



# REVISTA INCLUSIONES

HOMENAJE A STEFANO SANTASILIA

Revista de Humanidades y Ciencias Sociales

Volumen 9 . Número 2

Abril / Junio

2022

ISSN 0719-4706

**CUERPO DIRECTIVO**

**Director**

**Dr. Juan Guillermo Mansilla Sepúlveda**  
Universidad Católica de Temuco, Chile

**Editor**

**Alex Véliz Burgos**  
Obu-Chile, Chile

**Editor Científico**

**Dr. Luiz Alberto David Araujo**  
Pontificia Universidade Católica de Sao Paulo, Brasil

**Editor Brasil**

**Drdo. Maicon Herverton Lino Ferreira da Silva**  
Universidade da Pernambuco, Brasil

**Editor Ruropa del Este**

**Dr. Alekzandar Ivanov Katrandhiev**  
Universidad Suroeste "Neofit Rilski", Bulgaria

**Cuerpo Asistente**

**Traductora: Inglés**

**Lic. Pauline Corthorn Escudero**  
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

**Portada**

**Lic. Graciela Pantigoso de Los Santos**  
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

**COMITÉ EDITORIAL**

**Dra. Carolina Aroca Toloza**  
Universidad de Chile, Chile

**Dr. Jaime Bassa Mercado**  
Universidad de Valparaíso, Chile

**Dra. Heloísa Bellotto**  
Universidad de Sao Paulo, Brasil

**Dra. Nidia Burgos**  
Universidad Nacional del Sur, Argentina

**Mg. María Eugenia Campos**  
Universidad Nacional Autónoma de México, México

**Dr. Francisco José Francisco Carrera**  
Universidad de Valladolid, España

**Mg. Keri González**  
Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México

**Dr. Pablo Guadarrama González**  
Universidad Central de Las Villas, Cuba

**Mg. Amelia Herrera Lavanchy**  
Universidad de La Serena, Chile

**Mg. Cecilia Jofré Muñoz**  
Universidad San Sebastián, Chile

**Mg. Mario Lagomarsino Montoya**  
Universidad Adventista de Chile, Chile

**Dr. Claudio Llanos Reyes**  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

**Dr. Werner Mackenbach**  
Universidad de Potsdam, Alemania  
Universidad de Costa Rica, Costa Rica

**Mg. Rocío del Pilar Martínez Marín**  
Universidad de Santander, Colombia

**Ph. D. Natalia Milanesio**  
Universidad de Houston, Estados Unidos

**Dra. Patricia Virginia Moggia Münchmeyer**  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

**Ph. D. Maritza Montero**  
Universidad Central de Venezuela, Venezuela

**Dra. Eleonora Pencheva**  
Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria

**Dra. Rosa María Regueiro Ferreira**  
Universidad de La Coruña, España

**Mg. David Ruete Zúñiga**  
Universidad Nacional Andrés Bello, Chile

**Dr. Andrés Saavedra Barahona**  
Universidad San Clemente de Ojrid de Sofía, Bulgaria

**Dr. Efraín Sánchez Cabra**  
Academia Colombiana de Historia, Colombia

**Dra. Mirka Seitz**  
Universidad del Salvador, Argentina

**Ph. D. Stefan Todorov Kapralov**  
South West University, Bulgaria

**COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL**

**Comité Científico Internacional de Honor**

**Dr. Adolfo A. Abadía**

*Universidad ICESI, Colombia*

**Dr. Carlos Antonio Aguirre Rojas**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dr. Martino Contu**

*Universidad de Sassari, Italia*

**Dr. Luiz Alberto David Araujo**

*Pontificia Universidad Católica de Sao Paulo, Brasil*

**Dra. Patricia Brogna**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dr. Horacio Capel Sáez**

*Universidad de Barcelona, España*

**Dr. Javier Carreón Guillén**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dr. Lancelot Cowie**

*Universidad West Indies, Trinidad y Tobago*

**Dra. Isabel Cruz Ovalle de Amenabar**

*Universidad de Los Andes, Chile*

**Dr. Rodolfo Cruz Vadillo**

*Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México*

**Dr. Adolfo Omar Cueto**

*Universidad Nacional de Cuyo, Argentina*

**Dr. Miguel Ángel de Marco**

*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Dra. Emma de Ramón Acevedo**

*Universidad de Chile, Chile*

**Dr. Gerardo Echeita Sarrionandía**

*Universidad Autónoma de Madrid, España*

**Dr. Antonio Hermosa Andújar**

*Universidad de Sevilla, España*

**Dra. Patricia Galeana**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dra. Manuela Garau**

*Centro Studi Sea, Italia*

**Dr. Carlo Ginzburg Ginzburg**

*Scuola Normale Superiore de Pisa, Italia*

*Universidad de California Los Ángeles, Estados Unidos*

**Dr. Francisco Luis Girardo Gutiérrez**

*Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia*

**José Manuel González Freire**

*Universidad de Colima, México*

**Dra. Antonia Heredia Herrera**

*Universidad Internacional de Andalucía, España*

**Dr. Eduardo Gomes Onofre**

*Universidade Estadual da Paraíba, Brasil*

**Dr. Miguel León-Portilla**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dr. Miguel Ángel Mateo Saura**

*Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel", España*

**Dr. Carlos Tulio da Silva Medeiros**

*Diálogos em MERCOSUR, Brasil*

**+ Dr. Álvaro Márquez-Fernández**

*Universidad del Zulia, Venezuela*

**Dr. Oscar Ortega Arango**

*Universidad Autónoma de Yucatán, México*

**Dr. Antonio-Carlos Pereira Menaut**

*Universidad Santiago de Compostela, España*

**Dr. José Sergio Puig Espinosa**

*Dilemas Contemporáneos, México*

**Dra. Francesca Randazzo**

*Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras*

**Dra. Yolando Ricardo**

*Universidad de La Habana, Cuba*

**Dr. Manuel Alves da Rocha**

*Universidade Católica de Angola Angola*

**Mg. Arnaldo Rodríguez Espinoza**

*Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica*

**Dr. Miguel Rojas Mix**

*Coordinador la Cumbre de Rectores Universidades  
Estatales América Latina y el Caribe*

**Dr. Luis Alberto Romero**

*CONICET / Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Dra. Maura de la Caridad Salabarría Roig**

*Dilemas Contemporáneos, México*

**Dr. Adalberto Santana Hernández**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Dr. Juan Antonio Seda**

*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Dr. Saulo Cesar Paulino e Silva**

*Universidad de Sao Paulo, Brasil*

**Dr. Miguel Ángel Verdugo Alonso**

*Universidad de Salamanca, España*

**Dr. Josep Vives Rego**

*Universidad de Barcelona, España*

**Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni**

*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Dra. Blanca Estela Zardel Jacobo**

