como mucha gente que puede pasar horas frente a la computadora, en el facebook, este navegando o en las páginas de internet. Más bien, no me llaman tanto la atención”.

Ahora bien, lo descrito anteriormente muestra que la opinión que tenga la profesora titular después de observar la puesta en marcha de la propuesta didáctica, que incluye a las TIC, para el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*, es muy importante considerarla, ya que nos puede dar indicadores válidos que ayuden a responder la pregunta de investigación planteada al inicio de la tesis. Además de ver si cambió su percepción con respecto al uso de las TIC. Para ello, se muestran a continuación más fragmentos de la entrevista:

Al preguntarle a la profesora sobre si utilizaría alguna de las TIC implementadas durante la intervención didáctica para el tema *Modelo Corpuscular*, para sus futuros cursos, ella respondió:

“¡Sí!, yo creo que sí, por ejemplo, este... todo el trabajo que ha hecho Talanquer ese me gustaría, una presentación que realizaste para mostrar lo más pequeño lo más grande y simulaciones. Este esas si las utilizaría. Ahorita acabo de recordar que también muchas de las de los recursos tecnológicos que yo había encontrado en la red tenían muchas limitantes y entonces eso también me generaba una especie de de pues de valorar si poner una presentación, una un flash por ejemplo, pero con deficiencias. Entonces uno a veces prefiere dejar de lado la herramienta tecnológica porque puede generar incluso más ideas previas ¿No?, Pero... ehh... actualmente creo que ya hay cosas mucho mejores. Este... hace rato, tú mismo pusiste una presentación muy clarita sin problemas este... conceptuales que no puede generar o que a lo mejor genera menos ideas previas ¿No? Y eso me había detenido también. Y a lo mejor ahora con tu trabajo puede ser que me anime a utilizar mucho de lo que me has enseñado ¿No? y a buscar más ¿No?”

Al observar la respuesta de la profesora titular, se puede notar que reconoce a la multimedia como una herramienta útil. Esto, concuerda con lo descrito en la Gráfica 6 respecto a que los alumnos identificaron muy bien este tipo de recurso, como un apoyo a su aprendizaje, durante la intervención didáctica.



Asimismo, la profesora titular también encuentra útil esta herramienta como un apoyo para la enseñanza del tema del *Modelo Corpuscular*, lo cual se puede relacionar con las ventajas encontradas (reportadas anteriormente) para este tipo de tecnologías, como por ejemplo:

- Apoyo visual para abordar el tema de modelos y hacer menos abstracta la Química.
- Herramienta para elaborar modelos.
- Recurso para detectar concepciones alternativas.
- Apoyo para crear un *punte* entre el mundo macroscópico y submicroscópico.
- Herramienta para mostrar experimentos que no se pueden realizar en el laboratorio.

No obstante, a pesar de encontrarle ventajas a las TIC, la profesora también reporta desventajas como, por ejemplo, que puedan generar concepciones alternativas en los alumnos. Para evitar esto, se piensa, que el docente debe de seleccionar, estudiar, comprender y elaborar una estrategia didáctica para evitar así, que estos recursos puedan promover o generar concepciones alternativas. Evidentemente, ésto requiere una inversión importante de tiempo.

Ahora bien, ¿los docentes están dispuestos?, para este caso en particular, al mostrar un uso de las TIC bajo un enfoque educativo, la profesora titular sí está dispuesta a indagar más sobre cómo explotar todo el potencial que pueden proporcionar las TIC al campo educativo. Esta opinión no se hubiera dado si se hubieran utilizado las TIC bajo un enfoque tecnicista.

Por otra parte, se cuestionó a la maestra sobre si observó alguna ventaja para el proceso de E/A al implementar las TIC, a lo que ella contestó:

“¡Sí claro!, porque hay cosas, la química tiene muchas cosas que no vemos ¿No? El uso de los modelos sí ayuda bastante ¿No?, entonces este... a mí me parece que sí tiene sus ventajas pero insisto el problema es que ehh... antes los flash o los programas que yo llegué a encontrar tenían muchas deficiencias yo creo que ahora ya hay más cosas bien hechas y pues eso también ayuda mucho que el alumno pueda entender este... algunos aprendizajes o conceptos abstractos, ¿No?, ¡ventajas sí tiene muchas!”.

En este caso, la profesora, relaciona el uso de las TIC como un apoyo para la enseñanza de la Química a través de minimizar la abstracción de la asignatura.

Es decir, las TIC pueden acompañar tanto al docente como al alumno para que puedan desplazarse por los tres componentes del triángulo de Johnstone: macro, submicro y representacional (Johnstone, 1993).

Al cuestionarla sobre las desventajas, en términos generales, que ella considera que tiene la implementación de las TIC dentro del aula, ella mencionó lo siguiente:

“¿Qué desventajas?, bueno una puede ser que puedes generar más ideas previas si la herramienta no es la adecuada, otra es que puedes generar en los alumnos un poco de pereza mental porque les estas dando ya el modelo ¿No? Pero se podría trabajar en que ellos primero construyan uno y después presentar un modelo este... pues de los que son científicamente aceptados ¿No? Ehh... la desventaja es que tienes que generar una estrategia para poder utilizar tu modelo o sea no puedes llegar y presentar el modelo ahí está el modelo y tan tan ¿No? Porque entonces no cobra significado para ellos, debes de implementar esas herramientas como parte de tu clase no como la estrategia”.

Las desventajas que reporta son: una fuente para generar concepciones alternativas y pereza mental en los alumnos.

Al revisar la segunda columna de la Matriz TIM y ver las características que conforman el enfoque tecnicista, se puede deducir que las desventajas reportadas por la profesora titular corresponden a un uso de estas herramientas bajo el enfoque tecnicista. Ya que en dicho enfoque, se ven a las TIC como un mero sustituto del profesor en el sentido de dejar a los alumnos ver una Simulación cualquiera sin un objetivo, así como darles electrónicamente información sin analizarla o discutirla.

En contraste con lo anterior, en este caso particular, se buscó el uso de las TIC bajo un enfoque educativo en donde el alumno tuviera una actitud activa. Para saber si se logró ésto, se preguntó a la docente titular la percepción que tuvo del comportamiento de los alumnos con el uso de la TIC, he aquí su respuesta:

“Yo vi que estaban atentos, vi trabajo en equipo, vi discusiones, intercambio de ideas. Yo creo que anima a los chavos a trabajar. Pero aquí hay algo muy importante, que la el trabajo que presentaste era una estrategia bien planteada, con diversas actividades y cada una con sus propósitos y ligada la una con la otra y eso eso ayuda mucho”.

El argumento de la maestra concuerda con las ventajas reportadas anteriormente para cada TIC, así como con la percepción de los alumnos, como se puede ver Gráfica 8. Además, su respuesta puede ser otro indicador de que las TIC se incorporaron bajo un enfoque educativo ya que, la profesora, identificó un objetivo

específico para cada TIC, lo cual es fundamental en este enfoque como se reporta en el modelo SAMR (2008, 2009) y en el modelo TPACK (2006, 2009).

También se le cuestionó sobre si cambió su percepción del uso de las TIC en la enseñanza después de haber visto la intervención, su respuesta fue:

“Sí, definitivamente si, este... porque ehh... como, herramienta son muy útiles. Este... muchas herramientas que tú utilizaste me las voy apropiar dándote el crédito por supuesto ¿No? O a la mejor me va a permitir buscar otras herramientas en el Internet ¿no? Que seguramente hay y mejores”.

Aquí se puede advertir que la profesora titular al observar el uso de las TIC bajo un enfoque educativo, encontró ventajas significativas para el proceso de E/A, viéndolas ahora como un recurso útil mencionando que utilizará muchas de las TIC implementadas para sus cursos posteriores e incluso buscará otras más.

