

# COMPARACIÓN DE TRES ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA EL APRENDIZAJE DEL ÁTOMO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

Benjamín Dussán Díaz<sup>45</sup>

## RESUMEN

Para identificar cuál estrategia didáctica permite una mejor comprensión del concepto átomo en estudiantes de primer grado de educación media se llevó una investigación controlada, comparando clase magistral; modelos físicos tridimensionales; y, las tecnologías de la información y la comunicación. In all five laboratory sections, students used the molecular imaging program, Protein Explorer (PE). Para tal fin, los estudiantes fueron aleatoriamente organizados en los siguientes grupos: grupo GT para la clase tradicional (basado en la lectura del libro guía), grupo GFT para los modelos físicos tridimensionales (elaborados con materiales de fácil adquisición) y GTIC para las tecnologías de la información y la comunicación (específicamente la herramienta web 2.0).

Posteriormente se programaron seis sesiones de trabajo para cada estrategia. In the three experimental sections, three-dimensional physical models were made available to the students, in additioStudent learning was assessed via oral and written research summaries and videotaped interviews.

El aprendizaje del estudiante se valoró a través Differences between the experimental and control group students were not found in our typical course assessments such as research papers, but rather were revealed during one-on-one interviews with students at the end of the semester.de una evaluación con 12 preguntas, relacionadas con el tema, elaboradas y clasificadas con base en la taxonomía cognitiva de Bloom; estos resultados fueron analizados estadísticamente, encontrando que las respuestas provenientes de los estudiantes pertenecientes al grupo GFT presentaron una mayor cantidad de respuestas acertadas; le siguió el grupo GTIC y finalmente el grupo GT. Esta investigación sugiere que el uso de modelos físicos tridimensionales, elaborados con materiales de fácil adquisición, se presenta como una estrategia útil de enseñanza que permite una mejor comprensión de los estudiantes en relación al tema del átomo.

**PALABRAS CLAVE:** Átomo, modelos físicos tridimensionales, TIC, Web. 2.0, taxonomía de niveles de competencia de Bloom.

<sup>45</sup> Magister en Educación, Diseño, Gestión y Evaluación Curricular. Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

## INTRODUCCIÓN

Para comprender mejor la química es esencial el aprendizaje del átomo (Izquierdo, 2004). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son significativas cuando se aprovechan sus virtudes de atracción y seducción promoviendo, más conocimiento y comprensión (Trujillo, 2006). Las anteriores afirmaciones llevaron a esta investigación; a comparar el aprendizaje del átomo a través de la aplicación de las estrategias: modelos físicos y las TIC; además, el tradicional, debido a la frecuencia de su uso.

**Modelo tradicional:** Aquí el aprendizaje apropia formalmente los significados, a través del profesor únicamente se transmite conocimiento; y al final, una evaluación comprueba la asimilación conceptual. Por esto, es acientífica de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Porlán et al., 1998). Se da prioridad al saber, a través de la copia y la reiteración (De Subiría, 1995). El laboratorio, a veces, es ejemplo de ésta: sin reflexión e indagación (Corina et al., 2009). Son más relevantes los contenidos, la lectura de libros y la instrucción del profesor (Vergara, 2006, Krugly-Smolka 1990) reproduciendo contenido textual (Vergara, 2006). Las evaluaciones son memorísticas (Martínez et al., 2006); actos incluidos en química; ésta última, campo de estudio de la investigación.

**Modelos tridimensionales físicos:** La forma de enseñar química, a través de representaciones de aprendizaje a largo plazo, mediante la modelización o construcción (conceptual, palpable o matemática), pretende simular algún ente o fenómeno real (Cruz – Garritz et al, 1987). Su éxito depende de la correspondencia entre las manifestaciones del sistema real que representa y sus resultados. Hay casos que crean un tipo de construcción simbólica (imagen) para codificar y relacionar la información y, hacerla más significativa (Chamizo y Márquez, 2006). En química, manipularlos genera mejor comprensión de conceptos abstractos subyacentes, como el de símbolos atómicos y moleculares (Wu y Shah, 2004 y Michelle, 2009).

**Tecnologías de la información y la comunicación (TIC):** Son tecnologías que permiten: adquisición, producción, tratamiento almacenamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, contenidos en señales de naturaleza óptica, acústica, o electromagnética (Rosario J., 2009). Las TIC podrían ser la solución para la sociedad, porque el futuro está determinado por la capacidad de buscar y organizar información; por tanto, la educación debe aprovechar estas redes de comunicación, ya que "Vivimos en red"; sin olvidar su uso inteligente (Trujillo, 2006).

La Web 2.0 no es simplemente tecnología sino una actitud (Henst S., 2009); también definida como plataforma (Graham, 2005; O'Reilly, 2005; Zeldman, 2006;

Hinchcliffe, 2006), de colaboración y servicios; la organización y el flujo de información dependen del comportamiento humano (de la Torre, 2006 y Arcos, 2005), como los usados en este proyecto.

