

# Herramientas computacionales como una alternativa para el aprendizaje del concepto fotosíntesis

CHRISTIAN FERNNEY GIRALDO MACÍAS

Monografía para optar por el título de Licenciado en Educación Básica con  
énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Asesora:

Sonia Yaneth López Ríos  
Mg. en Educación

Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y  
educación ambiental

Línea  
Nuevas Tecnologías

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación

Medellín  
2007

## AGRADECIMIENTOS

*Gracias a Dios por enseñarme que un verdadero maestro a parte de enseñar, esta siempre dispuesto a aprender.*

Para mi no es un secreto, el hecho de que inicialmente el ser docente no era una de las aspiraciones de mi vida. Tampoco puedo ocultar que en los primeros semestres de mi formación profesional rondaron por mi cabeza pensamientos que me indicaban que este no era mi camino.

Hoy después de diez semestres de estudio constante, no tengo más que agradecimientos para la vida y para con Dios, por permitirme soñar con la posibilidad de que se puede mejorar la educación que se imparte actualmente en mi país.

Sin lugar a duda no estaría pensando ahora en que soy un DOCENTE si no hubiese recibido la lección de aquellos colegas, que con sus palabras alimentaron día a día mi amor por la educación. Quiero agradecer especialmente a Luz Amparo Holguín, Beatriz Corral, María Mercedes Jiménez y Sonia Yaneth López; sin lugar a duda sin su apoyo y ejemplo de excelencia el camino hacia mi titulo universitario no habría culminado exitosamente.

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres: Hernando Giraldo y Aleyda Macías, mas que mis padres fueron mis amigos, acompañaron mi proceso y hoy en día ven los frutos de todo su esfuerzo, y con orgullo puedo decir que no solo cumplí mi sueño, sino también el de ellos: el ver a su hijo como un hombre profesional y útil para la sociedad.

Me complace haber contado con el apoyo de mi hermana, de mis amigos y de aquellas personas que directa o indirectamente aportaron en la construcción de mi sueño.

## TABLA DE CONTENIDOS

Listas especiales (de tablas o figuras)	4
<b>1.</b> Introducción.	7
<b>2.</b> Planteamiento del problema.	10
<b>3.</b> Objetivos .	15
<b>3.1</b> General.	
<b>3.2</b> Específico.	
<b>4.</b> Revisión de la literatura.	16
<b>4.1</b> Presentación de los principales resultados de la búsqueda.	17
<b>5.</b> Marco Teórico.	30
<b>5.1</b> Enseñanza de las ciencias.	31
<b>5.2</b> Tecnologías de la información y la comunicación (TIC's).	36
<b>5.3</b> Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel.	44
<b>5.4</b> Fotosíntesis.	50
<b>6.</b> Metodología.	55
<b>6.1</b> Metodología de investigación.	55
<b>6.2</b> Metodología de enseñanza.	56
<b>6.2.1</b> Propuesta Didáctica.	57
<b>6.2.1.1</b> Fase de exploración y reconocimiento.	57
<b>6.2.1.2</b> Fase intermedia.	58
<b>6.2.1.2.1</b> Selección de la muestra.	58
<b>6.2.1.2.2</b> Duración de la investigación.	61
<b>6.2.1.2.3</b> Estrategias e instrumentos de recogida de datos.	62

<b>6.2.1.2.4</b>	Diseño y aplicación de actividades de intervención.	64
<b>6.2.1.2.5</b>	Obstáculos y apoyos especiales encontrados a lo largo del estudio.	69
<b>6.2.1.3</b>	Fase de recogida, análisis e interpretación de la información.	72
<b>6.2.1.3.1</b>	Indagación de ideas previas.	77
<b>6.2.1.3.2</b>	Introducción de organizadores previos.	88
<b>6.2.1.3.3</b>	Actividad de intervención.	91
<b>7.</b>	Conclusiones.	102
<b>8.</b>	Bibliografía.	104
<b>9.</b>	Anexos.	109
<b>9.1</b>	Instrumento de indagación de ideas previas I.	109
<b>9.2</b>	Instrumento de indagación de ideas previas II.	111
<b>9.3</b>	Instrumento 3: las hormigas.	112
<b>9.4</b>	Instrumento 4: Mapa conceptual.	113
<b>9.5</b>	El juego de la fotosíntesis.	114
<b>9.6</b>	Folleto.	117

## LISTAS ESPECIALES (DE TABLAS O FIGURAS)

### Gráfico:

1. Resultados revisión bibliográfica.	19
2. Resultados revisión bibliográfica (consulta base de datos).	20
3. Evolución histórica del uso de las TIC's.	29
4. Herramientas computacionales utilizadas en la investigación.	39
5. Resultados instrumento 1.	79
6. Resultados instrumento 2.	82
7. Mapa conceptual elaborado con CmapTools (E10).	87

### Tabla:

1. Unificación de resultados.	28
2. Selección de la muestra.	59
3. Cronograma de actividades.	61
4. Formato de observación.	62
5. Formato diario pedagógico.	64
6. Estructura general del sitio web.	71
7. Resultados entrevista.	85
8. Resultados actividad de introducción de organizadores previos.	89
9. Resultados caza del tesoro.	97
10. Resultados HotPotatoes.	98

**Imagen:**

1. Índex.	92
2. Introducción.	92
3. Glosario.	93
4. Caza del tesoro.	94
5. Fotosíntesis I.	95
6. Fotosíntesis II.	96

## 1. INTRODUCCIÓN

Tratar de integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) a las instituciones educativas y específicamente a las aulas de clase es un proceso complejo y más aún si se tiene en cuenta que las condiciones (espacios adecuados como aulas de informática) que se presentan en dichas instituciones no favorecen su adecuada aplicación.

Partiendo de lo anterior, hay que tener en cuenta que los docentes son los agentes principales al momento de buscar la integración de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje. Una actitud comprometida, activa y seria por parte del docente dinamiza el proceso y permite lograr que las instituciones y los estudiantes se acerquen más a conocer las herramientas que nos brindan las TIC's para el trabajo en las diferentes asignaturas.

Actualmente uno de los mayores retos a los que se enfrenta la educación es lograr que los estudiantes aprendan más y de una mejor forma lo que se les enseña, para ello es necesario que estos cuenten con ambientes de aprendizaje que les brinden la posibilidad de lograrlo. En este sentido, las herramientas computacionales inmersas dentro de las TIC, representan nuevas opciones para el aprendizaje de conceptos (en este caso científicos) en el aula de clase.

Teniendo en cuenta lo anterior, para esta investigación es de gran interés explorar y analizar la relevancia que puede tener la utilización de un sitio web diseñado para el aprendizaje del concepto Fotosíntesis, partiendo de la aplicación de una serie de actividades previas que pretenden crear un ambiente de aprendizaje que permita al estudiante: por un lado sentirse motivado para aprender y por otro, que permita alcanzar un nivel de análisis mayor respecto al concepto objeto de estudio, después de concluido el trabajo que se presenta.

La esencia de este trabajo de investigación es mostrar las herramientas computacionales como una alternativa que favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase. Se pretende que además del acercamiento por parte de los estudiantes a estas herramientas, se pueda facilitar un ambiente de aprendizaje donde se establezcan estrategias que posibiliten la comprensión del concepto fotosíntesis. De acuerdo con esto, Daniele et al. (2005, p. 487) consideran que *“por lo general este es un tema de difícil comprensión por su alto grado de abstracción.”* (Esta es solo una de las razones que se exponen sobre la importancia y necesidad de trabajar este concepto.)

Para lograr lo anterior, esta investigación está estructurada en coherencia con la propuesta de la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, la cual contempla la indagación inicial de las ideas previas de los estudiantes y la posterior introducción de organizadores previos; además, se desarrollan actividades en las cuales se utilizan materiales potencialmente significativos (Sitio Web, actividades de indagación de ideas previas, juegos, entre otras). Se presenta al estudiante la posibilidad de elaborar mapas conceptuales como una importante herramienta metacognitiva que favorece el trabajo individual del estudiante en la elaboración y fortalecimiento de su propio conocimiento y por último se desarrollan una serie de actividades de consolidación del aprendizaje en las cuales se espera evidenciar un aprendizaje significativo del concepto fotosíntesis.

En este texto se plantea una investigación de tipo cualitativo, es un estudio de caso interpretativo cuyo objeto de estudio son diez estudiantes de séptimo grado, los criterios de selección de la muestra se presentan ampliamente en la metodología.

El problema principal es que no se están teniendo en cuenta de acuerdo a la literatura revisada, los procesos cognitivos que se dan en el estudiante al momento de interactuar con estas herramientas. Es por eso que este trabajo es

de gran importancia para comprender y darnos una idea de cómo pueden las TIC's, específicamente las herramientas computacionales, influir positiva o negativamente en la predisposición de los estudiantes para comprender un concepto; además de permitir hacer una reflexión en torno a la conveniencia de la utilización de nuevas estrategias de enseñanza. Por último y no menos importante, hay que mencionar que lo que se espera con esta investigación es lograr que a partir de la implementación de herramientas computacionales en el aula de clase, los estudiantes aprendan significativamente el concepto fotosíntesis.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

*“El creciente, rápido y cambiante rol de la tecnología requiere globalmente una respuesta ágil por parte de los individuos y de las instituciones educativas. A medida que las escuelas y las universidades implementan tecnologías educativas, descubren implicaciones tanto previsibles como inesperadas. Los intentos iniciales de usar la tecnología han arrojado luz sobre la complejidad del sistema educativo y sobre el reto de preparar a los estudiantes y a sus profesores para que usen la tecnología eficientemente.*

*El rápido cambio en la tecnología también supone un reto para quienes están desarrollando innovaciones para la enseñanza. Crear una innovación para luego ver cómo la plataforma se vuelve obsoleta o está disponible sólo en una pequeña proporción de los ordenadores limita la oportunidad de evaluar las implicaciones educativas. El rápido cambio en la tecnología; sin embargo, también tiene un beneficio inesperado: las innovaciones ineficaces pueden ser fácilmente descartadas junto con una plataforma antigua, o mejoradas cuando se implementan en una plataforma nueva (LINN, Maria C. 2002, p. 348)”*

No es difícil encontrar herramientas computacionales que se puedan aplicar al campo educativo, particularmente a la Enseñanza de las Ciencias; lo que si es preocupante es que no se consideren los procesos cognitivos que se dan en el estudiante al momento de interactuar con estas herramientas, ni la influencia que tienen estos tipos de tecnologías en estos procesos.

En los últimos años y debido al auge actual de las tecnologías computacionales en la enseñanza de las ciencias, se han venido realizando algunos estudios y presentando propuestas sobre el tema. Específicamente para la fotosíntesis como concepto estudiado en esta investigación, se rescatan los siguientes:

- En el I Congreso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias TICEC05 llevado a cabo en La Plata, Argentina,

entre el 29 y 30 de Septiembre de 2005, se presentó una investigación titulada un “software educativo como herramienta de enseñanza de la fotosíntesis” Daniele, M. et al. (2005). Lo más destacado de esta investigación, es la elaboración de un diagrama de casos de uso del software educativo, en el cual se puede apreciar, la elaboración de un diagnóstico y una autoevaluación; sin embargo, no se tienen en cuenta los referentes pedagógicos y didácticos que deben guiar una propuesta de tipo educativo. Es interesante que se pretenda que los estudiantes construyan su propio conocimiento como se presenta en el texto a modo de conclusión.

- Ediciones SM Idealogic en 1987 publica un manual de la colección de Ciencias Naturales para el trabajo del concepto fotosíntesis en niños de 12 a 16 años, en este manual se presenta la forma de utilizar el software, el cual fue desarrollado por Juan Antonio Muñoz López. El mayor inconveniente para la aplicación de este software es que el sistema operativo es el MS-DOS, el cual es prácticamente obsoleto en la actualidad; además, nuevamente, no se tienen en cuenta los aspectos de tipo pedagógico y didáctico necesarios para la aplicación del software en el aula de clase.

De acuerdo con lo anterior y aclarando que solo se mencionan algunos de los aportes al respecto del tema, se ha caído en el error de hacer uso de múltiples software en las clases de ciencias, sin preocuparnos de investigar los efectos e impactos que estos tienen sobre nuestros estudiantes y si permiten lograr los objetivos propios de la enseñanza; además, el uso de tecnologías computacionales en la Enseñanza de las Ciencias se ha hecho (en su mayoría) sin referentes teóricos, epistemológicos y metodológicos; que nos permitan conocer los procesos cognitivos del estudiante al interactuar con herramientas computacionales.

Es de gran importancia tener en cuenta, que el uso de las nuevas tecnologías en la educación debe ir acompañado de un enfoque pedagógico y didáctico que oriente el proceso de enseñanza-aprendizaje; de lo contrario no se podrían

esperar buenos resultados. En este mismo sentido, Trahtemberg (2000, p. 55), plantea que “sin alguien que motive al niño, la computadora puede convertirse en un gran juguete, pero que aportará poco al aprendizaje de los alumnos.”

De otro lado, en la enseñanza de la Biología, el concepto fotosíntesis ha suscitado gran cantidad de trabajos sobre las concepciones de los niños y sus orígenes, hay investigaciones que sugieren que “el concepto fotosíntesis parece haberse construido de una manera parcial más que como un conocimiento integrado” Anderson et al (1990.)<sup>1</sup>, Esto se puede evidenciar aún más en los estudios realizados por Melillán et al (2006 p. 401-410) donde se realiza una revisión bibliográfica de los trabajos publicados desde los años ochenta en relación con las concepciones alternativas de dos conceptos: fotosíntesis y respiración; y una de las conclusiones de esta revisión apunta a que las dificultades que se presentan en la comprensión de estos conceptos tienen muchos y variados orígenes, dentro de los cuales se destacan los maestros, los diseños curriculares, los libros de texto, entre otros.

Algunos de los motivos más sobresalientes por los cuales se aborda esta investigación son:

1. El concepto fotosíntesis ha llamado la atención debido a que es un proceso que no se puede observar de manera directa en la naturaleza y cuya presencia solo se hace evidente porque sabemos que los organismos fotosintéticos fabrican materia orgánica necesaria para la supervivencia de los organismos heterótrofos, dentro de los cuales se incluye el hombre.
2. Después de la revisión de la literatura que se encuentra sobre el tema, la poca reflexión acerca de la utilización de las TIC's en el aula de clase se hace evidente.

---

<sup>1</sup> ANDERSON et al. 1990, citado por Gallegos, L y Jerezano, M. Alternativas experimentales para la construcción del concepto Fotosíntesis. Enseñanza de las Ciencias, 1992, 10 (3). P. 342

3. El desconocimiento de los procesos cognitivos que se fraguan en el estudiante al momento de interactuar con herramientas computacionales.

Para aportar en la solución de los problemas mencionados anteriormente y pensando en la utilización de herramientas computacionales como una estrategia para la comprensión del concepto fotosíntesis, se plantea como pregunta principal de investigación la siguiente: ¿Puede darse un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes cuando se implementa el uso de herramientas computacionales en la enseñanza del concepto fotosíntesis?, como segunda pregunta, se plantea la siguiente: ¿Cuál es la Influencia del uso de las herramientas computacionales en la predisposición de los estudiantes para aprender el concepto Fotosíntesis?

La enseñanza de las Ciencias debe tener presente los desarrollos de la tecnología, buscando plantear nuevas estrategias que permitan formar estudiantes con un mayor grado de análisis y reflexión. Es así como Salinas (1997 p. 81) plantea que “El sistema educativo, una de las instituciones sociales por excelencia, se encuentra inmerso en un proceso de cambios, enmarcados en el conjunto de transformaciones sociales propiciadas por la innovación tecnológica y, sobre todo, por el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación, por los cambios en las relaciones sociales y por una nueva concepción de las relaciones tecnología-sociedad que determinan las relaciones tecnología-educación. Cada época ha tenido sus propias instituciones educativas, adaptando los procesos educativos a las circunstancias. En la actualidad esta adaptación supone cambios en los modelos educativos, cambios en los usuarios de la formación y cambios en los escenarios donde ocurre el aprendizaje.”

De esta manera, con esta investigación se pretende diseñar y aplicar una serie de actividades basadas en la utilización de herramientas computacionales que sirvan de apoyo para el aprendizaje significativo del concepto fotosíntesis en la clase de

Ciencias, contemplando los referenciales teóricos, epistemológicos y metodológicos necesarios para el desarrollo de estas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Propiciar el aprendizaje significativo del concepto Fotosíntesis a partir del uso de herramientas computacionales en el aula de clase.

#### **3.2 ESPECIFICOS**

Teniendo como referente principal la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, se plantea:

- Identificar las ideas previas de los estudiantes respecto al concepto fotosíntesis mediante la realización de diferentes actividades dentro de las cuales sobresale el uso de la herramienta CmapTools.
- Crear un ambiente de aprendizaje enriquecido con el uso de herramientas computacionales, que favorezca el aprendizaje del concepto fotosíntesis y motive al estudiante en la participación activa de su proceso de aprendizaje.
- Valorar el proceso de aprendizaje significativo del concepto fotosíntesis, teniendo en cuenta el trabajo de los estudiantes como un proceso y no como un resultado final.

#### 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En esta revisión se busca detectar y consultar las diferentes fuentes bibliográficas con el propósito de recopilar información relevante y necesaria para esta investigación; además, se pretende aportar significativamente en la reflexión frente al uso de tecnologías de la información y la comunicación en procesos educativos. Para ello, y con la revisión realizada, se pretende obtener datos que permitan comprender como se ha venido trabajando sobre este tema en el campo educativo.

Para cumplir con lo anterior se tuvieron en cuenta los siguientes componentes, que denotan sistematicidad y rigurosidad al momento de realizar la búsqueda:

Tema de investigación:

Herramientas computacionales como una alternativa para el aprendizaje del concepto Fotosíntesis

Definición de palabras clave, descriptores y/o identificadores de búsqueda:

- Aprendizaje significativo
- Tecnologías de la información y la comunicación TIC
- Mapas Conceptuales
- Fotosíntesis
- Enseñanza de las Ciencias

Variables utilizadas para restringir la búsqueda de información:

1. Revistas, libros, presentaciones en eventos (congresos, encuentros)
2. Búsqueda limitada entre los años 1990 y 2006.

Bases de datos Consultadas:

EBSCO: <http://search.ebscohost.com/>

DIALNET: <http://dialnet.unirioja.es/>

#### **4.1 Presentación de los principales resultados de la búsqueda:**

Inicialmente la búsqueda se realizó en revistas especializadas en pedagogía y didáctica presentes en la biblioteca y en el centro de documentación de la Facultad de Educación de la universidad de Antioquia y en algunas revistas de acceso gratuito en la web. (Ver. Gráfico 1).

Los resultados obtenidos apuntan a que la revista Enseñanza de las Ciencias es la mayor fuente de datos con un total de diecinueve artículos relacionados con las temáticas especificadas anteriormente.

Desde 1990 se obtuvieron resultados pasando desde investigaciones que involucraban inicialmente el uso de TIC's en el aula de clase hasta, investigaciones en enseñanza de las ciencias, aprendizaje significativo y algunas sobre el concepto fotosíntesis como concepto objeto de estudio.

En su mayoría las investigaciones encontradas y que utilizan algún tipo de tecnología computacional no tienen en cuenta referentes pedagógicos, epistemológicos o didácticos para la enseñanza de los conceptos que desarrollan; además, no se tienen en cuenta los procesos cognitivos de los estudiantes a la hora de interactuar con dichas herramientas, aspecto que es tenido en cuenta en esta investigación con el propósito de subsanar dicha dificultad.

Otra de las revistas consultadas es la revista electrónica de tecnología educativa a la cual se tiene acceso gratuito en la red, se rastrearon catorce artículos de amplio interés para esta investigación y que abordan de manera amplia la temática de las TIC's, lo que es de gran ayuda para la construcción del marco teórico en relación con este aspecto.

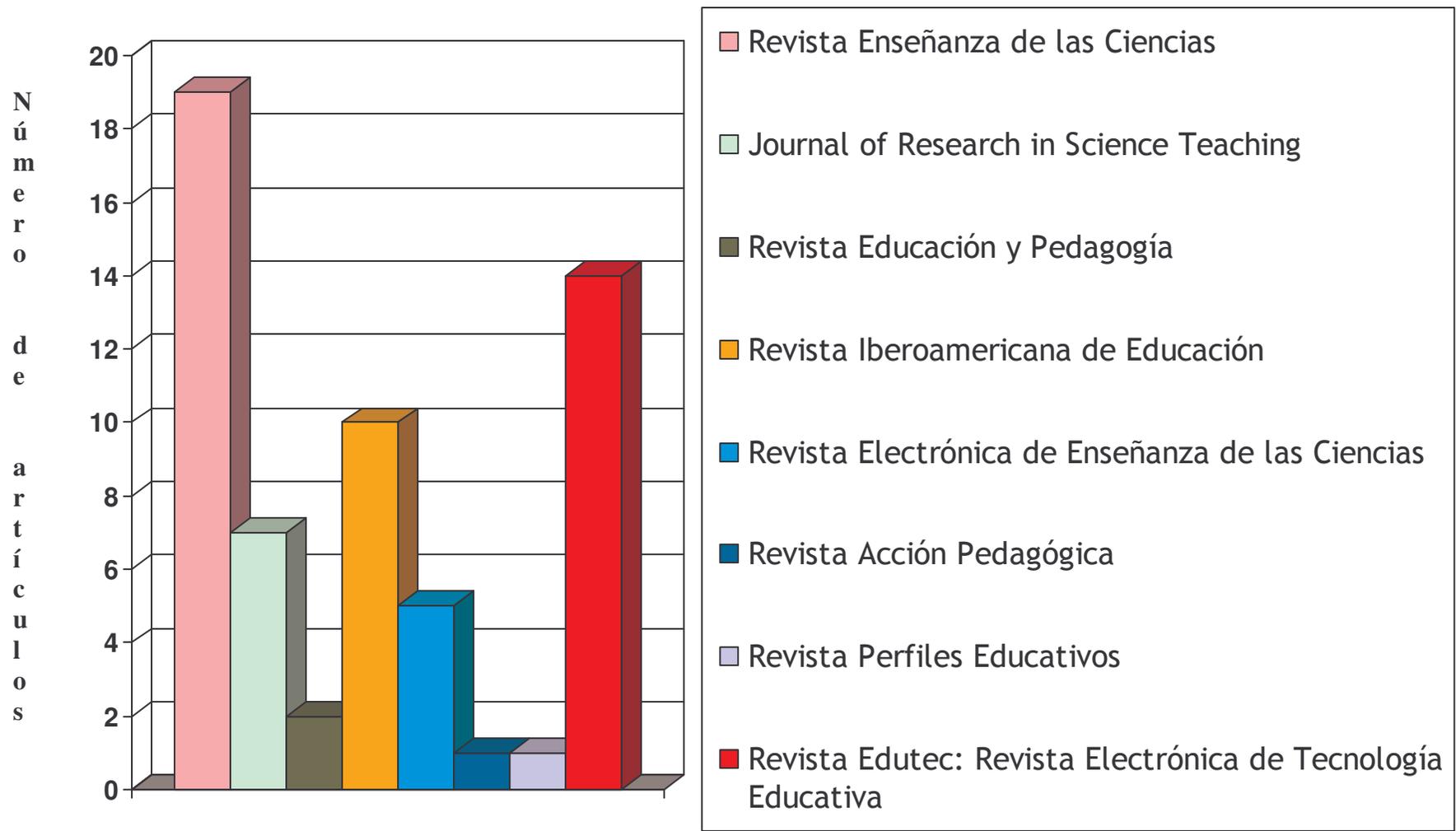
La revista Iberoamericana de educación aportó diez artículos en los cuales se puede apreciar la presencia de componentes pedagógicos, epistemológicos y didácticos a la hora de referirse a la relación enseñanza aprendizaje haciendo uso de las TIC's.