*Universidad Nacional Autónoma de México, México*

**Comité Científico Internacional**

**Mg. Paola Aceituno**

*Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile*

**Ph. D. María José Aguilar Idañez**

*Universidad Castilla-La Mancha, España*

**Dra. Elian Araujo**

*Universidad de Mackenzie, Brasil*

**Mg. Romyana Atanasova Popova**

*Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria*

**Dra. Ana Bénard da Costa**

*Instituto Universitario de Lisboa, Portugal  
Centro de Estudios Africanos, Portugal*

**Dra. Alina Bestard Revilla**

*Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte,  
Cuba*

**Dra. Noemí Brenta**

*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

**Ph. D. Juan R. Coca**

*Universidad de Valladolid, España*

**Dr. Antonio Colomer Vialdel**

*Universidad Politécnica de Valencia, España*

**Dr. Christian Daniel Cwik**

*Universidad de Colonia, Alemania*

**Dr. Eric de Léséulec**

*INS HEA, Francia*

**Dr. Andrés Di Masso Tarditti**

*Universidad de Barcelona, España*

**Ph. D. Mauricio Dimant**

*Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel*

**Dr. Jorge Enrique Elías Caro**

*Universidad de Magdalena, Colombia*

**Dra. Claudia Lorena Fonseca**

*Universidad Federal de Pelotas, Brasil*

**Dra. Ada Gallegos Ruiz Conejo**

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

**Dra. Carmen González y González de Mesa**

*Universidad de Oviedo, España*

**Ph. D. Valentin Kitanov**

*Universidad Suroeste Neofit Rilski, Bulgaria*

**Mg. Luis Oporto Ordóñez**

*Universidad Mayor San Andrés, Bolivia*

**Dr. Patricio Quiroga**

*Universidad de Valparaíso, Chile*

**Dr. Gino Ríos Patio**

*Universidad de San Martín de Porres, Perú*

**Dr. Carlos Manuel Rodríguez Arrechavaleta**

*Universidad Iberoamericana Ciudad de México, México*

**Dra. Vivian Romeu**

*Universidad Iberoamericana Ciudad de México, México*

**Dra. María Laura Salinas**

*Universidad Nacional del Nordeste, Argentina*

**REVISTA  
INCLUSIONES** M.R.  
REVISTA DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS SOCIALES

**Dr. Stefano Santasilia**  
*Universidad della Calabria, Italia*

**Mg. Silvia Laura Vargas López**  
*Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México*

**Dra. Jaqueline Vassallo**  
*Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*

**CUADERNOS DE SOFÍA  
EDITORIAL**

**Dr. Evandro Viera Ouriques**  
*Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil*

**Dra. María Luisa Zagalaz Sánchez**  
*Universidad de Jaén, España*

**Dra. Maja Zawierzeniec**  
*Universidad Wszechnica Polska, Polonia*

## Indización, Repositorios y Bases de Datos Académicas

Revista Inclusiones, se encuentra indizada en:





REX



UNIVERSITY OF SASKATCHEWAN



Universidad de Concepción



BIBLIOTECA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



ORES



uOttawa

Bibliothèque Library



**EL PAPEL DE LOS MODELOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

**THE ROLE OF MODELS IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES**

**Fecha de Recepción:** 07 de enero de 2022 – **Fecha Revisión:** 17 de enero de 2022

**Fecha de Aceptación:** 10 de marzo de 2022 – **Fecha de Publicación:** 01 de abril de 2022

**Dr. Christian Andrés Obispo Asencios**

Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6510-5319>  
christian.obispo@upch.pe

**Dra. Lucia Asencios Trujillo**

Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Perú  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4438-1488>  
lasencios@une.edu.pe

**Dr. Felipe Aguirre Chávez**

Universidad Marcelino Champagnat, Perú  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5799-0653>  
faguirre@umch.edu.pe

**Resumen**

El trabajo que se muestra a continuación tiene como objetivo dar a conocer a la comunidad educativa, la importancia de los modelos como imprescindibles aliados del proceso docente educativo, específicamente en el aprendizaje de las ciencias en cualquier nivel de enseñanza. Lo anterior se apoya en que durante el desarrollo histórico lógico del conocimiento del hombre y su evolución, a medida que el pensamiento concreto fue desarrollándose hasta que el ser humano incorporó la abstracción a sus operaciones mentales, surgieron las comparaciones tangibles para a partir de ellas, darle cuerpo a los fenómenos y hechos que fueron engrosando su conocimiento de la realidad objetiva en diversas ramas del saber humano. En este desarrollo, el acto de enseñar y aprender también incorporó modelos para que mediante su proceso lógico pudiera aprovecharlos de forma consecuente y productiva. De ahí que en el presente ensayo se muestren clasificaciones y ejemplos que puedan resultar de aporte en el plano didáctico, para que las clases sean más ricas tanto en el aspecto pedagógico como en el científico, ambos de manera articulada.

**Palabras Claves**

Modelos – Abstracción – Comunidad educativa – Operaciones mentales

**Abstract**

The work shown below aims to make known to the educational community, the importance of models as essential allies of the educational teaching process, specifically in the learning of science at any level of education. The above is supported by the fact that during the logical historical development of man's knowledge and its evolution, as concrete thought was developing until the human being incorporated abstraction into his mental operations, tangible comparisons emerged from them, give body to the phenomena and events that were increasing their knowledge of objective reality in various branches of human knowledge. In this development, the act of teaching and learning also incorporated models so that through its logical process it could take advantage of them in a consistent and productive way. Hence, in this essay classifications and examples are shown that may be of



contribution in the didactic plane, so that the classes are richer both in the pedagogical and scientific aspects.

### Keywords

Models – Abstraction – Educational community – Mental operations

### Para Citar este Artículo:

Obispo Asencios, Christian Andrés; Asencios Trujillo, Lucia y Aguirre Chávez, Felipe. El papel de los modelos en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Revista Inclusiones Vol: 9 num 2 (2022): 130-146.

Licencia Creative Commons Attribution Non-Comercial 3.0 Unported  
(CC BY-NC 3.0)

Licencia Internacional



## Introducción

Cuando se hace referencia a un modelo<sup>1</sup>, la palabra sintetiza varios campos, acciones u objetos de la realidad objetiva. Así, para poder llegar a definiciones útiles y aplicables a la vida, un modelo puede ser:

- a) La Representación de la realidad en pequeña escala para reproducirla a escala real de forma utilitaria.
- b) Aquello que se apoya en las escalas, y utilizando las propiedades, formas y características de un objeto, lo representa para analizar y aplicar su comportamiento.
- c) Persona que por sus acciones morales o ejemplares demostradas por comportamientos, constituye un patrón que se debe seguir e imitar.
- d) Persona que exhibe prendas de vestir en desfiles, pasarelas, o campañas publicitarias como útil medio de propaganda.
- e) Estructuras simplificadas lo suficiente conocidas, que se emplean para investigar la naturaleza de los fenómenos que los científicos desean explicar.

Aunque todas las definiciones anteriores son válidas, la última es la que se adecua mejor a nuestro objeto de estudio ya que se sitúa directamente en la investigación de las ciencias naturales y en su explicación. no obstante, a ello, a partir del surgimiento del mundo moderno, la aplicación de los modelos en la tecnología es vital y popularmente se concibe al modelo como parte indispensable y a la vez inicial de las acciones económicas, fabriles o comerciales ante cualquier tipo de innovación.