Esta investigación es de naturaleza experimental, con un enfoque cuantitativo, que analiza la capacidad cognitiva (según la taxonomía cognitiva de Bloom) del estudiante en educación media, en instituciones educativas de carácter oficial, frente al concepto: átomo; ante la utilización de tres estrategias de enseñanza; para identificar la que permita una mejor comprensión de este tema.

Se seleccionó y distribuyó al azar, en tres grupos, 82 estudiantes (entre los 14 y 18 años de edad) de grado décimo, en la jornada de la mañana, de la Institución Educativa, oficial y urbana, Departamental Tierra de Promisión en Neiva; donde en cada uno fue utilizada una estrategia de enseñanza diferente; cuyo aprendizaje fue comparado a través de una evaluación (12 preguntas), relacionadas con el tema del átomo, elaboradas y clasificadas basándose en la taxonomía antes nombrada; a los resultados se aplicó una prueba estadística de chi-cuadrado para validar si la calificación estaba asociada con la estrategia; permitiendo seleccionar una.

Con esta investigación se desea ofrecer una alternativa de estrategia didáctica que permita la mejor comprensión del concepto: átomo; además de estimular la reflexión didáctica (Zambrano, 2005), directamente en química, para deconstruir (López, 2001) su método actualmente utilizado y aplicar nuevas herramientas que permitan mejorar la orientación de esta disciplina.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

A los grupos se asignó la unidad átomo, en seis sesiones de 55 minutos.

*Grupo Tradicional (GT):* Los 42 estudiantes de este grupo recibieron clases magistrales, donde cada uno manejó el material en físico de la unidad titulada estructura atómica (páginas 75 a 93) del texto de Poveda J.C. 1996. Su uso se justifica porque en la mayoría de las bibliotecas de las instituciones educativas oficiales en Neiva, reposan textos de ediciones no actualizadas; convirtiéndose, en el libro guía para este grupo y en una herramienta útil para la investigación.

*Grupo Modelos Físicos Tridimensionales (GFT):* cada estudiante se apoyó en el modelo físico, según el tema, elaborado con materiales de fácil adquisición.

*Grupo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GTIC):* Estos 20 estudiantes utilizaron la WEB 2.0 y el programa WIKISPACE, elaborando una WIKI con síntesis (texto, imágenes, videos) de los temas desarrollados en los anteriores

grupos. De manera individual, tuvieron acceso libre a un computador equipado con Monitor de 17", mouse y teclados alámbricos, dotado de sistema operativo Windows XP, con office 2007 y con acceso libre a internet de 2000K.

### **Evaluación y Recolección de resultados**

Los tres grupos fueron evaluados a través de una prueba individual y escrita (basada en la taxonomía cognitiva de Bloom) con 12 preguntas abiertas sobre el átomo; cuyos resultados fueron tabulados con calificaciones: 1.0, 0.5 y 0.0; correspondientes a valoraciones máximas, medias y mínimas. Luego, se aplicó una prueba chi-cuadrado para independencia; de esta forma, se logró decidir por alguna estrategia de enseñanza, considerada más adecuada, para el aprendizaje del átomo en estudiantes de grado décimo de la educación media.

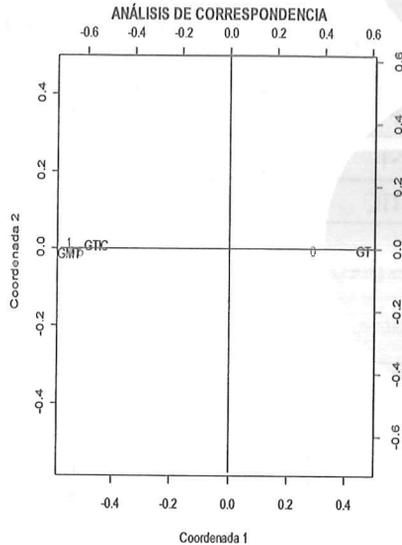
### **RESULTADOS**

Como las variables son categóricas se hace una tabla de contingencia donde se cruzan las variables de interés que son: la estrategia y la calificación dejando como réplicas del experimento la variable pregunta (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado total de la investigación.

<b>ESTRATEGIA</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>		
	0	0.5	1
GFT	79	98	27
GT	386	47	12
GTIC	88	90	26

Fig. 1. Gráfica resultado total de investigación



Según lo anterior, la estrategia más adecuada son los modelos tridimensionales; porque GFT obtuvo 27 estudiantes con respuestas de valoración máxima y 98 de valoración media, le sigue las TIC con 26 de valoración máxima y 90 de valoración media, y por último GT con 12 de valoración máxima y 47 con valoración media.

Las preguntas de la evaluación, categorizadas de acuerdo a los niveles de pensamientos de la Taxonomía de Bloom; se organizaron, para los tres grupos, de la siguiente manera: los números 3, 4, 5, 11, 12 correspondían al nivel de conocimiento, 2 y 8 a comprensión, 7 y 10 a aplicación, 1 y 6 a análisis y la pregunta número 9 a síntesis. Luego, se tomaron los resultados de las preguntas, y se ubicaron en una tabla con las mismas variables, para cada nivel de pensamiento (Bloom, 1956), como se puede observar a continuación.