El journal of Reseach in Science Teaching aportó un total de siete artículos que hacen referencia al uso del computador y a la importancia de aspectos como la motivación al momento de enseñar conceptos en el aula de clase.

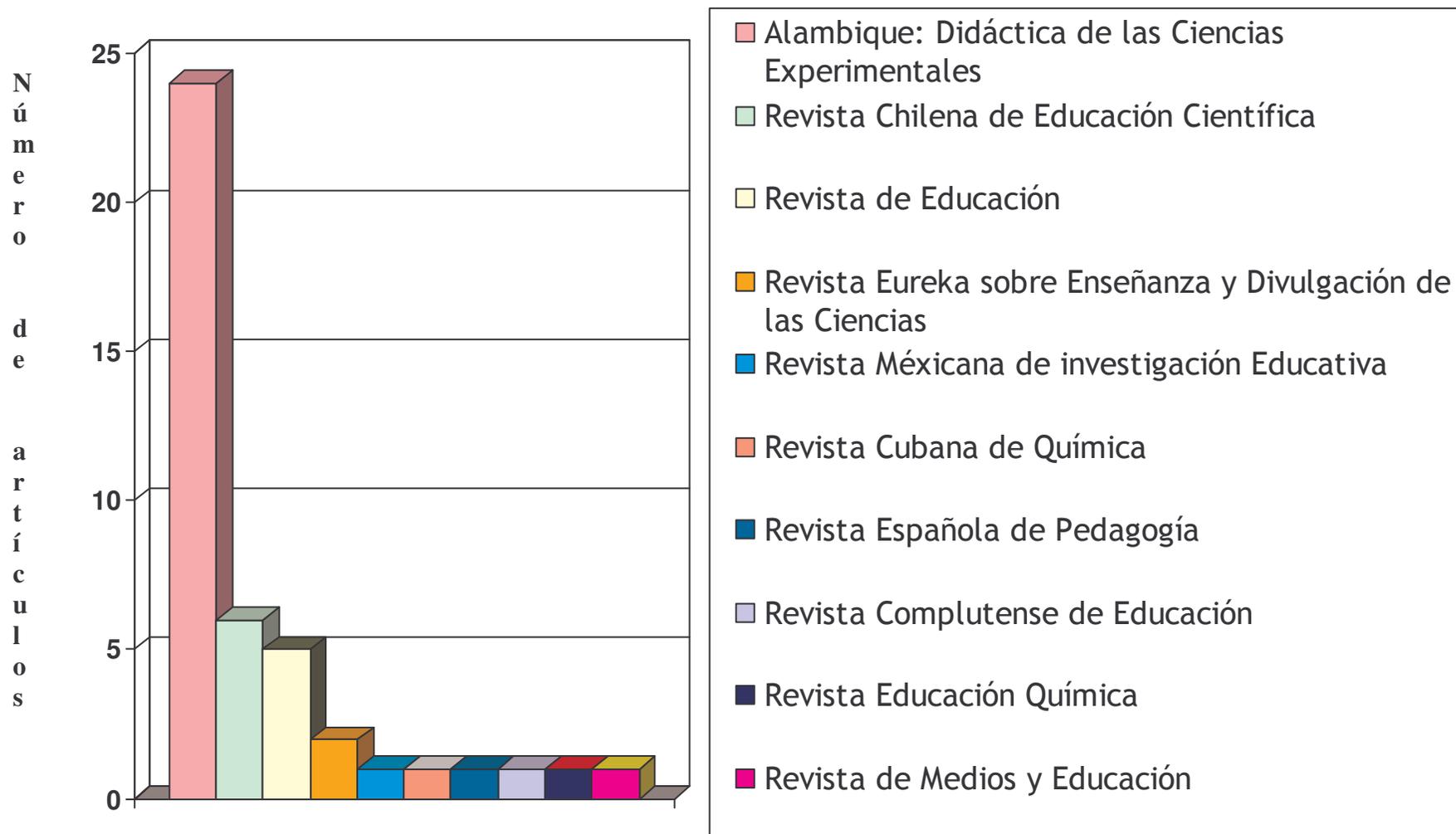
En la revista electrónica de enseñanza de las ciencias se obtuvo un total de 5 artículos cuya temática principal es la enseñanza de las ciencias, lo que aporta elementos importantes para la construcción del marco teórico en relación con éste tópico.

Otras revistas consultadas fueron: la revista acción pedagógica, la revista perfiles educativos, con un artículo cada una y la revista acción pedagógica con dos artículos.

**Gráfico 1:** Resultados revisión bibliográfica



**Gráfico 2:** Resultados revisión bibliográfica (Consulta por base de datos)



Como se puede apreciar en la revisión de la literatura consultada en algunas de las revistas más reconocidas en el ámbito educativo, el número de artículos encontrados en relación con las tecnologías de la información y la comunicación son pocas. En el gráfico 2 se presentan los resultados de la revisión bibliográfica consultada a través de bases de datos, así:

La principal fuente de datos fue la revista *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales* que otorgó un total de veinticuatro artículos en los cuales se desarrollan temáticas relacionadas con el uso de las TIC, específicamente en el uso del computador en la enseñanza de las ciencias, los mapas conceptuales en clase de ciencias y la importancia de la innovación en la enseñanza de conceptos científicos.

La revista chilena de educación científica aportó seis artículos, la revista de educación cuatro y la revista *Eureka* sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, dos. Los artículos encontrados se relacionan con las TIC, la enseñanza de las ciencias y el uso de mapas conceptuales.

Por último, la revista mexicana de investigación educativa, la revista cubana de química, la revista española de pedagogía, la revista complutense de educación, la revista de educación química y la revista de medios y educación aportan cada una un artículo a esta investigación.

Es de gran importancia mencionar que en esta revisión se puede observar la evolución que se presenta en cuanto a la implementación de nuevas estrategias para la enseñanza de conceptos científicos, específicamente el inicio de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula de clase como una nueva alternativa para el docente compartir sus conocimientos con los estudiantes.

Sin lugar a dudas el instrumento más utilizado y señalado en estas investigaciones, es el computador, tanto para el trabajo en clase como para la realización de experiencias de laboratorio. Con la idea de potenciar las

diferentes habilidades de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje se han utilizado herramientas computacionales como el video; además, de la implementación de sitios Web, esto para la enseñanza de conceptos básicos. Los juegos, las simulaciones y modelaciones computacionales son más utilizados en investigaciones recientes.

Otro aspecto a tener en cuenta es que las teorías de enseñanza aprendizaje, aparecen desligada de las investigaciones que plantean el uso de las TIC's lo que es preocupante para la enseñanza de las ciencias, pues se pretende que a la hora de realizar este tipo de investigaciones no se desliguen las estrategias y metodologías implementadas, de las teorías que permiten lograr que el docente comprenda los procesos cognitivos que se dan en el estudiante al momento de interactuar con TIC's; en este caso, herramientas computacionales.

Con el propósito de que esta revisión de literatura contribuya para futuras investigaciones incluye:

1. Tabla 1. Unificación de resultados: En éste se incluyen tanto los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica como los encontrados en las bases de datos, además de presentar el total de artículos.
2. Gráfico 3. Evolución histórica de las TIC: reflexión acerca de cómo se ha venido implementando de manera amplia el uso y el trabajo de temáticas relacionadas con las TIC's para la enseñanza de conceptos científicos.

Como se puede observar en el gráfico 3, es notable el auge de investigaciones relacionadas con el uso de tecnologías de la información y la comunicación en el campo educativo en los últimos años. Hay que mencionar además que en su mayoría, los artículos revisados no tuvieron en cuenta las teorías de enseñanza aprendizaje para sustentar las investigaciones presentadas.

Es importante anotar que las investigaciones encontradas en relación con el concepto fotosíntesis, en su mayoría solo tienen presente a las plantas verdes;

no se incluyen las algas y algunas bacterias que tienen la capacidad de fabricar su propio alimento.

Se evidencia además en el gráfico 3 que los años que más resultados aportan son el 2000, 2002, 2005 y 2006; lo que muestra el incremento de investigaciones en este campo. Es importante hacer énfasis en que deben presentarse en estas investigaciones y en las que se adelanten actualmente, la presencia de teorías de enseñanza aprendizaje que guíen los procesos de implementación de TIC's en el aula de clase.

En la tabla 1 de unificación de resultados se observa que para esta investigación fueron encontrados un total de 94 artículos presentes en algunas de las revistas de investigación educativa publicadas en el continente americano.

Pasando a otro aspecto, hay que aclarar que para esta investigación es necesario hacer una revisión exhaustiva acerca de las investigaciones que trabajaron el concepto fotosíntesis; pues éste será estudiado en el aula de clase mediante la utilización de un sitio web y de otras actividades que involucran el uso de herramientas computacionales.

Teniendo claro lo anterior, se puede iniciar una construcción acerca de la importancia y la necesidad de que los estudiantes aprendan sobre el concepto fotosíntesis. Para ello se muestran algunas de las Principales investigaciones que evidencian los problemas presentes y que dificultan su apropiada comprensión y posterior aprendizaje significativo.

Astudillo, H y Gene, A. (1984 p. 16) realizaron un estudio acerca de los errores conceptuales de los alumnos sobre la fotosíntesis de las plantas verde; como resultado del estudio se muestra la presencia de graves errores conceptuales sobre el concepto fotosíntesis en el contexto analizado.

En este mismo sentido, en la enseñanza de la biología, el concepto de fotosíntesis ha suscitado gran cantidad de trabajos sobre las concepciones de

los niños y sus orígenes (Griffiths y Grant 1985, Barrer y Carr 1989, Johnstone y Mahmoud 1980 entre otros, citados por Gallegos, L y Jerezano M. 1992. p. 341). Estas investigaciones sugieren que “el concepto fotosíntesis parece haberse construido de una manera parcial más que como un conocimiento integrado”. (Anderson et al. 1990. citado por Gallegos, L y Jerezano M. 1992. p. 341).

En la investigación adelantada por Gallegos, L y Jerezano, M. (1992) se llegó a conclusiones como:

- Para los niños la presencia de clorofila está relacionada con la presencia o ausencia de luz, con el color verde de las hojas y la presencia de almidón en ellas, sin embargo no conciben la fotosíntesis como producción de alimentos.
- Las relaciones entre la presencia de luz y clorofila son difíciles de establecer por los alumnos.
- La presentación de una serie de experiencias que permitan al niño establecer relaciones entre los elementos observados ayudará a la comprensión de la acción de cada uno de los factores participantes.

Respecto a esta investigación es importante mencionar que se llevó a cabo como un trabajo complementario a las clases de ciencias naturales y los conceptos enseñados en clase fueron de forma tradicional (expositiva).

Considerando el mismo concepto, González, C. García, S. y Martínez, C (2003. p. 77) realizan un estudio acerca de los contenidos relacionados con la fotosíntesis a los que se da más importancia en los textos escolares de secundaria, se analizaron los contenidos conceptuales sobre el concepto fotosíntesis que se incluyen en las unidades didácticas de los libros de texto de ciencias de la naturaleza de ESO, de las seis editoriales de mayor difusión en España. Con esta investigación se plantean aspectos como:

- Se mantiene la preponderancia del nivel pluricelular, pero impulsando el establecimiento de relaciones con los niveles celular y ecológico.

- La necesidad de insistir en que el CO<sub>2</sub> es un nutriente – “sustancia material” imprescindible en el proceso fotosintético - y en la interrelación ciclo hidrológico/mundo vegetal).

Siguiendo con la temática apuntada, Daniele, M. et al. (2005), en el marco del primer congreso de tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de las ciencias TICEC05 llevado a cabo en La Plata, Argentina entre el 29 y 30 de Septiembre de 2005, presentan un trabajo titulado “Un software educativo como herramienta de enseñanza de la fotosíntesis, en éste se plantea que la fotosíntesis es un tema de difícil comprensión por su alto grado de abstracción, dejando abierto además el trabajo en el software, el cual no se ha desarrollado totalmente. Se partió de la hipótesis de que el uso de un software educativo en la enseñanza de un tema específico de las ciencias biológicas, como la fotosíntesis, ofrece la posibilidad de mostrar fenómenos que no son normalmente observables aún utilizando modelos *in vivo*, brindando el entorno adecuado donde el alumno interactúe con el contenido en forma activa, construyendo así su propio conocimiento.

En una de las investigaciones más recientes sobre el tema, Charrier, M. Cañal, M. y Vega, R (2006. p.401) realizaron una revisión bibliográfica sobre las investigaciones que muestran las concepciones alternativas de los estudiantes respecto a los conceptos de fotosíntesis y respiración. Para el propósito de esta investigación se tienen en cuenta las concepciones presentadas acerca del concepto fotosíntesis. Así:

Concepciones en relación con la fotosíntesis:

a) Gran parte de los estudiantes, sobre todo los más pequeños, piensan que las plantas obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces (Simpson y Arnold, 1982a; Roth, Smith y Anderson, 1983; Wandersee, 1983; Bell y Brook, 1984; Driver et al., 1984; Benloch, 1984; Rumelhard, 1985; Cañal y Rasilla, 1986; Battinger et al., 1988; Cañal, 1990; Stavy, Eisen y Yaakobi, 1987;.Eisen y..Stavy,1993; Songer y Mintzes, 1994; Pedro, 1997; Ozay y Oztas, 2003).

b) Las definiciones brindadas por los estudiantes en torno a la fotosíntesis guardan escasa relación con el concepto escolar. Por lo general mencionan que las plantas realizan la fotosíntesis para crecer, vivir (Roth, Smith y Anderson, 1983).

c) Desconocen la función de la hoja. Para muchos, éstas sirven para captar el agua de lluvia (Wandersee, 1983) o para recibir los alimentos (Benlloch, 1984).

d) Por lo general no mencionan la clorofila o desconocen su función y los que la nombran le atribuyen una gran variedad de funciones: 1) dar color a las hojas, 2) es la sangre de las plantas, 3) se combina con el dióxido de carbono para formar glucosa, 4) es una sustancia que atrae la luz y sirve de protección, 5) es un alimento, 6) se combina con el yodo para producir una sustancia de color negro, llamada almidón, 7) elabora los alimentos (Simpson y Arnold, 1892a; Soyibo, 1983; Wandersee, 1983; Astudillo y Gené, 1984; Bell y Brook, 1984; Haslam y Treagust, 1987; Barker y Carr, 1989).

e) Confunden el papel del dióxido de carbono y el oxígeno (Wandersee, 1983; Soyibo, 1983; Astudillo y Gené, 1984; Driver y otros, 1984; Rumelhard, 1985; Haslam y Treagust, 1987; Eisen y Stavy, 1988; Lavoie, 1997; Carignato y Caldeira, 2000; Charrier y Obenat, 2001).

f) Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas (Simpson y Arnold, 1982a; Cañal, 1990).

g) Confunden fotosíntesis con respiración (Astudillo y Gené, 1984; Rumelhard, 1985; Stavy, Eisen y Yaakobi, 1987; Eisen y Stavy, 1988; Cañal, 1990; García Zaforas, 1991; Eisen y Stavy, 1993; Carignato y Caldeira, 2000; Charrier y Obenat, 2001).

h) Hay un fuerte arraigo del conocimiento cotidiano: «no se puede dormir con plantas en la habitación porque consumen el oxígeno» (Cañal, 1990; Charrier y Obenat, 2001).

i) Las plantas fotosintetizan de día y respiran de noche (Cañal, 1990; Eisen y Stavy, 1993; Charrier y Obenat, 2001).

j) Por lo general desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que la mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta (Roth, Smith y Anderson, 1983)

k) Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se mencionan, no obstante reconocen que las plantas necesitan luz (Simpson y Arnold, 1982b; Wandersee, 1983).

l) Para muchos estudiantes la energía es un medio para producir calor (Rumelhard, 1985).

m) Desconocen dónde queda contenida la energía como resultado de la fotosíntesis (Charrier y Obenat, 2001).

n) Las plantas utilizan la energía solar para mantenerse saludables (Smith y Anderson, 1984; Ozay y Oztas, 2003).

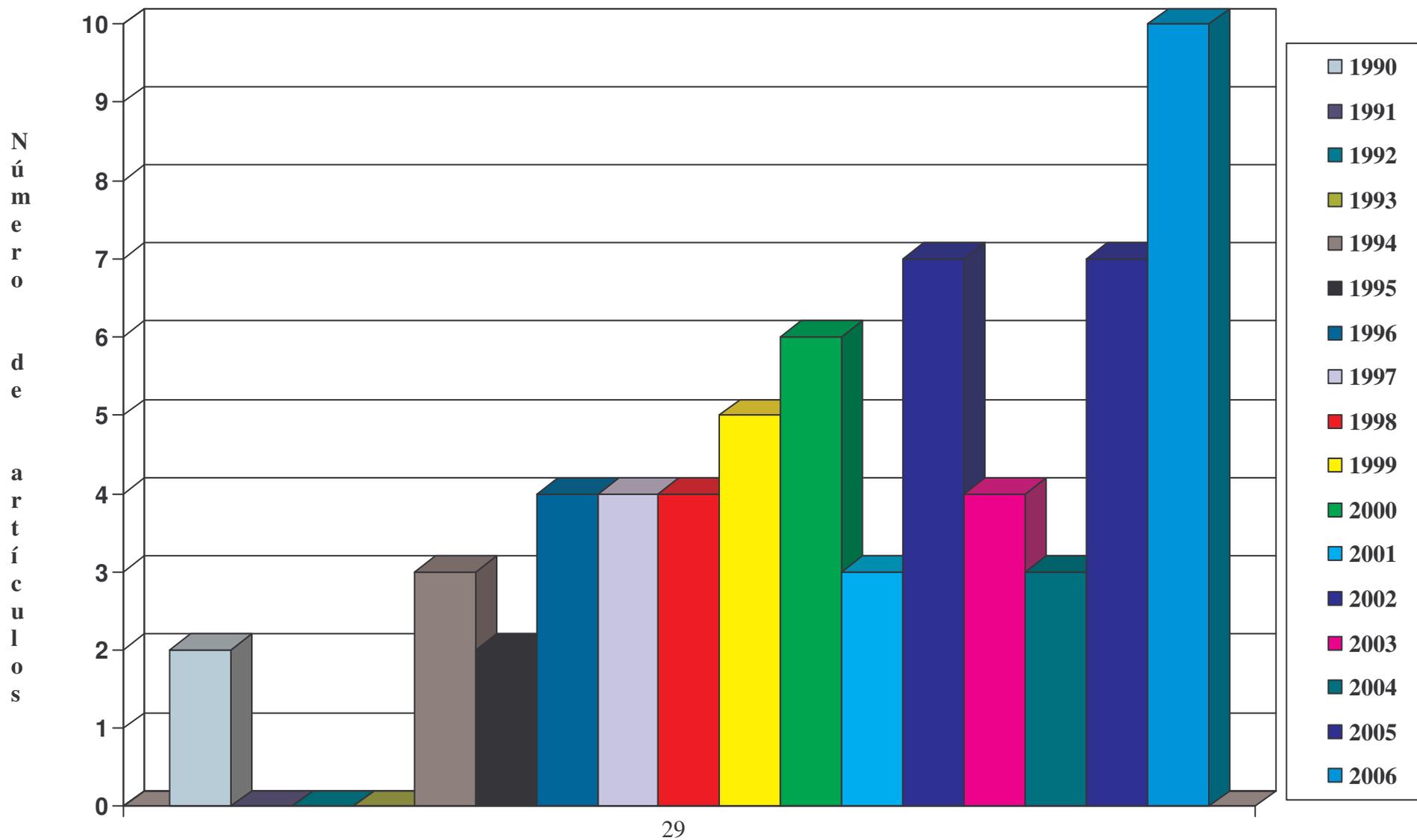
o) En pocos casos se menciona la elaboración de hidratos de carbono en el proceso, en particular el almidón (Bell y Brook, 1984; Barker, 1985).

La idea de mostrar los problemas que se han planteado respecto al tema objeto de aprendizaje para esta investigación, es la de promover el uso de herramientas computacionales como una alternativa para la enseñanza de las ciencias biológicas en la escuela, además de propiciar situaciones de aprendizaje significativo en torno a temas de difícil comprensión en las ciencias biológicas, como por ejemplo el concepto fotosíntesis.