Esto quiere decir que ahora, al tener otra visión de las TIC, la profesora puede *saltar* del enfoque tecnicista al educativo e ir valorando todo lo que se puede lograr con este tipo de tecnologías dentro del contexto educativo.

Finalmente, se le preguntó por qué consideraba que muchos docentes no implementan estas herramientas en su práctica docente a lo que ella contestó:

“Hay maestros muy grandes y esos maestros grandes este... ehhh, ya no quieren entrarle a aprender cosas nuevas y se niegan ¿No? Los profesores jóvenes ehh... muchos de ellos les falta la didáctica ¿No? Y yo creo que al no tener esa didáctica y utilizarlas como una parte de sus estrategias este... a lo mejor las logran las ven como algo vacías sin ligarlas con algo, puede ser una de esas causas ¿No? Que los profesores que se niegan a utilizarlas”.

Al analizar su respuesta se puede observar que clasifica a los profesores en dos grupos: *grandes* y *jóvenes*. Los primeros, no incluyen las TIC porque no quieren aprender cosas nuevas (TIC) y los segundos, aunque integren las TIC a su docencia lo hacen de forma tecnicista debido a que les falta la didáctica.

Para esta tesis, se pensaría el agrupar a ambos tipos de profesores (*grandes* y *jóvenes*) en un sólo grupo, *Inmigrantes Digitales*. De acuerdo con Prensky (2001a,b) en la actualidad sólo se tienen alumnos *Nativos Digitales* más no profesores. Es decir, éstos últimos son personas que se están adaptando a las TIC y que las ven, en su mayoría, como distractores, no dándoles cabida en su práctica docente.

Además, a lo anterior habría que agregar que varios profesores no cuentan con una profesionalización docente. Por lo que, no es de sorprender que al incorporar las TIC a su práctica, frecuentemente, los docentes lo hagan bajo un enfoque tecnicista debido a que no existe una reflexión de que utilizar estas herramientas requiere un cambio en la forma de enseñar y aprender.

Ahora bien, ¿qué pasará con la educación cuando lleguen los primeros docentes *Nativos Digitales*? y ¿qué pasará con la educación cuando se tengan profesores *Nativos* y además cuenten con una profesionalización docente?

Parece fácil suponer que con la llegada de docentes *Nativos* comenzará un proceso en el que se incrementará la investigación en tecnología educativa, así como un aumento en la importancia asociada a la necesidad de implementar las TIC al campo educativo. Es importante señalar que esto será un proceso largo pero seguramente constante.

Cabe destacar que esta tesis está escrita pensando en aquellos docentes *Inmigrantes* que deseen incorporar a su docencia las TIC ya sea por curiosidad, interés o porque los centros educativos en los que laboran tienen una infraestructura tecnológica aceptable.

Entonces para orientarlos respecto a la forma de utilizar las TIC bajo un enfoque educativo, como producto de esta tesis se diseñó un Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ) que pretende promover en el docente la reflexión sobre lo que son las TIC, cómo evaluar su incorporación y cómo utilizarlas de una forma que no sea tecnicista.

En la siguiente sección se presenta y describe el Diagrama DATIEQ, el cual, integra la información reportada en los capítulos anteriores de esta tesis y cuya aplicación es específica, para el tema del *Modelo Corpuscular de la Materia*.

#### 4.4. Tercera sección: Presentación del Diagrama DATIEQ



4.4.1. Presentación del Diagrama DATIEQ

1

Este diagrama está elaborado en función de los modelos teóricos:

- \* SAMR (2009).
- \* TPACK (2006, 2009).
- \* La Matriz TIM

Estos modelos buscan integrar las TIC, al proceso de E/A, bajo un enfoque educativo más no tecnicista.

Este diagrama es un producto obtenido de la investigación realizada en este proyecto de tesis.

El diagrama DATIEQ tiene como objetivo promover la incorporación de las TIC al ámbito escolar bajo un enfoque educativo.

Si se quiere conocer más sobre el tema revisar el capítulo I y II.



2

El primer escalón del diagrama DATIEQ se elaboró con base en la primera columna de la Matriz TIM

3

El segundo escalón del DATIEQ se hizo con base en verbos de acción tomados de la taxonomía de Bloom.

4

El tercer escalón del DATIEQ se diseñó con base en lo realizado durante la implementación de la propuesta didáctica. Sólo se muestra un ejemplo, si se quiere conocer más se puede consultar el capítulo IV.

5

El cuarto escalón del DATIEQ se elaboró con base en las TIC utilizadas durante la implementación de la intervención didáctica.

6









#### 4.4.2. Comentarios sobre el Diagrama DATIEQ

A continuación se enlistan algunas recomendaciones para interpretar y utilizar el Diagrama DATIEQ:

- ✓ Para empezar a leer el Diagrama DATIEQ se debe seguir la numeración establecida.
- ✓ Al llegar al número seis (Diagrama en sí) se debe empezar a leer de adentro hacia fuera, es decir, del primer escalón al cuarto escalón.
- ✓ En el primer escalón, no hay un orden establecido entre: *Activo*, *Auténtico*, *Colaborativo*, *Constructivo* y *Dirigido a Metas*. Lo importante es que al seleccionar alguno de éstos en seguida se debe de leer el segundo, tercero y cuarto escalón correspondiente a la sección elegida. Se recomienda en este paso, analizar a la par la Matriz TIM modificada para una mejor interpretación.
- ✓ Los verbos de acción se pueden poner en práctica dentro del proceso de E/A, utilizando las TIC correspondientes a cada rubro.
- ✓ Si no se logran identificar los íconos de las TIC utilizadas, en esta hoja, posterior al Diagrama, se encuentra una tabla que explica cada TIC utilizada en este proyecto de tesis.

A continuación se describe el nombre de cada TIC utilizada, su respectiva dirección electrónica, así como el tipo de Web al que pertenece, ver Tabla 19.

Tabla 19. Descripción de las TIC utilizadas.

Imagen	Nombre	Origen	Tipo de Web
	Internet	<a href="https://www.google.com.mx/">https://www.google.com.mx/</a>	Web 1,2 y 3.0
	Facebook	<a href="https://www.facebook.com/">https://www.facebook.com/</a>	Web 2.0
	YouTube	<a href="https://www.youtube.com">https://www.youtube.com</a>	Web 2.0/ multimedia
	Google Docs	<a href="https://drive.google.com/">https://drive.google.com/</a>	Web 2.0
	Google Drive *	<a href="https://drive.google.com/">https://drive.google.com/</a>	Web 2.0
	Simuladores	<a href="https://phet.colorado.edu/es/">https://phet.colorado.edu/es/</a>	Multimedia
	EduQ	<a href="http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ/">http://www.chem.arizona.edu/chemt/EduQ/</a>	Multimedia
	PIXTON	<a href="http://www.pixton.com/mx/">http://www.pixton.com/mx/</a>	Web 2.0



HP Digital Classroom	HP Digital	Aula-laboratorio CCH	Web 2.0
Movie Maker	Movie Maker	Paquetería básica Office	Paquetería
PowerPoint	PowerPoint	Paquetería básica Office	Paquetería

\* Dentro de Google Drive se englobó a Google Scholar (académico). Esto, debido a que esta herramienta potencia su utilidad cuando se tiene activada la cuenta de Drive.

Esta tabla muestra sólo algunos recursos de Internet, los que se utilizaron para el proceso de E/A del *Modelo Corpuscular de la Materia*. No obstante, es importante resaltar que en la red (www) existen muchas más herramientas tecnológicas, las cuales se pueden aplicar para el proceso de E/A de este tema y de otros más.