## RESULTADO NIVEL DE CONOCIMIENTO

Tabla 2. Resultados pregunta 3

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	4	12	1
GT	31	6	0
GTIC	9	8	0

Tabla 3. Resultados pregunta 4

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	4	6	7
GT	33	2	2
GTIC	4	4	9

Fig. 2. Gráfica resultados pregunta 3

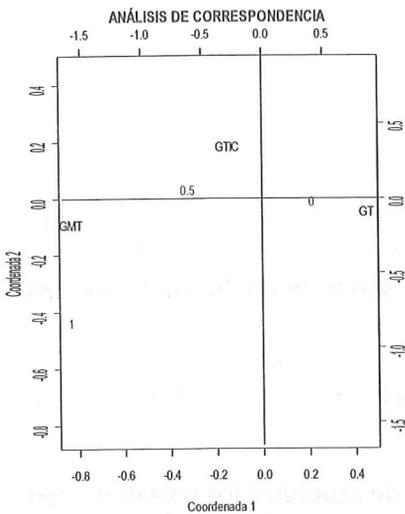


Fig. 3. Gráfica resultado pregunta 4

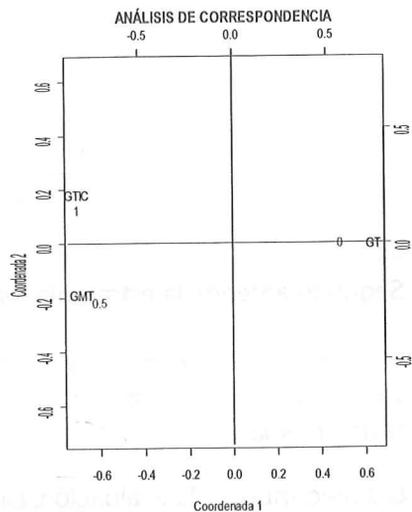


Tabla 4. Resultados pregunta 5

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	3	13	1
GT	35	1	1
GTIC	11	5	1

Tabla 5. Resultados pregunta 11

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	11	4	2
GT	32	5	0
GTIC	2	14	1

Fig. 4. Gráfica resultado pregunta 5

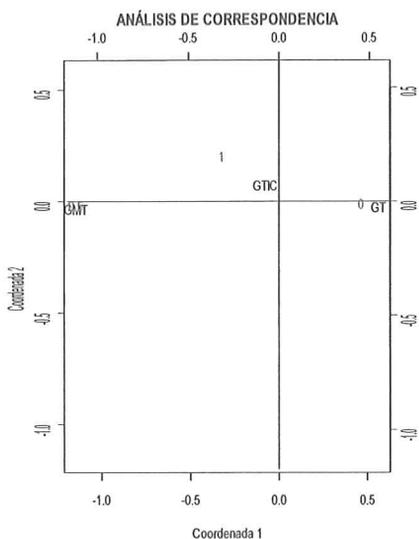


Fig 5. Gráfica resultado pregunta 11

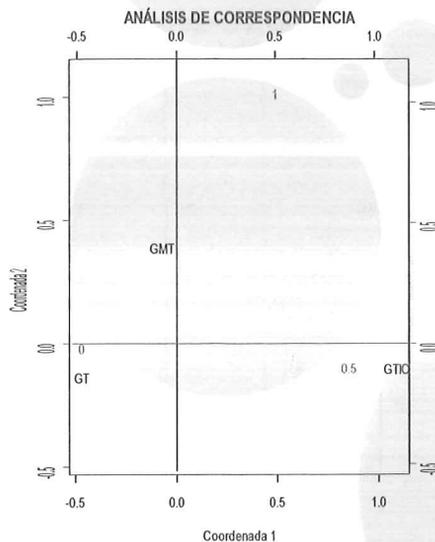


Tabla 6. Resultados pregunta 12

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	11	6	0
GT	37	0	0
GTIC	2	15	0

Tabla 7. Resultados nivel Conocimiento

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	33	41	17
GT	168	14	3
GTIC	28	46	11

Fig. 6. Gráfica de resultados pregunta 12

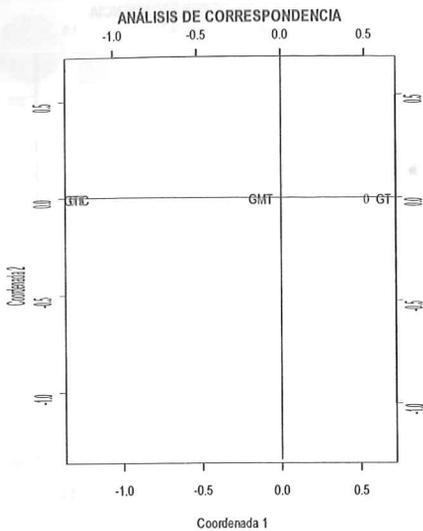
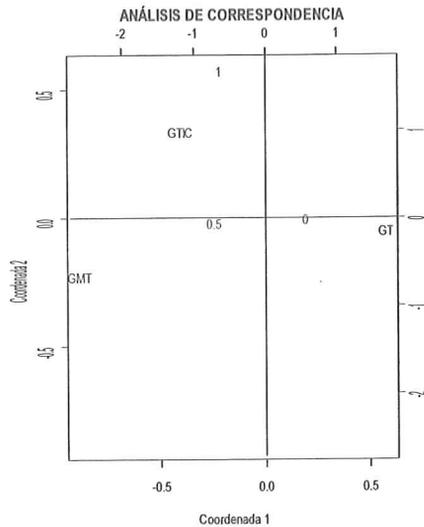