**Tabla 1.** Unificación de resultados

<b>FUENTES</b>	<b>NÚMERO DE RESULTADOS</b>
- Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales	23
- Journal of research in science teaching	6
- Revista acción pedagógica	1
- Revista chilena de educación científica	6
- Revista complutense de educación	1
- Revista cubana de química	1
- Revista de educación	5
- Revista de educación en ciencias	1
- Revista de Medios y Educación	1
- Revista educación química	1
- Revista educación y pedagogía	2
- Revista edutec: revista electrónica de tecnología educativa	14
- Revista electrónica de enseñanza de las ciencias	4
- Revista enseñanza de las ciencias	18
- Revista española de pedagogía	1
- Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias	2
- Revista iberoamericana de educación	6
- Revista mexicana de investigación educativa	1
- Revista Perfiles Educativos	1
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>

**Gráfico 3: Evolución histórica del uso de las TIC's**



## 5. MARCO TEÓRICO

Con el propósito de fundamentar teóricamente el trabajo de investigación se plantea el marco teórico, el cual permite mostrar los referentes teóricos que fundamentan el trabajo y constituyen un elemento esencial para comprender las diversas relaciones que se tejen entre los aspectos que son relevantes para éste estudio, el cual está planteado en términos de la enseñanza de las ciencias como aspecto fundamental para el trabajo en el aula y para crear una cultura científica en los estudiantes, que además de reconocer la importancia de un concepto científico sean capaces de reflexionar en torno a su construcción histórica; además, es importante mostrar la necesidad de utilizar nuevas estrategias de enseñanza en las ciencias, para así motivar a los estudiantes a trabajar eficaz y reflexivamente frente a las situaciones problema que se les presente en clase. El concepto fotosíntesis es otro aspecto importante dentro de la construcción del marco teórico, pues permite observar la construcción histórica del concepto, la definición que desde la ciencia se le ha dado y los componentes que hacen parte de su ilustración y que permiten la comprensión de éste fenómeno natural. La Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel como componente educativo, permite tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes y los procesos cognitivos que se presentan en su estructura cognitiva, y que permita que el estudiante alcance un aprendizaje significativo sobre el concepto fotosíntesis, al emplear tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la enseñanza de las ciencias como una nueva alternativa de enseñanza que brinda la posibilidad de motivar al estudiante para aprender de una manera más llamativa, pero sin ignorar aspectos importantes en la construcción del concepto.

Se hace una reflexión pasando por las diferentes investigaciones realizadas sin dejar de lado las apreciaciones del investigador y es por eso que para una mejor comprensión de los temas a tratar se presenta de manera individual cada uno de los tópicos que se tienen en cuenta para esta investigación en la construcción del marco teórico. Hay que precisar que el hecho de que se expongan por separado no quiere decir que no haya correspondencia entre

ellos; por el contrario, se pretende relacionar constantemente los tópicos comentados anteriormente, Así:

## 5.1 ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

A lo largo de la historia y especialmente en la actualidad en el campo educativo se ha visto la necesidad de investigar sobre problemas presentes en la enseñanza de las ciencias. Precisamente al plantearse nuevas investigaciones se abre la posibilidad de proponer nuevas estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos.

Particularmente en la enseñanza de las ciencias no se aprecia una cultura científica que permita la aplicación de nuevas estrategias y casi siempre la enseñanza de los contenidos responde a lo tradicional; es decir, la enseñanza expositiva de contenidos es el principal recurso didáctico.

Flores, F. y Gallegos, L. (1993 p. 25), consideran que algunos de los problemas que se han generado con las prácticas usuales de la enseñanza de las ciencias son:

- Simplificación y modificación de conceptos que coadyuvan al desarrollo de errores conceptuales.
- Estructuración de contenidos sin tomar en cuenta el nivel de desarrollo de los estudiantes.
- En el mejor de los casos, se realizan algunos experimentos escolares aislados.
- Concepción memorística del aprendizaje.
- Descontextualización de los conceptos científicos con las representaciones propias de los estudiantes.

En muchos casos nos preguntamos ¿en qué se apoya la enseñanza de las ciencias para resolver los problemas que se plantean? Duit, R. (2006, p 742), considera que la filosofía y la historia de la ciencia ofrecen pautas de pensamiento que permiten analizar de forma crítica la naturaleza de la ciencia y

su contribución específica para la comprensión del “mundo”; es decir, de la naturaleza y la tecnología. La pedagogía y la psicología, por su parte, posibilitan la adquisición de competencias capaces de ofrecer puntos de referencia tanto para considerar hasta qué punto cierto tema merece ser enseñado como para llevar a cabo estudios empíricos sobre si el tema en cuestión puede ser o no entendido por los estudiantes. Pero otras disciplinas de referencia entran en juego como, por ejemplo, la lingüística, que puede ofrecer marcos de referencia para analizar el discurso en el aula o conceptualizar el aprendizaje de la ciencia como una introducción a un nuevo lenguaje, o bien a una nueva ética que enfoque la enseñanza sobre temas morales.

De acuerdo con lo planteado anteriormente se podría pensar en la enseñanza de las ciencias como una relación entre diferentes disciplinas, lo que nos puede llevar a entenderla como un campo de saber interdisciplinario en el cual se reflexiona sobre conceptos como enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sin dejar de lado lo social, ético e incluso lingüístico.

Ibid., (p 743-744). plantea que la enseñanza de las ciencias es la disciplina que se ocupa de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las escuelas y fuera de ellas; además, la investigación en enseñanza de las ciencias comprende la selección, la legitimación y la reconstrucción educativa de los temas que deben formar parte del aprendizaje, de la selección y justificación de los objetivos principales de la enseñanza y del aprendizaje y de una secuencia de enseñanza que tome en cuenta los antecedentes cognitivos, afectivos y sociales del que aprende. Otro ámbito de la enseñanza de las ciencias es el desarrollo basado en la investigación, así como la evaluación de los enfoques y de los materiales de enseñanza y aprendizaje.

Al respecto, Linn, M. (2002 p. 350) argumenta que un objetivo importante de la enseñanza de las ciencias es agregar a este repertorio de perspectivas sobre fenómenos científicos, ideas que fomenten la integración del conocimiento. Igualmente importante es apoyar el proceso de organizar, estructurar, seleccionar y dar sentido a un conjunto de perspectivas diversas sobre un

fenómeno científico, proceso que nosotros llamamos integración del conocimiento.

De acuerdo con lo anterior y partiendo además de que en esta investigación se pretende establecer una relación entre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la enseñanza de las ciencias, es conveniente llamar la atención respecto a la relación que se presenta constantemente entre ciencia y tecnología.

En una sociedad en la cual se presentan constantemente avances científicos, tan abundante en nuevas y novedosas aplicaciones que se ponen a nuestra disposición; se hace cada vez más necesario presentar propuestas de enseñanza para favorecer los procesos de aprendizaje. Es fácil encontrar en el mercado novedosas propuestas para la enseñanza de conceptos científicos, en algunos casos bastaría con aprenderse el manual de uso, la manipulación de controles o botones que “permiten observar procesos y fenómenos que se dan en las ciencias naturales”. Es en este momento cuando la labor del docente se hace presente y dice: hay que mediar para que la tecnología y la ciencia no sean un problema o un montón de aparatos que hacen casi todo por el hombre. La mejor forma de hacerlo es investigando sobre la manera en que se están empleando los recursos que se nos ofrecen para la enseñanza de las ciencias y proponer metodologías y estrategias innovadoras que permitan que el aprendiz interactúe con los recursos ofrecidos, estando latente la tarea del docente que aboga constantemente por tener siempre presente que se estén considerando los procesos cognitivos que se dan en el estudiante al momento de interactuar con las actividades y recursos que se le ofrecen para su aprendizaje.

Cutcliffe, (1990), citado por Martín, M (2002). Plantea que *“La ciencia y la tecnología son grandes empresas que tienen lugar en contextos específicos configurados por, y a su vez configuradores de, valores humanos que se reflejan y refractan en las instituciones culturales, políticas y económicas”*.

De manera más amplia y pensando en la educación científica (Aguilar, 1999) citado por Martín, M (2002) dice que la educación científica está directamente relacionada con dos conceptos: Alfabetización científica y educación para la ciudadanía.

¿Qué se quiere decir con *alfabetización científica*? Durante mucho tiempo se ha estado muy preocupado por el tema de la alfabetización, es decir, por conseguir unos niveles mínimos de conocimientos entre la población. La alfabetización científica supone lo mismo, pero desde el campo científico. Es necesario que la población tenga unos niveles mínimos de conocimientos científicos para poder participar democráticamente en la sociedad; es decir, para poder ejercer una ciudadanía responsable, es necesaria una alfabetización científica para lograr una *educación de la ciudadanía*, que significa que la población sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad; es decir, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar la sociedad en que vivimos, y que no todo está determinado desde un punto de vista biológico, económico y tecnológico.

A manera de conclusión Martín, M. (2002) considera que la finalidad de la enseñanza de las ciencias en el momento actual es conseguir una alfabetización científica y una educación para la ciudadanía, para lograr individuos más críticos, más responsables y más comprometidos con el mundo y sus problemas.

Teniendo en cuenta lo expuesto, Duit, R (2006 p. 765) plantea que la enseñanza de las ciencias debería tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Es una disciplina interdisciplinaria, cuyo propósito es el mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje en varios ámbitos de prácticas.

- Para facilitar este mejoramiento, la investigación no debería limitarse a analizar lo que funciona o no, sino también incluir estudios sobre los principales problemas y las deficiencias de las prácticas educativas en general.
- Los responsables de enseñar ciencias necesitan poseer múltiples competencias no sólo en ciencias, sino también en un número relativamente elevado de disciplinas de referencia.
- La enseñanza de las ciencias debe vincular las cuestiones relacionadas con las ciencias como materia de estudio con los problemas pedagógicos y psicológicos que implican su enseñanza.
- La investigación y el desarrollo están estrechamente vinculados e insertados en un contexto curricular complejo. Se debe poner más énfasis sobre la investigación aplicada, por ejemplo, la del diseño.

En relación con lo anterior se puede pensar que al tener en cuenta algunas de las apreciaciones comentadas anteriormente se podría mejorar realmente la enseñanza de las ciencias; Además las relaciones ciencia – tecnología podrían contribuir significativamente para el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza de la ciencia.

Por último y con esta investigación, se pretende contribuir al campo de la enseñanza de las ciencias, mostrando la posibilidad de usar tecnologías de la información y la comunicación, específicamente herramientas computacionales para la enseñanza de conceptos científicos, generando materiales potencialmente significativos que surgen de la reflexión constante sobre la necesidad de motivar al estudiante para su trabajo en el aula de clase y que deben necesariamente fundamentarse en teorías de aprendizaje adecuadas para comprender los procesos cognitivos que posibilitan el aprendizaje.

## 5.2 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC'S)

Enmarcados en el campo de las TIC's, en esta investigación se hace uso de herramientas computacionales, a través de las cuales se pretende favorecer un ambiente de aprendizaje en el que el estudiante aprenda mejor y de una forma significativa un concepto. Es también fundamental considerar que la cantidad de información que se encuentra actualmente en relación con este tema debe ser tratada de una manera adecuada, con el propósito de seleccionar y reflexionar sobre los contenidos que se enseñen en el aula de clase.

En este sentido y de acuerdo con las teorías actuales de la psicología cognitiva, la información por sí misma no propicia conocimiento, es necesario proveer una serie de condiciones que favorezcan el proceso de aprendizaje. No se trata simplemente de entregar información para que el aprendizaje se produzca. Es necesario propiciar las “transacciones didácticas fundamentales que se presentan entre docentes y estudiantes o estudiantes entre sí, y que contribuyen a la circularidad comunicativa indiscutible en la construcción de los saberes”, Fainholc (1999, pp. 64-65), citado por Herrera, M (2004).

A través de la historia, los computadores y los programas que se ofrecen han mejorado considerablemente, sus posibilidades de acción han llegado incluso a tener la capacidad de simular fenómenos que se presentan en la naturaleza y representar modelos fisicoquímicos, lo interesante es que este tipo de programas se están incorporando cada vez más a nivel educativo. Hay que tener en cuenta además que las tecnologías que se presentan también cambian rápidamente y es necesario que el docente se éste actualizando permanentemente, frente a la aparición de nuevos programas que serían herramientas potencialmente significativas para enseñar conceptos científicos.

De manera más amplia, Linn, M (2002, p. 348) plantea que el creciente, rápido y cambiante rol de la tecnología requiere globalmente una respuesta ágil por parte de los individuos y de las instituciones educativas. A medida que las escuelas y las universidades implementan tecnologías educativas, descubren implicaciones tanto previsibles como inesperadas. Los intentos iniciales de usar

la tecnología han arrojado luz sobre la complejidad del sistema educativo y sobre el reto de preparar a los estudiantes y a sus profesores para que usen la tecnología eficientemente. Al respecto este mismo autor menciona que el rápido cambio en la tecnología también supone un reto para quienes están desarrollando innovaciones para la enseñanza. Crear una innovación para luego ver cómo la plataforma se vuelve obsoleta o está disponible sólo en una pequeña proporción de los computadores, limita la oportunidad de evaluar las implicaciones educativas. El rápido cambio en la tecnología; sin embargo, también tiene un beneficio inesperado: las innovaciones ineficaces pueden ser fácilmente descartadas junto con una plataforma antigua, o mejoradas cuando se implementan en una plataforma nueva.

García, A y Castro M (2005) mencionan que la investigación educativa ha desarrollado sobre el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) una serie de nuevos conceptos y enfoques que han permitido la evolución en el campo de la enseñanza y el aprendizaje, poniendo en práctica principios pedagógicos, mediante los cuales el alumnado puede aprender mejor en el marco de una acción concreta, significativa y colectiva, Así mismo plantean que las TIC constituyen un excelente medio para cuestionar determinadas prácticas pedagógicas que ocurren en el aula, empleadas como herramientas que se agregan a la práctica de la enseñanza tradicional, las cuales unidas al uso de modelos pedagógicos no tradicionales, pueden incrementar la participación y la interacción del alumnado, logrando su integración y favoreciendo que se involucren en el proceso de aprendizaje.

Al respecto, se debe tener en cuenta que cuando se utilice una herramienta computacional para la enseñanza de determinado concepto se debe evaluar el posible impacto sobre los estudiantes, su diseño, su contenido y las potencialidades que ofrece la herramienta para el aprendizaje.

Así mismo, Mafokozy, J. (1998 p. 62) plantea que describir los usos de las nuevas tecnologías no equivale a justificar su carácter ineludible ni delimitar su impacto en el contexto en que se inserta.

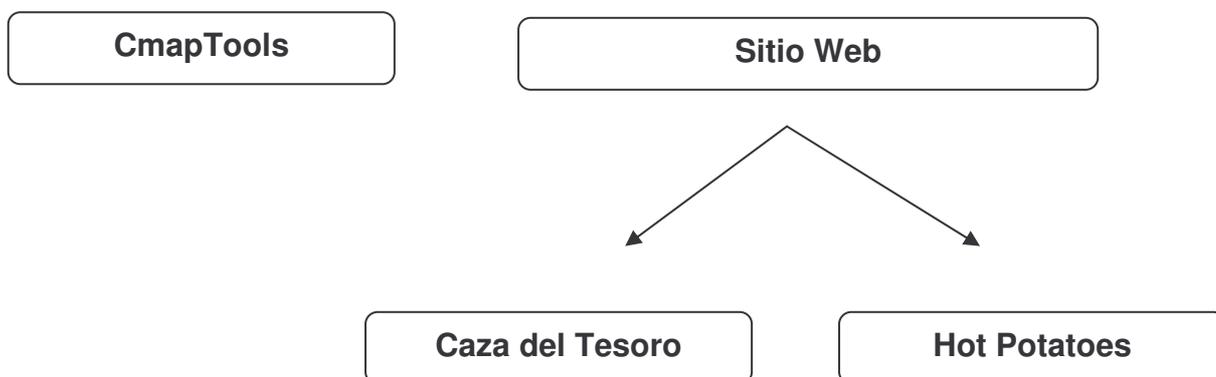
Pasando a los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por las TIC, Sepúlveda, M. y Calderón, I. (2007) plantean que el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha visto enriquecido con la introducción de las TIC en el aula, ya que para el alumnado la utilización del computador supone un importante estímulo en su aprendizaje; sin embargo, los procesos de enseñanza deben conllevar a una seria reflexión del profesorado, no siempre llevada a cabo, sobre los planteamientos y propuestas de temas, actividades, etc., tal como hemos venido exponiendo, buscando con ello su relación con los esquemas cognitivos previos, su utilidad y la motivación del alumnado.

Uno de los retos que se plantean en la actualidad para la educación supone el mejoramiento de sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Las nuevas tecnologías o las llamadas TIC surgen como una importante posibilidad para lograrlo. La pregunta ahora sería si sabemos realmente lo que son las nuevas tecnologías y entendemos su importancia en el ámbito educativo. Pues bien Cabero (2000, p.17) citado por Herrera, M. (2004) considera que una de las características que distinguen a las nuevas tecnologías es que “giran en torno a cuatro medios básicos: la informática, la microelectrónica, los multimedia y las telecomunicaciones”. En ese sentido, para los propósitos de esta investigación, entenderemos que se utilizarán herramientas computacionales para diseñar y aplicar los trabajos y actividades que se planteen.

La gran cantidad de herramientas computacionales que se pueden encontrar en el mercado podría hacer complicada la tarea a la hora de su elección, si analizamos detenidamente las que se ofrecen, seguramente habrán algunas que sobresalen por su función formativa *por cuanto apoyan la presentación de determinados contenidos, lo que puede ayudar a guiar, facilitar y organizar la acción didáctica, así como condicionan el tipo de aprendizaje a obtener, ya que pueden promover diferentes acciones mentales en los alumnos* (Cabero, 2000, p. 144 citado por Herrera, M 2004).

En relación con lo anterior y para el propósito de esta investigación, el siguiente esquema muestra las herramientas computacionales utilizadas para el desarrollo de la investigación.

**Gráfico 4.** Herramientas computacionales utilizadas en la investigación



**CmapTools:** Esta herramienta, desarrollada por el “Institute for Human and Machine Cognition” (IHMC), de la Universidad de West Florida (Estados Unidos), se diseñó con el propósito de apoyar la construcción de “Mapas Conceptuales”. La herramienta mencionada fue elegida para la fase inicial de esta investigación, en la cual se realizó la indagación de ideas previas de los estudiantes. Mediante el uso de esta herramienta los estudiantes elaboraron mapas conceptuales como importantes herramientas metacognitivas en su proceso de aprendizaje.

Novak, J. y Cañas A. (2007 p.31) mencionan: *estamos conscientes que las nuevas tecnologías han fallado en mostrar resultados ante la falsa expectativa de ser la “solución” para los problemas en educación; sin embargo, proponemos el uso de la tecnología apropiada y basada en buenas teorías puede aumentar los beneficios del uso de mapas conceptuales en educación y llevar a una mejora dramática de la educación.*

Respecto a lo anterior y mencionando algunas ideas de Ibid., (p. 31-32) se puede decir que la herramienta CmapTools fue seleccionada por permitir:

- Un ambiente de software cliente – servidor que facilita la construcción y el compartir de mapas conceptuales. Siendo en este caso el estudiante “el cliente” y la herramienta el servidor.
- Fácil manejo y ambiente de trabajo sencillo y agradable.

- Diferentes componentes que hacen que los mapas conceptuales se puedan enriquecer y ampliar con fotografías, videos, enlaces a otros sitios web etc.

En la misma línea, Cañas & Badilla, 2005; Coffey et al., 2003 citados por Novak, J. y Cañas A. 2007, muestran que “los mapas conceptuales se pueden fomentar en todas las facetas de la educación, incluyendo la evaluación, determinar el conocimiento previo del estudiante, resumir lo que se ha aprendido, toma de notas, ayuda en el estudio, planificar, formar andamios para el entendimiento, consolidar experiencias educativas, mejorar condiciones efectivas para el aprendizaje, enseñar pensamiento crítico, apoyar la cooperación y colaboración, y organizar contenido”.

En este sentido y teniendo en cuenta que el objetivo de la implementación del CmapTools en la investigación es el de determinar el conocimiento de los estudiantes, esta herramienta cobra gran importancia al momento de diseñar las posteriores actividades y estrategias a implementar después de conocer lo que los estudiantes conocen sobre el concepto objeto de aprendizaje.

En la investigación presentada por Ríos L. et al (2007) una de las conclusiones a las que se llegó fue que la combinación de los mapas conceptuales y las TIC's ha dado lugar a poderosas herramientas que permiten navegar a través de conocimiento estructurado y organizado, lo que acelera el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes. Al mismo tiempo que hace posible enriquecer cada concepto con entrenadores, tutoriales inteligentes, simulaciones, videos y otros medios que hacen más fácil la adquisición del conocimiento,

Respecto a lo anterior se plantea que “una de las funciones más importantes de los mapas conceptuales es el poder organizativo que tienen respecto del conocimiento” Novak y Gowin. (1998 p. 122) citado por López, I. y Aldaz I. (2006)

El hecho de que no hayan mapas conceptuales iguales entre sí, hace posible que los estudiantes expresen el aprendizaje sin las limitaciones que impone el saber que se van a cometer errores.

**Sitio Web:** un sitio web es un conjunto de páginas web que presenta información sobre un tema determinado. Como ya se ha comentado acerca de las TIC en general, el sitio web por sí solo no va a favorecer procesos de aprendizaje, por lo que es necesario que el docente seleccione los contenidos adecuados para incluir en el sitio, además de definir unos objetivos, mostrar una estructura y orden del sitio y manejar un entorno fácil de manipular.

Area, M. (2003 p. 32) define un sitio web educativo como espacios o páginas en la world wide web (www) que ofrecen información, recursos o materiales relacionados con el campo o ámbito de la educación.