Por ejemplo, una página que se recomienda consultar es el sitio Web: <http://htwins.net>, el cual contiene una gran diversidad de temas de: física, química, biología y tecnología en un formato de *animación* (multimedia). Éstos se pueden utilizar dentro del aula. Para este caso en particular, se utilizó la animación: “Un viaje por el universo de lo más grande a lo más pequeño”.

Es importante destacar que este recurso no formó parte del DATIEQ debido a que los alumnos no pudieron interactuar con éste o manipularlo ya que sólo se utilizó para presentar información como una ayuda para el docente.

Por otra parte, es importante mencionar que este Diagrama es un producto de este trabajo al igual que la Matriz TIM adaptada y tienen como propósito promover el uso de las TIC, dentro del proceso de E/A, bajo un enfoque educativo más no tecnicista.

Para dar una orientación de cómo interpretar el Diagrama DIATEQ, en seguida se muestran algunos ejemplos de cómo utilizar esta herramienta:

### Sección 1: Componente Activo.

Esta sección del Diagrama DATIEQ busca incluir las TIC al campo educativo para promover una actitud activa en el alumno durante el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

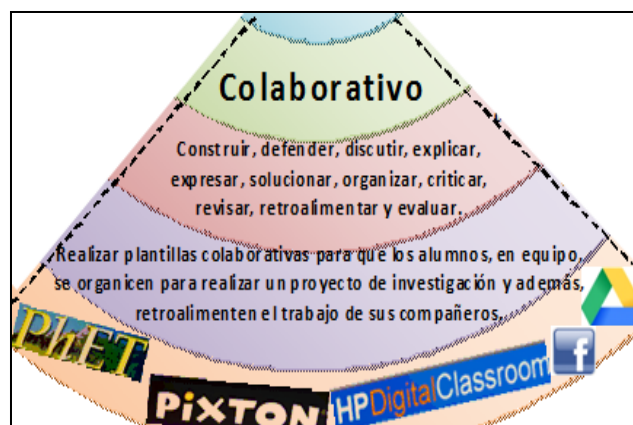


A continuación se muestran algunos ejemplos:

TIC	Verbo	Actividad
Facebook	Explicar	El profesor semanalmente puede subir al grupo de Facebook una situación problema, la cual los alumnos deben de explicar, a través de un foro de discusión. Esto, con base en lo visto en clase.
Google Docs	Expresar	A través de una plantilla colaborativa llamada “Diario de clase” los alumnos, en equipo, expresen sesión tras sesión la pregunta ¿Qué aprendí el día de hoy? La cual posteriormente, será leída por otro equipo para darles comentarios y/o detectar posibles dudas, las cuales se pueden aclarar entre el profesor y alumnos.
Pantallas interactivas	Ilustrar	El profesor puede hacer experimentos en el aula, relacionados con la temática, para que los alumnos generen hipótesis para explicar dicho fenómeno a nivel submicroscópico, es decir, que modele.

**Sección 2. Componente Colaborativo.**

Esta sección del Diagrama DATIEQ busca incluir las TIC al campo educativo para promover una actitud colaborativa y trabajo en equipo entre los alumnos durante el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

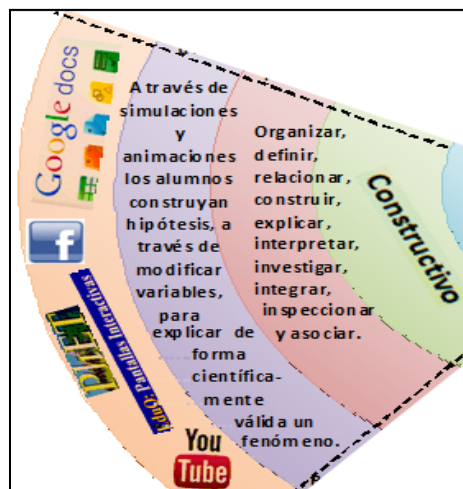


En seguida se muestran algunos ejemplos:

TIC	Verbo	Actividad
PIXTON	Construir	Como tarea se les puede pedir a los estudiantes que realicen, de forma individual o en equipo, una serie de cómics que hagan alusión a una situación problema, cercana a su realidad, que requiera una respuesta con base en lo visto en clase. Esto, permitirá al alumno darse cuenta de la importancia de los temas vistos en el aula.
HP Digital	Discutir	Después de finalizar cada cierto tema, el docente a manera de repaso puede proyectar, por medio de las computadoras del aula-laboratorio y del programa Digital HP Classroom, los cómics realizados por los alumnos para que los discutan, en equipo, y les den una solución.

**Sección 3. Componente Constructivo.**

Esta sección del Diagrama DATIEQ busca incluir las TIC al campo educativo para construir los conceptos químicos entre el profesor y los estudiantes durante el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.



TIC	Verbo	Actividad
YouTube	Construir	El profesor puede pedir a los alumnos, que en equipo, construyan al finalizar una unidad, un video audio-visual el cual muestre la explicación de algún tema del bloque que se finaliza. El contenido del video se debe discutir entre el docente y los alumnos, lo cual dependerá de la temática vista. Este producto al ser evaluado y/o retroalimentado se puede colocar en una biblioteca virtual elaborada por los propios alumnos.
EduQ	Asociar	El alumno puede utilizar esta TIC para asociar una explicación submicroscópica (modelar) a una determinada actividad experimental (macroscópica), con la finalidad de que el estudiante pueda hacer un puente entre el mundo nano con el macroscópico.
PhET	Explicar	El docente puede utilizar una Simulación en clase para que los alumnos, a través de modificar las variables, puedan explicar las consecuencias del haber alterado cierta variable. Así, se fomenta que los alumnos construyan sus propias preguntas y asimismo les den una explicación.

**Sección 4. Componente Auténtico.**

Esta sección del Diagrama DATIEQ busca incluir las TIC al campo educativo para que el alumno utilice sus conocimientos para explicar fenómenos de la vida cotidiana o participe en foros de discusión (locales, nacionales o internacionales) relacionados con algún tema de interés con carácter científico.



TIC	Verbo	Actividad
Internet	Investigar	El docente debe de promover la habilidad de búsqueda de información a través de Internet. Esto, a lo largo de todo el curso.
Facebook	Debatir	Diseñar en Facebook mensualmente un foro de discusión donde debatan los alumnos dando su opinión, con base en lo visto en clase, acerca de alguna situación o problema de la vida cotidiana ya sea local o mundial.
Google Drive	Desarrollen	En Google Docs se puede diseñar una plantilla colaborativa que tenga por nombre "Bitácora de reflexión" en la cual los alumnos por equipo desarrollen un texto en el cual redacten las respuestas a las siguientes preguntas: ¿por qué es importante conocer este tema?, ¿qué aportación me da a mi vida?, ¿cómo este tema me puede ayudar a mi vida diaria?

**Sección 5. Componente Dirigido a Metas.**

Esta sección del Diagrama DATIEQ busca incluir las TIC al campo educativo para diseñar actividades que busquen alcanzar una meta en específico dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje.



TIC	Verbo	Actividad
YouTube	Producir	Al finalizar el semestre se les pedirá a los alumnos que produzcan un video animado-educativo respecto a algún tema visto. Esto, para que se coloquen en la red y puedan ser consultado por otras personas. Para darle la visión al alumno de que también puede ser productor de la información. Los criterios de contenido del video dependerá del tema y de los acuerdos a los que llegue el alumno y profesor.

Finalmente, es importante mencionar que este Diagrama se hizo con base en la Matriz TIM adaptada. Asimismo, el Diagrama DATIEQ es un producto obtenido del segundo ciclo de acción, con respecto a la metodología utilizada en este trabajo, por lo que para comenzar con un tercer ciclo se requiere que los docentes en general utilicen este Diagrama y puedan así, generar una opinión de esta herramienta.