Fig. 7. Gráfica resultados pregunta 2



## RESULTADOS NIVEL DE COMPRENSIÓN

Tabla 8. Resultados pregunta 2

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	2	15	0
GT	32	5	0
GTIC	6	10	1

Tabla 9. Resultados pregunta 8

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	8	9	0
GT	35	2	0
GTIC	11	6	0

Fig. 8. Gráfica resultados pregunta 8

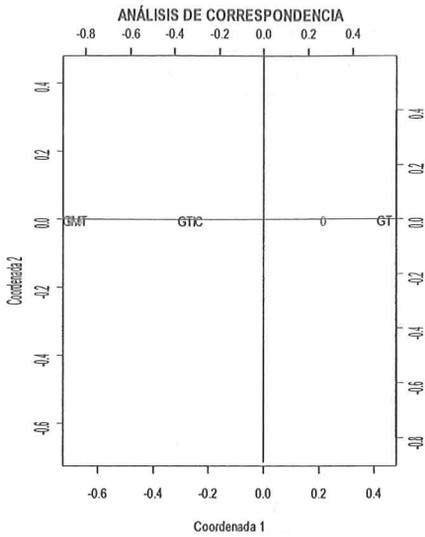


Fig. 9. Gráfica resultados pregunta 7

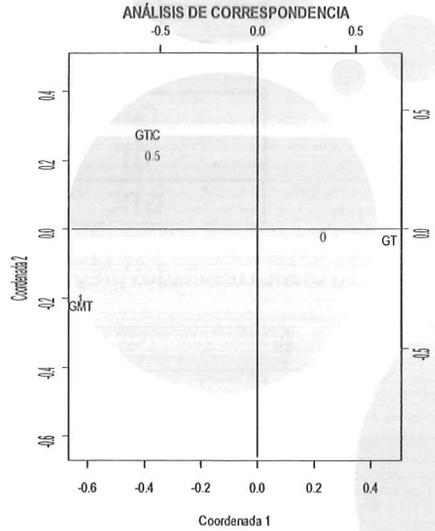


Tabla 10. Resultado total nivel

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	10	24	0
GT	67	7	0
GTIC	17	16	1

## RESULTADOS NIVEL DE APLICACIÓN

Tabla 11. Resultados pregunta 7

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	7	4	6
GT	33	3	1
GTIC	8	6	3

Tabla 12. Resultados pregunta 10

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	10	7	0
GT	37	0	0
GTIC	15	2	0