Los aspectos generales del sitio web desarrollado son<sup>2</sup>:

- Elaborado con Microsoft FrontPage: Este programa proporciona flexibilidad, características y funcionalidades e incluye herramientas de diseño profesional, creación, datos y publicación necesarias para crear sitios Web dinámicos y sofisticados.
- Glosario de términos: El glosario de términos que se elaboró para el sitio web, cuenta con la definición de algunos de los conceptos que pudieran ser desconocidos para el estudiante o permitirían a éstos ampliar información respecto a ellos. Es de fácil manejo y cada concepto está asociado a una imagen, lo que permite al estudiante reconocerlos como conceptos que hacen parte de su entorno.
- Gráficos y presentaciones en Microsoft power point: Con el propósito de acercar a los estudiantes a las herramientas que normalmente nos ofrece un computador, algunas de las explicaciones que se presentan en

---

<sup>2</sup> En la metodología se amplían aspectos referentes al sitio web.

el sitio web, fueron elaboradas mediante secuencias de diapositivas elaboradas con este programa.

- Caza del tesoro: Adell, J (2003) define una caza de tesoro como una de las estructuras de actividad didáctica más populares entre los docentes que utilizan la Internet en sus clases. En esencia, una caza del tesoro es una hoja de trabajo o una página web con una serie de preguntas y una lista de páginas web en la que los alumnos buscan las respuestas. Al final se suele incluir la “gran pregunta”, cuya respuesta no aparece directamente en las páginas web visitadas y que exige integrar y valorar lo aprendido durante la búsqueda. Las cazas del tesoro son estrategias útiles para adquirir información sobre un tema determinado y practicar habilidades y procedimientos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación en general y con el acceso a la información a través de la Internet en particular.

En este sentido, una caza del tesoro bien diseñada va más allá de la adquisición de pequeñas unidades de información, más o menos estructurada, sobre un tema determinado. March (1999) citado por Adell, J. (2003) sugiere que “escogiendo adecuadamente preguntas que definan las dimensiones fundamentales de un tema, los alumnos no sólo averiguan respuestas concretas, sino que profundizan en los aspectos esenciales del tema. Además del aprendizaje de hechos y conceptos, una caza del tesoro estimula la adquisición de destrezas sobre tecnología de la información y comunicación, conocimientos prácticos sobre Internet, la web y la navegación por la información online”.

- HotPotatoes: Este software es un conjunto de seis herramientas para elaborar contenidos digitales. La aplicación ha sido desarrollada por el equipo de Investigación y Desarrollo del Humanities Computing and Media Centre de la Universidad de Victoria. Estas utilidades le permitirán elaborar ejercicios interactivos de tipo página Web y de diferentes modalidades. Los ejercicios generados son páginas Web estándar que utilizan código XHTML 1.1 para la visualización, y JavaScript

(ECMAScript) para la interactividad. Estos estándares W3C son soportados por todos los navegadores modernos, incluyendo Mozilla 1.2+, Internet Explorer 6+, Phoenix, Safari, y muchos otros. Estas herramientas funcionan también con Unicode. Así, se pueden crear ejercicios en cualquier idioma, o en una mezcla de idiomas.

Usted no necesita saber nada sobre XHTML o JavaScript para utilizar los programas. Todo lo que necesita hacer es introducir sus datos -- textos, preguntas, respuestas, etc. -- y los programas crearán automáticamente las páginas Web. Posteriormente podrá publicar dichas páginas en su servidor Web. Además, los programas están diseñados para que se puedan personalizar casi todas las características de las páginas. Por tanto, si usted sabe algo de código HTML o de JavaScript, podrá hacer cualquier cambio que desee en la forma de trabajar de los ejercicios o en el formato de las páginas Web.<sup>3</sup>

- Vínculos a sitios Web: Los vínculos a otros sitios web, permiten al estudiante comprender que existe una gran cantidad de información y además le ofrece la posibilidad de relacionar su información con la de los demás sitios, permite establecer diferencias y comparaciones, lo que hará que sus reflexiones estén enriquecidas por diferentes puntos de vista.

Volviendo sobre la reflexión acerca de las TIC's, Sepúlveda, M. y Calderón, I (2007) como conclusión de su estudio dicen que *el profesorado es consciente de que tiene que evolucionar, ya que la introducción de las TIC ha supuesto un cambio substancial en la estructura física de los centros y cómo no, en su labor como docentes. Sin embargo, no se ha creado (aunque se ven ciertos pasos en parte del colectivo estudiado) el debate necesario para conducir estas nuevas demandas sociales en la producción de modificaciones en el currículo (contenidos, tiempos, etc.), en el modo de afrontar las clases (metodologías, agrupamientos, etc.), en la selección de actividades para trabajar con los*

---

<sup>3</sup> ¿Qué es hot potatoes? Tomado de <http://www.ecomur.com/hotpotatoes/queeshotpot.htm> (10 de Julio de 2007)

*chavales (que conceden un rol u otro al alumnado, que potencian diferentes aprendizajes a través de diversas vías de construcción de conocimiento), etc. En todo ello las TIC pueden desempeñar un papel de gran trascendencia o constituir un instrumento más al servicio de una escuela anclada en el pasado. Pero tampoco podemos olvidar que los cambios no suceden a gran velocidad: requieren experimentación, reflexiones, pequeñas transformaciones, formación para ver con más lucidez hacia dónde encaminar los esfuerzos, y sobre todo, una intensa búsqueda de espacios de reflexión en los que se puedan compartir dificultades, logros y proyectos, donde cooperar en tareas y avanzar en los conocimientos profesionales. Evidentemente esto conlleva invertir más tiempo, dedicación y esfuerzo, pues supone romper con normas, tradiciones, formas de trabajar, etc.*

Por último y un aspecto fundamental en el tratamiento de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje es la motivación que representan para los estudiantes. Se dice que la motivación es un impulso a la acción y para la obtención de resultados Herrera, M. (2004). A través de las TIC se puede favorecer la creación de actividades y proyectos innovadores que permitan al estudiante sentirse motivado para aprender y dispuesto a debatir frente a los conceptos a los cuales el profesor pretende acercarlo; es éste uno de los propósitos de esta investigación.

### **5.3 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL**

Pozo (1989) considera la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría cognitiva de reestructuración. Para él, se trata de una teoría psicológica que se construye desde un enfoque organicista del individuo y que se centra en el aprendizaje generado en un contexto escolar. Se trata de una teoría constructivista, ya que es el propio individuo-organismo el que genera y construye su aprendizaje.

La teoría del Aprendizaje Significativo es particularmente importante para esta investigación porque aporta elementos esenciales para comprender la influencia de las herramientas computacionales en la predisposición de los

estudiantes para la comprensión del concepto fotosíntesis. De una manera muy resumida se dice que “el aprendizaje significativo es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje” (Moreira, 1997; Ausubel, 1976, 2002)<sup>4</sup>.

Como se ha venido planteando, es necesario que las herramientas computacionales que se utilicen para la enseñanza de conceptos científicos estén fundamentadas en un referente teórico que permita su adecuada implementación en el aula de clase. Es por esto que en esta investigación, la Teoría de aprendizaje Significativo propuesta por Ausubel es el pilar que permite desarrollar la intervención adecuada en el aula de clase mediante el uso de dichas herramientas.

El concepto básico de la teoría de Ausubel es el aprendizaje significativo. Un aprendizaje se dice significativo cuando una nueva información (concepto, idea, proposición) adquiere significados para el aprendiz a través de una especie de anclaje en aspectos relevantes de la estructura cognitiva preexistente del individuo, o sea en conceptos, ideas, proposiciones ya existentes en su estructura de conocimiento (o de significados) con determinado grado de claridad, estabilidad y diferenciación. Esos aspectos relevantes de la estructura cognitiva que sirven de anclaje para la nueva información reciben el nombre de subsunsores o subsumidores. (Moreira, M 1997)<sup>5</sup>.

En consecuencia para que se presente aprendizaje significativo en el estudiante se deben presentar por lo menos las siguientes condiciones:<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> MOREIRA, 1997; AUSUBEL, 1976, 2002) Citado por Rodríguez, M. 2004 en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf> (descargado el 20 de Noviembre de 2007)

<sup>5</sup> MOREIRA, M. 1997) Citado por Moreira, M. 2005. En <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf> (18 de Noviembre de 2008)

<sup>6</sup> MOREIRA, M. A. 2000. Aprendizaje significativo, teoría y práctica. Madrid: aprendizaje visor. 100p. Pág. 15.

1. Que el material que va a ser aprendido sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y no literal. Un material con esa característica es potencialmente significativo.
2. El material utilizado debe tener significado lógico y psicológico
3. Que el aprendiz manifieste disposición para relacionar, de manera sustantiva y no arbitraria, el nuevo material, potencialmente significativo, con su estructura cognitiva.

En esta investigación fundamentada en la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel se distinguen las siguientes etapas:

***Indagación de ideas previas:*** Uno de los problemas más comunes que se observan en la enseñanza de las ciencias es que el docente enseña los conceptos científicos sin tener en cuenta las ideas que tienen los estudiantes respecto a la temática presentada.

De acuerdo a lo anterior, surge entonces la pregunta: ¿Cómo se forman las ideas previas o los subsumidores iniciales?, al respecto Moreira, M. (2000. p. 17) menciona que la respuesta es que la adquisición de significados para signos o símbolos de conceptos ocurre de manera gradual e idiosincrásica, en cada individuo. En los niños pequeños, los conceptos son adquiridos, principalmente, a través del proceso de formación de conceptos, lo que es un aprendizaje por descubrimiento, implicando generación y evaluación de hipótesis tanto de generalizaciones, a partir de instancias específicas. Pero, al llegar a la edad escolar, la mayoría de los niños ya posee un conjunto adecuado de conceptos que permite que se dé el aprendizaje significativo por recepción; es decir, después de la adquisición de una cierta cantidad de conceptos por el proceso de formación de conceptos, la diferenciación de esos conceptos y la adquisición de otros nuevos se lleva a cabo, principalmente, a través de la asimilación de conceptos (que supone interacción con conceptos pre-existentes en la estructura cognitiva, i.e., con subsumidores).

Es por lo anterior de gran valor conocer las ideas previas de los estudiantes ya que comprender requiere poner en marcha procesos cognitivos más complejos que repetir y además, la activación de conocimientos previos, aún siendo necesaria para la comprensión, no asegura un aprendizaje adecuado de los nuevos conceptos presentados. El objetivo del aprendizaje significativo es que en la interacción entre los materiales de aprendizaje (el texto, la explicación, la experiencia, etc.) y los conocimientos previos activados para darle sentido, se modifiquen esos conocimientos previos, surja un nuevo conocimiento; sin embargo, con mayor frecuencia de los que la explicación ausubeliana del aprendizaje significativo haría suponer, cuando los alumnos intentan comprender una nueva situación a partir de sus conocimientos previos, es esa nueva información la que cambia, la que es interpretada en términos de los conocimientos previos sin que éstos apenas se modifiquen.<sup>7</sup>

**Organizadores previos:** En el aprendizaje significativo es necesario que a la hora de presentar nueva información al estudiante, en la mente de él, existan unos subsumidores que puedan servir de anclaje, aunque no en todos los casos existen los subsumidores. Es en este momento según Ausubel, donde es necesaria la utilización de los organizadores previos.

En este sentido, se plantean los organizadores previos como materiales introductorios presentados antes del material de aprendizaje en sí o material de intervención; es decir, el material que se presenta al estudiante se encuentra en un nivel alto de abstracción, generalización y amplitud, simplemente destacando ciertos aspectos del asunto, en relación con el material que será presentado posteriormente.

Según Ausubel (1978, p. 171) citado por Moreira, M. (2000. P 18), “la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que precisa saber para que pueda aprender significativamente la tarea frente a la que se encuentra”.

---

<sup>7</sup> Pozo, J.I y Gómez, M.A. 1998 Aprender y Enseñar Ciencias. Madrid: Morata 331p (Págs. 90 y 94)

En este mismo sentido, Moreira, M. A. (1996 p. 132) menciona que los organizadores previos no son simples comparaciones introductorias pues, a diferencia de éstas, los organizadores deben:

- Identificar el contenido relevante en la estructura cognitiva y explicar la relevancia de ese contenido para el aprendizaje del nuevo material;
- Dar una visión general del material en un nivel más alto de abstracción, enfatizando las relaciones importantes;
- Proveer elementos organizativos inclusivos que tengan en cuenta más eficientemente y que destaquen el contenido específico del nuevo material.

Por último es importante mencionar que según Ausubel, la construcción de un organizador previo depende, siempre, de la naturaleza del material de aprendizaje, de la edad del aprendiz y del grado de familiaridad que éste ya tenga con el asunto que va a ser objeto de aprendizaje. No se puede, por tanto, decir, en términos absolutos si un determinado material es o no un organizador previo.

**Material potencialmente significativo:** Recordemos que una de las condiciones para que se presente aprendizaje significativo, es que el material de aprendizaje debe tener un significado lógico y psicológico. Por tanto, el significado lógico se refiere al significado inherente a ciertos tipos de materiales simbólicos, en virtud de la propia naturaleza de esos materiales. La evidencia del significado lógico está en la posibilidad de relación, de manera sustantiva y no arbitraria, entre el material e ideas, correspondientemente significativas, situadas en el dominio de la capacidad intelectual humana. El significado psicológico, a su vez, es una experiencia enteramente idiosincrática. Se refiere a la relación sustantiva y no arbitraria de material lógicamente significativo con la estructura cognitiva del aprendiz individualmente. Eso significa que la materia que se va a enseñar puede, en la mejor de las hipótesis, tener significado lógico, pero es su relación, sustantiva y no arbitraria, con la estructura cognitiva de un aprendiz en particular lo que la vuelve potencialmente significativa y, así, crea la posibilidad de transformar significado

lógico en psicológico, durante el aprendizaje significativo. De esta forma, la emergencia del significado psicológico depende, no sólo de la presentación al aprendiz de un material lógicamente significativo, sino, también, de la disponibilidad, por parte del aprendiz, del contenido de ideas necesario. Moreira, M. (2000 p.15).

***Consolidación del aprendizaje:*** Después de un proceso investigativo como el llevado a cabo, una de las preguntas que surgen después de la implementación de las actividades de consolidación del aprendizaje es necesariamente ¿cuales son las evidencias de que se presentó realmente un aprendizaje significativo?

Respecto a lo anterior, Ibid., (p.23), dice que al buscar evidencias de comprensión significativa, la mejor manera de evitar la “simulación del aprendizaje significativo” es formular cuestiones y problemas de manera nueva y no familiar que requieran máxima transformación del conocimiento adquirido.

Teniendo en cuenta que algunas de las actividades de consolidación del aprendizaje que se plantearon fueron diseñadas y aplicadas mediante el uso de herramientas computacionales. Ibid., (p.23) expresa que las evaluaciones de comprensión deben, por lo menos, escribirse de manera diferente y presentarse en un contexto, en cierta forma, diferente de aquello que se encuentra originalmente en el material instruccional. Solución de problemas, sin duda, es un método válido y práctico para buscar evidencias de aprendizaje significativo. En este caso para evitar que las actividades fueran de corte conductista y fuera algo solo de memorización para los estudiantes, fue de gran valor la formulación de preguntas respecto al concepto objeto de aprendizaje, al momento de interactuar con las herramientas aplicadas, la realización de entrevistas y la constante interacción entre el docente y el estudiante.

Por último se puede pensar en que el aprendizaje significativo requiere del deseo de aprender, este deseo puede ser estimulado por las TIC's, un ejemplo de esto es la herramienta CmapTools para la elaboración de mapas conceptuales, la cual permite a los estudiantes plasmar sus ideas respecto a un concepto, éste varía de un estudiante a otro, lo que permite la realización de

múltiples interpretaciones y brinda la posibilidad de estructurar actividades pertinentes para el aprendizaje del concepto que se enseña.

## 5.4 FOTOSÍNTESIS

Autores como Audesirk, T y Audesirk, G. (2003, p. 128) plantean respecto al concepto fotosíntesis lo siguiente:

La fotosíntesis utiliza la energía de la luz solar para sintetizar productos ricos en energía, glucosa y oxígeno, a partir de reactivos pobres en energía, bióxido de carbono y agua. Así, la fotosíntesis convierte la energía electromagnética de la energía solar en energía química almacenada en uniones de oxígeno y glucosa. La reacción química para la fotosíntesis es:



La fotosíntesis se presenta en vegetales, algas y cierto tipo de bacterias.

En la aparente simple reacción química de la fotosíntesis intervienen docenas de enzimas que catalizan docenas de reacciones individuales. Sin embargo, conceptualmente la fotosíntesis puede considerarse como un par de reacciones acopladas mediante moléculas transportadoras de energía. Cada reacción sucede en un sitio diferente del cloroplasto.

1. En las reacciones luminosas, la clorofila y otras moléculas en las membranas de los tilacoides captan la energía solar y convierten parte de la misma en energía química de moléculas transportadoras de energía (ATP Y NADPH).
2. En las reacciones oscuras, las enzimas en el estroma utilizan la energía química de las moléculas transportadoras para llevar a cabo la síntesis de glucosa o de otras moléculas orgánicas.

Curtis, E. y Barnes, S. (2006, p mencionan al respecto:

Para que la energía lumínica pueda ser usada por los sistemas vivos, primero debe ser absorbida. Aquí entran en juego los pigmentos. Un pigmento es cualquier sustancia que absorbe luz. Algunos pigmentos absorben luz de todas las longitudes de onda y, por lo tanto, parecen negros. Otros solamente absorben ciertas longitudes de onda, transmitiendo o reflejando las longitudes de onda que no absorben. Los pigmentos que intervienen en la fotosíntesis de los eucariotas incluyen las clorofilas y los carotenoides. Diferentes grupos de plantas y algas usan varios pigmentos en la fotosíntesis. Hay varios tipos diferentes de clorofila que varían ligeramente en su estructura molecular. En las plantas, la clorofila a es el pigmento involucrado directamente en la transformación de la energía lumínica en energía química. La mayoría de las células fotosintéticas también contienen un segundo tipo de clorofila -en las plantas es la clorofila b.

Además de las plantas, las algas y algunas bacterias tienen la capacidad de realizar el proceso fotosintético y así producir su propio alimento, así:

Algas: Las algas son un grupo de organismos de estructura simple que producen oxígeno al realizar el proceso de la fotosíntesis, proceso en el cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Aunque la mayoría de las algas son microscópicas como las diatomeas también las hay que son visibles a simple vista como las algas marinas y las no marinas.<sup>8</sup>

Bacterias: Las bacterias fotosintéticas son autótrofas ya que pueden sintetizar su propio alimento. Al igual que las plantas algunos grupos bacteriales contienen clorofila. Las cianobacterias son las más conocidas y son microorganismos cuyas células miden sólo unos micrómetros (Um) de diámetro, pero son más grandes que lo típico de las otras bacterias. Las

---

<sup>8</sup> Documento electrónico, <http://cgeneral.blogcindario.com/2006/05/00010-las-algas.html>, accedido el 8 de Agosto de 2007.

cianobacterias, como la ilustrada aquí, contienen numerosas membranas llamadas tilacoides, que contienen clorofila y pigmentos fotosintéticos que utilizan para captar la energía de la luz solar y sintetizar azúcares. Las cianobacterias realizan un tipo de fotosíntesis llamada oxigénica, en ésta se toma hidrógeno del agua y se libera oxígeno.<sup>9</sup>

En cuanto a los productos de la fotosíntesis, se ha demostrado experimentalmente que los carbohidratos son los únicos productos primarios de la fotosíntesis; y a partir de ellos se sintetizan otros compuestos como: Aminoácidos, lípidos, vitaminas, etc.

En relación con lo anterior, hay que manifestar que son muchas y variadas las definiciones y la teoría que se encuentra respecto a este concepto, las preguntas serían entonces ¿Qué hacer con esta información? ¿Cómo llevarla como un material potencialmente significativo al aula de clase? Y ¿Qué problemas se presentan en los estudiantes para la comprensión de dicho concepto?.

Teniendo en cuenta lo anterior, se intenta recopilar información que trate de mirar el concepto fotosíntesis como un concepto que necesita un tratamiento especial para su enseñanza en la escuela y su posterior aprendizaje.

Moreira, M. (1983) plantea que quienes se detengan lo suficiente para concederle al problema algún pensamiento serio no podrán eludir la conclusión de que el hombre vive en un mundo de conceptos en lugar de objetos, acontecimientos y situaciones. Asimismo, plantea que los conceptos en sí consisten en los atributos de criterio abstractos que son comunes a una categoría dada de objetos, eventos o fenómenos, a pesar de la diversidad a lo largo de las dimensiones diferentes de las que caracterizan a los atributos de criterio compartidos por todos los miembros de una categoría.

---

<sup>9</sup> Documento electrónico, <http://html.rincondelvago.com/composicion-de-la-celula.html>, accesado el 15 de Febrero de 2007

Partiendo de lo anterior habría que entrar a considerar la naturaleza del concepto fotosíntesis y su importancia y relevancia para ser objeto de aprendizaje en esta investigación.

Respecto a esto, y a partir de los trabajos epistemológicos sobre la estructura de las teorías científicas, se han establecido dos clases de conceptos según Flores, F y Gallegos, L. (1993 p.26):

- a) Los términos fenomenológicos: Esto es, los que están ligados a la experiencia del sujeto (términos como: desplazamiento, fuerza, equilibrio, respiración, reacción química, etc.), estos términos se refieren a la descripción del fenómeno o suceso.
- b) Los términos teóricos: Estos han sido construidos para dar coherencia a las explicaciones y sirven como referentes estructurales de las teorías (conceptos de: campo eléctrico, entropía, fotosíntesis, enlace covalente, etc.)

En este sentido el concepto Fotosíntesis se puede entender como un concepto de tipo teórico. “Si bien los términos teóricos son construcciones o constructos elaborados a partir de la necesidad de explicación de los procesos observados, sólo cobran sentido dentro de las relaciones precisas que pueden establecerse con los términos fenomenológicos y a partir de requisitos lógicos y formales del modelo que constituye la teoría” (Flores, C.F., 1986) citado por Flores, F y Gallegos, L. (1993 p.26).