En el caso de que se quiera comunicar esta opinión se deja la siguiente dirección de correo electrónico: [java\\_194@comunidad.unam.mx](mailto:java_194@comunidad.unam.mx). Esto, con el fin de continuar con este proceso de investigación-acción.

A continuación se expone la conclusión y las perspectivas para este trabajo de investigación.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS

Para comenzar este capítulo, es importante recordar que la metodología seguida en este proyecto de tesis fue del tipo cualitativo observacional e introspectivo y de investigación-acción de McKernan (1988) (Mckernan, 2001). Además, se trabajó con una muestra de 25 alumnos, no probabilística denominada de conveniencia.

Por lo anterior, las conclusiones obtenidas no se pueden generalizar más allá del grupo de trabajo, debido a que no se tiene una muestra representativa de acuerdo con Winterbottom (2009). No obstante, lo descrito en este capítulo puede servir como base para ampliar el panorama de futuras investigaciones en tecnología educativa en el campo de la enseñanza de la Química.

Considerando lo anterior y basándose en: el marco teórico, la propuesta didáctica, la metodología y en el análisis presentados, ahora es posible dar respuesta a la pregunta de investigación planteada al inicio de esta tesis:

*¿Qué ventajas y desventajas se obtienen de la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), bajo un enfoque educativo, en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje para el tema Modelo Corpuscular de la Materia?*

La respuesta se ha desglosado en lo que corresponde a la enseñanza y al aprendizaje y se ha resumido en las siguientes Tablas 20 y 21:

<b>Ventajas y desventajas en la <u>enseñanza</u> del tema Modelo Corpuscular de la Materia.</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Es posible:</b>	<b>Hay que:</b>
Utilizar, reutilizar y compartir material virtual elaborado por los alumnos.	Invertir tiempo para familiarizarse con las TIC y su manipulación.
Crear un ambiente escolar dentro y fuera del salón de clase. Esto, de forma virtual.	Actualizarse constantemente en el mundo de las TIC.
Dar seguimiento constante al desempeño académico de los estudiantes.	Modificar la práctica docente para dar cabida a las nuevas tecnologías.
Fomentar la retroalimentación o evaluación entre	Existe material digital con errores de



pares.	programación que fomenten ideas previas.
Formar <i>puentes conceptuales</i> que conecten el mundo macro y submicroscópico.	Invertir tiempo para administrar las TIC cuya función es la de comunicar sincrónica y asincrónicamente al alumno y docente.
Detectar concepciones alternativas del tema.	
Fomentar que los alumnos participen en foros de discusión nacionales e internacionales.	Además, en el caso particular del CCH:
Fomentar un trabajo colaborativo entre los alumnos dentro y fuera del salón de clase.	* El acceso a las computadoras depende en gran medida del o los encargados del laboratorio.
Facilitar una evaluación formativa y sumativa.	* En algunas ocasiones, no hay un correcto funcionamiento de las computadoras, quizá, por la falta de un mantenimiento constante.
Tomar en cuenta los diversos estilos de aprendizaje.	* Las computadoras no guardan ningún archivo por lo cual se tienen que guardar en memorias USB o electrónicamente. Asimismo, no guardan actualizaciones de los <i>plug-in Flash o JAVA</i> . Por tanto, es necesario actualizarlas diario para poder visualizar alguna Simulación o Animación.
Fomentar las <i>habilidades tecnológicas</i> que los alumnos poseen.	
Presentar experimentos que no se pueden realizar dentro del aula.	
Promover en los alumnos la elaboración de modelos virtuales.	
Se puede enseñar las partículas (átomos, moléculas o iones) desde un plano en 3-D y de forma dinámica (movimiento).	

Tabla 20. Ventajas y desventajas de las TIC bajo un enfoque educativo (enseñanza).

A continuación se muestran las ventajas y desventajas encontradas para el proceso de aprendizaje, ver Tabla 21:

<b>Ventajas y desventajas en el <u>aprendizaje</u> del tema Modelo Corpuscular de la Materia.</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Es posible:</b>	
Impulsar la habilidad de búsqueda de información en Internet respecto al tema.	Problemas de comunicación, en algunos alumnos, ya que algunas TIC operan en otro idioma diferente al español.
Fomentar en los alumnos la expresión escrita, a través de Facebook. Esto, al darles la oportunidad a los estudiantes de que redacten lo que entienden, del tema, sesión tras sesión.	Algunos alumnos se distraen con el movimiento, color o diseño de algunas TIC, provocando que pierdan la atención a las explicaciones.

Promover la creatividad en los alumnos, al elaborar modelos virtuales, videos o fotos referentes a la temática (productores).	<p>Si no existe una adecuada instrucción del uso de las simulaciones, por parte del profesor, durante la clase o la actividad, el alumno puede creer que los átomos o moléculas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* tienen forma de <i>pelotitas</i>.</li> <li>* Son de colores.</li> <li>* Tienen el mismo tamaño.</li> </ul> <p>Para evitar esto, el docente debe ser insistente en mencionarle al estudiante que lo que se presenta en una Animación o Simulación es un modelo, es decir, una representación.</p> <p>Algunos estudiantes que buscan, por su propia cuenta, algún material virtual o multimedia para estudiar, puede seleccionar alguno que pueda generar concepciones alternativas.</p> <p>Para no promover esto, el profesor debe de proveerles herramientas de búsqueda de información en Internet a sus alumnos.</p>
Construir hipótesis durante la manipulación de Simulaciones, lo cual ayuda a que el alumno tome una actitud activa en clase.	
Minimizar la abstracción de la temática a enseñar. Esto, a través de proporcionales un apoyo visual (multimedia).	
Fomentar en los alumnos la expresión oral a través de trabajar en equipo para resolver un problema referente al tema (Pixton) o elaborar una investigación (actividad en Google Docs).	
Apoyar a los estudiantes para entender que el <i>Modelo Corpuscular</i> , es una representación o modelo el cual tiene limitaciones y no es la realidad.	
Acoplarse a los diferentes estilos de aprendizaje motivando a algunos estudiantes a auto-estudiar.	
Visualizar al mundo nanoscópico a través de múltiples representaciones, en un plano 3-D y en movimiento.	

Tabla 21. Ventajas y desventajas de las TIC bajo un enfoque educativo (aprendizaje).

Además se puede concluir que:

- ✓ La mayoría de los estudiantes del Nivel Medio Superior, a los que se enfrentan los docentes, son *Nativos Digitales* y pocos son *Inmigrantes Digitales*. Aquí, se indica un cambio generacional respecto al uso de las TIC, (Prensky, 2001a,b). Por lo cual, para este nivel, es necesario implementar las TIC dentro del proceso de E/A como una necesidad más que como un lujo.
- ✓ El 88% (22) de los estudiantes participantes al momento de la investigación contaban, en su hogar, con al menos una computadora mientras que el 100% (25) de los alumnos tenían acceso a Internet. Asimismo, la UNAM y el CCH cuentan con una infraestructura de computadoras y acceso a Internet (DGTIC, 2011). Por lo cual estos datos advierten que es viable hacer

propuestas de Enseñanza-Aprendizaje, en el Nivel Medio Superior, incorporando las TIC como una herramienta didáctica novedosa de este siglo.