Fig. 10 Gráfica resultados pregunta 10

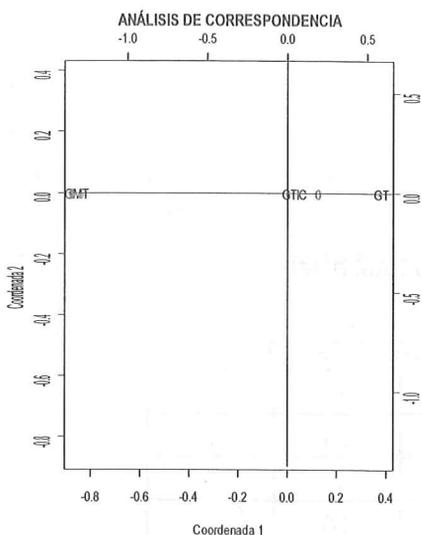


Fig. 11. Gráfica resultado pregunta 1

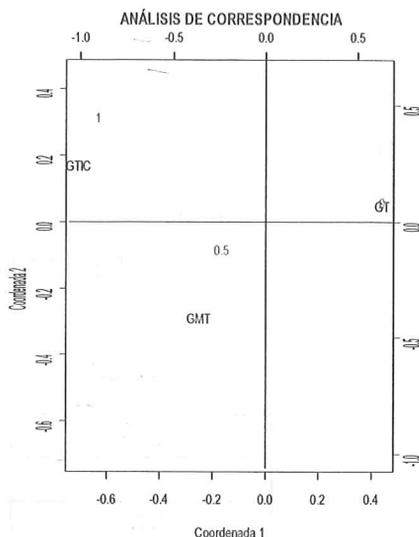


Fig. 12. Gráfica resultado pregunta 6

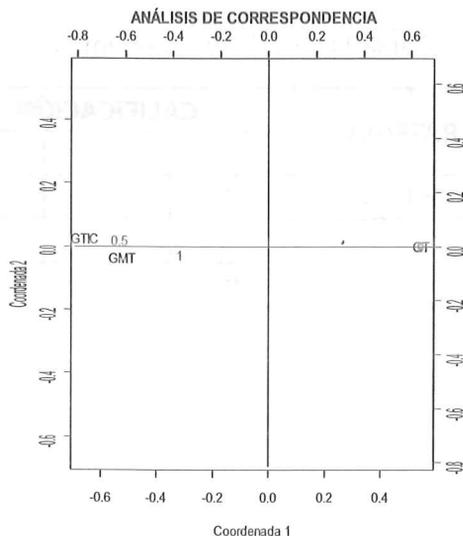


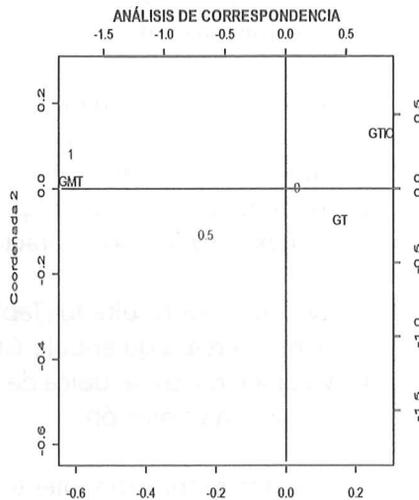
Tabla 13. Resultado nivel aplicación

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	17	11	6
GT	70	3	1
GTIC	23	8	3

Tabla 14. Resultados pregunta 1

ESTRATEGIA	CALIFICACIÓN		
	0	0.5	1
GFT	3	13	1
GT	20	16	1
GTIC	1	12	4

Fig. 13. Gráfica de resultado síntesis



La aplicación de chi – cuadrado en a cada una de las 12 preguntas, da como resultado, en todas las preguntas, el rechazo de la hipótesis nula, excepto en la pregunta 9, cuyo valor p fue mayor de 0.05.

## DESCRIPCIÓN TABLAS DE RESULTADOS

### Conocimiento:

En la pregunta N° 3 GFT logró un mejor resultado (Tabla 2) con 12 estudiantes con respuestas con valoración media y 1 con valoración mínima, mientras que el grupo GTIC obtuvo 6 de sus estudiantes y GT con 8 respondieron con valoración media. Estos dos últimos grupos no obtuvieron resultados con valoración máxima.

En la pregunta N° 4 el grupo GTIC logró un mejor resultado (Tabla 3) porque 9 de sus estudiantes respondieron en la máxima valoración y 4 con valoración media; GFT se encuentra próximo con 7 estudiantes con respuestas en máxima valoración y 6 con valoración media, a diferencia de GT donde 33 de sus estudiantes respondieron con valoración mínima y 4 repartidos equitativamente con las otras valoraciones.

En la pregunta N° 5 GFT alcanzó un mejor resultado (Tabla 4) con 13 estudiantes con preguntas con valoración media y 1 con valoración máxima, en contraste con GTIC con 5 en valoración media y 1 con valoración máxima, y GT tiene 1 con valoración máxima y media con la misma cantidad.

En la pregunta N° 11 GTIC obtuvo un mejor resultado (Tabla 5) con 14 estudiantes con respuestas con valoración media y 1 con valoración máxima, GFT le sigue con 4 estudiantes con respuestas con valoración media y 2 con valoración máxima, y GT, como último, con 5 estudiantes con respuestas con valoración media, ninguna con valoración máxima y 32 con valoración mínima.

En la pregunta N° 12 GTIC obtuvo un mejor resultado (Tabla 6) con 15 estudiantes con respuestas con valoración media, siguiéndole GFT con 6 estudiantes con respuestas con la misma valoración y GT se ubica de último con todas sus estudiantes con respuestas con mínima valoración.

En el total de las preguntas anteriores, correspondientes al nivel de Conocimiento encontramos que los estudiantes de GFT obtuvieron mayor cantidad de respuestas correctas (Tabla 7) con 17 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 41 con valoración media; el modelo de las TIC se encuentra muy próximo con 11 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 46 con valoración media; y el modelo tradicional ocupa el último lugar con 3 estudiantes con respuestas con valoración máxima, y 14 con valoración media.

## **Comprensión**

En la pregunta N° 2 GFT logró un mejor resultado (Tabla 8) con 15 estudiantes con respuestas con valoración media, le sigue GTIC con 10 estudiantes y, por último, GT con 5 estudiantes con respuestas con igual valoración.

En la pregunta N° 8 GFT obtuvo un mejor resultado (Tabla 9) con 9 estudiantes con respuestas con valoración media, le sigue GTIC con 6 estudiantes con respuestas con la misma valoración y, por último, GT con 2 estudiantes. Ninguno de los grupos obtuvo estudiantes con respuestas con valoración máxima.

En el total de este nivel de conocimiento encontramos en los estudiantes de GFT obtuvo 24 estudiantes con respuestas con valoración media, seguido de GTIC con 1 estudiante con respuesta con valoración máxima y 16 con valoración media, y GT con 7 estudiantes con respuestas con valoración media (Tabla 10).

