

Construcción del concepto de modelo científico mediante una estrategia pedagógica en estudiantes del IPC

Construction of a scientific model concept through a
teaching strategy in IPC integral education students

M. Edith Pérez

edithperezve@yahoo.com

Clemen Mazzarella

clemenmazzarella@hotmail.com

Egleé Ojeda

redimida2008@hotmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Instituto Pedagógico de Caracas

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito diagnosticar las ideas que tienen los estudiantes sobre el concepto de modelo científico y analizar el cambio en el mismo después de la aplicación de una estrategia denominada ¿Qué hay en la bolsa? El estudio representa una investigación de campo con enfoque cualitativo interpretativo utilizando la técnica análisis de contenido. Los datos fueron recogidos a partir de diarios reflexivos y entrevistas, antes y después de la aplicación de la estrategia pedagógica en 68 participantes de los cursos de Ciencias Naturales. Los resultados evidencian que las ideas iniciales de los estudiantes enfatizan en la capacidad de explicar fenómenos y en su naturaleza cambiante y no incluyen aspectos esenciales como la reformulación de modelos a la luz de nuevos datos y pruebas. Finalmente, en sus ideas posteriores, los estudiantes incorporan el consenso, la indagación y la posibilidad de error como aspectos importantes en la elaboración de modelos científicos.

Palabras clave: Modelos científicos; estrategia pedagógica

ABSTRACT

The research was to diagnose the ideas that students have about the concept of scientific model and analyze the change in it after applying a strategy called What's in the bag? The study framed in the field, interpretative qualitative approach was used in the content analysis. Data were collected using reflective journals and interviews. Both techniques were applied before and after the aforementioned strategy. The sample consisted of 68 students in natural sciences. Results show that previous students' ideas are based in their abilities, to explain phenomena and in its changing nature, instead of key aspects as model reformulation in light of new data and evidence. Participants joined in his later ideas, consensus, inquiry and the possibility of error as important aspects in scientific modeling.

Key words: *Scientific models; strategy pedagógica*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ciencia en la actualidad tiene relevancia y su significación es innegable soslayar, la formación de los futuros enseñantes requiere de una revisión constante y una adecuación a las nuevas tendencias, de tal manera que su accionar pueda responder a las demandas actuales y no a la repetición de modelos desgastados y de poco impacto en nuestras escuelas.

En este sentido, Catalá, M.; Cubero ,R; Díaz, J.; Feu, M; García, J.; Jiménez, M.; Pedrinaci, E.; Pujol, R.; Sanmartí, N; Sequeros, L. ; Solsona, N; Vílchez. A. y Zabala, A. (2002) refieren que en las clases de ciencia no se enseña a pensar ni a trabajar científicamente, solo se enseña a utilizar el vocabulario científico de manera mecánica.

La enseñanza de la ciencia demanda nuevas propuestas que atiendan a las necesidades, intereses y aspiraciones de los niños y jóvenes ciudadanos que se enfrentan a nuevos retos y cambios que se manifiestan en el momento actual. Los futuros maestros requieren de conocer esta realidad y ser capaces de abordar los contenidos curriculares con

herramientas que posibiliten no sólo enseñar ciencia, sino también enseñar sobre la ciencia, aspecto que es desdeñado y referido a segundo plano, o inexistente. El enseñar sobre la ciencia requiere una revisión personal de reconocimiento y análisis que permita confrontar los aprendizajes adquiridos desde una enseñanza tradicional de la ciencia con una visión de la ciencia actualizada.

En este sentido, se debe promover un modelo de enseñanza que ayude a los estudiantes a desarrollar una comprensión más coherente, dinámica, organizada y crítica. Según Hodson (2003), un modelo de enseñanza con tales características debe tener como propósito colocar al futuro docente en condición de que pueda: a. aprender ciencia y tecnología; desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales b. aprender sobre ciencia y tecnología, relacionado con la naturaleza de la ciencia, la tecnología, sus métodos de trabajo y sus interacciones con la sociedad c. hacer ciencia y tecnología que implica la resolución de problemas científicos y de implicarse en acciones sociopolíticas, reaccionando de forma adecuada pertinente y responsable en situaciones del ámbito social. Con esta visión los profesores en formación pueden desarrollar formas de pensamiento similares a las de los científicos cuando realizan sus actividades de investigación.

