

# Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8.º EGB

VICENTE CAPUANO

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

GILDA DIMA

IVANA LORENA BOTTA

BEATRIZ FOLLARI

ANA DE LA FUENTE

ELENA GUTIÉRREZ

MARÍA TERESA PERROTTA

Universidad Nacional de La Pampa, Uruguay

---

## Introducción

Nuestro grupo de trabajo<sup>1</sup> se ha propuesto desde hace años el planteo de estrategias didácticas debidamente investigadas, para mejorar la enseñanza de temas que en general presentan dificultades tanto a los docentes como a los alumnos.

Numerosos trabajos de investigación educativa han mostrado las ideas que tienen los docentes acerca de la Ciencia, de la enseñanza y del aprendizaje (Gustafson y Rowel, 1995; Hasweh, 1996; Mellado, 1996; Porlán y Rivero, 1998; de la Fuente, *et al.*, 2006) y han evidenciado que asociadas a ellas existen rutinas estables para enseñar que resultan difíciles de cambiar (Copello Levy y Sanmartí Puig, 2001).

Por ello se piensa que es importante implementar acciones para ayudar a cambiar la formación de los profesores en cuanto a sus procesos de enseñanza, que repercutan en mejoras en el aprendizaje de los alumnos (Copello Levy y Sanmartí Puig, *ob. cit.*, 2001; Justi, 2006).

El tema que hemos estado analizando en los últimos años es "estructura atómica": primero trabajando con los alumnos a fin de conocer sus ideas (de la Fuente, *et al.*, 2003; Dima, *et al.*, 2000; Gutiérrez, *et al.*, 2000); identificando los conocimientos y las dificultades que éstos tienen en relación con el tema (Perrotta, *et al.*, 2005), luego con los docentes, atendiendo a sus concepciones sobre la ciencia y su

---

<sup>1</sup> El título del proyecto de investigación fue: "La enseñanza del tema Estructura de la Materia en la Educación General Básica y en la Educación Polimodal: Análisis de su situación actual; diseño, aplicación y evaluación de estrategias para su mejoramiento". Se desarrolló en el Dpto. de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, en el período 2000-2004.

**Revista Iberoamericana de Educación**

**ISSN: 1681-5653**

n.º 44/2 – 10 de octubre de 2007

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos  
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



enseñanza (de la Fuente, *et al.*, ob cit., 2006) y finalmente, planteando como estrategia la incorporación de los docentes en tareas de innovación para generar grupos de trabajo permanente.

Nuestros estudios anteriores sobre las ideas de los alumnos en el tema estructura atómica mostraron que los estudiantes sólo conocían el modelo de Bohr, al cual veían como una representación de la realidad y además, que la instrucción recibida no les permitía elaborar el concepto de transitoriedad de los modelos (Dima, *et al.*, 2004). Dado que la Física estudia distintos fenómenos utilizando modelos, es importante mostrarlos como construcciones provisorias e incompletas a través de estrategias que apunten a que el alumno construya este concepto (Iparraguirre, 1997; Mortimer, 2000; Capuano, *et al.*, 2001.b; Pavioni, 2001).

La ciencia recurre al uso de modelos para crear una situación menos compleja que puede ser estudiada. Por lo tanto, el modelo es una construcción imaginaria de un objeto o fenómeno (o un conjunto de ellos) que reemplaza a un aspecto de la realidad con la finalidad de poder realizar su estudio teórico (Aduriz-Bravo, 1999; Sánchez Blanco y Valcárcel, 2003; Galagosky, parte 1 y 2, 2004).

Los modelos se han construido a lo largo de la historia con el aporte de los diversos científicos. Estos los construyen personas que se apropian de ellos y van mejorándolos a medida que explican nuevos hechos. Debemos enseñar al alumnado que los modelos evolucionan a medida que no sean capaces de explicar algunos hechos (de Andrea González y Gómez Gómez, 2003; Domínguez Castiñeiras, *et al.*, 2003).

El equipo de investigación propuso la realización de un Seminario denominado "*Estudio de conceptos fundamentales de la Física Moderna (en particular de la estructura de la materia) y estrategias para el aula*", para convocar a un número reducido de docentes del nivel Polimodal y del tercer ciclo de la Educación General Básica (EGB 3). En él se abordó el tema desde lo disciplinar y lo pedagógico. Durante su desarrollo se fortaleció el vínculo que relaciona a la Universidad con los restantes niveles del sistema educativo, con un trabajo creativo, de participación voluntaria, innovador y con un fuerte contenido en investigación.

El núcleo formado en el Seminario compuesto por investigadores y docentes, tomó el compromiso de dictar el Taller que llevó como título "*El conocimiento del átomo. Su influencia en la vida del hombre: enfoque físico e histórico*". Como resultado del mismo surgieron numerosos trabajos presentados por los docentes participantes sobre estrategias para la enseñanza del tema en cuestión. Estos trabajos compartían la idea de presentar a los alumnos la evolución de los distintos modelos del átomo a través de un enfoque histórico.