Después de la presentación de los diferentes componentes del marco teórico, es importante mencionar un aspecto fundamental a la hora de llevar los conceptos científicos al aula de clase: la motivación.

La motivación en la actividad didáctica permite aumentar el interés y la participación, además de entender las producciones como actividades atractivas a la vez que potencie el aprendizaje. Aunque aumentar la motivación no es una variable que por sí misma permita el aprendizaje por parte de toda la clase de manera satisfactoria podemos decir que la variable de la motivación

es una variable clave del aprendizaje significativo ya que facilita el aprendizaje a la vez que el aprendizaje potencia la motivación.<sup>10</sup>

Precisamente es con las herramientas computacionales que se busca motivar al niño ofreciéndoles nuevos espacios de estudio, convirtiéndose entonces en materiales motivantes. Respecto a esto Ballester, A (2002. p. 43) plantea que el material es una fuente de motivación importante, usar materiales atractivos con los niños y adolescentes estimulan en gran medida al alumnado. Usar diferentes materiales a lo largo del curso e ir cambiando el tipo de soporte en que se harán los productos, aumenta la motivación del alumnado, del profesorado y de todo el conjunto de la clase.

Es importante mencionar el uso de herramientas computacionales para el aprendizaje del concepto fotosíntesis, pues se trata de que el material diseñado y aplicado motive al estudiante en su labor de aprender, recordando además que si la base principal de esta investigación es la teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel el hecho de que el aprendiz manifieste disposición para relacionar, de manera sustantiva y no arbitraria, el nuevo material, potencialmente significativo, con su estructura cognitiva, es una condición necesaria para que se dé dicho aprendizaje.

---

<sup>10</sup> Ballester Vallori, Antoni. Seminario de aprendizaje significativo. El aprendizaje significativo en la práctica *como hacer el aprendizaje significativo en el aula*. España. Octubre de 2002. p. 192.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Metodología de investigación:

Este trabajo se aborda desde una metodología cualitativa del tipo estudio de casos interpretativo. Este tipo de metodología contiene descripciones ricas y densas y los datos descritos se utilizan para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, defender desafiar presupuestos teóricos difundidos antes del estudio. El investigador debe reunir tanta información sobre el objeto de estudio como le sea posible, con la pretensión de interpretar o teorizar sobre el fenómeno. (Moreira 2002)

El estudio de casos permite realizar un diseño de investigación particularmente apropiado para estudiar un caso o una situación con cierta intensidad en un periodo de tiempo corto (aunque hay casos que pueden durar más). La fuerza del estudio de casos radica en que permite concentrarse en un caso específico o situación e identificar los distintos procesos interactivos que lo conforman. Hernández, R. et al (2007, p.199)

El interés de este trabajo en realizar un estudio cualitativo de tipo estudio de caso, radica en observar, describir y analizar ampliamente lo que acontece en el aula de clase y con cada uno de los casos seleccionados a medida que se desarrolla la propuesta de intervención para el aprendizaje del concepto fotosíntesis a partir del uso de herramientas computacionales; con el objeto de aportar datos significativos para el mejoramiento y la implementación de nuevas estrategias en el aula de clase en la enseñanza de las ciencias, permitiendo intervenir de una manera más eficaz, atendiendo a la complejidad presente en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el estudio de casos se afronta la realidad mediante un análisis detallado de sus elementos y la interacción que se produce entre ellos y su contexto, para llegar mediante un proceso de síntesis a la búsqueda del significado y la toma de decisiones sobre el caso.

El estudio de casos detallado permite clarificar relaciones, descubrir los procesos críticos subyacentes e identificar fenómenos comunes. Esto permite presentar una metodología de enseñanza más clara, así:

## **6.2 Metodología de enseñanza:**

Para esta investigación, se realiza el diseño de una propuesta didáctica basada en la Teoría de Aprendizaje Significativo propuesta por David Ausubel. En ésta se diferencian cuatro fases que comprenden: la indagación de ideas previas, la introducción de organizadores previos, las actividades de intervención y la fase de consolidación del aprendizaje. Cada una de estas fases presenta una serie de características que permiten al estudiante interactuar permanentemente con el concepto objeto de aprendizaje.

Para el diseño de la propuesta didáctica se parte de los pasos o fases propuestas por Hernández, R. et al (2007, p.209) que siguen un enfoque progresivo o interactivo. (sin dejar de lado los componentes de la Teoría de Aprendizaje Significativo). El tema se va delimitando y focalizando a medida que el proceso avanza. Así:

- Fase de exploración y reconocimiento: se analizan los lugares, situaciones y sujetos que pueden ser materia o fuente de datos, y las posibilidades que revisten para los fines y objetivos de la investigación.
- Fase intermedia: Se seleccionan los sujetos y/o aspectos por explorar, las personas a entrevistar, qué estrategias se van a utilizar, la duración del estudio, el diseño del material, la intervención en el aula, etc.
- Fase de recogida, análisis e interpretación de la información: Esto para terminar con la elaboración del informe, la toma de decisiones y el proceso de reflexión a la luz de las categorías de análisis subyacentes.

Las fases descritas, permiten que a medida que se vayan analizando y cubriendo las fases del estudio, se incorporen nuevas ideas, además de poder

realizar modificaciones y reestructuraciones sobre lo realizado; hecho que se presenta durante toda la investigación.

### **6.2.1 Propuesta didáctica**

La propuesta didáctica que se presenta en este estudio se detalla a continuación y se pueden diferenciar tres fases, así:

#### **6.2.1.1 Fase de exploración y reconocimiento**

Contexto, lugares, situaciones y sujetos:

El proyecto se ejecutó en la Institución Educativa Kennedy (IEK), ubicada en el departamento de Antioquia, municipio de Medellín, barrio Robledo-Kennedy situado en la comuna número siete al noroccidente del municipio.

Dentro de la IEK se trabajó además del aula de clase, en la sala de informática, la cual está equipada con aproximadamente 30 computadores con acceso a internet.

Para la implementación de la propuesta de intervención en el aula y la obtención de los datos, fue necesario llegar a acuerdos o establecer un diálogo con los directivos y docentes de la IEK, principalmente para el acceso a los espacios requeridos para el estudio.

Dentro de la institución estaban dispuestos cinco grupos pertenecientes al grado séptimo para la selección inicial de la muestra y los docentes cooperadores constituyeron un papel fundamental en el desarrollo del proyecto investigativo, pues colaboraron en la ubicación de los horarios y cedieron los espacios necesarios para la implementación de las estrategias y actividades planeadas para la intervención.

## **6.2.1.2 Fase intermedia**

### **6.2.1.2.1 Selección de la muestra**

Como menciona Mertens (2005) citado por Hernández, R. et al (2007, p.564) “en el muestreo cualitativo es usual comenzar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente, de individuos” (lo que se logró en la fase inicial).

Inicialmente se pensó en una selección de muestra al azar, pero durante el trascurso del estudio se presentaron básicamente tres tipos de casos, que son presentados por Miles y Huberman (1994) y Creswell (1998 y 2005) citados por Hernández, R. et al (2007, p.567-571) Y se retomaron para la selección de la muestra en esta investigación ya que se evidenciaron al momento de la selección de la muestra final, así:

1. Muestras por oportunidad: Casos que de manera fortuita se presentan ante el investigador, justo cuando éste los necesita o bien, individuos que requerimos y que se reúnen por algún motivo ajeno a la investigación, que nos proporciona una oportunidad extraordinaria para reclutarlos.
2. Muestras de caso sumamente importantes para el problema analizado: Casos del ambiente que no podemos dejar por fuera.
3. Muestras por conveniencia: simplemente casos disponibles a los cuales tenemos acceso.

Después de una fase inicial en la que se observaron los cinco grupos, se optó por la selección de uno de los grupos dentro del cual se obtuvo la muestra final en la que se tuvieron en cuenta los casos descritos anteriormente, el número de seleccionados, características relevantes, frecuencia de contacto, edades y por qué se eligieron. (ver tabla 2)

**Tabla 2.** Selección de la muestra

Número de Casos	Características relevantes
<b>E1</b>	El estudiante manifestó su deseo de participar en la investigación y su actitud activa en clase y en las actividades que se realizaron, hicieron de este un caso importante e interesante para analizar.
<b>E2</b>	Contrario a lo que ocurre con el estudiante uno, éste no mostraba ninguna clase de interés por las actividades propuestas lo que llevó a que se tomara como un caso importante, esto con la finalidad de lograr analizar si su actitud frente al tema objeto de aprendizaje variaba después de la intervención y de la utilización de herramientas computacionales.
<b>E3</b>	Este es un caso disponible al cual se tuvo acceso, es un estudiante de baja participación en clase y rendimiento académico aceptable.
<b>E4</b>	Se caracteriza por su notable participación y trabajo en clase. Algo importante es su compromiso y responsabilidad.
<b>E5</b>	En una de las discusiones sobre el tema objeto de estudio este estudiante realizó análisis llamativos respecto a éste, se incluyó en la muestra y los análisis persistieron, lo que lo convierten en un caso sumamente importante para el problema analizado.
<b>E6</b>	Una de las dificultades de este estudiante es la disciplina, lo cual es un reto para el trabajo; –especialmente en la sala de informática;- sin embargo, el estudiante parece manifestar una actitud positiva frente al uso de las herramientas computacionales, lo que lo hace interesante.
<b>E7</b>	Para este caso participar del estudio constituye una oportunidad para no reprobar la materia de ciencias naturales en el colegio, sobre la cual no tiene buenos antecedentes. Aunque este es su propósito inicial, la idea es lograr que se involucre realmente con las actividades y participe activamente de las propuestas que se planteen durante el estudio.
<b>E8</b>	Estudiante activo e involucrado con las actividades planteadas, muestra especial interés por las actividades aplicadas en la sala de informática.
<b>E9</b>	Este es un caso sumamente importante por cuatro aspectos: compromiso, participación, responsabilidad y predisposición para aprender.
<b>E10</b>	Se presentó la oportunidad de incluirlo en la muestra, en una de las actividades en las que participó. Su principal habilidad es el dibujo y son interesantes las ideas que plantea respecto a la forma en que se representa gráficamente el concepto objeto de estudio en las diferentes actividades de intervención y en los libros de texto.

Frecuencia de contacto						Caso	Tipo de muestra	Edades y Genero
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes			
						E1	Por oportunidad	Las edades de la muestra seleccionada oscilan entre los 11 y los 13 años de edad. En la muestra hay tanto hombres como mujeres
						E2	Por oportunidad	
1						E3	Por conveniencia	
2						E4	Por conveniencia	
3						E5	Caso sumamente importante y por oportunidad.	
4						E6	Por conveniencia	
5						E7	Por conveniencia	
6						E8	Por conveniencia	
						E9	Caso sumamente importante	
						E10	Por oportunidad	

### 6.2.1.2.2 Duración de la investigación

La investigación en su totalidad, se desarrolló aproximadamente en un espacio de tres semestres, desde el inicio con la revisión bibliográfica, hasta la parte final que comprendió las actividades de consolidación del aprendizaje. Con el propósito de mostrar la estructura general de la investigación, se presenta el cronograma de actividades, en el cual se muestra el proceso metodológico orientador de la investigación (ver tabla 3). Así:

**Tabla 3.** Cronograma de Actividades.

Actividad	Duración del estudio / meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fase de exploración y reconocimiento	■																	
Fase intermedia							■											
Fase de análisis e interpretación de los resultados.														■				
<p>■ Revisión bibliográfica, reconocimiento del contexto, del lugar y de los sujetos.</p> <p>■ Intervención: diseño de material a utilizar en: indagación de ideas previas, introducción de organizadores previos y aplicación de actividades de consolidación del aprendizaje.</p> <p>■ Análisis de la información y redacción del informe final.</p>																		

### 6.2.1.2.3 Estrategias e instrumentos de recogida de datos

En esta investigación se hace uso de la observación, principalmente participativa como método de recogida de información, que requiere una implicación del observador en los acontecimientos que está observando, haciendo posible la orientación del proceso de aprendizaje de cada uno de los miembros del grupo y posibilitando la descripción e interpretación de los resultados obtenidos a partir de las técnicas utilizadas para la recolección de la información.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio utiliza un formato de observación que permite reportar algunos de los acontecimientos más significativos que se presentaron durante el estudio - actividades, conversaciones, discusiones y trabajo en el aula de informática- (ver tabla 4).

Registro-resumen de observación
1. Episodio o situación:
2. Fecha:
3. Hora:
4. Participantes:
5. Lugar:
6. Resumen – temas principales
7. Explicaciones de lo que sucede en el episodio
8. Explicaciones alternativas. Reportes de otros que experimentan o viven la situación.
9. Sigüientes pasos en la recolección de datos. Derivado de los pasos anteriores que otras preguntas o indagaciones es necesario realizar.
10. Revisión, actualización. Implicaciones de las conclusiones.

**Tabla 4.** Formato de observación<sup>11</sup>.

Este cuadro también es un instrumento de registro de los acontecimientos que se presentan durante la aplicación de las actividades y discusiones. Además, incluye algunas de las expresiones que el estudiante utiliza en espacios

<sup>11</sup> Hernández, S y otros (2003) Tomado de Hernández, S y otros (2007, p. 592)

diferentes al aula de clase o en momentos en los cuales no se presentan actividades relacionadas con el estudio.

### Grabaciones

Como evidencia y apoyo para el análisis de la información se realizaron algunas grabaciones de audio y de video (ver anexo).

Las grabaciones de audio se basan en entrevistas semiestructuradas sobre las actividades de indagación de ideas previas. Por otro lado las videograbaciones se utilizaron durante las actividades de consolidación del aprendizaje.

Una de las dificultades más notorias con el uso de estas grabaciones, es el alto grado de reserva en la expresión de los estudiantes al observar el aparato o herramienta de grabación, es por eso que se recurre a los formatos presentados anteriormente para no dejar por fuera sus ideas y pensamientos respecto al concepto objeto de estudio.

### Diario pedagógico

El diario pedagógico constituye una poderosa herramienta para la recolección de información y permite el registro detallado de experiencias que pueden ser objeto de construcción teórica a partir de la práctica pedagógica; además, de permitir la reflexión por parte del investigador sobre lo que acontece en el estudio, enriqueciendo así el análisis posterior.

El diario pedagógico se utilizó durante el tiempo de ejecución del proyecto de investigación. (Ver tabla 5)

<b>1. ENCABEZADO</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
<b>Motivo:</b>	
<b>Lugar:</b>	
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN</b>	
<b>3. REFLEXIÓN</b>	

**Tabla 5.** Formato diario pedagógico

#### ***6.2.1.2.4 Diseño y aplicación de actividades de intervención***

En las primeras sesiones de clase y con el propósito de identificar la disponibilidad del concepto fotosíntesis en la estructura cognitiva de los estudiantes; se aplicaron cuatro instrumentos (ver anexos):

##### *Instrumento 1*

Este instrumento permite a los estudiantes a partir de una serie de imágenes que representan algunos seres de la naturaleza, definir una opción y justificar su elección. Se presentan algunos organismos vivos y no vivos con la intención de observar aspectos como:

- a) Cuales organismos de la naturaleza tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis.
- b) Reconocimiento de aspectos generales relacionados con el concepto.

En una conversación inicial entre dos personajes, se pretende que los estudiantes se involucren en la trama y contribuyan a dar solución a la pregunta que se plantea inicialmente. Al lograr motivar a los estudiantes, su trabajo y desempeño en la actividad deben ser mejores.

Dentro de los organismos que se encuentran en la lista, se destacan las algas, plantas, bacterias, el hombre e incluso seres no vivos como las rocas.

### *Instrumento 2*

Este instrumento parte de la pregunta: ¿La fotosíntesis se realiza de día, de noche o en ambos casos? El objetivo fue identificar las ideas previas de los estudiantes respecto al concepto fotosíntesis, ésta vez indagando indirectamente acerca de su conocimiento o desconocimiento de las fases lumínica y oscura que se presentan en la fotosíntesis.

En este caso, los estudiantes contaban con dos espacios, uno llamado día y otro noche, en los cuales podían realizar los dibujos de los seres que realizan la fotosíntesis. Con este instrumento se puede reforzar lo encontrado con la aplicación del instrumento 1.

### *Instrumento tres*

En este instrumento se busca tratar de responder dos preguntas importantes respecto al concepto objeto de estudio: ¿De dónde obtienen las plantas su alimento? Y ¿Cuál es la función de la hoja en el proceso de la fotosíntesis?. De esta manera, conociendo lo que los estudiantes piensan sobre el concepto se pudieron diseñar y aplicar de una mejor manera las actividades posteriores.

En esta actividad se utilizan las hormigas obreras, que según el diseño del instrumento permiten que los estudiantes entiendan que estas por sus múltiples ocupaciones no tienen mucho tiempo para estudiar y están algo intrigadas frente a las hojas de los árboles que están tomando como alimento, es por eso que piden ayuda a los estudiantes para resolver sus dudas, para ello los invitan a acudir a la biblioteca, en búsqueda de respuestas.

#### *Instrumento cuatro*

Con el propósito de iniciar a los estudiantes en el trabajo con herramientas computacionales, se utiliza la herramienta CmapTools para la elaboración de un mapa conceptual, a partir de una lista de conceptos relacionados con la fotosíntesis. Con la herramienta CmapTools se espera que los estudiantes relacionen los conceptos presentes en las actividades anteriores y se espera que involucren nuevos conceptos a su mapa conceptual relacionados con la fotosíntesis.

CmapTools ofrece al estudiante la posibilidad de diseñar mapas conceptuales de diferentes formas, colores y en distintas posiciones, además pueden incluir fotografías y comentarios en los lugares en los cuales consideren necesario hacerlo

Los instrumentos anteriores sirvieron además como punto de comparación con las actividades posteriores realizadas en el aula de informática y así evidenciar el aprendizaje significativo de los estudiantes sobre el concepto fotosíntesis.

## Introducción de organizadores previos

Para efectos de validación de estos instrumentos y de las actividades posteriores, éstas fueron sometidas a especialistas en el contenido, de las facultades de ciencias exactas y naturales (instituto de biología) y educación de la universidad de Antioquia, quienes aportaron importantes sugerencias para el desarrollo de las actividades propuestas y los contenidos por incluir.

Con el propósito de presentar conceptos nuevos relacionados con la fotosíntesis y hacerlos oportunos en la estructura cognitiva del estudiante; se presenta a los estudiantes lo que Ausubel denomina organizadores previos (Moreira, 1983); Este consiste en un juego en el cual interactuaron los estudiantes de todo el curso. (ver anexo, folleto)

El objetivo de la presentación de estos organizadores previos es el de establecer un puente cognitivo entre aquello que el estudiante ya sabe y lo que debe aprender. A través del organizador previo se presentan bien sea conceptos nuevos o conceptos ya olvidados, con el propósito de hacerlos pertinentes en la estructura cognitiva del estudiante para que así sus conceptos previos sean claros, disponibles y coherentes para la introducción del nuevo material de aprendizaje.

El juego fue tomado de TANGUIANE, S. y PEREVEDENTSEV, V. Actividades de educación ambiental para la enseñanza primaria en libros de la catarata – Gobierno Vasco. Bilbao, 1997. Se realizaron algunas modificaciones para el contexto de la investigación.

El juego presenta un contexto, objetivos, materiales necesarios para su desarrollo, la preparación, descripción de su desarrollo y propone la realización de un plegable con información básica sobre el tema y algunas preguntas que hacen referencia a lo realizado en la actividad. (Ver anexo)

## Diseño y aplicación del Sitio Web

Posteriormente se diseñó y aplicó un sitio web sobre el concepto fotosíntesis (ver anexo) cuya plataforma de realización fue microsoft FrontPage. La construcción de un sitio web que tenga las características necesarias para lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes no fue tarea fácil por eso se contó con el apoyo de personas especialistas en el tema.

Algunos de los aspectos mas notorios en el sitio web tienen que ver con la utilización de la caza del tesoro como estrategia de búsqueda de información por parte del estudiante para la solución de un problema o en este caso para dar respuesta a una pregunta.

Se presenta además un video en el cual se expone el proceso de la fotosíntesis de una manera sencilla pero completa. Es importante mencionar que dentro del sitio web se incluye la construcción histórica del concepto y se presenta un glosario de términos para que el estudiante amplíe información, el cual puede ser consultado en cualquier momento.

Por último se utiliza la herramienta HotPotatoes en la fase de consolidación del aprendizaje, la cual presenta de manera interactiva un conjunto de actividades diseñadas por el investigador y que atienden a los propósitos del estudio.

Algunas de las características principales de este sitio web son:

- a) *Es lineal*: A través de enlaces de navegación, los estudiantes pueden ubicarse en cualquier lugar del sitio web; sin embargo, la idea es que se navegue de acuerdo al orden que se presenta, con el objetivo de que se ubiquen en los espacios que fueron diseñados para el momento del estudio. En efecto, hay un orden que necesariamente se debe seguir para así llegar al último enlace que corresponde en este caso a las actividades de consolidación del aprendizaje.

- b) *Presenta actividades interactivas:* Principalmente en la parte de consolidación del aprendizaje, mediante el programa hotpotatoes el cual permite al estudiante interactuar con las actividades diseñadas.
- c) *Permite al usuario leer, y comprender información más efectivamente:* La información seleccionada para el sitio web fue cuidadosamente seleccionada, con el propósito de lograr que el estudiante comprenda la información que se presenta, para ello puede contar con un glosario de conceptos y términos que pueda desconocer el estudiante, además se presenta un video sobre el tema abordado y se ofrecen algunas elaboraciones en dispositivos, las cuales amplían algunos conceptos abordados.
- d) *Imágenes presentadas:* Las imágenes permiten al estudiante observar algunos procesos referentes a la fotosíntesis y relacionar algunos aspectos teóricos con éstas.
- e) *Enlace a otros sitios web:* Esta característica permite al estudiante ampliar información y explorar otros sitios web que traten la temática estudiada.