## **Aplicación**

En la pregunta N° 7 el mejor resultado lo obtuvo GFT (Tabla 11) con 6 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 4 con valoración media, le sigue GTIC con 3 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 6 con valoración media, por último, GT con 1 estudiante con valoración máxima y 3 con valoración media.

En la pregunta N° 10 el mejor resultado lo logró GFT (Tabla 12) con 7 estudiantes con respuestas con valoración 7, le sigue GTIC con 2 con valoración media y, por último, GT con todos sus estudiantes con respuestas en mínima valoración. De las anteriores preguntas correspondientes a este nivel cognitivo, el GFT obtuvo los mejores resultados (Tabla 13) con 6 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 11 con valoración media, siguiéndole las TIC con 3 estudiantes con respuestas con valoración máxima y 8 con valoración media, y por último, el modelo tradicional con 1 estudiante con una respuesta con valoración máxima y 3 con valoración media.

## **Análisis**

En la pregunta N° 1 GTIC obtuvo mejores resultados (Tabla 14) con 4 estudiantes con respuestas con valoración máxima, 12 con valoración media y 1 con valoración mínima, le sigue GFT con 1 estudiante con respuesta con valoración máxima, 13 con valoración media y 3 con valoración mínima; y, por último, GT con 1 estudiante con respuesta con valoración máxima, 16 con valoración media y 20 con valoración mínima.

En la pregunta N° 6 el mejor resultado lo obtuvo GTIC (Tabla 15) con 7 estudiantes con valoración máxima y 7 con valoración media, le sigue (con una mínima diferencia) GFT con 7 estudiantes con respuestas con valoración máxima y la misma cantidad con valoración media, por último, GT con 7 estudiantes con valoración máxima, 4 con valoración media y 26 con valoración mínima.

En las preguntas de este nivel de conocimiento GTIC obtuvo mejores resultados (Tabla 16) con 11 estudiantes con respuestas con valoración máxima, seguido de los modelos tridimensionales con 8 estudiantes con respuestas con valoración máxima y el tradicional con la misma cantidad de estudiantes. En este nivel los tres grupos obtuvieron igual cantidad de preguntas con valoración media.

### **Síntesis**

En la pregunta N° 9, correspondiente al nivel de síntesis, GFT logró el mejor resultado (Tabla 21) con 2 estudiantes con preguntas con valoración máxima y la misma cantidad con valoración media, le sigue GT con 2 estudiantes con valoración media y, por último, GTIC con todos sus estudiantes con valoración mínima.

### **ANÁLISIS**

En esta investigación fue evidente que los estudiantes al utilizar modelos físicos tridimensionales, durante el tiempo establecido, obtuvieron mejores resultados en todas las preguntas (Tabla 1), que van de conocimiento a síntesis; incluyendo Our hypothesis was not supported, however, by our assessments of academic performance on typical semester assignments. la correspondiente al mayor de los niveles y exigencia cognitiva: síntesis; a pesar que pocos estudiantes la contestaron correctamente (Tabla 17 y Fig. 13). El único de los niveles que las TIC superaron a los modelos tridimensionales fue análisis (Tabla 16), probablemente por el gusto que tienen algunos estudiantes por ciertos programas de enseñanza (Michelle, 2009) a través de sesiones frecuentes (Tuckey et al 1991; Sorby, 2005) o cuando han tenido mayor tiempo para estudiarlo (Richardson y Richardson, 2002).

Los modelos físicos, táctiles o de mano son atractivos para los estudiantes (Tabla 1) y por eso los prefieren para responder preguntas complejas, debido a los detalles estructurales que les facilita para su percepción. Estos estudiantes se basan más en el aprendizaje táctil (Michelle, 2009), se podría decir: la correlación entre modelo táctil y el aprendizaje de los estudiantes (Wu y Shah, 2004; Roberts et al, 2005; Sorby, 2005; Michelle, 2009).

Una razón para el resultado de la clase tradicional (Tabla 1) Assessments Du, en esta investigación, del aprendizaje para un concepto invisible como el átomo, son las imágenes de los libros de texto (como el utilizado), deben ser elegidas con mucho cuidado para evitar interpretaciones inadecuadas por parte del estudiante (Michelle, 2009).

For these seven questions ranging from “knowledge” to “synthesis” levels according to Bloom, students who had used both models and PE throughout the semester produced better answers than students who had used PE only. Otra razón para argumentar el resultado en el grupo de los modelos físicos tridimensionales, sería, que cada estudiante tuvo la oportunidad de manipular los modelos durante todas las sesiones, contrario a lo que comúnmente ocurre con ejercicios o modelos demostrativos para muchos estudiantes en un determinado grupo de aula (Michelle, 2009); además, permite a los estudiantes mejorar sus habilidades de pensamiento visual-espacial (Wu y Shah, 2004).

Al ser las TIC superior, en análisis (Tabla 16); en esta investigación se asume que estos estudiantes se caracterizan por: subdividir material en sus partes componentes, observar su organización, jerarquizarlas y explicar sus relaciones; por tanto, aplican contenidos que incluyan hipótesis, argumentos, evidencias, objetivos, partes, causa-efecto, relaciones, ideas, afirmaciones, esquemas, problemas.