Figura 1  
Modelo a escala de un avión en un túnel aerodinámico.  
Fuente: Recuperación de gettyimages.pt

Y de igual forma, es común que los estudiantes de carreras de la construcción presenten sus proyectos y modelos ante un tribunal examinador; además los arquitectos e ingenieros civiles construyan maquetas<sup>2</sup> de edificios y planes directores de barrios, distritos y ciudades, al igual que los ingenieros militares reproducen a pequeña escala los futuros campos de batalla para trazar sus estrategias.

<sup>1</sup> Mariana Pérez, "Definición de Modelo". (Concepto Definición, 2021). Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/modelo>

<sup>2</sup> Jaime Sarmiento, "Maquetas y prototipos como herramientas de aprendizaje en arquitectura", *Arquitectura y Urbanismo* Vol: XXXVIII, num 2 (2017): 43-52.

Es decir que con funciones semejantes, el papel de los modelos y su comportamiento hoy en día es determinante para los fines prácticos que se deseen conseguir.

En cuanto a las ciencias naturales y su aprendizaje, la definición de los modelos es muy heterogénea y se hace un tanto compleja. En ese sentido, Cassini emite el siguiente criterio:

La primera dificultad con la que se encuentra el estudio de los modelos científicos es la ambigüedad del propio término “modelo”. Este es un término polisémico que tiene una diversidad de significados y usos, tanto en el discurso de los filósofos de la ciencia como en el de los propios científicos<sup>3</sup>.

De la misma división conceptual entre las ciencias formales<sup>4</sup> como las matemáticas, la lógica, las ciencias económicas, etc y las ciencias fácticas<sup>5</sup> como la física, la química, biología, etc, hace que el mismo vocablo modelo tenga sus acepciones, y no sólo eso, también que presente diferentes funciones en el mundo de las investigaciones científicas que revelan la realidad en la naturaleza y la explicación de la causa de diferentes hechos y fenómenos. por ejemplo, los modelos atómicos ajustados por una parte al pragmatismo y por otra a los resultados inequívocos de los sucesos que traían como consecuencia, fueron explicando los fenómenos externos que tienen presencia y tangibilidad a medida que surgían las dudas ante nuevos hechos que los modelos anteriores no explicaban. en este caso, se presenta a modo de ejemplo, un esquema simplificado y resumido de los principales modelos atómicos<sup>6</sup>.

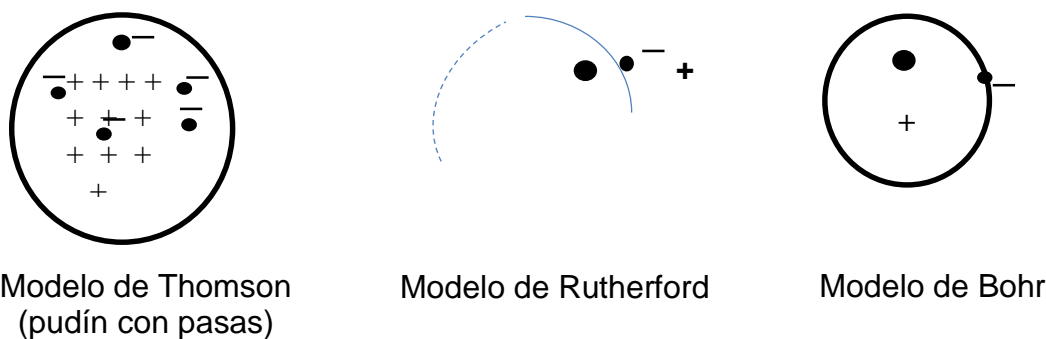


Figura 2  
Modelos atómicos más importantes para la explicación de la materia  
Fuente: elaboración propia

<sup>3</sup> Alejandro Cassini, Modelos científicos (En Diccionario Interdisciplinar Austral. 2016). Disponible en: [http://dia.austral.edu.ar/Modelos\\_científicos](http://dia.austral.edu.ar/Modelos_científicos)

<sup>4</sup> Enrique Rus, “Ciencia formal”, Economipedia.com, 01 de junio. 2021. <https://economipedia.com/definiciones/ciencia-formal.html>

<sup>5</sup> Mario Bunge, La ciencia su método y su filosofía (Buenos Aires: De Bolsillo, 2009).

<sup>6</sup> Marina López, “Evolución del modelo atómico”, U.A.E.H. Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria Vol: 10 num 4 (2017): 5. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index>.

Estos tipos de modelos daban explicación a los fenómenos provenientes de la existencia de la materia. El primer modelo llamado pudín con pasas formulado en 1904, daba explicación a la distribución de los elementos de la tabla periódica, y según Thomson el átomo consistía en una masa compacta donde se concentraban las cargas positivas, mientras que los electrones negativos, estaban incrustados dentro de esa gran masa como las pasas en un pudín, pero este modelo no satisfacía otros fenómenos y propiedades de la materia.

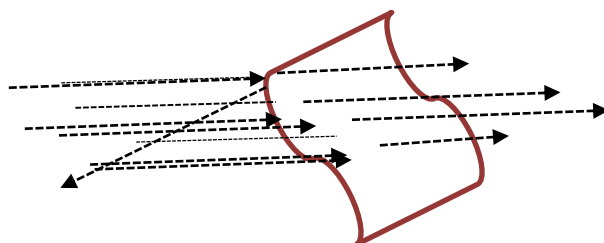


Figura 3

Experimento de Rutherford donde se bombardea con cargas positivas una fina lámina de oro

Fuente: Elaboración propia

Poco tiempo después, en 1911 un alumno de Thomson, Ernest Rutherford a través de un experimento donde observó que una fina lámina metálica dejaba pasar las partículas  $\alpha$  (positivas) y sólo una pequeña parte de ellas rebotaba en contradicción práctica con el modelo de Thomson, construyó otro modelo atómico donde se suponía que las cargas positivas se concentraban formando una pelotita y los electrones de carga negativa giraban alrededor de ella, pero esto suponía un gran problema: según este modelo y la conocida ley cualitativa de los cuerpos cargados, las cargas positivas atraen a los electrones como ilustra la figura 2, hasta unirse y desaparecer la materia; por tanto, este tampoco satisfacía las expectativas en cuanto a otros fenómenos que se presentaban.

Más tarde, en 1913, el danés Niels Bohr construyó otro modelo bastante similar al concebido actualmente donde los electrones se mueven alrededor de los protones mediante orbitales fijos de determinado nivel energético, y para pasar de un nivel a otro, necesita captar o desprender energía. Entonces, ya dicho modelo satisface la mayoría de los fenómenos y estados de la materia incluyendo su movilidad constante como se concibe en los actuales (vigentes desde 1926). Fue tan importante la sustentación de dichos modelos atómicos que, tanto a Thomson como a Rutherford y Bohr se les otorgó el premio Nobel en sus años correspondientes.