Se seleccionó, entre los trabajos presentados por los docentes participantes en el taller, la propuesta (estrategia para desarrollar el tema en clase) que a nuestro criterio era la más factible, para llevar al aula. Ésta partía de ejemplos motivadores que conducían a la elaboración de un modelo y contemplaba además la evolución histórica de los modelos atómicos.

Como es sabido, aprender un concepto depende además de características referentes a la estructura cognitiva del estudiante, del concepto en sí y de la manera en como es abordado. Por ello la estrategia propuesta en el trabajo seleccionado fue elaborada para que un docente presentara el concepto de modelo en un contexto que mostró la necesidad de hacerlo. Con las actividades previstas, consideradas por los autores del trabajo como un material potencialmente significativo (Ausubel, *et al.*, 1996), se pretendió

que los alumnos comprendan el concepto de modelo, transformando en conocimiento la información brindada por el docente en la enseñanza de este tema, (Galagosky, ob cit., 2004).

El objetivo de este trabajo es comprobar si la estrategia aplicada influyó favorablemente o no en la comprensión, por parte de los estudiantes, de los conceptos estructura atómica y de modelos, en general, y en particular del concepto de modelo atómico y su evolución histórica.

## Metodología

Durante el año 2004 se tomaron los datos, considerando una muestra compuesta por alumnos que cursaban 8.º año de la EGB en dos Unidades Educativas de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, Argentina. En uno de los cursos, con 19 alumnos, se puso en práctica la estrategia. En el otro con 24 alumnos, tomado como testigo, el tema fue desarrollado sin aplicar la misma. Los contenidos mínimos presentados en el currículo correspondiente a ambos cursos son similares.

Con el fin de evaluar la estrategia se realizaron observaciones no participantes de clases y se implementó un cuestionario (Anexo 1) que fue administrado antes y después de la enseñanza del tema en el curso experimental y en el testigo. Los instrumentos que se usaron no se emplearon para calificar a los estudiantes sino para rescatar información que permitiera realizar juicios evaluatorios (Pruzzo de di Pego, 1999).

Los ítems que forman parte de este cuestionario pertenecen a otro elaborado por los integrantes de este proyecto, el cual fue validado oportunamente (Dima, *et al.*, ob cit., 2000). El primer ítem indaga sobre si el átomo es la parte más pequeña que constituye a seres vivos y no vivos. El segundo pretende averiguar con qué modelo representan los estudiantes al átomo y como está constituido el mismo. El tercero pregunta acerca de la distinción entre los átomos de diferentes elementos y el cuarto sobre una comparación de las masas de los constituyentes del átomo. En este trabajo solo se analiza el ítem 2.

La propuesta seleccionada fue aplicada en el Grupo Experimental por la docente regular del curso, que a su vez pertenece al grupo de investigación. Otro miembro del mismo, realizó observaciones no participantes (Hayman, 1979; Sabino, 1986; Wittrock, 1989; Taylor y Bogdan, 1996) de las clases dadas al Grupo Experimental para obtener información del contexto a fin de complementar el análisis de los datos obtenidos a partir del cuestionario.

La estrategia comenzó con la siguiente secuencia de actuaciones por parte del docente:

### Clase I

Se dividió el curso en cuatro grupos, los cuales se formaron a criterio de los estudiantes. A cada uno de ellos se le entregó una caja cerrada con varios elementos en su interior, que podían manipular tratando con los sentidos de descubrir "algo" acerca de su contenido. En cada una de las cajas el contenido era diferente (bolas de vidrio y metálicas, pelota de tenis, corcho, paralelepípedo rectangular de madera). Cada grupo tuvo oportunidad de trabajar con todas las cajas. Luego, las actividades realizadas por los estudiantes dieron respuesta a las siguientes consignas preparadas por el docente.

- ACTIVIDAD 1: "Traten de averiguar el contenido de las cajas entregadas a cada grupo. Planteen hipótesis posibles de las características del contenido de las cuatro cajas".
- ACTIVIDAD 2: "¿Qué propiedades del contenido de las cajas quisieran saber y no pueden percibir?".
- ACTIVIDAD 3: discutir entre los grupos de trabajo los resultados de las actividades 1 y 2, e identificar similitudes y diferencias entre las respuestas dadas por todos los grupos, respecto del contenido de cada una de las cajas.

## Clase II

Se sustenta la idea de que un modelo es una representación idealizada de la realidad que sólo tiene en cuenta algunos atributos de ella y que ayuda a comprender y explicar cómo funciona. Se distingue el modelo objeto del modelo teórico. En relación con la instrucción creemos que es importante mostrar a los alumnos que una misma realidad puede describirse por modelos distintos y que a medida que avanza el conocimiento se harán más detallados o profundos, (de Andrea González y Gómez Gómez, ob cit., 2003). Los medios que usamos permiten ver que hay teorías de caja negra, próximas a los fenómenos, de las que se pueden obtener sólo algunos datos.