#### **6.2.1.2.5 Obstáculos y apoyos especiales encontrados a lo largo del estudio**

Los obstáculos presentados estuvieron relacionados con la baja disponibilidad de acceso a la sala de informática en la Institución educativa Kennedy y la falta de apoyo en algunos casos de las directivas y docentes para la realización de actividades de la mejor manera.

Es necesario ampliar el hecho de que para el acceso a la sala de informática se presentaron algunos inconvenientes a lo largo de la investigación, los cuales se detallarán más adelante; sin embargo, este hecho no impidió la conclusión adecuada del estudio. Para los objetivos y propósitos de esta investigación,

tener acceso a estos espacios fue fundamental para el cumplimiento de las metas propuestas al inicio del proyecto.

Uno de los obstáculos más grandes para el estudio se presentó al momento de la interacción de los estudiantes con elementos como la videgrabadora o la filmadora, pues mostraron temor y reserva a la hora de expresarse.

En cuanto a los apoyos es importante mencionar la colaboración de compañeros docentes en formación y también de docentes de la institución quienes acompañaron en algunos casos las actividades implementadas.

La estructura general de este sitio se presenta a continuación:

**Tabla 6.** Estructura general del sitio web.

<b>FOTOSÍNTESIS</b>				
<b>Introducción</b>	<b>Caza del tesoro</b>	<b>Fotosíntesis I</b>	<b>Fotosíntesis II</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>📺 <b>Video</b></li> <li>📖 <b>Glosario</b></li> <li>📖 <b>Historia</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📍 No duermas con plantas en tu habitación por que consumen oxígeno. ¿Mito o realidad?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📍 ¿Cómo obtienen las plantas sus alimentos?</li> <li>📍 Órganos de la planta que realizan este proceso.</li> <li>📍 Algas y bacterias fotosintéticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📍 Etapas de la fotosíntesis.</li> <li>📍 Ecuación y productos de la fotosíntesis</li> <li>📍 Respiración (intercambio gaseoso)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>📍 Hotpotatoes</li> <li>📖 Crucigrama</li> <li>📖 Complete</li> <li>📖 Ordenar</li> <li>📖 Asociar</li> </ul>
<b>Propósito: Introducir al estudiante en la temática objeto de aprendizaje.</b>	Propósito: Ofrecer al estudiante una situación problema, buscando que este indague sobre el mismo y presente una respuesta.	Propósito: trabajar en los aspectos teóricos del concepto fotosíntesis.	Propósito: trabajar en los aspectos teóricos del concepto fotosíntesis.	Propósito: Observar los avances del estudiante en relación con lo presente en la fase inicial del proyecto.

### 6.2.1.3 Fase de recogida, análisis e interpretación de la información

Después de la realización de la revisión bibliográfica y de formular una propuesta metodológica, basada en la teoría del aprendizaje Significativo de David Ausubel, surgen en la investigación una serie de categorías de análisis que permiten comprender los resultados obtenidos después de la culminación de la fase de intervención en el aula, que va desde la indagación de ideas previas, hasta la fase de consolidación del aprendizaje.

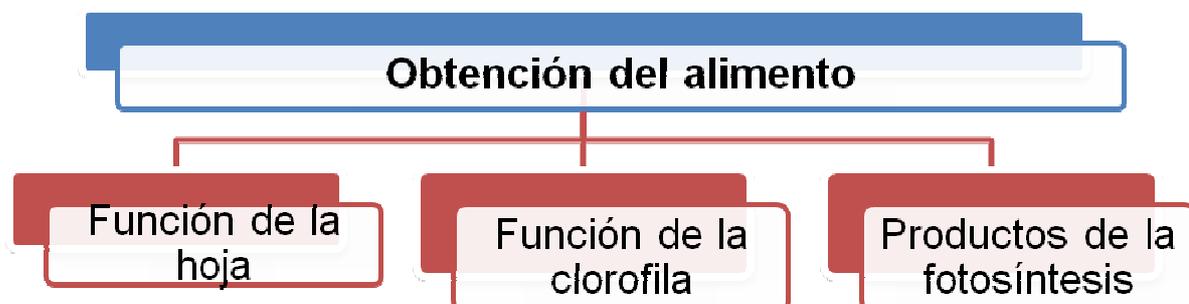
Melillán, C y otros, 2006 presentan una serie de concepciones de los estudiantes en relación con la fotosíntesis y algunas de estas, sirven como categorías de tipo apriorístico para el análisis de los resultados, estas son:

- ↗ Obtención del alimento por parte de las plantas
- ↗ Función de la hoja
- ↗ Función de la clorofila
- ↗ Relación dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – oxígeno (O<sub>2</sub>)
- ↗ Transformación de energía solar en energía Química

Otras categorías fueron de tipo emergente, pues surgieron durante el proceso de aplicación de actividades y desarrollo de la investigación, así:

- ↗ Productos de la fotosíntesis
- ↗ Función energía lumínica
- ↗ Organismos fotosintéticos
- ↗ Fases de la fotosíntesis
- ↗ Respiración

Después de la realización de la investigación se llegó a la conclusión de que algunas de estas categorías se podían incluir dentro de otras, por lo que se les dio la denominación de subcategorías, los resultados finales fueron entonces:



En esta categoría se hace evidente la necesidad de que los estudiantes comprendan los mecanismos por los cuales los organismos fotosintéticos obtienen su alimento.

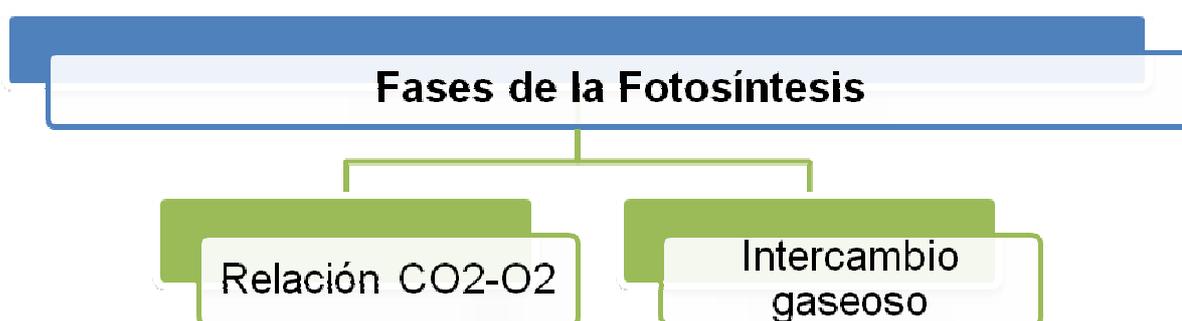
Para la comprensión adecuada de lo mencionado anteriormente es necesario que se tengan presente tres subcategorías, así:

Función de la hoja: En el caso de las plantas, es importante que vean este órgano como el lugar en el cual se llevan a cabo los procesos relacionados con la obtención de alimento para la planta; aclarando, que dentro de estas se encuentran los cloroplastos y la clorofila, agentes fundamentales para que se lleve a cabo el proceso fotosintético.

Función de la clorofila: Esta subcategoría emerge de las respuestas entregadas por los estudiantes y que hacen referencia a este pigmento como el agente causante del color verde de las plantas, sin tener en cuenta que éste es el captor de la energía lumínica que es aportada por el sol y por lo tanto permite que se lleve a cabo la fotosíntesis.

Productos de la fotosíntesis: al hablar de cómo obtienen los organismos fotosintéticos sus alimentos, es necesario estudiar qué productos obtiene la planta como resultado de la fotosíntesis: materia orgánica, agua, oxígeno etc.

Las relaciones que se pueden establecer entre estas subcategorías permitieron entonces conformar la categoría obtención del alimento.



Esta categoría surge como resultado de la aplicación de la segunda actividad de indagación de ideas previas y permite establecer las ideas de los estudiantes respecto a las relaciones que se dan entre el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el intercambio gaseoso en organismos fotosintéticos.

La categoría principal permite analizar las respuestas que entregaron los estudiantes respecto a las fases oscura y lumínica que se dan en la fotosíntesis.

Para complementar lo mencionado anteriormente las subcategorías permiten visualizar procesos que se presentan en la fotosíntesis, así:

Relación CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>: Permite observar en qué momento se habla de CO<sub>2</sub> y de O<sub>2</sub> de acuerdo a la fase en la cual se encuentre la fotosíntesis; es decir, relacionamos el O<sub>2</sub> más como un producto de la fotosíntesis y el CO<sub>2</sub> como un agente externo que ingresa a las plantas y que luego es transformado por la planta en O<sub>2</sub>. La idea es que los estudiantes al establecer relaciones entre las

fases de la fotosíntesis identifiquen apropiadamente las diferencias y semejanzas que se evidencian entre las dos fases.

Intercambio gaseoso: Si bien se habla más comúnmente de la respiración, es importante para esta investigación que los estudiantes se expresen en términos de intercambio gaseoso, pues estos procesos se llevan a cabo a nivel celular, esto para evitar confusiones en los estudiantes cuando se hable de respiración, momento en el cual podrían asociar este proceso a nivel macro o pulmonar y aunque no es una afirmación, si es una reflexión de esta investigación que es interesante tener en cuenta.

Las relaciones entre estas subcategorías permiten entonces configurar la categoría fases de la fotosíntesis.

### **Transformación energía lumínica en energía química**

Esta categoría apriorística hace referencia al desconocimiento que tienen los estudiantes acerca de la transformación que se da de la energía lumínica en energía química, este hecho se hizo evidente en esta investigación al aplicar actividades de indagación de ideas previas. Lo que se encontró fue que los estudiantes hablan permanentemente de los rayos del sol o de energía lumínica pero es importante que comprendan además que las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química, para finalmente fabricar su propio alimento.

## Organismos fotosintéticos

Al igual que la categoría anterior, ésta es de tipo apriorística y hace referencia al desconocimiento que tienen los estudiantes de los organismos que realizan la fotosíntesis.

Los estudiantes en su mayoría solo mencionan a las plantas como organismo que llevan a cabo la fotosíntesis, pero no tienen presente a las algas y algunas bacterias, organismo que igualmente la realizan.

Es de suma importancia que los estudiantes reconozcan lo planteado anteriormente, con el propósito de que el estudio del concepto fotosíntesis asocie los aspectos necesarios para su correcta comprensión.

En la mayoría de los casos se tienen claras las diferencias existentes entre los organismos que realizan la fotosíntesis, esto se hace evidente al momento de incluir a los hongos y las algas dentro de las plantas y al no tener claro si las bacterias son seres vivos, entre otras. Expresiones como “¿y entonces las bacterias son plantas?” permiten interpretar también esta situación.

Con el objetivo de mostrar las relaciones entre categorías y subcategorías y manifestar su presencia en los resultados obtenidos, se presentan a continuación los datos que se obtuvieron después de la realización de las actividades, estos hacen evidente las interpretaciones de los estudiantes respecto al concepto fotosíntesis.

Después de presentar los resultados y de acuerdo con las categorías y subcategorías descritas, se realiza el análisis en coherencia con los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos diseñados (indagación de ideas previas, formatos de observación, grabaciones, conversaciones informales, etc.)

Los resultados se analizan inicialmente en las actividades de indagación de ideas previas, posteriormente la actividad de introducción de organizadores

previos, seguida de la intervención con el sitio web y culminando con las actividades de consolidación del aprendizaje.

Es importante enfatizar que en cada una de las actividades aplicadas, se utiliza un formato de registro de observación, que permitió la ampliación de los datos y el mejoramiento del análisis posterior.

### **6.2.1.3.1 Indagación de ideas previas**

#### **Instrumento 1: ¿Cuáles seres realizan la fotosíntesis?**

El objetivo principal de este instrumento es identificar las ideas previas de los estudiantes respecto a los seres que realizan la fotosíntesis.

En este instrumento los estudiantes a partir de imágenes, definen una opción y justifican el por qué de su elección. Lo interesante de este instrumento es que permitió identificar que la mayoría de los estudiantes reconocen a las plantas como los únicos seres vivos con la capacidad de realizar la fotosíntesis, desconociendo a las algas y algunas bacterias.

Después de aplicar el instrumento y de acuerdo con los resultados obtenidos (ver grafico 5), en la mayoría de los casos analizados no se tiene claro que las algas y algunas bacterias tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis.

Un 60% de los estudiantes coincide en que única y exclusivamente las plantas realizan la fotosíntesis, hecho que se corroboró con la aplicación de una entrevista semiestructurada (ver, tabla 7). Las algas un 3% y las bacterias un 6%.

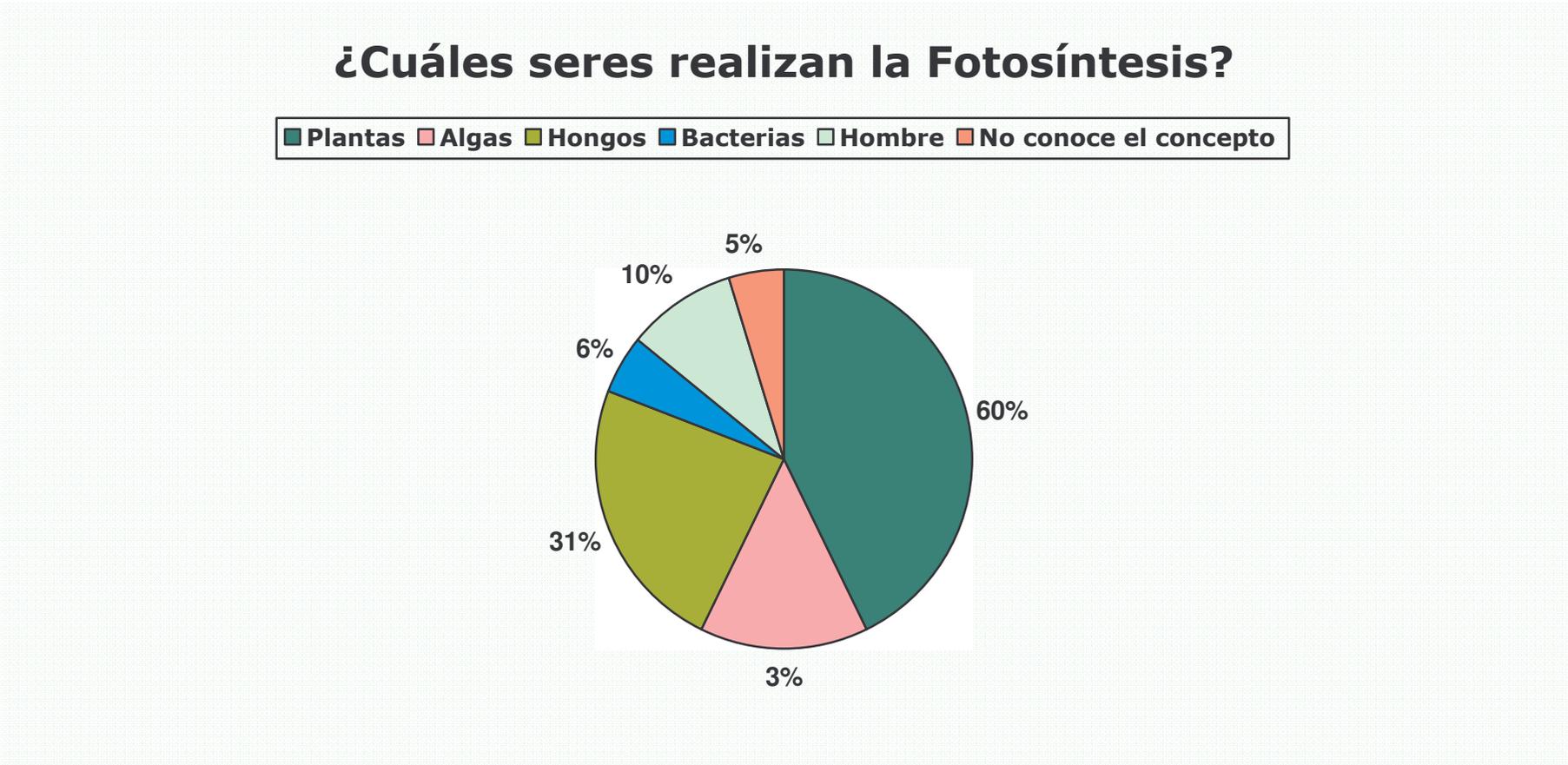
Este instrumento permite evidenciar la falta de conocimiento acerca del concepto fotosíntesis y permite observar los problemas de comprensión que se presentan en los casos analizados, lo que permitió formular actividades usando

herramientas computacionales apropiadas para la solución del problema inicial.

En la actividad realizada, cada uno de los estudiantes recibió un documento en el cual se encuentra la actividad por desarrollar y se dio un lapso de 40 minutos aproximadamente para su realización. La idea es que los estudiantes marquen una casilla de acuerdo a la imagen que se presenta (hongos, plantas, bacterias, etc.) y justifiquen el por qué de su elección. Debido a algunas expresiones de los estudiantes, se llega a la conclusión de que es necesaria la aplicación posterior de un nuevo instrumento para obtener información, estas expresiones fueron: “¿No entiendo?”, “¿Esto para qué?”, “¿Entonces quien realiza la fotosíntesis?”.

**Resultados:** los resultados obtenidos apuntan a que la mayoría de los estudiantes asocian la fotosíntesis exclusivamente a las plantas, desconociendo a otros organismos como las algas y algunas bacterias, las cuales también llevan a cabo este proceso.

**Gráfico 5.** Resultados instrumento 1



## **Instrumento 2:** ¿Cuáles seres realizan la fotosíntesis?

Este instrumento parte de la pregunta: ¿La fotosíntesis se realiza de día, de noche o en ambos casos? El objetivo de este instrumento es identificar las ideas previas de los estudiantes respecto al concepto fotosíntesis, esta vez indagando acerca de su conocimiento o desconocimiento de las fases lumínica y oscura que se presentan en la fotosíntesis.

En este caso, los estudiantes contaban con dos espacios, uno llamado día y otro noche, en los cuales podían realizar los dibujos de los seres que a su criterio realizan la fotosíntesis. De nuevo la mayoría de los dibujos fueron plantas. Adicional a esto, surgió un nuevo problema:

Las respuestas entregadas por los estudiantes en torno a la fotosíntesis desconocen en su mayoría que las plantas fotosintetizan de día y de noche, asociando este proceso al día y a la presencia de la energía aportada por los rayos del sol. En este sentido, este instrumento permitió evidenciar las falencias de los estudiantes sobre el concepto objeto de aprendizaje, es por eso que mediante los datos obtenidos, con la aplicación de este instrumento se contribuyó a mejorar las actividades posteriores.

Un 60% de los estudiantes expresaron que la fotosíntesis se lleva a cabo única y exclusivamente en el día y un 30 % plantean que se realiza tanto en el día como en la noche.

## **Instrumento 3:** Las hormigas

En esta actividad se presenta a los estudiantes la oportunidad de escribir sus ideas sobre las preguntas que se plantean un pequeño grupo de hormigas que por sus ocupaciones laborales no tienen tiempo suficiente para ir a consultar a la biblioteca: ¿De dónde obtienen las plantas sus alimentos? Y ¿Cuál es la función de las hojas en las plantas?, preguntas abiertas que les permiten

expresar ideas al estudiante y a su vez imaginar que colaboran a la hormigas en la solución de sus inquietudes.

Al igual que los instrumentos anteriores, este permite evidenciar las falencias de los estudiantes respecto al concepto objeto de aprendizaje. Algo importante es que a partir de este instrumento, se tienen los criterios necesarios para la selección de los casos (criterios que ya fueron expuestos en la metodología).

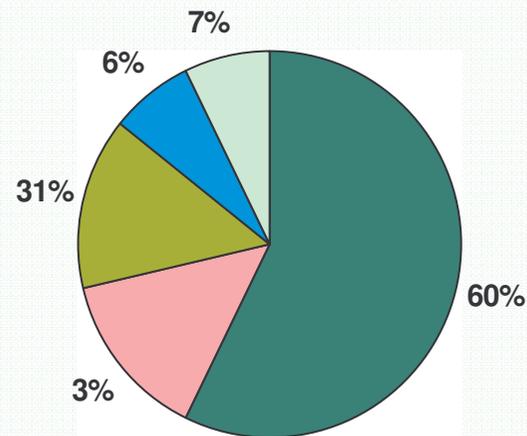
Los resultados obtenidos se muestran a continuación, estos en términos de las expresiones utilizadas por los estudiantes, así:

**Resultados:** El gráfico evidencia por un lado que los estudiantes continúan con la idea de que las plantas son los únicos seres que realizan la fotosíntesis, pues los dibujos corresponden a estas. Por otro lado también se presenta un fuerte arraigo por parte de los estudiantes frente a la necesaria presencia de la energía lumínica en el proceso de la fotosíntesis, desconociendo casi por completo la fase oscura que se presenta en este proceso.

**Gráfico 6.** Resultados instrumento 2

### ¿La fotosíntesis se realiza de día, de noche o en ambos casos?

■ Día ■ Noche ■ Día-Noche ■ No conocen el concepto ■ Presenta incoherencia



## **Resultados:**

*¿De dónde obtienen las plantas sus alimentos?*

**E1:** de la luz solar y el agua

**E2:** no responde a la pregunta

**E3:** no responde a la pregunta

**E4:** del suelo

**E5:** del suelo

**E6:** no responde a la pregunta

**E7:** de la raíz, del agua y del sol

**E8:** de las gotas de agua (lluvia)

**E9:** del Agua y el suelo

**E10:** de la energía del sol, del agua, del oxígeno y de los minerales del suelo.

Es notorio como la mayoría de los estudiantes tienen la concepción de que las plantas obtienen su alimento directamente del suelo o no tienen idea de donde proviene su alimento, lo que es realmente preocupante.

