

Los Modelos como Material Didáctico en Biología

ANTECEDENTES

Cuando nos preguntamos ¿qué es la naturaleza?, pensamos inmediatamente en un bosque, una selva o un pantano; nos imaginamos animales, plantas, sol, agua, viento; podemos decir qué cosas hay en ella, cómo está constituida, cuáles son algunas de las relaciones que suceden entre los organismos, pero paradójicamente, definirla resulta una empresa difícil.

Los fenómenos de la naturaleza se presentan ante nosotros en toda su complejidad, debido a que entre sus componentes existen relaciones, así como también interrelaciones con otros fenómenos, y los organismos como unidades funcionales de éstos, se encuentran a su vez regidos por aquellas interrelaciones, de manera que su existencia está determinada tanto por la presencia misma de otros organismos como por la existencia de interacciones entre ellos y los componentes no vivientes de su medio ambiente.

La complejidad de relaciones e interrelaciones que caracteriza a la naturaleza, se convierte en el problema fundamental, cuando se trata de expli-

carla y comprenderla. Una posible solución a este problema, tal vez la más fácil, sea el estudio individual de los fenómenos que forman el conjunto, para después integrarlos y tener una visión más completa del funcionamiento de la naturaleza (Sutton y Harmón, 1983).

El hombre lleva a cabo la selección y el estudio de ciertos fenómenos a los que, por su capacidad de interpretación, asigna una estructura, función y definición dentro de los sistemas naturales ya organizados. El resultado de tal interpretación se concreta en una serie de conocimientos que, organizados por sus afinidades, forman las ramas de la biología.

El estudio de las características y funciones de los seres vivos puede ser abarcado desde diferentes puntos de vista; ya sea de manera formal puramente teórica o también de manera experimental, en donde se tratará de imitar o modificar los fenómenos naturales. El aspecto experimental utiliza variadas herramientas para llegar a conocer los fenómenos, no se reduce exclusivamente al manejo de la información teórica, sino también incluye los métodos de simulación y

modelaje con los que se expresan las funciones de los sistemas biológicos, así como las de sus partes o componentes estructurales (García, G. E. 1981).

SISTEMAS Y MODELOS

Los sistemas están integrados por un conjunto de partes que funcionan y actúan entre sí de manera regular y constante.

Con el estudio de los sistemas se puede llegar a la solución de problemas y al desarrollo de modelos que incluyan una serie compleja de eventos o de elementos como un todo sencillo, pero a su vez completo.

Los modelos son la representación ya sea gráfica, esquemática, matemática, estructural o mecánica de los componentes o elementos de un sistema (Yuren, C. T. 1975).

En la ciencia hay diversas clases de modelos que difieren en su grado de abstracción y, aunque no es el objetivo de este trabajo determinar los tipos de modelos que se emplean en la ciencia, sí es conveniente establecer las formas como puede expresarse un modelo formal o teórico: se pueden elaborar modelos verbales, que son las descripciones habladas o escritas del modelo teórico; modelos gráficos, en los que un diagrama o gráfica describe el modelo, como lo hace un mapa con la región que representa; modelos matemáticos que a través de ecuaciones suministran las precisiones cuantitativas del modelo, o modelos materiales que son la representación parcial de una teoría y que se construyen con propiedades análogas a las del sistema original. Los modelos como herramientas para explicar la realidad de todo un proceso o de alguna parte de él cum-

plen más eficazmente con su función en la medida en que son más simples en relación con el número de elementos que los constituyen. Un modelo será mejor en cuanto esté integrado por un número reducido de elementos entre los que se establezcan tan claramente sus relaciones funcionales y estructurales que no se necesite de mayor explicación para lograr representar la parte de la realidad que se desea; así que un modelo no necesariamente debe tener todos los elementos del fenómeno que se desea simular. Se pueden seleccionar únicamente aquellos que sean básicos, de manera que la exclusión de los de carácter secundario elimine la complejidad del modelo. La elaboración de un modelo es un proceso inductivo que al integrar una serie de elementos favorece la conceptualización y representación de un sistema (Yuren, C. T. 1975).