- ✓ Casi la totalidad de los alumnos participantes no conocen recursos tecnológicos que se puedan utilizar dentro del contexto educativo.
- ✓ Actualmente existe una mayor apertura, por parte de los docentes del Nivel Secundaria, de incluir a su práctica docente las TIC. No obstante, es hacia la Tecnología Web 1.0, la cual promueve la pasividad del alumno y la reproducción de información.
- ✓ De acuerdo con Giordan (2011), las TIC más utilizadas en educación pueden clasificarse en: facilitar el acceso de la información y las que promueven la construcción o manipulación de diversos tipos de representaciones (dibujos, películas, etc.). Para esta tesis, se utilizaron ambos tipos de herramientas tecnológicas. Esto, debido a que ambas se complementaron para el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular*.
- ✓ Las TIC implementadas en la propuesta didáctica, desarrollada para esta tesis, se utilizaron bajo un enfoque educativo. Esto, debido a que cada una cumplió una función específica dentro del Proceso de E/A. Lo anterior coincide con lo reportado por las entrevistas semiestructuradas realizadas a algunos estudiantes así como a la profesora titular. Además de lo obtenido en el cuestionario final, el cual se aplicó después de la intervención didáctica.
- ✓ Existe una concordancia entre los resultados obtenidos de los tres métodos de recolección de datos utilizados: grabar lo que sucedía en clase, cuestionar a los alumnos y profesores así como de otras fuentes de evidencia.
- ✓ Para integrar las TIC al campo educativo es necesario conocer un marco teórico-histórico-pedagógico para saber qué son las TIC, cómo ha sido su desarrollo y qué modelos permiten entender cómo integrar las TIC al campo educativo. La incorporación de estos recursos no es trivial.
- ✓ Para integrar las TIC al campo educativo, se debe contextualizar su uso a través de realizar un estudio de la infraestructura tecnológica disponible en los centros educativos, así como cuestionar a los alumnos sobre si tienen acceso a computadora e Internet y pedir su opinión sobre las TIC.

- ✓ El modelo TPACK (2006, 2009), SAMR (2008, 2009) y la Matriz TIM (2010) son herramientas útiles para reflexionar sobre la forma de integrar las TIC al campo educativo bajo un enfoque educativo.
- ✓ El enfoque educativo es un proceso en el cual el docente puede ir evolucionando a través del análisis sobre la integración de las TIC en su práctica docente y su contraste con los modelos teóricos conceptuales presentados en esta tesis.
- ✓ Con esta propuesta didáctica se trató de abordar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales reportados para esta asignatura de acuerdo a CCH (2006), tales como: la teoría cinético-molecular, la colaboración entre pares, la utilización de equipo y técnicas informáticas, el manejo de material y equipo de laboratorio, la construcción y uso de modelos y, la utilización de diferentes fuentes de información.

Finalmente, se puede mencionar que sí se cumplieron los objetivos de la tesis planteados y descritos en la sección de Antecedentes. Esto, debido a que se valoraron las ventajas y desventajas del uso de las TIC, bajo un enfoque educativo, utilizadas para el desarrollo del tema *Modelo Corpuscular de la Materia*.

Por otra parte, durante el diseño e implementación de la propuesta didáctica sólo se seleccionaron recursos tecnológicos (Web 2.0) de fácil acceso, manipulación y gratuitos. Asimismo, también se diseñó el Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la Enseñanza de la Química (DATIEQ), herramienta que pretende promover la incorporación de las TIC, bajo un enfoque educativo, al ámbito académico. En este caso en particular para el tema *Modelo Corpuscular*.

## PERSPECTIVAS

Esta tesis es un primer esfuerzo y acercamiento hacia lo que es la investigación en tecnología educativa en la enseñanza de la Química a Nivel Medio Superior. Este proyecto, sólo abordó la temática del uso de las TIC en el campo educativo: enfoque tecnicista vs enfoque educativo.

No obstante, se abrieron otras vertientes las cuales pueden plantear nuevos problemas, así como ampliar el panorama de la investigación en tecnología educativa.

Entre las posibles investigaciones que surgen a partir de este trabajo se encuentran:

- Diseñar una comparación de esta propuesta didáctica con otra que no incluya las TIC y evaluar el aprendizaje individual de los alumnos con el fin de tener mayor evidencia del impacto de las TIC dentro del campo educativo.
- Diseñar un instrumento para conocer el TPACK de los docentes que integran las TIC a su práctica docente.
- Realizar un estudio de caso en el que a través del Modelo SAMR los profesores pasen del nivel de *mejora* al de *transformación* a partir de las preguntas guía que propone este modelo.
- Validar el producto resultante de este trabajo de tesis, el Diagrama de Apoyo Tecnológico para su Inclusión en la enseñanza de la Química (DATIEQ).
- Realizar una propuesta didáctica basada en la Web 3.0 y/o compararla con la tecnología Web 2.0.
- Valorar las ventajas y desventajas de utilizar el e-Learning o Blended-Learning para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química, a Nivel Medio Superior.
- Diseñar una investigación sobre las ventajas y desventajas de incorporar a la práctica docente el *Flipped the Classroom* con ayuda de las TIC.
- Proponer un modelo teórico para integrar las TIC bajo un enfoque educativo al contexto escolar.
- Desarrollar un plan de acción que promueva la mayor utilización de la infraestructura tecnológica disponible en los laboratorios de Química del CCH.
- Proponer y desarrollar un modelo sobre la naturaleza de la tecnología en la enseñanza de la Química. Esto, a través de conjuntar la historia de la tecnología (las TIC y la Web) con la pedagogía y la disciplina.
- Elaborar instrumentos que permitan caracterizar el pensamiento de un docente *Inmigrante* respecto a un *Nativo Digital*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abu, A. Z., & Abdul Rahman, M. F. (2013). The effectiveness of Web-Based Multimedia Applications Simulation in Teaching and Learning. *International Journal of Instruction*, 6(2), 211-220.
- Alcántara, A., & Zorrilla, J. F. (2010). Globalización y Educación Media Superior en México. En busca de la pertinencia curricular. Universidad Nacional Autónoma de México. *Perfiles Educativos*, XXXII(127), 38-57.
- Alvarado Zamorano, C. R. (2012). *Secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de Bachillerato con experiencia docente. Tesis doctoral. Universidad Extremadura. España.*
- Baird, D. (2007). *Learning 3.0: Mobile, Mobile, Mobile Barking Robot*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2013, de [http://www.debaird.net/blendededunet/2007/02/learning\\_30\\_mob.htm](http://www.debaird.net/blendededunet/2007/02/learning_30_mob.htm)
- Berners-Lee, T. (1995). Past, Present and Future. *IEEE Computer*, 29(10), 69-77.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 34-43.
- Burke, S. C., & Snyder, S. L. (2008). YouTube: An innovative Learning Resource for College Health Education Courses. *International Electronic Journal of Health Education*, 11, 39-46.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(69), 21-34.
- CAIBI. (2001). *Indicadores de Tecnologías de la Información en países de la CAIBI. Primer seminario sobre indicadores de la sociedad de la información y cultura científica*. Conferencia de Autoridades Iberoamericanas de Información, Lisboa, Portugal.
- CCH. (1996). *Programas de estudio de Química I a IV*. Recuperado en 2013, de [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_quimica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf)
- CCH. (2006). *Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizados. Colegio de Ciencias y Humanidades*. México, DF, Ciudad Universitaria: UNAM.
- CCH. (2012). *Colegio de Ciencias y Humanidades*. Recuperado en Abril de 2013, de [www.cch.unam.mx](http://www.cch.unam.mx)
- CCH. (2011). *Diagnóstico Institucional para la Revisión Curricular del Colegio de Ciencias y Humanidades. Dirección General del CCH*. México, DF, Ciudad Universitaria: UNAM.
- Cendoya, A. M., & García, M. L. (2010). *Marco teórico para la producción de actividades digitales en la clase de inglés. Relatos de Experiencias*. Formación de profesores en propuestas educativas mediadas por tecnologías, Universidad de la Plata, Argentina.
- Chamizo Guerrero, J. A. (2010a). Los modelos en la enseñanza de las ciencias. En J. A. Chamizo Guerrero, & A. García Franco, *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales* (págs. 14-19). México, DF, Ciudad Universitaria: Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Química.
-