*¿Cuál será la función de las hojas en la planta?*

**E1:** tomar gas carbónico y expulsar oxígeno

**E2:** no responde a la pregunta

**E3:** Recoger dióxido de carbono del aire

**E4:** recibir el sol y absorber el oxígeno y lo sueltan

**E5:** producir la fotosíntesis

**E6:** no responde a la pregunta

**E7:** dar oxígeno y alimento a las plantas

**E8:** decoración

**E9:** dar oxígeno y servir de alimento a los seres vivos

**E10:** respiración y liberación de oxígeno

En este caso los estudiantes expresan múltiples ideas respecto a la pregunta formulada; sin embargo, muestran en su mayoría la idea de que la principal función de las hojas es la de liberar oxígeno.

Mediante este instrumento se pudo determinar algunas de las ideas más arraigadas en los estudiantes respecto al concepto fotosíntesis y observar las relaciones existentes entre la información ya obtenida y la que ahora se tiene al aplicar este instrumento.

Después de aplicar los instrumentos anteriores se realizó una entrevista a los estudiantes para fortalecer los resultados; es decir, para comprobar de alguna manera que las respuestas entregadas por los estudiantes al aplicar estos instrumentos, correspondieran a lo que ellos estaban pensando. Estas respuestas se organizaron en una matriz con las expresiones utilizadas por los estudiantes para referirse a la temática abordada. (Ver. Tabla 7).

**Tabla 7.** Resultados Entrevista

Categoría	Expresión del estudiante entrevistado
<b>Fotosíntesis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Si no tuviéramos fotosíntesis, no tuviéramos bien el oxígeno”</li> <li>• “La fotosíntesis se realiza en las plantas más no en los animales”</li> <li>• “Se realiza es por los rayos del sol”</li> <li>• “Yo creo que las plantas realizan la fotosíntesis”</li> <li>• “La fotosíntesis suda por medio del sol”</li> </ul>
<b>Fases de la fotosíntesis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Todas las plantas necesitan siempre de la noche y del día”</li> <li>• “El día le da calor y el sol y la noche, le da oscuridad y humedad”</li> <li>• “Porque si la fotosíntesis se realiza por medio de la energía del sol, como en la noche no hay sol, entonces no puede ser”</li> </ul>
<b>Otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Los árboles recogen todos esos gases y luego por la noche nos dan el oxígeno”</li> <li>• “La clorofila es lo que produce el color de los árboles”</li> <li>• “La clorofila es como la tinta que es lo que le da el color verdoso a las hojas y a los árboles”</li> <li>• “Las algas porque me parece que es una planta marina y no dependen del sol”</li> <li>• “Los hongos no son plantas y por lo tanto no realizan la fotosíntesis”</li> <li>• “La lluvia hace que las plantas crezcan”</li> </ul>

Otras expresiones utilizadas por los estudiantes apunta a que la fotosíntesis se refiere a:

- “A todos los humos que dejan los carros, todas las empresas, que dejan todos los humos, entonces los árboles recogen todo esos gases y luego por la noche nos dan el oxígeno”
- “la fotosíntesis es como un líquido que las hace vivir o que se reproduzcan”

- “que la fotosíntesis suda por medio del sol, es una especie de agua”
- “Para que haya fotosíntesis se necesita que el sol salga”
- “Para que haya fotosíntesis es necesario que el agua y el oxígeno se junten y vayan hacia la planta”
- “Cuando el sol actúa la fotosíntesis se salía de la planta”

En las actividades realizadas en el aula de informática, algunas de las expresiones más comunes de los estudiantes, fueron:

- “Profe y cuando vamos a ir de nuevo a la sala de informática”
- “Profe que video tan bacano”
- “Y entonces yo puedo repetir el juego”

Estas expresiones indican la motivación adicional de los estudiantes para estudiar sobre el concepto fotosíntesis, mediante el uso de herramientas computacionales que para ellos es algo nuevo, por lo menos en el área de ciencias naturales.

#### **Instrumento 4:** Mapa conceptual

Pensando en incorporar las herramientas computacionales al ambiente de aprendizaje de los estudiantes, se planteó el uso de la herramienta CmapTools, una poderosa herramienta para la creación de mapas conceptuales.

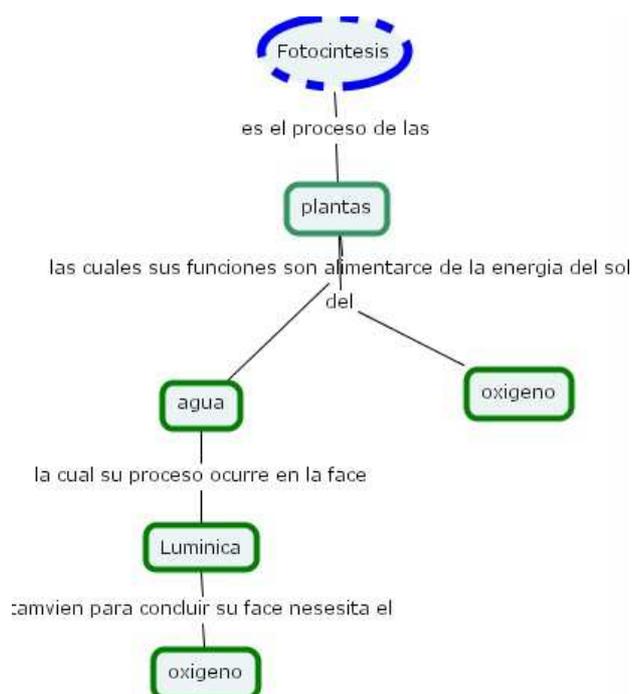
Se entregó a cada uno de los estudiantes seleccionados el instrumento, en el cual se muestran algunos conceptos claves sobre la fotosíntesis para la construcción del mapa y se dejó abierta la posibilidad de incorporar otros conceptos que el estudiante considerara necesarios.

En la sala de informática se enseñó el manejo de la herramienta y hubo una permanente asesoría por parte del docente para su adecuado trabajo.

Los estudiantes elaboraron sus mapas conceptuales (ver gráfico 7 y anexos: mapas elaborados por los estudiantes) y algunos de los aspectos más sobresalientes después de analizar los resultados obtenidos corresponden a:

1. Los estudiantes aún tienen la idea de un mapa conceptual lineal, sin conectores y con pocas asociaciones entre conceptos.
2. Las relaciones que establecen entre los conceptos que utilizaron para referirse al concepto fotosíntesis muestran los problemas ya identificados con la aplicación de los instrumentos anteriores.
3. La disposición de los estudiantes para trabajar con la herramienta CmapTools fue muy buena, teniendo en cuenta que constantemente realizaban preguntas sobre las posibilidades que ofrece el software (diseño, tamaño, forma etc.) y mostraban un interés por participar activamente en la elaboración de sus mapas conceptuales.

**Grafico 7.** Mapa conceptual elaborado con CmapTools. (E10)



En este mapa conceptual, se pueden observar algunas de las ideas ya mencionadas sobre el desarrollo de esta actividad.

#### **6.2.1.3.2 Introducción de organizadores previos**

Teniendo en cuenta que el papel principal de esta actividad es realizar una nivelación sobre el concepto fotosíntesis a los estudiantes, que sirva como elemento previo para la intervención con el material potencialmente significativo, que en esta investigación se trata de un sitio web. Se realizó una actividad denominada “*El juego de la fotosíntesis*” (Ver anexo)

En esta actividad se hizo partícipe a los estudiantes de un juego en el cual se realiza una simulación de cómo ocurre el proceso de la fotosíntesis en las plantas, pero haciendo énfasis en que no son solo las plantas las que llevan a cabo este proceso, sino que además organismos como las algas y algunas bacterias tienen la posibilidad también de fabricar su propio alimento.

Después de finalizada la actividad, se entregó a cada estudiante un folleto con información básica sobre la fotosíntesis (ver anexos) y se formularon algunas preguntas sobre la actividad y sobre el concepto, con el propósito de ir fortaleciendo su trabajo en el concepto.

Las preguntas realizadas fueron:

- ¿La fotosíntesis ocurre en cualquier parte de la planta, o en una parte determinada?
- ¿Cuáles son los elementos que intervienen en el proceso?
- ¿Qué pasa cuando el sol actúa?
- ¿Qué es necesario para que ocurra la fotosíntesis?
- ¿Qué ocurriría si no hubiese fotosíntesis?
- ¿Es importante la función del oxígeno?

Las respuestas entregadas por los estudiantes apuntan a lo relacionado en la tabla 8.

**Tabla 8.** Resultados, actividad de introducción de organizadores previos.

Pregunta	Estudiante	Respuesta del estudiante
¿La fotosíntesis ocurre en cualquier parte de la planta, o en una parte determinada?	E1	• Hojas
	E2	• No responde
	E3	• Cloroplasto
	E4	• En cualquier parte
	E5	• Hojas
	E6	• En cualquier parte
	E7	• No responde
	E8	• En la presencia de la luz
	E9	• No responde
	E10	• En cualquier parte
¿Cuáles son los elementos que intervienen en el proceso?	E1	• Clorofila – rayos del sol
	E2	• Organismo – clorofila
	E3	• CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CH <sub>2</sub> O y O <sub>2</sub>
	E4	• O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O
	E5	• H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , hidratos de carbono
	E6	• CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, el sol y la planta
	E7	• No es clara la respuesta
	E8	• Las bacterias y la contaminación
	E9	• O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, hidratos de carbono (azúcares)
	E10	• CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, sol y la planta
¿Qué pasa cuando el sol actúa?	E1	• Comienza la fotosíntesis
	E2	• Dar calor
	E3	• No es clara la respuesta
	E4	• Todo empieza a funcionar
	E5	• Dar luz solar para que ocurra la fotosíntesis
	E6	• Se une el agua y el oxígeno y sale la planta
	E7	• El oxígeno y el agua se juntan
	E8	• La fotosíntesis se salía de la planta
	E9	• Se unen las moléculas de oxígeno y agua para que ocurra la fotosíntesis.
	E10	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocurre el proceso de la fotosíntesis</li> </ul>
<p><b>¿Qué es necesario para que ocurra la fotosíntesis?</b></p>	<p>E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7  E8  E9 E10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oxígeno, agua, sol, CO2</li> <li>No responde</li> <li>Luz solar y oxígeno</li> <li>Que haya agua y oxígeno</li> <li>Que las plantas tengan clorofila</li> <li>Que salga el sol</li> <li>Que el oxígeno y el agua se junten y vayan hacia la planta</li> <li>Es necesario el sol, el agua y el oxígeno</li> <li>La luz solar y el oxígeno</li> <li>El sol y el oxígeno</li> </ul>
<p><b>¿Qué ocurriría si no hubiese fotosíntesis?</b></p>	<p>E1 E2  E3  E4  E5  E6 E7  E8  E9  E10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las plantas no sobrevivirían</li> <li>Las plantas no podrían alimentarse, ni crecer</li> <li>Las plantas no podrían producir su alimento</li> <li>Los elementos no funcionarían, la planta no daría fruto, ni siquiera haría su alimento</li> <li>Las plantas no tuvieran vida y no habría vida en el planeta.</li> <li>No existirían los seres vivos</li> <li>Las plantas no se desarrollarían, ni crecerían</li> <li>No tuviéramos comida, ni estuviéramos vivos</li> <li>No hubiese alimento y en el planeta no hubiese vida</li> <li>No habrán plantas ni seres vivientes</li> </ul>
<p><b>¿Es importante la función del oxígeno?</b></p>	<p>E1 E2  E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9  E10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si, nos permite respirar</li> <li>Si, porque sin oxígeno no podemos vivir</li> <li>No responde</li> <li>Si, por medio de él, la planta respira</li> <li>Si, sin él no ocurriría la fotosíntesis</li> <li>Si, Para darle vida a todo</li> <li>Si</li> <li>Si, sin ella no respiraríamos</li> <li>Sin el no hubiera vida</li> <li>Si por que este ayuda al sol a este proceso.</li> </ul>

Esta actividad permitió obtener elementos claros para el momento del diseño y la aplicación del sitio Web. Esta actividad se desarrolló en el aula de clase, y la participación fue activa por parte de los estudiantes que en su mayoría intervinieron en el desarrollo de la actividad.

#### **6.2.1.3.3 Actividad de intervención**

##### **Sitio Web: Fotosíntesis**

El sitio web (ver anexo) fue elaborado atendiendo a los resultados obtenidos después de la aplicación de las actividades iniciales y contando con la asesoría de personas capacitadas sobre el tema objeto de aprendizaje.

El sitio web fue elaborado con el programa Microsoft FrontPage 2003 y para una visualización adecuada, se recomienda una resolución de 1024 x 768 píxeles.

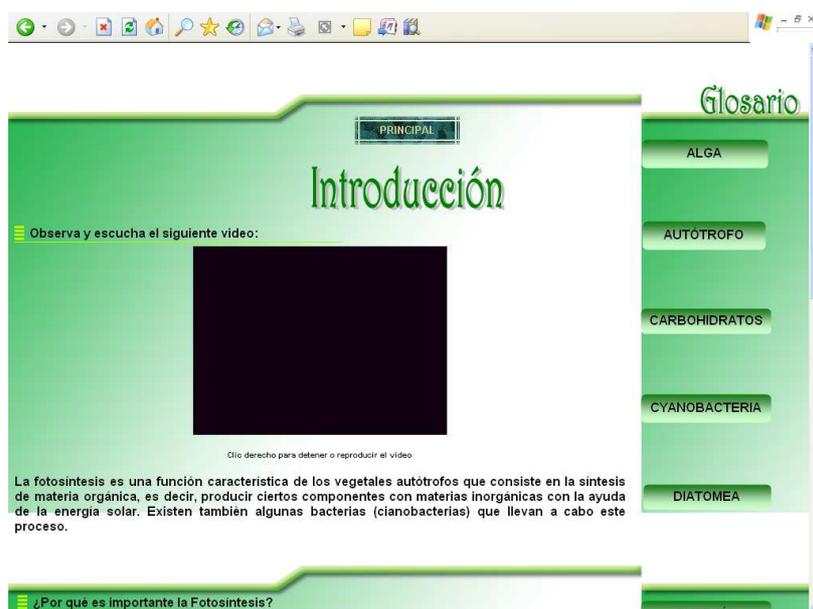
Cada una de las sesiones realizadas se llevó a cabo en la sala de informática de la institución educativa Kennedy. A continuación se presenta la descripción de cada una de las fases que correspondieron al trabajo con el sitio web, la estructura general, los contenidos desarrollados, las sesiones de clase utilizadas y los resultados obtenidos mediante su aplicación, así:

Imagen 1. Índice



En esta imagen se puede apreciar la estructura general del sitio web, consta de 5 partes: introducción, caza del tesoro, Fotosíntesis I, fotosíntesis II y consolidación del aprendizaje. Inicialmente se realizó un reconocimiento del entorno y a continuación se detallan cada una de las partes que integran el sitio web, los resultados obtenidos y las conclusiones a la cuales se llegó después de la realización de la investigación.

Imagen 2. Introducción



Introducción (ver imagen 2): En ésta parte se realiza la descripción de conceptos iniciales antes de abordar el tema y se proponen recursos necesarios para la comprensión de la temática por abordar. Se presentan entonces dos elementos importantes, primero una presentación en la cual se muestra la construcción histórica del concepto fotosíntesis y segundo un glosario de términos, elaborado con el propósito de ampliar información y como medio de consulta del estudiante en cualquier momento del trabajo en el sitio web (ver imagen 3)

**Imagen 3.** Glosario



Los estudiantes trabajaron inicialmente con la presentación de un video introductorio al tema y adicional a esto, se mostró la importancia de la fotosíntesis para la vida en la tierra.

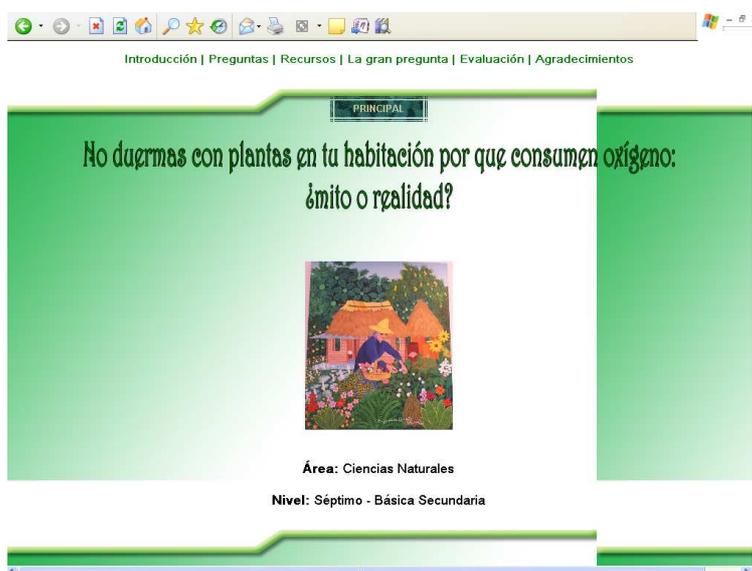
Caza del tesoro (ver imagen 4): La caza del tesoro titulada “no duermas con plantas en tu habitación porque consumen oxígeno: ¿mito o realidad?”, permitió a los estudiantes por un lado navegar en la web en busca de información y por otro sistematizarla y reflexionar en torno a ella, para dar luego una respuesta a

la pregunta ya mencionada. Los resultados obtenidos al realizar esta actividad se presentan en la tabla 9:

Inicialmente se realizaron algunas preguntas que pretendían guiar al estudiante para responder a la gran pregunta, que era el propósito inicial de la caza del tesoro. Es importante mencionar que este trabajo se realizó en parejas con la idea de que la actividad no fuese monótona para los estudiantes y pudieran intercambiar ideas con sus compañeros.

Los resultados obtenidos en esta actividad, permiten observar la actitud positiva de los estudiantes respecto al trabajo en el sitio web, lo que se manifestó en las ideas que presentan los estudiantes en la respuesta a la gran pregunta.

#### Imagen 4. Caza del tesoro

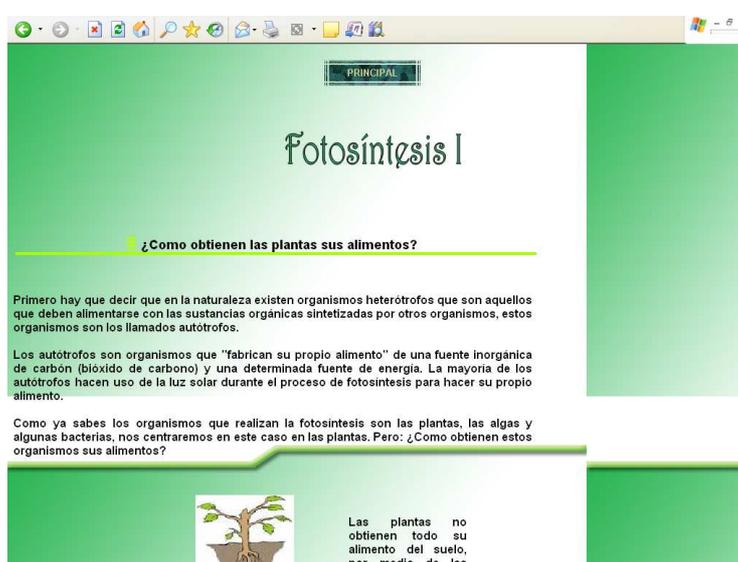


Si bien en la noche las plantas realizan el proceso de intercambio gaseoso, emitiendo  $\text{CO}_2$  y consumiendo  $\text{O}_2$  del ambiente, no es suficiente la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se libera como para causar daño en la salud de las personas, lo que los estudiantes no consideraron fue en el caso de que las plantas que se encontraran en la habitación fueran angiospermas; es decir, plantas con flores. En este caso el polen podría causar alergias en las personas, en cuyo caso

serían dañinas. A pesar de esto, las ideas de los estudiantes son válidas en el sentido en que argumentaron sus respuestas y presentaron ideas interesantes respecto a las posturas que adoptaron.

Fotosíntesis I (ver imagen 5): En esta sección se presenta a los estudiantes temáticas relacionadas con la obtención del alimento por parte de las plantas, los órganos de la planta que realizan la fotosíntesis, la importancia del cloroplasto y de la clorofila y se habla un poco sobre las algas y las bacterias que llevan a cabo el proceso de fotosíntesis.

**Imagen 5. Fotosíntesis I**

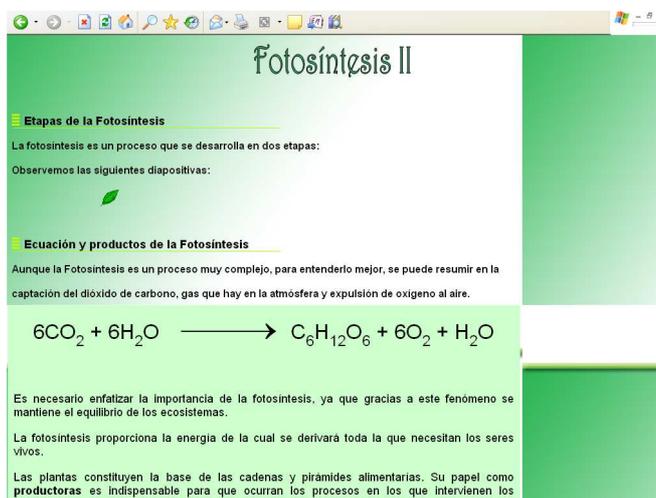


Fotosíntesis II (ver imagen 6): En la segunda y última parte, se presenta a los estudiantes la posibilidad de aclarar sus dudas respecto a lo que acontece en las fases oscura y lumínica de la fotosíntesis, se presenta la ecuación y los productos resultantes de este proceso y se hace mención de la respiración celular.

Las dudas que se presentaban, fueron discutidas en grupo con la participación activa de los estudiantes, se presentaban ampliaciones del tema en gráficos y diapositivas sencillas realizadas en Microsoft PowerPoint y se emplearon

enlaces a otros sitios web, con el propósito de ampliar información respecto al concepto objeto de aprendizaje.