Una propuesta que favorecería el alcance de estos propósitos sería una enseñanza basada en actividades que involucren la construcción de modelos científicos, son muchas las investigaciones que abordan el uso de modelos y su proceso de construcción en la enseñanza, (Treagust, D., Chittleborough, G. y Mamiala, T. 2007; Capuano, V., Dima, G., Botta, I., Follari, B., De la Fuente, A., Gutiérrez, E. y Perrota, M. 2007; Justi, R. 2006, y Chamizo, J. 2010). En estos estudios se constata la importancia que tienen los modelos y su valor en la enseñanza de la ciencia.

El significado de modelo se ha visto analizado desde diferentes perspectivas, pero su acepción en la que coinciden muchos autores se corresponde a la idea de considerarlo como una representación de un objeto, idea, o acontecimiento diseñado con un objetivo o propósito

específico (Gilbert, J., Boulter, C. y Elmer, R, 2000). Considerando que los modelos se generan a partir de ideas que están en la mente de los individuos, su elaboración es una actividad llevada a cabo por individuos en solitario o integrados en un grupo, el resultado de tal actividad no es accesible de forma directa como lo señala Justi, (2006), sin embargo, podemos acercarnos a estas construcciones mediante expresiones escritas que reflejen el modelo mental y que es denominado por Gilbert, y otros (2000) como modelo expresado.

La relevancia de este proceso se evidencia cuando se revisa la actividad científica vinculada a la utilización y construcción del conocimiento científico ya que diversos autores coinciden en señalar que dicho proceso es similar a la construcción de modelos y a la manera como los científicos razonan.

En este estudio, se consideró importante el reconocimiento del proceso de construcción de modelos como parte de la incorporación de aspectos de la naturaleza de la ciencia en los futuros enseñantes, ya que la enseñanza de la ciencia no debe quedar relegada a las observaciones, teorías y principios que explican los fenómenos en el mundo natural sino que deben incluirse también grandes ideas sobre los procesos que llevan a éstos.

El propósito del estudio fue diagnosticar las ideas que tienen los estudiantes sobre modelos científicos y analizar el cambio de dicho concepto después de la aplicación de estrategia pedagógica orientada a ese fin.

Cuando se revisan los intentos que se hacen en nuestro país por impactar esta realidad encontramos algunos estudios orientados en esa dirección (Pujol, 2000) sin embargo, las universidades a través de sus investigaciones podrían dar respuestas dirigidas hacia este logro. Esta investigación estuvo dirigida a diagnosticar las ideas que poseen los futuros maestros sobre modelos científicos y analizar los efectos de la aplicación de una estrategia pedagógica relacionada con la construcción del concepto de modelo científico.

MÉTODO

La presente investigación se enmarca en la modalidad de investigación de campo (UPEL, 2007) ya que los datos son recogidos directamente de la realidad con el propósito de describir e interpretar su naturaleza. El enfoque utilizado es de tipo cualitativo interpretativo tomando en cuenta que se efectuó un análisis de contenido (Hernández, Fernández y Baptista, 2006); técnica que permite el análisis sistemático de documentos escritos como son las reflexiones que realizaron los estudiantes sobre el concepto de modelo científico, al igual que la transcripción de las entrevistas así como el método de comparación continua que permitió la construcción de las categorías que describieron el fenómeno estudiado. (Strauss y Corbin, 1990).

Para el desarrollo del estudio se utilizó una estrategia pedagógica denominada *¿Qué hay en la bolsa?* De Spurlin, (1995), en una versión adaptada y modificada por el equipo de investigación, la misma pretende resolver un problema a partir de la observación y construcción de modelos sucesivos.