- Chamizo Guerrero, J. A. (2010b). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), 26-41.
- Cho, A. (2008). *What is Web 3.0? Suite 101*. Obtenido de <http://www.suite101.com/>
- CIIS (1987). Children's Learning in Science Project in the classroom. Approaches to teaching the particulate theory of matter.
- COMIPEMS. (Marzo de 2013). [www.comipems.org.mx](http://www.comipems.org.mx). Distrito Federal, México.
- Corte Romero, A. (2008). *Elaboración de material didáctico multimedia para el tema de estructuras moleculares*. MADEMS-UNAM.
- DANE. (2003). *Medición de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Resumen Ejecutivo. Agenda de Conectividad*. Departamento Administrativo Nacional y de Estadísticas.
- Daza Pérez, E. P. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. De aniversario: La educación y las TIC. *Educación Química*, 20(3), 345 a 350.
- De Lara Guijarro, E., & Ballesteros Velázquez, B. (2008). *Métodos de investigación en educación social*. Madrid, España: UNED.
- DGTIC. (2011). *Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación. UNAM Digital: Resumen de iniciativas y beneficios impulsados por DGTIC, febrero 2008-marzo 2011*. México, DF, Ciudad Universitaria: UNAM.
- Downes, S. (October de 2005). E-Learning 2.0 . *ACM, eLearn Magazine*(10).
- Ebner, M. (2007). E-learning 2.0 = e-learning 1.0 + web 2.0? En AREA (Ed.), *In the Second International Conference on Availability, Reliability and Security*, (págs. 1235-1239). Vienna.
- Erduran, S. (2007). Bonding epistemological aspects of models with Curriculum design in acid-base chemistry. En M. Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla, *Investigar en la enseñanza de la química Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 41-61). España: UAB.
- Evans, M. (2009a). Analysing Qualitative Data. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 125-136). SAGE.
- Evans, M. (2009b). Reliability and Validity in Qualitative Research by Teacher Researchers. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 112-124). SAGE.
- Fewkes, A. M., & McCabe, M. (2012). Facebook: Learning Tool or Distraction? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 28(3), 92-98.
- Florida Center for Instructional Technology (FCIT). (2010). Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de <http://fcit.usf.edu/matrix/matrix.php>
- Gallegos Cázares, L., García Franco, A., & Calderón Canales, E. (2007). Estrategia de enseñanza y cambio conceptual. En Juan Ignacio Pozo & Fernando Flores, *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje enseñanza de las ciencias* (págs.239-252).
-

- García Ruiz, E. A. (2009). *Comportamiento de los estudiantes irregulares frente a los exámenes extraordinarios*. Secretaría de Planeación. UNAM, CCH. México, DF.
- Gasca Pineda, L. E. (2008). *Elaboración de material didáctico multimedia para el tema de enlace químico*. MADEMS-UNAM.
- Gilbert, J. K. (2008). *Visualization: theory and practice in Science Education*. Springer.
- Giordan, M., & Gois, J. (2009). Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura. De aniversario: La educación y las TIC. *Educación Química*, 20(3), 301-313.
- Gómez Crespo, M. Á., Pozo, J. I., & Guitiérrez Julián, M. S. (Julio de 2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209.
- Guevara, M., & Valdez, R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Educación Química*, 15(3), 243-247.
- Gutiérrez Ascencio, F. (2004). *Sección de Materiales Didácticos: Animaciones y Simulaciones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado el 10 de Diciembre de 2013, de [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/TecEduc/DCL/LICEDUC\\_MV/seleccion/lec\\_animacionesysimulaciones.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/TecEduc/DCL/LICEDUC_MV/seleccion/lec_animacionesysimulaciones.pdf)
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 339-416.
- Hussain, F. (2012). E-learning 3.0 = e-learning 2.0 + Web 3.0? *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (págs. 11-18). Dubai: IADIS / CELDA.
- Jiménez Valverde, G., & Núñez Cruz, E. (2009). Cooperación on line en entornos virtuales en la enseñanza de la química. De aniversario: La educación y las TIC. *Educación Química*, 20(3), 314-319.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Justi, R. (2011). Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. En A. Caamaño, *Didáctica de la física y la química. Colección formación del profesorado. Educación secundaria* (Vol. II, págs. 85-103). Graó.
- Katz, J., & Hilbert, M. (2003). Los caminos hacia una sociedad de la información en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (págs. 12-20). Santiago de Chile: CEPAL.
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. School of Education Durham University Durham.
-

- Kirbulut, Z. D., & Beeth, M. E. (2013). Representations of fundamental chemistry concepts in relation to the particulate nature of matter. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), 96-106.
- Margel, H., Bat Sheva, E., & Zahava, S. (2001). A Longitudinal Study of Junior High School Students' Perceptions of the Particulate Nature of Matter. *Action Research and Professional Development*, 2, 21-30.
- Martínez Torregrosa, J., Alonso Sánchez, M., Carbonell Gisbret, F., Carrascosa Alís, J., Domenech Blanco, J. L., Domenech Pastor, A., . . . Verdú Carbonell, R. (1997). *La estructura de todas las cosas. Proyecto: Investigar y Comprender la Naturaleza 2/3° E.S.O.* Aguacalera.
- McKernan, J. (2001). *Investigación-acción y curriculum* (Segunda edición ed.). Londres, UK: Morata.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Muñoz Corona, L. L. (2010). *Plan General de Desarrollo para el Colegio de Ciencias y Humanidades 2010-2014*. México, DF, Ciudad Universitaria.
- Muñoz Corona, L. L. (2012). *Población Estudiantil del CCH; ingreso, tránsito y egreso. Trayectoria escolar: siete generaciones 2006-2012*. México, DF, Ciudad Universitaria: UNAM.
- Neo T., K., & Neo, M. (2004). Innovation: Engaging students in interactive multimedia learning. *Campus-Wide Information Systems*, 21(3), 118-124.
- O'Reilly, T. (2004). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. [www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html](http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html).
- Pintó, R. (2011). Las tecnologías digitales en la enseñanza de la física y la química. En A. Caamaño, *Didáctica de la física y la química* (Vol. II, págs. 169-191). Graó. Colección formación del profesorado. Educación secundaria.
- PIXTON. (2013). *PIXTON. La mejor manera para crear cómics*. Recuperado el 03 de 01 de 2014, de [www.pixton.com.mx](http://www.pixton.com.mx)
- Pollard, J., & Talanquer, V. (2005). Interactive Digital Overheads: Dynamic teaching tools for the chemistry classroom. *The chemical Educator*, 10(36).
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia* (Quinta Edición ed.). Madrid: MORATA.
- Prensky, M. (2001a). Digital native, digital immigrants. Part I. *NCB University Press*, 9(5), 1-6.
- Prensky, M. (2001b). Digital Natives, Digital Immigrants, Part II: Do They Really Think Differently? *On the Horizon*, *NCB University Press*, 9(6), 1-9.
- Proszek, R., & Ferreira, M. (2009). Enseñanza de la Química en Ambientes Virtuales: Blogs. Centro Universitario La Salle. *Formación Universitaria*, 2(6), 21-30.
-