### Imagen 6. Fotosíntesis II



Consolidación del aprendizaje: esta fase se presentó en dos etapas, la primera que guarda estricta relación con el sitio web y la otra como actividad complementaria al trabajo con el sitio web, así:

La primera etapa se desarrolló gracias a la herramienta HotPotatoes, la cual permitió la creación de algunas actividades de tipo interactivo y que permiten obtener datos respecto a los avances de los estudiantes sobre la comprensión del concepto fotosíntesis, se presentaron cuatro actividades: un crucigrama, una actividad de completación, asociación y por último un ejercicio de ordenar una oración. Los resultados obtenidos se presentan por porcentajes (ver tabla 10), es por eso que se enseña la segunda etapa, la cual consiste en una videograbación (ver anexo) en la que se realizan algunas preguntas a los estudiantes sobre el trabajo con el sitio web y la comprensión del concepto, más que una entrevista se trata de una conversación y los ejes que la guiaron se fundamentaron en las siguientes preguntas: ¿qué es la fotosíntesis?, ¿Cuáles son las principales características de este proceso?, ¿Cómo te pareció el trabajo con el sitio web?.

**Tabla 9.** Resultados caza del tesoro

Planteamiento de la situación problema	Gran pregunta	Estudiante	Respuestas de los estudiantes
<p>Tal vez hayas oído decir que no es conveniente dormir cerca de las plantas: mi abuela tiene muchas plantas en mi casa y en mi habitación instaló cinco de éstas. Adelaida, mi madre está preocupada porque piensa que esto me puede hacer daño para mi salud, especialmente cuando duerma.</p> <p>Mi abuela asegura que no habrá ningún problema con mi salud, que estaré bien y que además mi habitación se vera muy agradable.</p> <p>¿Qué te parece si nos aventuramos a investigar en la Web que pasa si dormimos con plantas en nuestra habitación?</p>	<p>¿Quién tiene la razón, la abuela o la madre?, ¿Qué hacer para explicarles mejor lo que sucede realmente?</p>	<p>E1-E9</p> <p>E4-E8</p> <p>E5-E10</p> <p>E6-E7</p> <p>E2-E3</p>	<p>“La razón la tiene la madre porque aunque no liberen suficiente CO2 para hacer daño, de todas maneras se absorbe el oxígeno y no se puede respirar bien.”</p> <p>“La madre es la que tiene la razón pues la planta nos quita aire.”</p> <p>“La abuela porque es poco el CO2 que libera la planta.”</p> <p>“Qué por la noche la planta absorbe el dióxido de carbono y lo convierte en oxígeno, por eso, eso traería problemas de salud.”</p> <p>“Tiene razón la abuela porque el nivel que expulsa CO2 es poca y no hay manera de que se ahogue.”</p>

**Tabla10.** Resultados HotPotatoes

<b>Caso</b>	<b>Crucigrama %</b>	<b>Complete %</b>	<b>Ordenar %</b>	<b>Asociemos %</b>
E1	70	83	34	16
E2	100	76	100	80
E3	97	83	100	100
E4	100	83	86	16
E5	100	100	100	66
E6	SE	SE	SE	SE
E7	70	83	55	16
E8	98	83	0	16
E9	100	60	80	100
E10	96	62	80	100
<b>SE:</b> sin evaluar				

Después de la realización de las actividades presentadas anteriormente se realizó como parte del análisis un paralelo entre las expresiones más utilizadas por los estudiantes al iniciar el proceso investigativo y al finalizarlo, esto con el propósito de ser presentado como evidencia de aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. Así:

Inicialmente los estudiantes se referían a la fotosíntesis mediante expresiones como:

- “A todos los humos que dejan los carros, todas las empresas, que dejan todos los humos, entonces los árboles recogen todo esos gases y luego por la noche nos dan el oxígeno”
- “la fotosíntesis es como un líquido que las hace vivir o que se reproduzcan”
- “que la fotosíntesis suda por medio del sol, es una especie de agua”
- “Para que haya fotosíntesis se necesita que el sol salga”
- “Para que haya fotosíntesis es necesario que el agua y el oxígeno se junten y vayan hacia la planta”
- “Cuando el sol actúa la fotosíntesis se salía de la planta”

Después de terminar las actividades de intervención en la videograbación realizada los estudiantes utilizaban expresiones como:

- “La fotosíntesis la realizan las plantas, algunas bacterias y algas”
- “La fotosíntesis la realizan en la noche y en el día porque no solo se necesita la energía del sol”
- “El oxígeno es necesario para poder sobrevivir”

- “aprendí más de lo que sabía”
- “Es el proceso que las plantas cogen la energía del sol, la energía lumínica y la produce en energía química”

Es importante mencionar al finalizar la presentación y análisis de los resultados, algunos aspectos importantes:

La idea principal de esta investigación era lograr que mediante el uso de herramientas computacionales, los estudiantes adquirieran un aprendizaje significativo respecto al concepto fotosíntesis, es interesante observar las diferencias encontradas en las expresiones que utilizaban los estudiantes al iniciar la investigación y luego observar las ideas que se fortalecieron en su estructura cognitiva al finalizar el proceso, algo de suma importancia, pues muestra como su capacidad de argumentación mejoró considerablemente y es un indicio de un trabajo bien realizado por parte de cada uno de ellos y que además se comprometieron con la realización de cada una de las actividades que se implementaron.

Otro aspecto importante y que es necesario mencionar en este punto de la investigación, es la predisposición de los estudiantes al utilizar herramientas computacionales, específicamente, el trabajo en el sitio Web y por aprender el concepto fotosíntesis. Sin lugar a duda el hecho de que las sesiones de clase que se trabajaron estuvieran mediadas por actividades que para ellos no son tan cotidianas, fue un factor adicional de motivación para su desempeño.

Si bien con datos de tipo cuantitativo se puede mostrar en general los resultados que arroja esta investigación, es más gratificante observar como las expresiones que utilizan los estudiantes al finalizar esta investigación, están llenas de riqueza y de coherencia frente a las explicaciones que se tejen sobre el concepto fotosíntesis.

Espero que esta investigación abra las puertas para otro tipo de trabajos que pretendan innovar en el campo educativo, pretendo además que todo aquel que lea esta investigación quede con muchas preguntas, que sirvan como punto de partida para otras investigaciones.

## 7. CONCLUSIONES

- Las herramientas computacionales utilizadas principalmente, el sitio web, permitieron a los estudiantes interactuar y navegar por otros sitios en la red; además, logró acercar a los estudiantes a procesos de lectura, escritura, análisis y reflexión constante frente al concepto fotosíntesis.
- Los resultados de esta investigación permiten observar que se logra un aprendizaje significativo respecto al concepto fotosíntesis. Esto se evidencia comparando los resultados de las ideas previas con las finales; en las cuales se evidencia que los estudiantes han avanzado en la manera de trabajar los conceptos tratados durante todo el proceso y son capaces de argumentar sus respuestas con claridad.
- La actitud positiva de los estudiantes frente al uso de herramientas computacionales se hizo evidente durante el proceso, al momento de ejecutar actividades en las cuales se observó compromiso y dedicación por parte de los estudiantes; además, se presentaron situaciones de debate frente al concepto objeto de aprendizaje que permitieron el intercambio de ideas sobre el tema, lo que favoreció un ambiente de trabajo apropiado para el aprendizaje.
- Los estudiantes analizados, por lo general no mencionan la clorofila o desconocen su función, y los que la nombran se limitan a relacionar este pigmento con el color verde de las plantas.
- En los estudiantes analizados, se observa una confusión entre las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis en términos del papel del dióxido de carbono y el oxígeno, en cada una de éstas. Por otro lado es notorio el progreso de los estudiantes en cuanto al reconocimiento de la presencia de la fotosíntesis tanto en el día como en la noche.

- Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se mencionan, no obstante reconocen que a partir de la energía lumínica, la planta fabrica su propio alimento, en pocos casos se menciona la elaboración de hidratos de carbono en el proceso.
- Los estudiantes analizados, reconocen que las plantas no son los únicos organismos capaces de realizar la fotosíntesis e incluyen a las algas y algunas bacterias dentro de sus argumentaciones.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ADELL, Jordi. "Internet en el aula, a la caza del tesoro" *En Edutec. Revista electrónica de tecnología educativa*. No 16, Abril de 2003. Documento electrónico, <http://www.uib.es/depart/gte/edutec-e/revelec16/adell.htm>, accesado el 13 de Noviembre de 2007.
- AUDESIRK, T Y AUDESIRK, G. "Biología: La vida en la tierra" 4ª Edición, Prentice Hall, 2007. P947.
- AREA, Manuel. "De los webs educativas al material didáctico web". *En revista comunicación y pedagogía*. No 188, 2003, pp. 32-38.
- ASTUDILLO, H y GENE, A. "Errores conceptuales en biología: la fotosíntesis de las plantas verdes". *En revista enseñanza de las ciencias*. Vol. 2, No 1, 1984, pp. 15-16.
- CHARRIER, M. CAÑAL, P y VEGA, R. "las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas". *En revista enseñanza de las ciencias*. Vol. 24, No 3, 2006, pp. 401-410.
- CURTIS, Elena y BARNES, Sue. "Biología" Sexta edición, Editorial medica Panamericana 2006, p.
- DANIELE, Marcela, et al. "Un software educativo como herramienta de enseñanza de la fotosíntesis". I congreso de tecnologías de la información y la comunicación TICEC05, La plata, Argentina. 29-30 sep. 2005.
- DUIT, Reinders. "la investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *En revista*

*mexicana de investigación educativa*. Vol. II, No 30, Jul-Sép 2006, pp. 741-770.

- FLORES, F Y GALLEGOS, L. “Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de las ciencias” *En perfiles educativos*. No 62. Oct-Dic 1993, pp 24-31.
- GALLEGOS, L y JEREZANO M.E. “Alternativas experimentales para la construcción del concepto fotosíntesis”. *En revista enseñanza de las ciencias*. Vol. 24, No 3, 1992. pp. 341-342.
- GARCIA, A. y CASTRO M. “Concepciones del alumnado de bachillerato sobre la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza secundaria”. *En revista enseñanza de las ciencias*. No extra, VII congreso, 2005, pp 1-7.
- GONZALES, C, GARCÍA, S Y MARTINEZ, C. “¿A que contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria?”. *En revista enseñanza de las ciencias*. No extra, 2003, pp 77-88.
- HERNANDEZ, R. et al. “Metodología de la investigación, enfoque cuantitativo, cualitativo y mixto. McGraw-Hill interamericana, 4ª edición, México DF. 2007. 896 p.
- HERRERA, Miguel. “Las nuevas tecnologías en el aprendizaje constructivo” *En revista iberoamericana de educación*. Documento electrónico, <http://www.rieoei.org/deloslectores/821Herrera.pdf>, accesado el 16 de Noviembre de 2007 No 34/4, 2005, pp. 1-20, accesado el 17 de Noviembre de 2007.

- LINN, María C. “Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)”. *En revista enseñanza de las ciencias*, Vol. 20, No 3, 2002. pp. 347-355.
- LÓPEZ, I y ALDAZ, I. “Enseñanza y aprendizaje de los mapas conceptuales con alumnado de primer ciclo de educación primaria” Documento electrónico, <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-174.pdf>. 2004, accesado el 12 de Noviembre de 2007.
- MAFOKOZY, Joseph. “Las nuevas tecnologías y la investigación educativa”. *En revista complutense de educación*. Vol. 9, No 1. 1998, pp. 47-68.
- MARTÍN, María. “Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?”. *En revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. Documento electrónico, <http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art1.pdf>, Vol. 1, No 2, 2002, pp. 1-6, accesado el 12 de Noviembre de 2007.
- MOREIRA, Marco A. “Aprendizaje significativo: Teoría y práctica., cap. 1. El aprendizaje significativo según la teoría original de David Ausubel, España: Visor. 2000 pp. 9-36.
- MOREIRA, M.A. “Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos”. Programa internacional de doctorado en enseñanza de las ciencias. Texto de apoyo No 14. 2002. Documento electrónico, <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/metodoscualitativos.pdf>, accesado el 23 de Marzo de 2007.
- MOREIRA, M.A. Y SOARES, C. “Organizadores previos como recurso didáctico” Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras, Doctorado Internacional en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos. 2001, pp. 129-146.

- MOREIRA, M. A. “Mapas conceptuales y aprendizaje significativo”. Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia y Sócio-Lingüística, Pontevedra/Galícia/España y Braga/Portugal, Nº 23 a 28: 87-95, 1988.
- NOVAK, J Y CAÑAS, A. “Construyendo sobre nuevas ideas constructivistas y la herramienta CmapTools para crear un nuevo modelo educativo”. Boletín de estudios de educación e investigación. Documento electrónico, <http://www.eduteka.org/pdfdir/CmapToolsNuevoModeloEducacion.pdf>. No 8. 2007, pp. 1-11, accesado el 17 de Noviembre de 2007.
- POZO, Juan I. “Teorías cognitivas del aprendizaje” 3ª edición. España: Morata, 1994, 286 p.
- POZO, J.I y GÓMEZ, M.A. Aprender y Enseñar Ciencias. Madrid: Morata, 1998. 331p.
- RIOS, Lydia et al. “Los mapas conceptuales, las TIC y el e-learning” *En revista iberoamericana de educación*. No 42/7 - May. 2007, pp. 1-8.
- RODRIGUEZ, M. “La teoría del aprendizaje significativo”. 2004, pp. 1-10. Documento electrónico, <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>, accesado el 11 de Abril de 2007.
- SALINAS, Jesús. “Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información” *En revista pensamiento educativo*. No 20, 1997, pp. 81-104.
- SEPÚLVEDA, M y CALDERÓN, I . “Las TIC y los procesos de enseñanza-aprendizaje: la supremacía de las programaciones, los modelos de enseñanza y las calificaciones ante las demandas de la sociedad del conocimiento”. *En revista iberoamericana de educación*. No 44/5, Nov. 2007, pp. 1-13.
- TANGUIANE, S. y PEREVEDENTSEV, V. Actividades de educación ambiental para la enseñanza primaria. Los libros de la catarata. Gobierno

Vasco. Bilbao, 1997. Documento electrónico.  
<http://www9.euskadi.net/ihitza/ihitza1/datos/fotosintesis.pdf>, accesado el 10 de Agosto de 2007.

- TRAHTEMBERG, León. “El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar”. *En revista iberoamericana de educación*. No 24, Tic en la educación. Sép-Dic. 2000.

## 9 Anexos

### Instrumento de indagación de ideas previas #1

Mi nombre es:

---

Hola Pedro, me ayudarías a identificar ¿cuales de los siguientes seres realizan la fotosíntesis? Indica con una x los que la realizan.

Está bien rosita, te explicaré además el por qué de mi elección.



¿Te gustaría ayudarle a Rosita? Pues ¡vamos! Realiza la actividad junto con Pedro.

EUCALIPTO



---

---

---

CONEJO



---

---

---

BACTERIA



---

---

---

HOMBRE



---

---

---

ALGA



---

---

---

GIRASOL



---

---

---

ROCAS



---

---

---

HONGOS



---

---

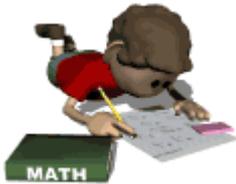
---



---

**GRACIAS POR TU AYUDA AMIGUITO**

# Fotosíntesis



¿La fotosíntesis se da en el día, en la noche o en ambos casos?  
Escribe y explica tu respuesta y ayúdale a Paco a comprender lo que sucede.

---

---

---

---

---



Dibujemos los seres que realizan la fotosíntesis.

Cuentas con dos espacios (día – noche) para realizar los dibujos.

--	--

### Instrumento 3. Las hormigas

NOMBRE: \_\_\_\_\_

#### Las hormigas



Las hormigas son uno de los grupos de insectos más exitosos y son de interés por su habilidad para formar colonias avanzadas. ¡Son muy trabajadoras!

A estas dos amiguitas de la izquierda le gustan especialmente las hojas de los árboles y tienen una inquietud: ¿De donde obtienen las plantas su alimento?

Como ellas no tienen tiempo para ir a la biblioteca a consultar, nos piden el favor de que les ayudemos. Plasmemos entonces nuestra opinión al respecto de la pregunta:

---

---

---

---



También se preguntan: ¿Cuál será la función de las hojas en la planta?

---

---

---

---

## Instrumento 4. Mapa Conceptual

### INSTITUCIÓN EDUCATIVA KENNEDY Ciencias Naturales

Nombre: \_\_\_\_\_

ELABORA UN MAPA CONCEPTUAL ACERCA DEL CONCEPTO FOTOSÍNTESIS, TEN EN CUENTA LO SIGUIENTE:

7. Debes encerrar en un cuadro los conceptos principales
8. Debes utilizar adecuadamente los conectores y establecer relaciones entre los conceptos

Cuentas con la siguiente lista de conceptos relacionados con la fotosíntesis. Puedes utilizar los conceptos que consideres necesarios para la elaboración del mapa e incluir otros que no estén en la lista.

Conceptos:

- ↗ Fotosíntesis
- ↗ Agua
- ↗ Minerales
- ↗ Raíz
- ↗ Suelo
- ↗ Oxígeno
- ↗ Planta
- ↗ Alga
- ↗ Bacteria
- ↗ Cloroplasto
- ↗ Energía lumínica
- ↗ Energía Química
- ↗ Clorofila
- ↗ Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- ↗ Fase lumínica
- ↗ Fase Oscura

## Actividad de introducción de organizadores previos: Juego de la fotosíntesis

# El juego de la Fotosíntesis

**CONTEXTO:** La fotosíntesis es la reacción impulsada por el sol que hace que las hojas de las plantas (u otras partes que contengan clorofila) —combinando agua, sales minerales y dióxido de carbono— fabriquen materia orgánica (azúcares) liberando oxígeno en el proceso. La fotosíntesis es la base de nuestra cadena alimenticia, porque las plantas producen el alimento necesario para el crecimiento de sus células y, al mismo tiempo, proporcionan energía nutricional a los animales cuando se alimentan de ellas.

**OBJETIVO:** La finalidad de este juego consiste en que el alumnado adquiera un conocimiento básico del concepto de la fotosíntesis.

### MATERIALES:

-  Cartulinas blancas y verdes.
-  Cuerda.
-  Lapiceros.
-  Una linterna.

### Preparación del juego

Cada participante necesita un cartelito que se colgará del cuello. Para hacer el cartelito usará cartulina blanca y un trozo de cuerda para colgarlo. En algunas etiquetas escribiremos la palabra «dióxido de carbono» o el símbolo que lo representa ( $\text{CO}_2$ ) y en otras «agua» o  $\text{H}_2\text{O}$ . Extenderemos en el suelo las cartulinas verdes, que representan en el juego la clorofila de las hojas. Sobre cada una de ellas debe haber una pareja de pie.

## El juego

1. Saldremos de la habitación y les explicaremos que la clase representa el interior de una hoja, en la que, como en una fábrica, tomando la energía de la luz del sol, se producen alimentos y oxígeno, y en la que se utilizan como materias primas el dióxido de carbono y el agua.

2. A cada participante le pondremos un cartelito vuelto hacia el pecho, y luego entraremos de uno en uno en clase. Después de apagar todas las luces, encenderemos la linterna, que representa el sol.

3. Les explicaremos que la fotosíntesis ocurre gracias a la luz solar y que el oxígeno y el dióxido de carbono son elementos necesarios en este proceso.

4. Cada cual deberá buscar a su pareja; quien sea el agua buscará al dióxido de carbono y viceversa. Tras formarse las parejas, éstas se pondrán encima de una cartulina simbolizando que comienzan el trabajo juntas.

5. Cuando se apague la linterna, el proceso se detendrá.

6. La linterna volverá a encenderse y las parejas comenzarán a trabajar de nuevo.

7. Después de que cada oxígeno se junte con su correspondiente dióxido de carbono, nos sentaremos en un corro y les pediremos que expliquen todo lo que ha sucedido. Podemos hacer las siguientes preguntas:

- 🚦 La fotosíntesis ¿ocurre en cualquier parte de la planta, o en una parte determinada?
- 🚦 ¿Cuáles son los elementos que intervienen en el proceso?
- 🚦 ¿Qué pasa cuando el sol actúa?
- 🚦 ¿Qué es necesario para que ocurra la fotosíntesis?
- 🚦 ¿Qué ocurriría si no hubiese fotosíntesis?
- 🚦 ¿Es importante la función del oxígeno?

8. Para terminar esta actividad, se entregará un plegable con información básica sobre el concepto.

## Folleto: Actividad de organizadores previos



### DEFINICIÓN

La Fotosíntesis es el proceso en virtud del cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química que utilizarán para su crecimiento y desarrollo.

### ETAPAS DE LA FOTOSÍNTESIS

El proceso de fotosíntesis ocurre en 2 etapas, la primera, llamada etapa fotodependiente, ocurre sólo en presencia de luz y la segunda, llamada etapa bioquímica o ciclo de Calvin, ocurre de manera independiente de la luz.

## HOJAS Y CLOROPLASTOS

Una hoja es una estructura o un órgano de las plantas especializado para la fotosíntesis.

En algas eucarióticas y en plantas, la fotosíntesis se lleva a cabo en un orgánulo especializado denominado cloroplasto.

En los cloroplastos se encuentra presente la clorofila cuya función es la absorción de la energía luminosa.

**Las plantas no obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces.**

**Su alimentación la obtienen del proceso de la fotosíntesis; además, de servir como alimento para los organismos que no pueden fabricar el suyo.**



## PRODUCTOS DE LA FOTOSÍNTESIS

Estos son los principales productos de la fotosíntesis:

$\text{CO}_2$  = dióxido de carbono

$\text{H}_2\text{O}$  = agua

$(\text{CH}_2\text{O})$  = hidratos de carbono (azúcares)

$\text{O}_2$  = oxígeno

La vida en la tierra depende fundamentalmente de la energía solar, la cual es atrapada mediante el proceso fotosintético, que es responsable de la producción de toda la materia orgánica que conocemos. La materia orgánica comprende los alimentos que consumimos diariamente tanto nosotros como los animales, los combustibles fósiles (petróleo, gas, gasolina, carbón); así como la leña, madera, pulpa para papel, inclusive la materia prima para la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, poliéster, etc.