Los modelos físicos tridimensionales, al ser superiores en los otros tres niveles cognitivos, se convierte en la mejor estrategia para este tipo de aprendizaje en el concepto de átomo y genera en los estudiantes habilidades, así:

Logran en el nivel conocimiento evocar hechos, términos, datos y principios, de la misma forma en que fueron aprendidos; aplican contenidos relacionados con métodos, fechas, hechos, datos, símbolos, criterios, principios, teorías, términos, categorías, vocabulario, secuencias, nombres, elementos.

En comprensión; son capaces de entender materiales de estudio sin necesidad de relacionarlo con otras materias y expresarse con sus propias palabras; y aplican contenidos relacionados con ejemplos, conclusiones, frases, aspectos, contenidos, conceptos, teorías, hechos, teoremas, significados.

Respondiendo correctamente a las preguntas del nivel aplicación; adquieren capacidades para utilizar apropiadamente generalizaciones y otros tipos de abstracciones frente a situaciones concretas y resolver nuevas situaciones con base en lo aprendido; además, aplican contenidos relacionados con teorías, métodos, leyes, problemas, principios, hechos, soluciones y casos.

Al sintetizar; combinan elementos para formar una nueva estructura y organizar un todo a partir de sus componentes; además, aplican contenidos relacionados con estructuras, modelos, comunicaciones, esquemas, procesos, productos, diseños, composiciones, conceptos, generalizaciones, abstracciones, planes.CO

## **CONCLUSIONES**

En un estudio controlado y durante el mismo periodo de tiempo, los estudiantes que utilizan modelos tridimensionales responden con mejores resultados en el aprendizaje (incluyendo el mayor nivel según la taxonomía cognitiva de Bloom) de conceptos abstractos, intangibles e invisibles como el de átomo; a diferencia de las estrategias: tradicional y las TIC (específicamente la web 2.0).

Los modelos físicos tridimensionales se destacaron, sobre la clase tradicional y la web 2.0, en preguntas de nivel de conocimiento, comprensión, aplicación y síntesis; convirtiéndola, de esta manera, en la mejor estrategia de enseñanza para el aprendizaje del átomo.

Las TIC, específicamente la herramienta 2.0, son una estrategia con resultados superiores, en comparación con los modelos físicos y la clase tradicional, a nivel de preguntas de análisis, según la taxonomía de Bloom; demostrando así sus resultados como óptimos, según la orientación que se realice y las dificultades que presenta en la mayoría de las instituciones oficiales en el país, para aprovechar al máximo el uso de las salas de computación por parte de las diferentes disciplinas científicas en este proceso de enseñanza-aprendizaje.

El uso de elementos de fácil adquisición con fines educativos, para la elaboración de material didáctico, facilita el trabajo en comparación con estrategias que requieren elementos costosos o de consecución más compleja, permitiendo captar mayor interés en los estudiantes para el aprendizaje sobre un concepto abstracto y/o intangible.

Los investigadores en educación, en su esfuerzo por lograr comprender la capacidad cognitiva del estudiante y su forma de adquisición del conocimiento a través del aprendizaje según las condiciones que lo rodean, sin dejar a un lado el desarrollo en las ciencias y la tecnología, han encontrado estrategias didácticas de gran utilidad para el alcance de diferentes temas del saber.

## **RECOMENDACIONES**

Considerando la importancia del tema del concepto de átomo en los estudiantes para comprender en un alto porcentaje varios procesos en la química, las entidades a las que les corresponda dotar a las instituciones educativas con

este tipo de materiales, o capacitar a los docentes que orientan química en la construcción (con materiales de fácil adquisición) con sus alumnos y manejo de modelos físicos tridimensionales, referentes a este tema.

Ampliar la investigación para que permita mayor certeza de los resultados, a través de condiciones como: mayor número de muestra poblacional, aplicación en otros temas y niveles diferentes a la educación media, combinación de estrategias didácticas, observación en los aspectos afectivos y psicomotores en los estudiantes; además de la acción del docente de química.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Manuel García Flórez por la asesoría y acompañamiento constante para el desarrollo de esta investigación y la valiosa dedicación en la revisión de este manuscrito. Andrés Felipe Flórez por la asesoría con el análisis estadístico. A los integrantes del grupo de investigación en educación: PACA (Programa de Acción Curricular Alternativo), de la Universidad Surcolombiana. A la Institución Educativa Departamental Tierra de Promisión, en la ciudad de Neiva, que facilitó los espacios de laboratorios de química e informática y las aulas de clase. A los estudiantes de grado décimo, en la jornada de la mañana de esta misma institución educativa, que voluntariamente participaron en la aplicación de las diferentes estrategias. A todas las personas que fueron de gran apoyo para la ejecución de este trabajo de investigación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arcos, E. Lo que el Web 2.0 no es. 10 de Septiembre de 2005.

<http://alt1040.com/archivo/2005/09/10/lo-que-el-web-20-no-es/>. Consulta: diciembre 2009.