Introducción

Que el alumno "aprenda a aprender" y "aprenda haciendo" son los lemas que se han venido escuchando desde que se fundó el CCH; pero ¿qué es lo que realmente se hace para que el alumno aprenda? A través de una serie de actividades que se realizan en forma complementaria durante los cursos, es como el alumno puede participar más directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Existe una infinidad de limitaciones para el buen desempeño de esas actividades. Algunas de ellas que podríamos mencionar son la falta de materiales químicos, material didáctico o aparatos que resultan muy costosos y difíciles de conseguir.

Las actividades cotidianas nos han llevado a la realización de material didáctico propio que consiste en láminas, filmas, diapositivas y tam-

bién modelos tridimensionales o funcionales. Estos últimos resultan a nuestro juicio óptimos materiales educativos y didácticos (Cruz Ulloa, S. 1982).

El presente trabajo pretende recopilar y dar a conocer las experiencias obtenidas en cuanto a la realización de los modelos, su utilidad como auxiliares didácticos y los resultados que se han logrado a través de las exposiciones de los mismos, actividades a las que hemos dedicado gran parte de nuestro esfuerzo y trabajo.

Reseña de la Bio-Expo

a) ¿Cómo surgen las exposiciones?

La elaboración de modelos tridimensionales de estructuras y funciones biológicas resultó de la propia inquietud de los alumnos por realizar material didáctico de apoyo a la parte teórica de los cursos de Biología. Un grupo de profesores de la materia tomó la iniciativa en este aspecto para realizar exposiciones periódicas de los modelos que los alumnos realizaban durante sus cursos. Es así como se inició en 1978 la primera Bio-expo en la cual se expusieron modelos relacionados con los temas de los programas de Biología I y II. La II y III Bio-expo fueron el resultado de la participación de profesores y alumnos que intervinieron en los cursos de Biología III, por lo que los modelos realizados abarcaron un gran número de temas de Ecología y Evolución. A partir de la IV Bio-expo, sólo se han realizado las exposiciones anualmente. Hasta la fecha se han organizado ocho de ellas, contando con la participación de 20 profesores de la materia y un promedio de 1500 alumnos en cada ocasión.

La realización de cualquier actividad está siempre relacionada con algún propósito o meta que se quiere lograr. Aun cuando esto no sea claro en todas las ocasiones, nuestras acciones y actitudes están encaminadas a la consecución de un logro. En cualquier actividad es muy importante saber lo que se quiere, es decir, fijar los objetivos hacia los que deseamos llegar a través de nuestros actos.

b) Objetivos de la elaboración de modelos

La elaboración de modelos en los cursos de Biología está regida por el establecimiento de varios objetivos. Se busca que el alumno encuentre, al elaborar sus modelos, las relaciones estructurales y funcionales entre los elementos que los componen. Esto se logra cuando, al ensamblar un modelo estructural, se percata de que los elementos constituyentes ocupan posiciones particulares dentro del sistema; se da cuenta de que el espacio que ocupa un componente, ha de ser preciso y ha de tener relación con el lugar o lugares que ocupan los demás componentes del sistema. El trabajo manual de ensamblado de un modelo cumple además con otras funciones, como sería el hecho de tener que pensar en la posición espacial de los componentes, como en el caso de los átomos que constituyen una molécula, los que, por una parte, el alumno está acostumbrado a representar en las dimensiones de su cuaderno o del pizarrón, es decir, en forma plana; y, por otra, como los átomos pertenecen a un universo más allá del microscópico, requieren de una capacidad de abstracción que permita al alumno hacerse una idea de algo que nunca ha visto directamente y que nunca llegará a observar. En resumen, la elaboración de modelos ha

de estar encaminada hacia el logro de los siguientes objetivos:

- Desarrollar la capacidad de abstracción del alumno.
- Aprovechar y fomentar las aptitudes manuales de los alumnos en la elaboración de material didáctico para uso particular y para uso de la comunidad.
- Desarrollar y permitir la expresión de las aptitudes creadoras de los alumnos a través de la selección y utilización de los materiales con los que confeccionan sus modelos.
- Facilitar la comprensión de fenómenos que ocurren en una dimensión diferente de la cotidiana.
- Fomentar la capacidad de representación tridimensional de estructuras que en el cuaderno, el libro o el pizarrón se representan de manera plana.
- Desarrollar la capacidad de integración de conocimientos que se adquieren en otras áreas como las de matemáticas o los talleres de expresión gráfica.
- Contribuir a desarrollar la capacidad del alumno para trabajar en equipo.
- Desarrollar la capacidad de integración de los conceptos teóricos que se manejan en la clase.

c) Temas representados con los modelos

Se han realizado modelos para los tres cursos de Biología que se imparten en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

Para Biología I y II se ha participado con el tema de moléculas orgánicas, por lo que se han presentado modelos de átomos y de moléculas.

Los modelos incluyen principalmente a los átomos que forman la materia orgánica, como Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Hidrógeno, Fósforo y Azufre. La diferencia entre los que presentan los alumnos de Biología I y II está dada fundamentalmente por el nivel con que se imparten los cursos. Como ejemplo de ello tenemos que las moléculas representadas en Biología I son generalmente lineales, pero las de Biología II ya incluyen la disposición, tamaño y ángulos de enlace, lo que se traduce en formas espaciales más precisas como glucosas en anillo, cadenas de polipéptidos en zig-zag, estructura secundaria de las proteínas y la doble hélice del DNA.

En Biología II, además de las estructuras químicas, se analizan reacciones de síntesis e hidrólisis que se han representado en forma molecular o simbólica, ya que lo importante en este punto no es la molécula, sino la reacción que sucede con ella. De esta manera se han elaborado modelos sobre la síntesis de sacáridos, lípidos, polipéptidos, polinucleótidos, replicación del DNA y aun síntesis de proteínas. Estos dos últimos temas merecen mención especial, ya que se han presentado algunos modelos notables en los que por medio de mecanismos eléctricos o mecánicos se pueden seguir en forma clara los pasos de las reacciones.

Los modelos que se refieren a los temas de estructura y función celular en Biología I han representado células animales y vegetales con sus organelos; en Biología II, la profundidad con que se aborda el mismo tema ha resultado en modelos estructurales y funcionales de cada una de las partes de la célula.

La materia de Biología I ha hecho aportaciones valiosas de modelos que se refieren al tema del origen de la vida. Encontramos entre ellos

modelos de generación espontánea, de la teoría de Oparin, y una gran cantidad de maquetas que tratan de mostrar los ambientes físicos y biológicos de las diferentes eras geológicas.

El programa de Biología III utilizado actualmente en el Plantel, se inicia con el estudio de la reproducción asexual y sexual; de estos temas se han presentado modelos sobre bipartición, gemación, esporulación, reproducción vegetativa, órganos reproductores tanto femeninos como masculinos, gametas sexuales y fecundación. Sobre el tema de Mitosis y Meiosis se han aportado maquetas tanto para Biología I como para Biología II, con la utilización de gran variedad de materiales.

El tema de Genética resulta atractivo para los alumnos, pues se ha presentado una gran diversidad de temas que van desde la primera y segunda leyes de Mendel, herencia intermedia tanto en vegetales como en animales, hasta genética de poblaciones.

El tema de Ecología se ha representado generalmente en forma de maquetas, las cuales han incluido los siguientes temas: tipos de ecosistemas, cadenas y tramas alimenticias, pirámides de energía, competencia intra e interespecífica, sucesiones primaria y secundaria.

Las aportaciones que hacen los alumnos de Biología I al tema de Evolución se refieren principalmente a las teorías de Darwin y Lamarck. Este tema se profundiza en Biología III, presentando trabajos con una mayor diversidad, como, por ejemplo: modelos sobre polimorfismo, mimetismo, órganos homólogos y análogos, ontogenia y filogenia, fósiles y mapas biogeográficos.

d) Tipos de modelos.