Las ejemplificaciones anteriores ilustran otros tipos de modelos que, a diferencia de las maquetas y otros modelos físicos, miden comportamientos durante momentos históricos dados, apoyándose en los tipos de escala para su reproducción a nivel práctico. Quiere decir esto que, los modelos como los atómicos son mucho más complejos pues su fiabilidad se mide a través de los resultados y el grado de satisfacción en cuanto a la explicación de un hecho utilizando la abstracción, que va decantando la posibilidad de ser válido o no, según satisfaga la respuesta ante un hecho o fenómeno no explicado hasta ese momento.

Este concepto realista de los modelos y sus idealizaciones ha sido objeto de varios debates y análisis caracterizándolos de acuerdo a sus funciones y a su practicidad donde el científico usa la abstracción como operación mental. Por ejemplo, Morrison señala que

“no todos los modelos que se emplean en la física pueden desidealizarse incorporando nuevos parámetros y variables dinámicas, o cambiando los valores a las ya existentes”<sup>7</sup>.

Ante esta afirmación, podemos argumentar que en las ciencias fácticas se emplean diferentes modelos para explicar un mismo fenómeno o conglomerado de fenómenos, y un ejemplo de ello lo tenemos en las leyes de los gases ideales donde a través de la ecuación de estado  $p \cdot v = nrt$  se pueden deducir dichas leyes. a la vez, esta ecuación de estado surgió de un modelo imaginario de un gas encerrado en un paralelepípedo como el que ilustramos:

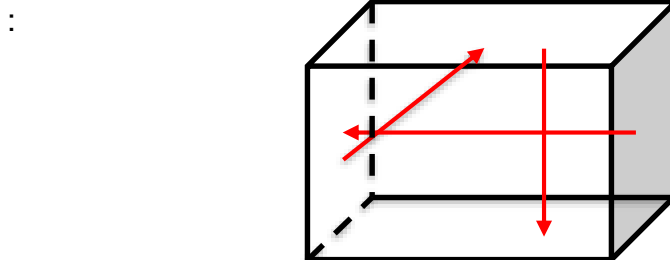


Figura 4

Modelo estereométrico imaginario para deducir la ecuación de estado de un gas ideal

Fuente: elaboración propia

En este modelo geométrico, al gas ideal se le considera formado por diminutas esferas elásticas ideales (sin volumen) que rebotan probabilísticamente en las seis caras de la caja imaginaria y mediante operaciones matemáticas simples se llega a la ecuación de estado más conocida, o sea:  $P \cdot V = nRT$  donde  $P$  es la presión del gas,  $V$  el volumen que ocupa,  $n$  el número de moles,  $R$  es la constante de los gases ideales y  $T$  la temperatura absoluta. Lo curioso es que este modelo imaginario se apoya en modelos matemáticos, y estos a la vez se convierten en modelos que definen a las Leyes de los Gases Ideales que luego servirán de sostén para los estudios de Termodinámica.

### Algunos tipos de modelos y sus exigencias

Según los avances de la propia sociedad, en los procesos investigativos, han existido y siguen surgiendo distintos tipos de modelos que perfeccionan y dan transparencia a la comprensión de los fenómenos y hechos. Así se podrían nombrar:

a). A los modelos como mediadores de las teorías que, son aquellos que actúan como soporte para que los supuestos teóricos sean más cercanos o familiares a nuestra lógica, haciéndose usual en el ámbito científico para aquellos objetos de la realidad que aun siendo microscópicos los comparamos con objetos macroscópicos usuales y observables en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, a los estudiantes de Física y Química es usual ponerles el ejemplo en cuanto a las dimensiones del átomo, donde el núcleo sería una esfera del tamaño de la cabeza de un alfiler situado en el piso de la bóveda interior de una gran catedral, mientras que los electrones moviéndose en su primer orbital, estarían situados, girando muy pegados al arco de la bóveda. Es decir que en esta representación, el modelo actúa como mediador del modelo teórico atómico propuesto por Bohr para convertirlo en visible.

<sup>7</sup> Margaret Morrison, “Models, Measurement and Computer Simulation: The Changing Face of Experimentation”, *Philosophical Studies*. Vol: 143 num 1 (2009): 33-57.

b). Los modelos como representaciones son mucho más complejos que los mediadores anteriores desde el punto de vista filosófico, y precisamente de todas las discusiones y análisis naturalistas, se desprende que los modelos representativos se adaptan a la cualidad: semejanza, más que a otras representaciones de tipo lingüísticas, concretas o matemáticas. Aunque para los filósofos, ellos aún actuando como representaciones, no son puramente abstractos, sino que poseen algún tipo de soporte material que los considera concretos, aunque manipulables para la ciencia. De ahí su valor epistemológico. Al respecto, Cassini a decir de Tarja Knuuttila<sup>8</sup>, propone considerar a los modelos como “artefactos epistémicos susceptibles de desempeñar una pluralidad de funciones, entre las cuales, la de representar los fenómenos podría ser solo una más. Según Knuuttila, los modelos son instrumentos construidos con un propósito específico y sirven como útiles externos al pensamiento”. En este caso, el autor no niega que dichos modelos también actúan como mediadores de las teorías para resultar más lógicamente perceptibles y comprensibles.

c). Los modelos como aproximaciones inductivas también han resultado muy útiles en el campo de la ciencia. Existen varios ejemplos de ello, pero hay uno que resalta en todos los estudios de la Física Molecular. Nos referimos al movimiento browniano, donde a través del movimiento de partículas de polen visibles en un microscopio común, el botánico Robert Brown en el siglo XIX, ya predijo el movimiento aleatorio y caótico de las moléculas; es por ello que este movimiento sirvió como modelo matemático dentro de los procesos estadísticos relacionados con el átomo. De aquí, la inducción mental a la que llegó el biólogo británico, suponiendo que, si los granos de polen observados a través del microscopio se movían de esta forma, de la misma manera lo harían las moléculas internamente. Muchos años después, otros científicos, incluyendo el propio Albert Einstein, ampliaron este estudio estadísticamente, lo cual sirvió de base conceptual a la ciencia en general.

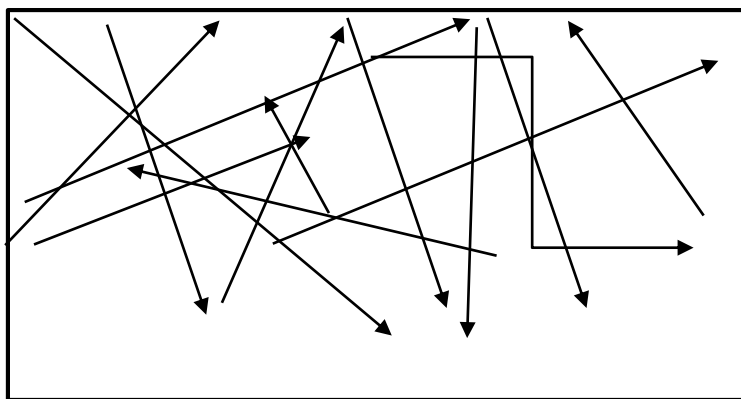


Figura 5  
Representación aproximada de un recorrido aleatorio discreto  
de las partículas brownianas  
Fuente: Elaboración propia

d). Los modelos de ficción, a diferencia de otras ficciones como las literarias o cinematográficas, que tienden a ser incompletas, porque presentan un número bastante reducido de propiedades de la realidad (como por ejemplo los llamados “superhéroes” que mezclan algunas características de los seres humanos para convertirlos en más creíbles, pero que se apoyan básicamente en lo imposible o ficticio).