Bloom, B. S., and Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. College and University Examiners. Handbook 1, Cognitive Domain. New York: Longmans.

Chamizo, José Antonio y Márquez, José Rutilo. (2006). *Modelación Molecular: Estrategia didáctica sobre la constitución de los gases, la función de los catalizadores y el lenguaje de la química*. Mexicana de Investigación Educativa. Vol.; 11 No 31. p. 1241-1257.

Corina G., et al. (2009.) *La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico*. *Estudios Pedagógicos XXXV*. Nº 1: 63-78 p.

Cruz-Garritz, Diana; Chamizo, José Antonio y Garritz Andoni (1987). Modelos químicos del átomo y sus enlaces. En: Estructura Atómica. Un enfoque químico. México: Addison-Wesley Iberoamericana. 205- 302 p.

De la Torre, A. Web Educativa 2.0. 2006. Electrónica de Tecnología Educativa. N° 20. [http://www.adelat.org/index.php?title=conceptos\\_clave\\_en\\_la\\_web\\_2\\_0\\_y\\_iii&more=1&c=1&tb=1&pb=1](http://www.adelat.org/index.php?title=conceptos_clave_en_la_web_2_0_y_iii&more=1&c=1&tb=1&pb=1); consulta: diciembre 16 de 2009.

De Subiría S., Miguel y González C., Miguel (1995). Tratado de Pedagogía Conceptual: Estrategias Metodológicas y Criterios de Evaluación. Fundación Alberto Merani. 3ª Ed.

De Subiría S., Miguel. (1998). Especialización en Gestión Curricular como Factor de Desarrollo, Modulo III. Ed. Universidad de Medellín.

Graham, P. 2005. Web 2.0. Noviembre, 2005. <http://www.paulgraham.com/web20.html>. consulta: diciembre 2009.

Hinchcliffe, D. 2006. The State of Web 2.0. Dion Hinchcliffe's Web 2.0 blog. [http://web2.wsj2.com/the\\_state\\_of\\_web\\_20.htm](http://web2.wsj2.com/the_state_of_web_20.htm); consulta: diciembre de 2009.

Henst S., Christian Van Der. 2005. ¿Qué es la Web 2.0? <http://www.maestrosde-ileb.com/editorial/web2/>; consulta: diciembre 2009.

Izquierdo A., Mercè. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. The Journal of the Argentine Chemical Society - Vol. 92 - N° 4/6, 115-136.

Krugly-Smolka, E. (1990). Scientific Literacy in developed and developing countries. Int. J. Sci. Educ. 12 (5): 473-480 p.

López J., Nelson E. (2001). La deconstrucción curricular. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá, D.C. Colombia. 172 p.

Martínez Cárdenas, Hugo Orlando y Mesa Ramírez, Juan Bautista. (2006). Modelo pedagógico del Liceo Manuel José Caicedo del Municipio de Barbosa - Antioquia: Estrategias Generadoras de Aprendizajes Significativos para una educación con calidad.

Michelle A., Harris, et al. (2009). A Combination of Hand-held Models and Computer Imaging Programs Helps Students Answer Oral Questions about Molecular Structure and Function: A Controlled Investigation of Student Learning. CBE—Life Sciences Education. Vol. 8, 29–43 p.

O'Reilly, T. 2005. What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Sitio web O'Reilly. <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>; consulta: diciembre 2009.

Porlán Ariza, R. et al. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, ii: estudios empíricos y conclusiones. 16 (2), 271-288 p.

Poveda V., Julio C. y Gutierrez R., Lilia. (1996). Química 10°. Educar editores. Santafé de Bogotá D.C. Colombia. 75 a 99 p.

Richardson, D.C. y Richardson J.S. (2002). Teaching 3-D molecular literacy, Biochem. Mol. Biol. Educ. 30 , 21 – 26 p.

Roberts, J. R., Hagedorn, E., Dillenburger, P., Patrick, M., and Herman, T. (2005). Physical models enhance molecular three-dimensional literacy in an introductory biochemistry course. Biochem. Mol. Biol. Educ. 105–110.

Rosario, Jimmy. La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual. <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>. Consulta: diciembre 2009.

Sorby, S. A. (2005). Impact of changes in course methodologies on improving spatial skills. J. Geom. Graphics. 99–105.

Trujillo Torres, J.M. (2006). Un nuevo Curriculum: tecnologías de la información en el aula. Educación y Educadores Nº 1, volumen 9, 161-174 p.

Tuckey, H., Selvaratnam, M., and Bradley, J. (1991). Identification and rectification of student difficulties concerning 3-dimensional structures, rotation, and reflection. J. Chem. Educ. 460–464.

Vergara, C. (2006). Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en profesores de biología: Coherencia entre el discurso y la práctica de aula. Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Wu, H.-K. y Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in Chemistry learning. Science Education. 465-492 p.

Zambrano, L., Armando. (2005). Didáctica, pedagogía y saber. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá, D.C. Colombia. 244 p.

Zeldman, J. 2006. Web 3.0. A List Apart, nº 210. <http://www.alistapart.com/articles/web3point0>; consulta: diciembre 2009.