La población estuvo conformada por los participantes de los cursos de: Ciencias Naturales Integradas I y II para futuros docentes de Educación Integral, Ciencias Naturales para niños de Educación Inicial y Estrategias Didácticas III, administrados por la Cátedra de Ciencias Naturales del Instituto Pedagógico de Caracas en el período 2009-II. Obteniendo un total de 68 participantes en la investigación.

Las etapas de ejecución fueron:

- a) Diagnóstico: se realizó mediante la elaboración de una reflexión inicial de las ideas de los estudiantes cuando responden a la pregunta *¿qué son modelos científicos?*
- b) Aplicación de la estrategia pedagógica: se procedió a presentar a los estudiantes una bolsa cerrada con varios objetos en su interior y mediante el trabajo en equipo y haciendo uso de los distintos sentidos

(olfato, oído y el tacto) reunir información para responder al problema ¿qué hay en la bolsa? de forma tal, que cada estudiante toma nota de sus ideas y construye un modelo hipotético sobre el posible contenido de la bolsa, que posteriormente es compartido con el equipo y con el resto de los participantes de la clase. Posteriormente se realizó la observación con el sentido de la vista y se corroboró la aproximación del equipo a lo que realmente se encontraba en dicha bolsa. En la discusión generada al finalizar la actividad se consideraron aspectos tales como: diferencias entre los distintos modelos elaborados por los equipos, semejanzas entre la actividad realizada y la actividad del científico, honestidad en el cumplimiento de las pautas señaladas para recopilar la información y aspectos afectivos que surgieron producto de la actividad.

- c) Elaboración de reflexión final sobre su idea de modelo científico después de realizar la actividad y
- d) Realización de entrevistas a los participantes con el propósito de corroborar, profundizar y aclarar las ideas expresadas en las reflexiones.

Con los datos recogidos se procedió a efectuar el análisis de contenido correspondiente, los mismos provienen de diferentes fuentes. La lectura de las reflexiones y las transcripciones de las entrevistas, permitió hacer una codificación de los datos y la identificación de unidades de significado para categorizarlas. Estas unidades de significado (códigos) fueron sometidos a procesos de comparación constante, asimismo la fiabilidad del análisis se alcanzó cuando el equipo de investigadoras coincidieron de forma independiente en la codificación del material analizado.

RESULTADOS

Los datos fueron obtenidos de tres fuentes a saber: en primer lugar de los diarios reflexivos elaborados por los participantes cuando responden a la pregunta ¿qué es un modelo científico?

En segundo lugar de los diarios reflexivos elaborados por los estudiantes después de participación en la estrategia pedagógica y su

posterior discusión y en tercer lugar los datos se obtienen de las entrevistas realizadas a los participantes, la cual estuvo enfocada a clarificar aquellos aspectos que en los diarios elaborados no fueron explicitados.

La unidad de análisis obtenida a la luz de la revisión de los datos corresponde al momento de iniciar la colecta cuando se plantea la pregunta qué es un modelo científico, hasta el momento en que se cierra la última entrevista realizada a los participantes.

En la siguiente figura se muestran las categorías que permitieron profundizar en el análisis del fenómeno en estudio.