<sup>8</sup> Alejandro Cassini, Modelos científicos...

Sin embargo, los modelos ficticios se apoyan en las propiedades más singulares e importantes que profundizan en las consecuencias como lo hacen los modelos de representaciones. el ejemplo más claro de ello es el modelo del péndulo simple o péndulo matemático donde galileo propuso sus leyes de isocronismo<sup>9</sup> dadas en la ecuación matemática para calcular el período con la forma.

$$P = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$
 De donde P es el período de oscilación, l es la longitud del péndulo, y g es el valor de la aceleración de la gravedad.

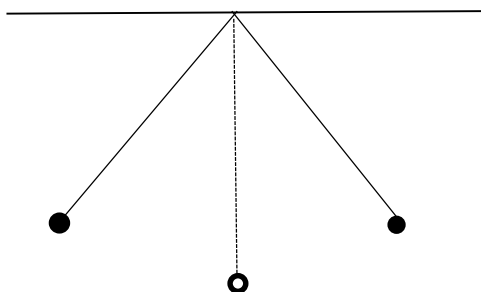


Figura 6  
Representación del péndulo matemático o simple  
Fuente: elaboración propia

Este es un modelo que se puede considerar ficticio y nos lleva a otro modelo matemático expresado por la ecuación para estudiar las ecuaciones del Movimiento Armónico Simple que constituyen la base metodológica para la comprensión ulterior de las ondas.

e). Finalmente, nos referiremos a los modelos con simulaciones de computación que aprovechan el actual auge y desarrollo de esta ciencia informática y se extienden a todo tipo de ciencia incluyendo a las sociales. Estos tipos de modelos se caracterizan porque se apoyan en el concepto de representación proporcionando la caracterización de un modelo físico y su evolución de una manera muy semejante a la realidad. Por ejemplo, se pueden representar mediante simulaciones, el crecimiento de una planta y sus partes o de cualquier organismo que se desee estudiar, el movimiento de los glóbulos rojos, el movimiento interno del corazón, etc.

En resumen, todos los modelos y sus tipos han servido de garante epistemológico a través del decursar histórico, y los mismos han ido perfeccionándose para poder explorar mejor los hechos y fenómenos tanto naturales como sociales cumpliendo un requisito que debe ser común: los modelos relacionados con un objeto deben ser más simples en su forma y comportamiento que la realidad a estudiar.

<sup>9</sup> Las leyes de isocronismo del péndulo simple constituyen un modelo matemático que sirve de base para el estudio de las oscilaciones y ondas mecánicas que luego se utilizan en la explicación de las ondas electromagnéticas y su comportamiento.

## Los modelos en la didáctica de las Ciencias Naturales

Para el desarrollo de las investigaciones en las clases de Ciencias Naturales, el profesor recurre constantemente a los modelos de un tipo o de otro. Incluso, dentro de las clasificaciones anteriores hay muchos aspectos coincidentes, por lo que, de acuerdo a las características del tema dentro de una especialidad, se han de escoger aquellos modelos que sean lo suficientemente utilitarios para la investigación y comprensión de un problema. Escojamos algunos ejemplos de utilización de modelos, tanto a nivel básico como a nivel superior para la comprensión de un contenido específico.

a). La estructura del ADN tiene forma de doble hélice



Figura 7

Representación estructural de las moléculas de ADN.

Fuente: recuperado de ibdciencia.com (foto disponible)

El modelo de ADN de doble hélice fue propuesto en 1953 conjuntamente por Watson en Estados Unidos y Crick en Gran Bretaña, resultando un gran descubrimiento. En este caso, el modelo se puede clasificar dentro de los de representación, ya que su disposición molecular es microscópica y se puede reproducir visualmente a través de esquemas, dibujos, o figuras espaciales sencillas, aunque también se puede clasificar dentro de la simulación computacional y es imprescindible su representación en el aula para explicar su comportamiento en la clase correspondiente de Biología.

La presentación de este tipo de modelo en la clase referida es vital para la comprensión microscópica del comportamiento a nivel molecular del ácido desoxirribonucleico como el material hereditario que contiene la información necesaria en los seres humanos y en casi todos los otros organismos, por tanto, cuando no existía este modelo hasta la primera mitad del siglo XX, en la referida ciencia, tanto los libros de texto como los profesores en su docencia, estaban bastante limitados para dar una explicación convincente al respecto.



b). El efecto Bernoulli:

Para comprender en el aula una serie de fenómenos de carácter tecnológico cuya base radica en una ley general o restringida, se usa otro tipo de modelo como el que detallaremos a continuación, basado en la “Ley de Conservación de la Energía” aunque de forma indirecta:

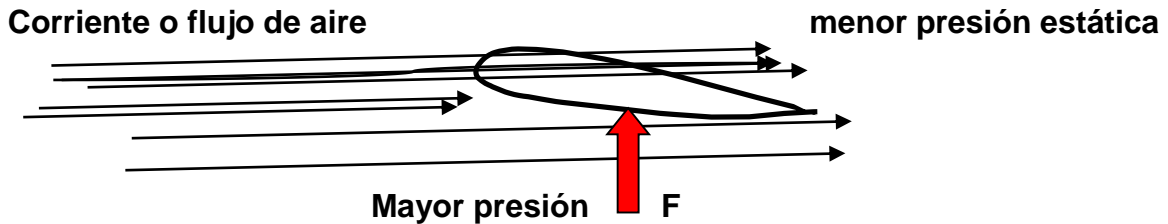
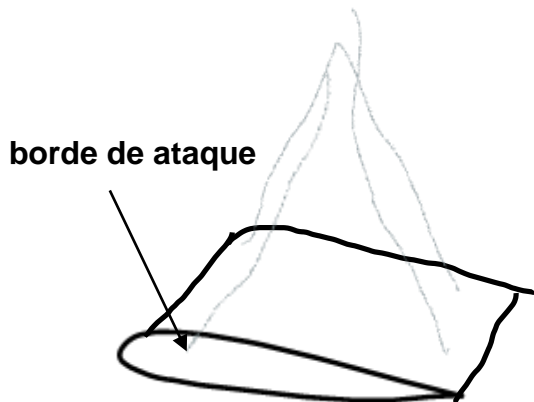


Figura 8  
Representación de un ala de cartón en un tubo de corriente.  
Fuente: elaboración propia

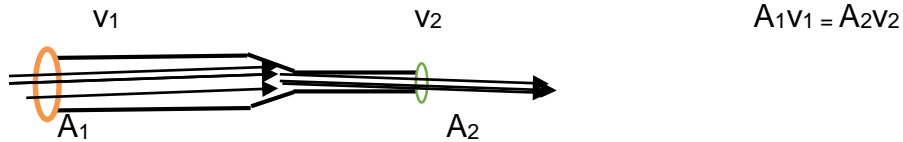
En este caso, antes de plantear la ecuación de Bernoulli, se utiliza a modo de motivación, un modelo físico a escala de un ala de cartón u otro material ligero fácil de construir, frente a un ventilador para observar que asciende ante la pregunta: ¿Por qué vuelan los aviones? En realidad, lo anterior no es un experimento inductivo; es sólo una demostración de un hecho real utilizando un modelo físico a pequeña escala donde su único objetivo es demostrar cómo las alas se levantan utilizando la ecuación de Bernoulli que, no es más que una forma o aplicación de la Ley de Conservación de la Energía como se ha subrayado anteriormente.