- Puentedura, R. R. (2008). *TPCK and SAMR: Models for Enhancing Technology Integration*. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de <https://itunes.apple.com/itunes-u/as-we-may-teach-educational/id380294705?mt=10#ls=1>
- Puentedura, R. R. (2009). *As We May Teach: Educational Technology, from theory Into Practice*. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://tinyurl.com/aswemayteach>
- Rego, H., Moreira, T., Morales, E., & Garcia, J. F. (2010). Metadata and Knowledge Management drive Web-based Learning Information System towards Web/e-Learning 3.0. *Int. Journal of Emerging Technologies in Learning*, 5(2), 36-44.
- Richardson, W. (2009). Blogs, wikis, podcast and other powerful Web Tools for the Classrooms. (C. P. California, Ed.) California, EUA.
- Romiszowski, A. (2004). How's the e-learning baby? Factors leading to success or failure of an educational technology Innovation. *Educational Technology*, 44(1).
- Rubens, N., Kaplan, D., & Okamoto, T. (2011). E-learning 3.0: anyone, anywhere, anytime, and A1. *In International Workshop on Social and Personal Computing for Web-supported Learning Communities*. SPeL.
- Rubio, J. C. (2010). *Diseño de material didáctico (Webquest) mediante el modelo de aprendizaje basado en problemas para el tema: Expresión genética y variación*. Tesis MADEMS. México.
- Salazar, A. J. (01 de 11 de 2011). *Estado actual de la Web 3.0 o Web Semántica*. Recuperado el 20 de 12 de 2013, de <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num11/art108/index.html>
- Schmidt, D. A., Baran, E., D., T. A., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Solbes, Jordi. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6(1), 2-20.
- Talanquer, V. (2009a). Construyendo puentes conceptuales entre las varias escalas y dimensiones de los modelos químicos. *Educación Química*(5), 11-17.
- Talanquer, V. (2009b). De escuelas, docentes y TICs. *Educación Química*, 20(3), 346-351.
- Talanquer, V. (2010). Macro, Submicro and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Talanquer, V. (2011). El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*(69), 35-41.
-

- Talanquer, V. (2014). Simulaciones computacionales para construir y explorar modelos. *Alambique*, 76, 8-16.
- UNAM, & CCADET. (s.f.). *Guía Digital HP Classroom. Laboratorio de Ciencias. Bachillerato UNAM*. Recuperado el 02 de 01 de 2014, de [http://siladin.cch-oriente.unam.mx/doc\\_lab\\_ciencias/pdfs/crg\\_1\\_hp\\_digital\\_classroom.pdf](http://siladin.cch-oriente.unam.mx/doc_lab_ciencias/pdfs/crg_1_hp_digital_classroom.pdf)
- Wang, J. (2013). What Higher Educational Professionals Need To Know About Today's Students: Online Social Network. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(3), 180-193.
- Wheeler, S. (2009). *E-Learning 3.0, Learning with e's*. Obtenido de <http://steve-wheeler.blogspot.com/2009/04/learning-30.html#!/2009/04/learning-30.html>
- Wilson, E. (2009). Using and Reviewing Literature. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 37-46). UK: SAGE.
- Wilson, E., & Fox, A. (2009a). Collecting Data. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 76-95). UK: SAGE.
- Wilson, E., & Fox, A. (2009b). Handling Data. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 96-11). SAGE .
- Wilson, E., & Stutchbury, K. (2009). Research Design and Ethics. En E. Wilson, *School-based Research. A guide for education students* (págs. 57-75). UK: SAGE.
- Winterbottom, M. (2009). Taking a Quantitative Approach. En E. Wilson, *School-bases Research. A guide for education students* (págs. 136-153). UK: SAGE.
- Yakmaci Guzel, B., & Adadan, E. (2013). Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8(1), 109-130.
- Zhou, W., Simpson, E., & Pinette, D. (2012). Google docs in an Out-of-Class Collaborative Writing Activity. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(3), 359-375.
-



## A N E X O S

### ANEXO I

## CARTA PROFESOR TITULAR

Facultad de Química

México D.F., a 12 de noviembre del 2013

**M.D. Nadia Teresa Méndez Vargas**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades, Sur**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**

### P R E S E N T E

Por este medio me dirijo a usted con la finalidad de solicitar su aprobación para que como parte de mi proyecto de investigación **“La tecnología en la enseñanza de la química: una propuesta para ampliar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramienta didáctica”** para obtener el grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) química, realice algunas entrevistas audio-grabadas a usted y a algunos de los alumnos que en este periodo lectivo 2014-1 están a su cargo.

Por tal motivo, le solicito me autorice para entrevistar a seis de sus alumnos (previo consentimiento del padre o tutor). Dicha entrevista se llevará a cabo dentro del plantel, será audio-grabada y tendrá una duración de máximo diez minutos. El fin de las entrevistas es exclusivamente de recolección de datos para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Le reitero mi reconocimiento por las facilidades que amablemente me ha brindado hasta ahora para la realización de este trabajo de investigación y agradezco de antemano su apoyo a esta petición.

Sin otro particular, agradezco su atención, aprovechando también para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
Ciudad Universitaria, D.F., a 12 de Noviembre de 2013  
**QFB. Alan Javier Pérez Vázquez**





## ANEXO II

### CARTA ALUMNOS

Facultad de Química

México D.F., a 12 de noviembre del 2013

**Estimado alumno del grupo 157-A  
Colegio de Ciencias y Humanidades, Sur  
Semestre 2014-1**

#### **P R E S E N T E**

Por este medio me dirijo a ti de la manera más respetuosa para hacerte una atenta invitación para participar en el proyecto de investigación **“La tecnología en la enseñanza de la química: una propuesta para ampliar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramienta didáctica”** proyecto en el cual actualmente estoy trabajando para obtener el grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) química.

Este trabajo pretende determinar si existen ventajas significativas de la inclusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) bajo un enfoque educativo en la enseñanza de la química y si éstas ayudan al alumno en su aprendizaje para esta asignatura y/o otra materia del plan de estudios del CCH.

Con este propósito, se realizará una entrevista audio-grabada de máximo 10 minutos a los alumnos del grupo 157-A que acepten participar, para conocer su opinión, percepción y/o inquietudes sobre este tema. Tu participación y ayuda es indispensable para el desarrollo de este proyecto.

Sin otro particular, agradezco tu atención, aprovecho también para enviarte un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
Ciudad Universitaria, D.F., a 12 de Noviembre de 2013  
**QFB. Alan Javier Pérez Vázquez**



## ANEXO III

### CARTA PADRE DE FAMILIA

Facultad de Química

México D.F., a 12 de noviembre del 2013

**Estimado tutor o padre de familia**

**P R E S E N T E**

Por este medio me dirijo a usted de la manera más respetuosa para hacerle una atenta invitación de que su hijo (a) participe, a través de una entrevista, en el trabajo de investigación **“La tecnología en la enseñanza de la química: una propuesta para ampliar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramienta didáctica”** proyecto en el cual actualmente estoy trabajando para obtener el grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) química.

Por esta razón, respetuosamente le solicito su autorización para audio-grabar la entrevista en la que su hijo (a) participará en beneficio de este trabajo cuyo fin es meramente académico y de investigación. La entrevista será dentro del plantel y tendrá una duración máxima de diez minutos.

Este trabajo pretende dar a conocer si existen ventajas significativas de la inclusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) bajo un enfoque educativo en la enseñanza de la química y si éstas ayudan al alumno en su aprendizaje para esta asignatura y/o otra materia del plan de estudios del CCH.

La información proporcionada por su hijo (a) será confidencial y su uso quedará a disposición del autor de este trabajo de investigación para fines meramente académicos. Si en un momento determinado se desea conocer el contenido de la audio-grabación, éste se encontrará a su disposición previa solicitud por parte del estudiante, tutor o padre de familia.