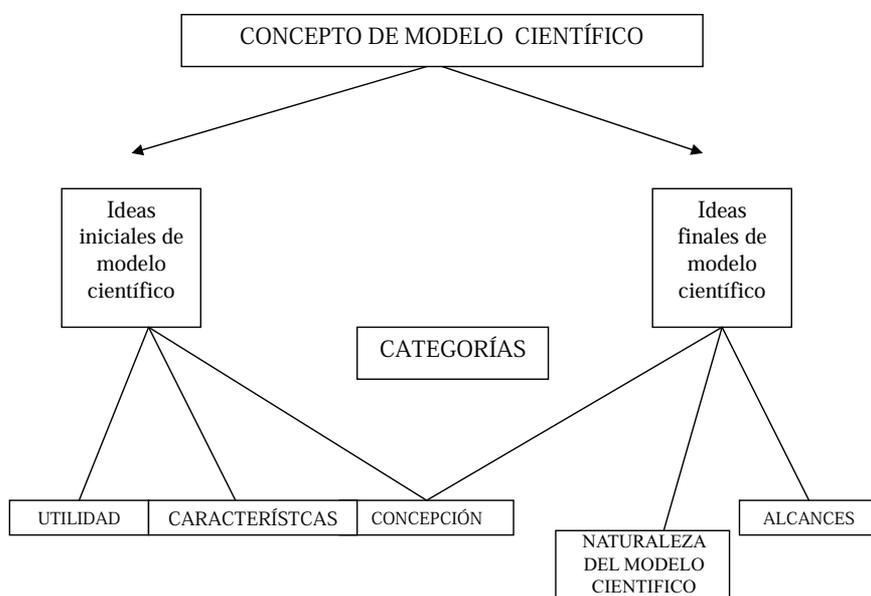


Figura 1. Categorías sobre concepto de modelo científico antes y después de aplicación de estrategia didáctica.

Análisis de las reflexiones iniciales sobre el concepto de modelo científico

En relación a las ideas iniciales sobre modelos científicos surgen las categorías: concepción, utilidad y características (ver cuadro 1).

En relación a la categoría denominada **concepción**, es significativo señalar que orienta hacia la idea empírica e inicial que tienen los participantes sobre el concepto de modelo; este concepto se sustenta cuando los participantes señalan que un modelo es: “... *es algo físico con dimensiones*”... (RI-9), cuando utilizan la idea de patrón y expresan: que el modelo es “...*patrón a seguir, ejemplo que se puede copiar*”... (RI-11).

La consideración del modelo como algo físico u objeto tangible concuerda con lo señalado por Justi, (2006) quien hace referencia a que el significado más popular de la palabra modelo obedece a una representación concreta de alguna cosa, que remodela o reproduce las características de la misma.

La otra categoría relacionada con las ideas de modelo científico que surgió es la utilidad, esta será entendida como el uso que tiene el modelo en la vida diaria y se visualiza esta idea en enunciados tales como: “... *imagen o dibujo con el objeto que representa la realidad*”... (RI-17), también consideraron la idea de modelo como: “...*estructura tangible que explica*”... (RI-52). Así también simula la realidad cuando expresan que el modelo es: “...*una representación a pequeña escala de la realidad*...” (RI-49). Así mismo el poder explicativo del modelo cuando expresan “...*los modelos son formas de explicar y entender los inventos y creaciones hechas por los científicos*” ... (RI-18) en ese orden sugieren ideas sobre el modelo científico como una herramienta eficaz, cuando expresan “... *se utiliza para explicar contenidos cuando no se puede ir al lugar*”...

En relación a las categorías **concepción** y **utilidad** de los modelos científicos los resultados concuerdan con los hallazgos encontrados por Treagust, Chilleborough y Mamiala., (2007), en cuanto a que constituyen

una réplica a escala de la realidad, asimismo, se les considera como instrumentos explicativos, ya que ayudan a los estudiantes a entender una idea; por lo que los modelos sirven para representar el macro y micro universo, así como los conceptos abstractos de forma tal que conecta lo observado con la explicación científica; generando en los estudiantes un modelo mental de los nuevos conceptos de lo que se deriva su pertinencia y utilidad para el aprendizaje.

Por su parte la categoría características, relacionada con el concepto de modelo científico indica que estas son las cualidades que permiten reconocer a un modelo científico; en este sentido, un participante lo expresa cuando expone: *... "los modelos son inventados"...* *"siendo producto de la invención humana"....* (RI-48), otro participante lo califica como organizado, cuando manifiesta que los modelos son: *"... formas de mostrar distintas informaciones de manera organizada"...* (RI-39).

En general las reflexiones iniciales de los estudiantes acerca del concepto de modelo científico giran en torno a constructos que hacen énfasis en su existencia concreta, en su capacidad de explicar fenómenos del mundo real, en su naturaleza cambiante y como producto de la creación de la mente del individuo.