El sencillo modelo, se puede construir de cartón simple o cartulina, uniéndolo con cinta adhesiva; luego suspenderlo de unos hilos y colocarlo frente a un ventilador. En realidad, este es un modelo de la sección de un ala de un avión normal experimentado por vez primera por los hermanos Wright<sup>10</sup> en 1903 cuando se dieron cuenta de la forma que tenían las alas de los pájaros.



<sup>10</sup> Wilbur y Orville Wright crearon el primer avión el 17 de diciembre de 1903 en Estados Unidos.

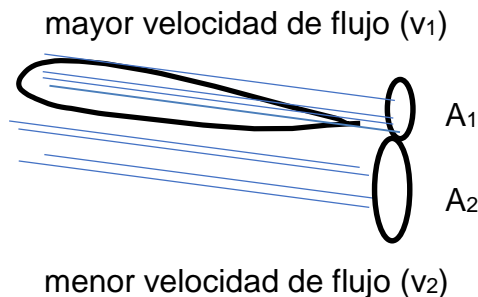
La explicación física, a nivel elemental se deduce utilizando la ecuación de Bernoulli, pero el profesor se apoya en el modelo físico con el ala frente al ventilador como un elemento didáctico introductorio: Para ello, comienza utilizando la ecuación de continuidad o ecuación de Da Vinci para un tubo de corriente:



De donde es demostrable que la velocidad del flujo y el área del tubo son inversamente proporcionales. Es decir, a menor área, mayor velocidad del fluido de líquido o gas, y viceversa.

En el caso del ala, se debe analizar la figura 8 donde en la parte anterior de la misma, llamada borde de ataque, por la forma similar a la de las aves, se crea un torbellino, y el flujo se divide en dos partes.

Debido a ello, las líneas de corriente del aire estarán más apretadas en la parte superior, mientras que, en la inferior, ligeramente más plana, estas líneas están más espaciadas ocupando transversalmente más área de flujo como se indica en el dibujo simplificado que se muestra a continuación:



Como  $A_1v_1 = A_2v_2$ , es evidente que la velocidad del flujo de aire es menor en la parte inferior del ala, es decir:  $v_2 < v_1$ . Entonces, aplicando la ecuación de Bernoulli como consecuencia de la Ley de Conservación de la Energía. De donde:

$$\frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + p_1 = \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + p_2$$

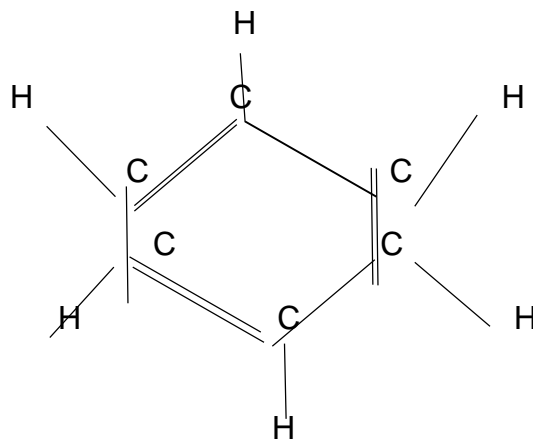
Aclarando e interpretando la ecuación anterior, tanto en el miembro izquierdo como en el derecho de la ecuación, para que se cumpla la ley, los valores energéticos en ambos lados deben mantenerse constantes.

- $\frac{1}{2}\rho \cdot v^2$  ➡ Carga Cinética
- $\rho \cdot g \cdot h$  ➡ Carga Potencial
- $p$  ➡ Carga de presión

Es decir que estos factores energéticos deben mantenerse constantes según la Ley de Conservación. Entonces, donde disminuya la velocidad, debe aumentar la presión para que se cumpla la igualdad; y al aumentar la presión, también lo hace la fuerza, llamada en los aviones, fuerza de sustentación como aparece en la figura 8 indicada con una saeta roja. He aquí que, el modelo aparte de servir como motivación en una clase también es reafirmatorio en la comprobación del suceso.

## c). Los MRM o Modos de Representación de Modelos en el aprendizaje de La Química:

En las clases (sobre todo de Química Orgánica donde las estructuras suelen ser algo más complejas y pueden abarcar las tres dimensiones espaciales), lo tradicional era que el profesor representara dichas estructuras en el pizarrón abarcando sólo dos dimensiones en el espacio plano que nos proporciona la pizarra. Desde luego que el modelo como representación, de por sí presenta limitaciones cuando lo mostramos en dos planos y en algunos casos de estructuras más complejas, el estudiante no adquiere una imagen exacta de la realidad, así, por ejemplo, en la pizarra se representaba al benceno así:



Como se puede observar, esta estructura representada a los alumnos en la pizarra, les puede resultar algo compleja y por lo tanto, difícil de entender, sin embargo, esta misma representación, con unos simples palillos (como los conocidos palitos chinos), y unos trozos de plastilina de diferente color, puede resultar mucho más asequible cuando el propio estudiante, represente por sí mismo esta estructura molecular a través de un modelo de representación.