Los modelos que se han elaborado durante los

cursos de Biología, van desde los gráficos, que pueden consistir en esquemas de la estructura de un átomo o de una molécula realizados sobre cartón, hasta los de tipo tridimensional, con los que se representa alguna estructura celular.

Para la elaboración de una estructura tridimensional tenemos que ir más allá de la simple representación gráfica; esto ha sucedido cuando se ha intentado representar la posición relativa de los constituyentes fundamentales del átomo, como su núcleo, electrones y orbitales; o la estructura de una célula respetando en lo posible ciertas relaciones de escala y de forma.

El máximo logro se ha obtenido cuando los modelos han incluido propiedades análogas a las del sistema original, como los que representan una reacción química con un par de moléculas o una función compleja que ocurre en el interior de la célula.

e) Material utilizado para la elaboración de los modelos

En cuanto a los materiales que se han utilizado para la elaboración de los modelos, podemos citar los siguientes: plastilina, unicel, yeso, madera, papel maché, resinas o cualquier material plástico; en algunas ocasiones se ha incluido material más complejo como focos, motores y aun circuitos eléctricos. Hemos observado que cualquier material, con el ingenio de los alumnos, puede ser utilizado con éxito.

f) Viabilidad con respecto a la elaboración de modelos

La realización de modelos para los cursos de Biología I, II y III es viable tanto por el tiempo

que se requiere para su manufactura como por el tipo de materiales que se utilizan. Los materiales son accesibles a los alumnos por su bajo costo, su facilidad de manejo y porque no presentan riesgos al manejarlos.

En lo referente al tiempo y a la calidad de los modelos, podemos decir que es factible realizarlos durante el curso, con revisiones periódicas para orientar al alumno en la corrección de posibles errores que se presentan al tratar de simular el fenómeno. Es necesario programar la fecha de entrega del modelo, la cual ha de coincidir con la revisión del tema durante la clase, para poderlos utilizar como auxiliares didácticos.

Observaciones y resultados de las exposiciones

Una de las principales preocupaciones de los profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades es encontrar nuevas alternativas que ayuden en la formación de los alumnos, en cuanto a la adquisición de conocimientos y al desarrollo de habilidades o actitudes para su manejo y aplicación adecuados.

El método científico experimental es usado en Biología como un instrumento para llegar a conocer y entender los fenómenos de la naturaleza, aunque sabemos que también se pueden utilizar otros medios que ayuden al profesor en el proceso educativo; algunos de ellos pueden ser la elaboración de modelos y la simulación de los procesos que se llevan a cabo en la naturaleza. Estas últimas actividades han favorecido el desarrollo de la habilidad de interpretar los conocimientos teóricos aprendidos tanto en los libros como en el salón de clase y han permitido que los alumnos entiendan, manejen y asimilen la información que previamente han adquirido, a la

vez que les ha dado la oportunidad de combinar el trabajo individual con el trabajo en equipo

Para que el modelo sea elaborado adecuadamente, no basta con que el alumno lea el material bibliográfico, sino que debe aprender a conocer, relacionar e interpretar una serie de conceptos que a continuación le permitan hacer un análisis de la información y elaborar una síntesis y un esquema del propio modelo, para finalmente plasmarlo en una estructura física.

Como las actividades de aprendizaje deben traducirse en experiencias y es recomendable que en el proceso enseñanza-aprendizaje haya variedad en cuanto a los métodos de transmitir la información, se puede considerar que la elaboración de modelos como auxiliares didácticos de bajo costo y escaso mantenimiento son otras alternativas que representan experiencias dentro de nuestro alcance y posibilidades, para cubrir algunas de nuestras necesidades didácticas más apremiantes (Huerta, I. J. 1982).