En la actualidad uno de los puntos de vista más defendido por la comunidad científica es el que el modelo es una representación de un objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico (Gilbert, Boulter y Elmer 2000). El modelo sirve para representar el macro y micro universo así como los conceptos abstractos de forma tal que conecta lo observado con la explicación científica; generando en los estudiantes una representación mental del mundo que ayuda a simplificar y explicar los fenómenos complejos.

Cuadro 1. Categorización de las ideas iniciales de los estudiantes sobre el modelo científico

TEMA	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS
Ideas iniciales sobre modelos científicos	1. CONCEPCIÓN Es la idea empírica e inicial que tienen los participantes sobre el concepto de modelo.	<ul style="list-style-type: none"> • prototipo • patrón • estructura tangible • manual • método • algo físico • objeto
	2. UTILIDAD El uso que tiene el modelo en la vida diaria	<ul style="list-style-type: none"> • propiedades parecidas a procesos • poder explicativo • describe condiciones • simula la realidad • muestra • usa herramientas eficaces • guía
	3. CARACTERÍSTICAS Son las cualidades que permiten reconocer un modelo científico	<ul style="list-style-type: none"> • inventado • simula • producto de creación • cambiante • ocurre regularmente • organizado

Análisis de las reflexiones finales sobre el concepto de modelo científico

Las reflexiones finales corresponden al producto de la interacción entre las ideas previas de los participantes plasmadas en sus reflexiones y el aporte de la estrategia en la construcción del concepto de modelo que a medida que transcurría la participación, en el desarrollo de la actividad implicó recopilación de datos que ampliaban la idea previa a medida que se incorporaba el uso de los órganos de los sentidos en forma sucesiva para acercarse a la solución del problema planteado. En dichas reflexiones, las ideas son más elaboradas, completas y coherentes y aparecen términos que expresan mayor profundidad en el concepto abordado (ver Cuadro 2).

Las categorías emergentes luego de la participación en la estrategia corresponden a naturaleza del modelo científico y alcance; por su parte se reconstruyó la categoría concepción que se encontraba en las ideas

iniciales de los participantes. En relación a esta última categoría, que también se manifestó en las reflexiones iniciales, los testimonios de los participantes fueron enfocados hacia la idea del modelo como construcción tanto imaginada como creada, así lo destaca el participante cuando dice: ... *“puede ser imaginado y puede acercarse a la realidad”*... RF-46 y también cuando se refiere a que el modelo... *“se va construyendo a partir de conocimientos previos”*... RF-13- Otro de los testimonios que aparece en esta categoría hace referencia a que los modelos en su construcción, requieren de recopilación de evidencia y que son representaciones que buscan dar respuesta; así lo señalan los participantes cuando expresan que... *“para construir un modelo necesitamos tener evidencias”* ... RF-1 y ... *“ [el modelo] explica un fenómeno utilizando técnicas para dar respuesta ”* ... RF- 47.

En relación a la categoría denominada naturaleza del modelo científico, que fue definida y relacionada con la manera como se construye un modelo, las ideas de los participantes señalan el consenso, el acuerdo, la indagación, la búsqueda y los procedimientos en los procesos investigativos; así lo expresan los participantes cuando dicen: ... *“busca las respuestas a un problema mediante diversas herramientas”*... FR-43, ... *“llegamos a un acuerdo”*... RF-9, ... *“manera o forma en que el científico indaga”*... RF-55 y también, los modelos se construyen mediante... *“investigaciones que avanzan, surgen ideas, hipótesis y finalmente una conclusión”*... RF-12. Una característica resaltante expresada por los participantes en relación a los modelos científicos, es que éstos están sujetos a modificaciones, que pueden ir de lo simple a lo complejo, que conducen a mejoras, que incluyen errores y que experimentan cambios, así lo indican los testimonios cuando señalan: ... *“[el modelo es una] representación que va de los más simple a los más complejo”*... RF-3, ... *“cada investigación que se realiza va mejorando”* RF-11, ... *“se pueden obtener resultados tanto negativos como positivos”*... RF-14 y por último, ... *“[el modelo científico] está sujeto a cambios”*... RF-64. Estos resultados son consistentes con lo expresado por González y Gómez, (2003) cp. Capuano y otros (2007) en relación a que se debe enseñar a los estudiantes que los modelos evolucionan a medida que no sean capaces de explicar algunos hechos.