Sin otro particular, agradezco su atención, aprovechando también para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
Ciudad Universitaria, D.F., a 12 de Noviembre de 2013  
**QFB. Alan Javier Pérez Vázquez**





**Cuestionario diagnóstico respecto al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).**

**7) ¿Alguno de tus profesores te ha pedido o ha utilizado algún recurso de internet durante el desarrollo de sus clases a lo largo de tu vida?**

SI                      NO

¿Cuáles? (contestar en el caso de que tu respuesta fue afirmativa)

---

---

---

**8) ¿Estás de acuerdo en que se utilicen recurso de internet (Facebook, YouTube, etc.) como herramienta de apoyo para el desarrollo de las clases dentro de los centros escolares?**

SI                      NO

Justifica tu respuesta:

---

---

---

---

**9) ¿Consideras que la integración del Internet (programas, páginas, etc.) en el desarrollo de este curso de química beneficiará tu desempeño académico en esta asignatura?**

---

---

---

---

---

---

**¡Gracias por participar!  
Tu ayuda nos será de mucha utilidad  
Buen día**





**Cuestionario final respecto al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).**

**7) ¿Qué opinión tienes respecto al desarrollo de este tema? (considera al profesor, materiales utilizados, etc.)**

---

---

---

---

---

**8) ¿Qué piensas acerca de la inclusión de recursos de internet (TIC) en las aulas como apoyo al desarrollo de los temas de química?**

---

---

---

---

---

**9) Escribe alguna opinión y/o sugerencia que tengas con respecto al desenvolvimiento del profesor y/o respecto a la utilización de recursos de internet en el aula.**

---

---

---

---

---

**¡Gracias por participar!  
Tu ayuda nos será de mucha utilidad  
Buen día**



## ANEXO VI

### ENTREVISTA AUDIO-GRABADA A PROFESORA TITULAR

Algunas preguntas de esta entrevista fueron estructuradas específicamente para responder la pregunta de investigación mientras que otras se adaptaron de una encuesta realizada a profesores de la Facultad de Ingeniería, UNAM

#### **Preguntas:**

**Antes de observar la implementación de la propuesta didáctica del autor de esta tesis.**

#### **\* Definición del Profesor**

1.- Usted ¿cómo definiría a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)?

#### **• Frecuencia y uso de TIC**

2.- Si su salón de clases cuenta con medios tecnológicos, ¿Desarrolla usted sus clases utilizando dichos medios? (en caso de responder afirmativamente, mencione algunos ejemplos)

3.- ¿Con qué frecuencia hace uso de estos medios para apoyar su labor docente (semana/grupo)? ¿Por qué?

#### **• Uso de las TIC**

4.- Usted ¿Considera que el uso de las TIC en la enseñanza de la química es un factor determinante en el aprendizaje de los estudiantes, es una moda o es una herramienta totalmente prescindible y sólo es una alternativa más?

5. Describa algunos ejemplos de ¿cómo ha implementado el uso de las TIC para algunos tópicos de química? Y ¿cuál fue la finalidad?

**Después de observar la implementación de la propuesta didáctica del autor de esta tesis.**

#### **• Uso de las TIC**

6. Este trabajo de tesis, se basó en utilizar las TIC como herramienta didáctica para el tema modelo corpuscular de la materia. Usted; ¿Qué herramientas didácticas ha incluido anteriormente para la enseñanza de este tema? ¿Por qué?

---

7. De las TIC utilizadas en esta propuesta ¿implementaría algunas de estas herramientas para futuros cursos? Si, No ¿Por qué?

• **Aprendizaje**

8. ¿Considera que la implementación de las TIC para este tema tuvo un objetivo claro que atendiera algunas dificultades para la enseñanza de este tema o de la química en general?

9. ¿Observó algunas ventajas que se pudieran tener en cuanto al aprendizaje de este tema al implementar las TIC como recurso didáctico con respecto a las herramientas didácticas que ha utilizado en otros cursos para este mismo tópico?

10. ¿Considera que la implementación adecuada de las TIC para este tema tiene ventajas significativas para el proceso de enseñanza-aprendizaje? SI, Describe algunas ventajas detectadas, NO, Explicar ¿por qué?

• **Desventajas**

11.- ¿Qué desventajas considera que tiene la implementación de las TIC dentro del aula?

• **Preguntas de opinión general: (se leerán las tres para que escoja alguna de estas opciones explicando por qué)**

12. ¿Cuál fue la percepción que tuvo de los alumnos cuando trabajaron con las TIC durante el desarrollo del tema modelo corpuscular de la materia?

13. ¿Ha cambiado su percepción del uso de las TIC en la enseñanza después de haber observado la intervención didáctica del autor de esta tesis?

14. ¿Por qué considera que muchos docentes no implementan estas herramientas en su práctica y/o no encuentran un beneficio directo hacia el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la educación en general y en particular de la química?

---

## ANEXO VII

### ENTREVISTA AUDIO-GRABADA A ALUMNOS

#### Preguntas:

#### Datos generales de los alumnos entrevistados.

¿Cuál es tu nombre y grupo?

¿Qué semestre cursas?

¿Cuántos años tienes?

#### Utilización de las TIC en la escuela

1. ¿Alguno de tus profesores de la secundaria utilizó algún recurso multimedia o TIC en sus clases? En el caso de que sea afirmativo, se preguntará en qué disciplina así como pedirle que describa como las utilizaban.

2. ¿Consideras que es importante la inclusión de este tipo de herramientas dentro del contexto escolar?

3. ¿Qué herramientas multimedia recuerdas que se utilizaron para enseñar el tema del modelo corpuscular de la materia en este curso?

4. ¿Crees que te ayudaron estas herramientas para tu aprendizaje del tema?

5. ¿Alguna de estas herramientas las has utilizado en alguna otra asignatura? ¿Cómo cuál? ¿Para qué?

6. Para tus clases posteriores de química ¿Qué herramientas consideras seguir utilizando para que te ayude al aprendizaje de esta asignatura? ¿Por qué?

7. ¿Consideras que el uso de las TIC en la enseñanza de la química es un factor determinante en el aprendizaje de los estudiantes, es una moda o es una herramienta totalmente prescindible y sólo es una alternativa más? ¿Por qué?

8. ¿qué ventajas consideras que se obtuvieron al implementar las TIC para desarrollar el tema del modelo corpuscular?

9. ¿Crees que al utilizar las TIC el alumno pueda utilizar o desarrollar otras habilidades? (espero que contesten que pueden crear, editar o hacer actividades que sin el uso de las TIC no se podrían realizar)

10. ¿Te motivó la implementación de estas herramientas multimedia?

---

## **ANEXO VIII\***

### **POWER POINT SESIÓN 2**

Para visualizar la presentación que se utilizó en esta sesión ingresar a la dirección:  
<https://www.dropbox.com/s/ezrji4fvopyikul/Sesi%C3%B3n%20.%20Anexo%20VIII.pptx>

## **ANEXO IX\***

### **POWER POINT SESIÓN 3**

Para visualizar la presentación que se utilizó en esta sesión ingresar a la dirección:  
<https://www.dropbox.com/s/p9sc0piq7dwbare/Sesi%C3%B3n%203.%20Anexo%20IX.pptx>

## **ANEXO X\***

### **POWER POINT SESIÓN 4**

Para visualizar la presentación que se utilizó en esta sesión ingresar a la dirección:  
<https://www.dropbox.com/s/724xw412075jf01/Sesi%C3%B3n%204.%20Anexo%20X.pptx>

## **ANEXO XI\***

### **CÓMICS DISEÑADOS EN PIXTON**

Para visualizar la presentación que se utilizó en esta sesión ingresar a la dirección:  
<https://www.dropbox.com/s/x5efxc869w8v6p8/Sesi%C3%B3n%205.%20Anexo%20XI..pptx>

## **ANEXO XII**

### **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE SIMULACIONES**

Estados de la materia: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/states-of-matter>

Estados de la materia básica: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/states-of-matter-basics>

## **ANEXO XIII\***

### **VIDEO EDITADO SESIÓN 3, ACTIVIDAD 4**

Para visualizar la presentación que se utilizó en esta sesión ingresar a la dirección:  
<https://www.dropbox.com/s/nevpcz34jcr2eh/Anexo%20XIII.wmv>

\* Si se quiere consultar alguno de estos anexos se pueden pedir también vía correo electrónico: java\_194@comunidad.unam.mx