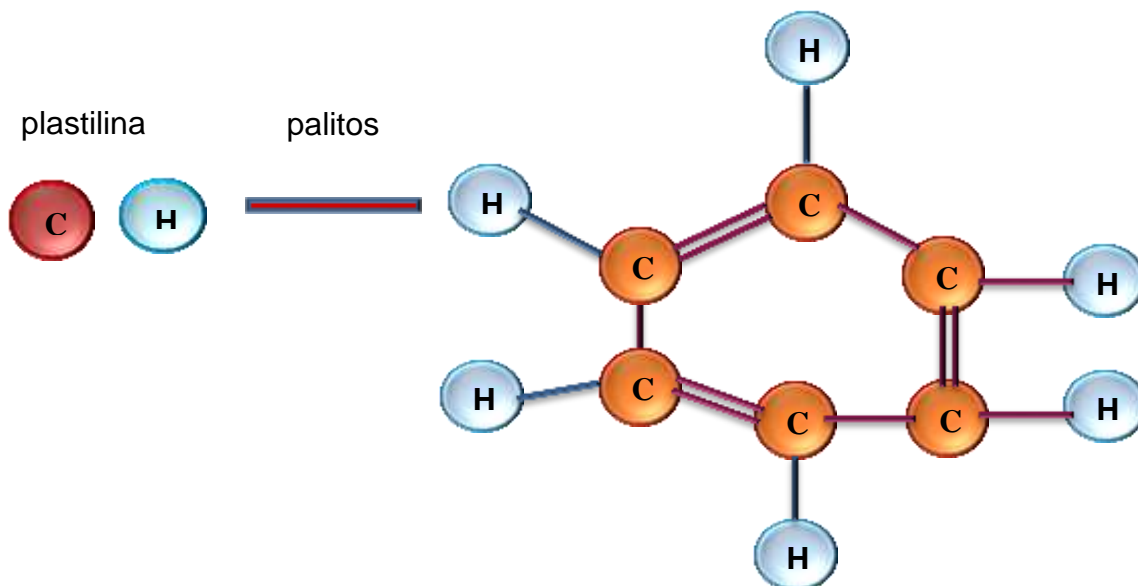


Figura 9

Representación espacial de una molécula de benceno con materiales sencillos.

Fuente: Elaboración propia

En este caso existen varias ventajas: el alumno mismo construye su estructura motivándose mucho más a través del modelo creado por él, también adquiere una visión tridimensional de la sustancia estudiada con más nivel de información, acercándose lo suficiente a la realidad del verdadero conocimiento, además de adquirir habilidades en representar otros modelos moleculares, incluso por iniciativa propia.

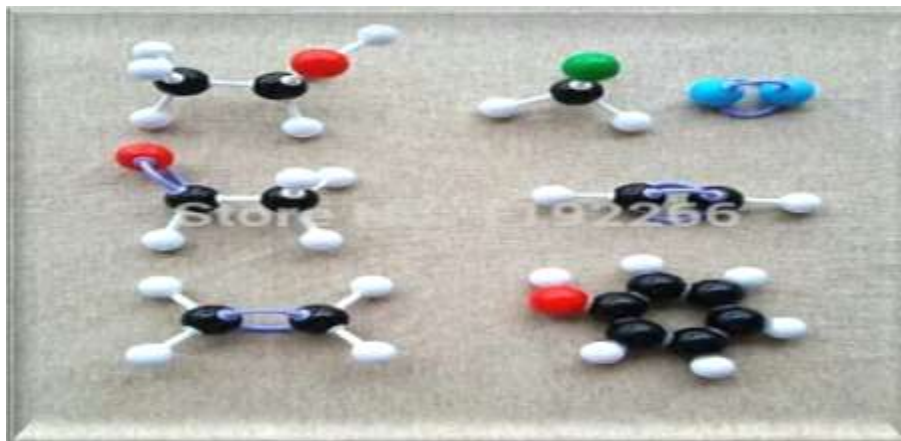


Figura 10  
Modelos moleculares plásticos de Química Orgánica

Los tipos de modelos de representación han sido los más utilizados históricamente como complemento didáctico en la enseñanza de las ciencias, aunque en los últimos años con el auge de la informática, los modelos con simulaciones de computación los están desplazando en parte, aunque los primeros sean más ventajosos, ya que se pueden manipular y son más susceptibles para mediciones y operaciones reales.

### Un interesante experimento didáctico y sus resultados

Dos de los autores del presente trabajo, quienes vienen desarrollando sus clases de manera virtual a estudiantes que laboran en el nivel básico, debido a las circunstancias conocidas por todos, orientaron escoger dos grupos al azar de una misma Secundaria de Lima Metropolitana<sup>11</sup> para explicar el fenómeno de la difusión y el movimiento molecular, siendo estos grupos, lo suficientemente homogéneos en cantidad y rendimiento de los estudiantes, con la diferencia que, se le encargó al grupo F en pleno, realizar un modelo experimental, desarrollarlo y observarlo, mientras que al grupo G sólo se les orientó que indagaran bibliográficamente sobre el fenómeno, su concepto y las consecuencias derivadas.

En esta clase específica, al grupo F que contaba con una matrícula de 32 alumnos se les orientó:

- Primero : Viertan agua en un vaso de vidrio transparente.
- Segundo : Preparen una solución de agua con azúcar y coloréenla.
- Tercero : Viertan con una pipeta, el agua coloreada en el fondo del vaso.
- Cuarto : Colocar el vaso en un lugar donde no se someta a un mínimo movimiento.
- Quinto : Observar durante dos días, y hacer un informe de lo observado.

<sup>11</sup> La Dirección del centro accedió gentilmente a aplicar el modelo experimental, así como a las preguntas hechas a alumnos de ambos grupos, aunque sin revelar el nombre del centro.

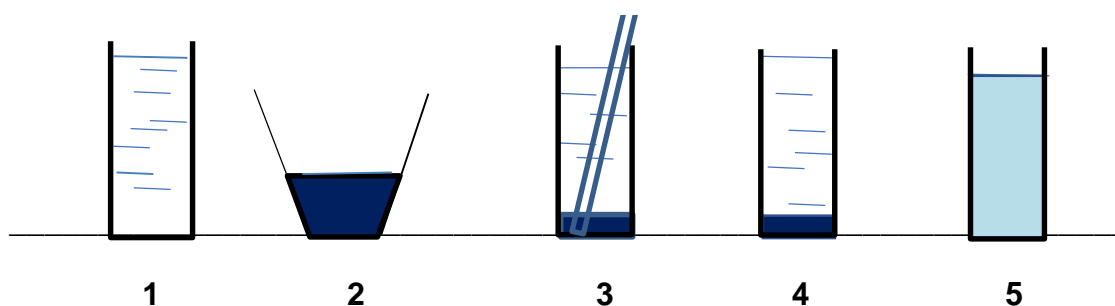


Figura 11  
Secuencia del modelo experimental  
Fuente: elaboración propia

Después de culminar la unidad sobre comportamiento de las moléculas, se les aplicó un sencillo cuestionario, tanto al grupo F (de 32 alumnos) que aplicaron el modelo, como al grupo G (de 30 alumnos) al que sólo se le orientaron trabajar con referencias bibliográficas y respecto al tema, hacer un informe.