En esta categoría se pone de manifiesto la profundización del concepto de modelo al considerar la incorporación de la observación como proceso que permite la inclusión de las experiencias previas e intereses del investigador, lo cual queda evidenciado cuando indican que los modelos son: ...” *descripción o explicación de algún hecho a través de la observación*”... RF-62, y que... “*se requiere de las experiencias previas e intereses*”... RF-64

El valor que tienen los modelos para explicar un fenómeno es destacado en la categoría denominada alcance, en la misma se resaltan aspectos tales como: utilidad, intuir, solucionar problemas, identificar, reflexionar. Una de las participantes expresa que la indagación y la intuición son importantes en la solución de un problema así lo indica cuando dice: [el modelo]... *permite intuir, reflexionar, indagar, situaciones para encontrar la respuesta*”... RF-38 En el proceso científico el descarte de unas hipótesis por otras y el cambio de los modelos por otros más complejos que respondan mejor al problema planteado, es un aspecto clave en la naturaleza de la actividad científica que debe estar presente en la enseñanza efectiva de la ciencia. En este sentido algunas de las participantes señalan con relación a los modelos: ... “*se crea para descartar hipótesis científicas*”... RF-52 y... “*para solucionar el problema planteado, dicho modelo va cambiando*” RF-44.

Las reflexiones de los estudiantes evidenciaron que sus ideas sobre el concepto de modelo científico, se aproximan a lo que Chamizo (2010) destaca, al señalar que los modelos son comprendidos de diferente manera según aprendices y expertos. El autor caracteriza los modelos como materiales y ayudan a conocer y comunicarse con el mundo real además que pueden cambiar cuando se encuentra una nueva información, por lo tanto los más actualizados son los más correctos y los que mejor explican el objeto, fenómeno o sistema. Todas estas características se constataron en las ideas iniciales de los participantes, antes de la realización de la estrategia didáctica. Después de analizar cada una de las categorías, la nueva construcción mental del concepto de modelo científico alcanzada por los participantes refleja características atribuidas por Chamizo a la

comprensión de los modelos por los “expertos” quienes ubican a los modelos como cambiantes y sujetos a ser reemplazados por otros mas adecuados con propósitos establecidos.

La interacción con los participantes y las entrevistas permitió observar que la naturaleza arbitraria y el valor predictivo de los modelos es frecuentemente desestimada por los estudiantes, sin embargo la consideración de que los modelos pueden diseñarse en ese proceso de indagación y construcción que realiza el científico fue expresado y reafirmado en las mismas, lo que hizo posible considerar la estrategia utilizada como útil en la enseñanza del concepto de modelo científico.

Cuadro 2. Categorización de las ideas finales de los estudiantes sobre el modelo científico

TEMA	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS
Ideas sobre modelos científico posteriores a la planificación de la estrategia	1. CONCEPCIÓN Es la idea de modelo científico que manifiestan los estudiantes después de la aplicación de la estrategia	<ul style="list-style-type: none"> • busca dar respuesta • son representaciones • explicaciones • recopilación de evidencia • construcción imaginada • construcción creada
	2. NATURALEZA DEL MODELO CIENTIFICO Es de donde y como surge un modelo	<ul style="list-style-type: none"> • consenso y acuerdos • considera experiencias previas e intereses • indagación • búsqueda • observación • procesos investigativos • procedimientos • uso de herramientas • modificaciones: de lo simple a lo complejo; conducen a mejoras; incluye errores; cambios
	3. ALCANCE Se refiere al valor que tiene el modelo científico para explicar fenómenos	<ul style="list-style-type: none"> • intuir • reflexionar • identificar • solucionar problemas