La elaboración de modelos favorece en gran medida el conocimiento de la realidad molecular o del nivel subcelular, así como también de los procesos químicos y las funciones celulares, porque, cuando se ha logrado imitar todo esto en otras dimensiones, se permite en cierto sentido que el alumno comprenda un complejo nivel de organización que nunca se observa o se palpa directamente, y tal comprensión del mismo podrá convertirse en una herramienta que lo capacite para que más adelante se explique otros fenómenos o pueda resolver experiencias más complejas.

Para hacer una valoración más adecuada de los conocimientos adquiridos por el alumno, se debe establecer la relación entre la habilidad para hacer un modelo y los conocimientos que de-

be manejar acerca del fenómeno o estructura representados (Carreño, H.F. 1982).

Los modelos terminados nos han proporcionado una idea del manejo de la información que ha adquirido el alumno, y necesariamente de la profundidad del conocimiento que tiene, al participar directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Huerta, I.J. 1982).

La Bio-expo es el resultado de la selección y organización de los mejores modelos realizados durante los cursos. El montaje de los mismos en el local del evento se apega a la secuencia de los contenidos temáticos de los programas, lo que facilita en gran medida el repaso, reafirmación y análisis de los conocimientos impartidos en clase. Además, ofrece la oportunidad a los alumnos que participan con modelos, de poder explicarlos a otros estudiantes que visitan la exposición.

Al finalizar el evento, los modelos son distribuidos en los diferentes laboratorios del Plantel, para que sean utilizados como material didáctico.

Futuros eventos

Como ya se ha mencionado en este trabajo, los objetivos que se persiguen con la elaboración de modelos no sólo involucran al alumno, sino

también al profesor que asesora la realización de los mismos. Es evidente que un modelo bien realizado puede ser utilizado para cursos posteriores, pero además sirve como muestra para motivar a nuevos alumnos y otros profesores que no han participado en este tipo de actividades.

La invitación a los profesores para la organización de la Exposición de Modelos de Biología siempre se ha circunscrito al Plantel Naucalpan, en donde el número de profesores participantes es cada vez mayor, lo cual indica una clara aceptación, no sólo en lo referente a la realización, sino también a la utilidad práctica que esto representa. Los organizadores de la Bio-expo pretendemos en un futuro inmediato hacer patente nuestra invitación amplia y formal a los profesores que imparten la materia de Biología en los diferentes planteles a participar en la organización de exposiciones anuales de Modelos de Biología (Inter Bio-Expo), en las que se presenten los mejores modelos de cada Plantel, teniendo como sede inicial el Plantel Naucalpan.

BIOL. BLANCA SUSANA CRUZ ULLOA
BIOL. MA. TERESA GARCIA RODRIGUEZ
BIOL. ENRIQUE R. GONZALEZ RIVERA
BIOL. MA. DEL CARMEN PANIAGUA
Plantel Naucalpan

BIBLIOGRAFIA

Carreño, H.F., 1982. *Instrumentos de medición del rendimiento escolar*, 5a. ed. Trillas, México. pp. 9-17 y 79-80.

Cruz Ulloa, S., 1982, "Función de los Modelos en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Biología", en *Cuadernos del Colegio*, CCH Plantel Naucalpan: 16, 17, 18. UNAM, México. pp. 119-123.

I Foro Nacional de Investigación en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje: 1981, CCH, UNAM (Resúmenes de las Ponencias), México.

II Foro Nacional de Investigación en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje, 1982, CCH, UNAM (Resúmenes de las Ponencias), México.

García, G.E., 1981, *Técnicas modernas en la educación*, 4a. ed. Trillas, México. pp. 100-102.

Huerta, I.J., 1982, *Organización lógica de las experiencias de aprendizaje*, 4a. ed. Trillas, México. pp. 25-26.

Sutton B. y Harmon P., 1983, *Fundamentos de Ecología*, 1a. ed., Ed. Limusa-Willey, México. pp. 23-47.

Yuren, C.T., 1975, *Leyes, Teorías y Modelos*, 1a. ed., Anuies, México.

Programas de las asignaturas de Biología I, II y III vigentes en 1983 en el Plantel Naucalpan.