El instrumento aplicado para ambos grupos, y sus resultados se ofrecen comparativamente a continuación:

GRUPO F (32 alumnos)

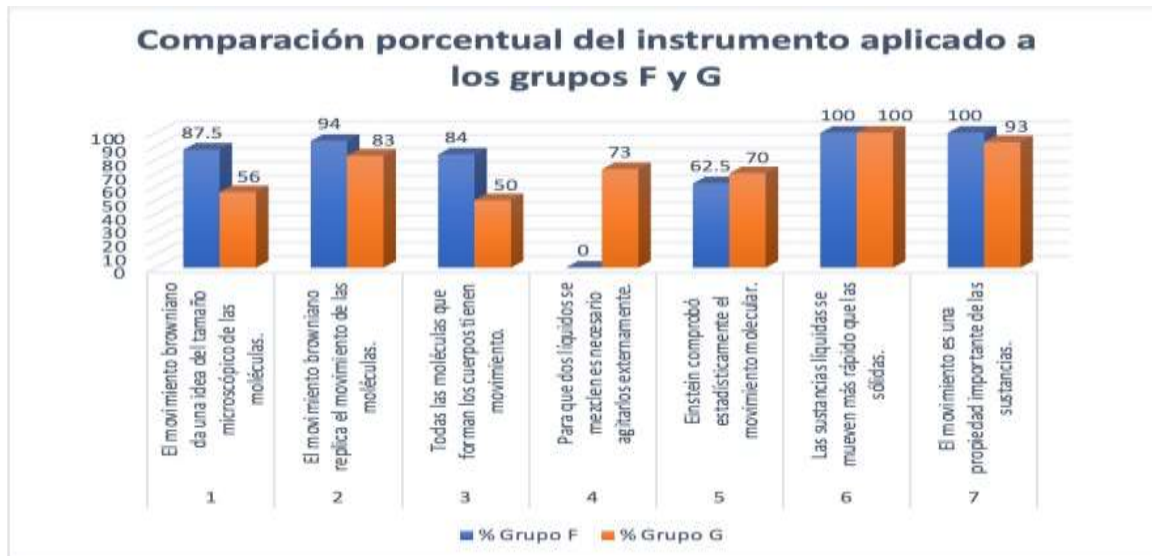
Nº	Reflexiones conceptuales	SI	NO	%
1	El movimiento browniano da una idea del tamaño microscópico de las moléculas.	28	4	87.5
2	El movimiento browniano replica el movimiento de las moléculas.	30	-	94
3	Todas las moléculas que forman los cuerpos tienen movimiento.	27	5	84
4	Para que dos líquidos se mezclen es necesario agitarlos externamente.	0	32	0.0
5	Einstein comprobó estadísticamente el movimiento molecular.	20	12	62.5
6	Las sustancias líquidas se mueven más rápido que las sólidas.	32	0	100
7	El movimiento es una propiedad importante de las sustancias.	32	0	100

Tabla 1  
Resultados del grupo experimental  
(Elaboración propia a partir de las respuestas)

GRUPO G (30 alumnos)

Nº	Reflexiones conceptuales	SI	NO	%
1	El movimiento browniano da una idea del tamaño microscópico de las moléculas.	18	12	56
2	El movimiento browniano replica el movimiento de las moléculas.	25	5	83
3	Todas las moléculas que forman los cuerpos tienen movimiento.	15	15	50
4	Para que dos líquidos se mezclen es necesario agitarlos externamente.	22	8	73
5	Einstein comprobó estadísticamente el movimiento molecular.	21	9	70
6	Las sustancias líquidas se mueven más rápido que las sólidas.	30	0	100
7	El movimiento es una propiedad importante de las sustancias.	28	2	93

Tabla 2  
Resultados del grupo experimental  
Elaboración propia a partir de las preguntas y respuestas



Gráfica 1  
Resultado comparativo de ambas tablas  
Elaboración propia a partir de las preguntas y respuestas

## Comentario

Se debe aclarar, que el método empleado mediante la utilización de modelos actuando como mediadores, también puede clasificarse como representaciones, y fue utilizado sólo en un grupo y nada más en la clase de movimiento molecular. También se puede observar a simple vista que la muestra fue bastante uniforme en cuanto a número de alumnos de un mismo plantel, aunque se trabajó para la gráfica con relaciones porcentuales, y así poder valorar mejor las diferencias y analogías.

El núcleo conceptual radica en dos propiedades de la materia, es decir: el movimiento de las moléculas y su tamaño relativo, y como se observa en la gráfica, hay diferencias en algunos aspectos del grupo experimento frente al grupo testigo como las siguientes:

Primero: Los alumnos que trabajaron con el modelo experimental, de inicio tienen una idea más sólida y convincente del tamaño de las moléculas (87,5% contra 56%)

Segundo: De igual forma, los primeros tienen una idea más certera de que el movimiento browniano es así mismo un modelo del movimiento molecular, aunque con menor diferencia comparativa.

Tercero: Con el experimento, los alumnos aprecian significativamente, que todas las moléculas poseen movimiento (84% contra 50%).

Cuarto: Esta fue la única de las siete preguntas donde los valores indican condiciones adversas (como se aprecia en la gráfica) y todos los que hicieron el experimento contestaron correctamente, mientras que a los que se les orientó adquirir el conocimiento por otra vía (el 73%) llegaron a un concepto erróneo.

Quinto: En las otras tres respuestas hubo cierta proximidad entre ambos grupos, ya que como se observa, los conceptos abordados en ellas, no surgieron propiamente del modelo experimental.

## Conclusiones

A través de estas páginas se han sintetizado varios aspectos referentes a los modelos como recursos probados en el desarrollo de la sociedad sobre todo en el conocimiento de las ciencias naturales y en los descubrimientos que gracias a ellos han encontrado respuestas. desde luego que estos modelos aplicados a la enseñanza y sobre todo al aprendizaje, resultan un vehículo formidable para aprender de forma más profunda y a la vez rápida, aunque también hay que recalcar que este artículo sólo nos remite a algunas muestras, ya que acerca de ellos se puede escribir mucho más y que todavía quedan aspectos que llevados a la práctica enriquecerían al proceso docente educativo, tanto en lo cognitivo como en lo educativo, además de ajustarse de forma más armónica a los actuales métodos constructivistas que han devenido en un paradigma en los sistemas educacionales actuales.

## Bibliografía

Bunge, Mario. La ciencia su método y su filosofía. Buenos Aires: De Bolsillo.2009.

Cassini, Alejandro. Modelos científicos. En Diccionario Interdisciplinar Austral. 2016. Disponible en: [http://dia.austral.edu.ar/Modelos\\_científicos](http://dia.austral.edu.ar/Modelos_científicos)

López, Marina. "Evolución del modelo atómico". U.A.E.H. Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria Vol: 10 num 4 (2017): 5. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index>.

Morrison, Margaret. "Models, Measurement and Computer Simulation: The Changing Face of Experimentation". Philosophical Studies. Vol: 143 num 1 (2009): 33-57.

Pérez, Mariana. Definición de Modelo. Concepto Definición. 2021. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/modelo>

Rus, Enrique. "Ciencia formal". Economipedia.com, 01 de junio. 2021. <https://economipedia.com/definiciones/ciencia-formal.html>

Sarmiento, Jaime. "Maquetas y prototipos como herramientas de aprendizaje en arquitectura". Arquitectura y Urbanismo Vol: XXXVIII, num 2 (2017): 43-52.

REVISTA  
INCLUSIONES M.R.  
REVISTA DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS SOCIALES

CUADERNOS DE SOFÍA  
EDITORIAL

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Inclusiones**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Inclusiones**.