El análisis de las categorías surgidas antes y después de la realización de la actividad didáctica, nos pone frente a una realidad que se repite y que refleja debilidad por parte de los futuros docentes de aspectos esenciales de la actividad científica, como es la importancia de la reformulación de modelos a la luz de nuevos datos o evidencias y considerando que una meta de la educación en ciencias es el desarrollo de capacidades científicas relacionadas con la recolección y uso de evidencias así como el desarrollo de actitudes científicas, en este sentido los autores como Pujol,(2000); De Andrea y Gómez (2003) consideran estos aspectos de suma importancia en la educación en ciencias. Al respecto las autoras estiman que la actividad didáctica utilizada, podría contribuir a mejorar el aprendizaje de éstos aspectos relacionados con la actividad científica.

CONCLUSIONES

El análisis del diagnóstico producto de las reflexiones iniciales de los estudiantes acerca del concepto de modelo científico, gira en torno a constructos que hacen énfasis en su existencia concreta como representación que remodela o reproduce las características de la realidad, en su capacidad de explicar fenómenos del mundo, y como producto de la creación de la mente de los científicos.

Las ideas de los futuros docentes participantes en el estudio sobre modelos científicos, se corresponden parcialmente con la visión aceptada por la comunidad científica, en cuanto a que incorporaron en sus ideas posteriores a la realización de la actividad el consenso, la indagación, el error y la naturaleza cambiante de los mismos, según nuevas evidencias y aportes que responden a los propósitos para los cuales fueron diseñados.

Con respecto a la aplicación de la estrategia se pudo evidenciar que la misma fue aceptada y constituyó en elemento motivador y desencadenante de actitudes positivas hacia el logro de los objetivos didácticos propuestos, lo cual influyó positivamente en el clima afectivo de la clase.

REFERENCIAS

- Capuano, V., Dima; G., Botta, I.; Follari, B.; De la Fuente, A.; Gutierrez, E. y Perrotta, M. (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del modelo atómico en 8.ºEGB. *Revista Iberoamericana de Educación*. [Revista en línea] Disponible en: <http://www.rieoei.org/expe/1837DimaV2.pdf> [Consultado: 2011, febrero 22]
- Catalá, M.; Cubero, R.; Díaz, J.; Feu, M.; García, J.; Jimenez, M.; Pedrinaci, E.; Pujol, R.; Sanmartí, N.; Sequeros, L.; Solsona, N., Vilchez, A. y Zabala, A. (2002). *Las ciencias en la escuela*. Barcelona: Editorial Graó
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [Revista en línea], 7 (1). Disponible en: <http://www.apaceureka.org/revista>. [Consultado: 2011, febrero 22]
- De Andrea, A. y Gómez, A. (2003). Una experiencia sencilla de física en el aula y su utilidad en el aprendizaje alternativo. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. 37. pp. 99-105
- Felipe, A. Gallarreta, S. y Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.* [Revista en línea], 4(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/lang/spanish/reecantiguo.htm> [Consultado: 2011, enero 7]
- Gilbert, J.; Boulter, C. y Elmer, R., (2000). Positioning Models in Science Education and in Desing and Technology Education en Gilbert, J.K. y Boulter, C.J. (eds). *Developing Models in Science Education*, pp. 3-17. Dordrecht: Kluvet
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P.(2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw-Hill
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25 (6), pp.645-670
- Justi, R. (2006). La Enseñanza de la Ciencia basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*. 24(2), pp. 175-186
- Pujol, R. (2000). Concepciones sobre modelos científicos de estudiantes de cursos Superiores (8º - 10º semestre) en la mención Química del Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*. 47. pp. 49-72

- Straus, A et Corbin, J.(1990). *Basic of Qualitative Research. Grounded Theory Procedures and Techniques*. California: SAGE Publicatons
- Spurling, Q. (1995). Put Science in a Bag. *Science and Children*. January, pp. 19-22
- Treagust, D., Chttlebrough, G. y Mamiala, T.(2007) La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. *Revista Eureka*. 4 (2), pp.364-366
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2007). Manual de Trabajo de Grado De Especialización y Maestría Tesis Doctorales. Caracas: Fedeupel