La docente introdujo el concepto de modelo atómico basándose en las actividades realizadas en la clase anterior. Luego propuso:

- ACTIVIDAD 1: realizar la lectura y el análisis de un texto preparado por ella sobre la evolución del modelo atómico y sus principales características, con esquemas representativos de cada uno (Demócrito, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Chadwick y modelo atómico actual).
- ACTIVIDAD 2: discutir en grupos la lectura propuesta, realizar una puesta en común indicando las principales características enunciadas de los modelos atómicos y presentar un informe escrito sintético.

## Clase III

Se realizó el estudio de las características del átomo utilizando el "modelo actual" en forma descriptiva, sin profundizar los principios de la mecánica clásica y cuántica ni recurrir a cálculos matemáticos, debido a que en este nivel de escolaridad los alumnos no comprenden estos temas. Llamando "modelo actual" a aquel que incluye dentro del núcleo los protones y los neutrones, con los electrones moviéndose en zonas que rodean al núcleo llamadas orbitales. Generalmente se dice que este es el modelo de Bohr aunque no responde a la realidad histórica, dado que Bohr solo describió el átomo de hidrógeno y los neutrones fueron incorporados posteriormente.

Para ello se propusieron las siguientes actividades:

- ACTIVIDAD 1: realizar la lectura y el análisis de un texto sobre el átomo y sus características.
- ACTIVIDAD 2: discutir en grupos la lectura propuesta, realizar una puesta en común indicando las principales características del átomo actual y presentar un informe escrito sintético.

- ACTIVIDAD 3: resolver situaciones problemáticas sobre la conformación del átomo, con sus elementos constituyentes, su ubicación y su carga.

## Resultados y análisis de datos

- a) *De las actividades de la Clase I.* De las respuestas, en forma escrita de los alumnos y de las observaciones de clase, surgen las siguientes opiniones sobre las actividades realizadas.

TABLA 1  
Resultados de las actividades 1 y 2 llevadas a cabo en la clase I

| ACTIVIDAD 1: Hipótesis sobre propiedades acerca del contenido de las cajas    |                              |  |   |   |
|---|------------------------------|--|---|---|
| CAJA  | GRUPO 1                      | GRUPO 2  | GRUPO 3   | GRUPO 4                                 |
| 1<br>Un cuerpo de madera (paralelepípedo rectangular)                         | Sólido, rectangular, mediano | Sólido como ladrillo, rectangular (porque raspa la caja y produce un golpe seco) | Parece cuadrado y de madera (por los movimientos)         | Duro, con forma, pesado                 |
| 2<br>Una pelota de tenis  | Sólido, esférico y mediano   | Parece redondo, hueco, mediano, puede ser pelota de tenis                        | Parece esférico, redondo, una pelota por que rueda        | Liviano, redondo, rebota tiene forma    |
| 3<br>Bolas de vidrio y metálicas  | Esférico, sólido, pequeño    | Material de vidrio, de forma redonda, varias bolas (por el sonido).              | Parece que son redondas, ruedan, chocan, son bolas chicas | Pesado, sólido y redondo                |
| 4<br>Dos corchos  | Sólido, pequeño              | Son dos materiales distintos, uno corcho y el otro plástico (por el sonido)      | Parece cilíndrico, liviano y sólido                       | Sólido, liviano y cuadrado              |
| ACTIVIDAD 2: Propiedades del contenido de las cajas que no se pueden percibir |                              |  |   |   |
|   | Masa, color                  | Sabor, textura, color, masa, material  | Color, sabor, textura, forma exacta, etc.                 | Color, tamaño, textura, forma, material |

La puesta en común (Actividad 3) se llevó a cabo sin demasiadas discusiones, en razón de que las respuestas de los grupos en relación a los contenidos de las cajas, se caracterizaban por sus similitudes más que por sus diferencias.

Los resultados de estas tres actividades indican que los alumnos fueron capaces de formular hipótesis sobre algunas de las características de los elementos que contenían las distintas cajas. Por otro lado, señalaron que algunas de las propiedades de los mismos no podían detectarse con la caja cerrada. Esta limitación hizo evidente la necesidad de construir modelos para explicar el contenido de las cajas.

La docente hizo, de forma oral, reflexionar a los alumnos sobre sus ideas en relación con lo que es un modelo, y realizó preguntas con el propósito de constatar si asociaban, o no, este concepto con el significado que tiene en ciencia.

La profesora hizo notar a los alumnos que de la misma forma, los científicos a lo largo de la historia tuvieron que representar la realidad a través de modelos que explicaran los fenómenos.

Con estas acciones la docente, valorando las respuestas de los alumnos como base, facilitó que los mismos se aproximen a la idea de "modelo" con sus propias herramientas.

b) *De las actividades de las Clases II y III.*

Estas actividades se analizaron teniendo en cuenta la pregunta 2 del pretest y postest y de los documentos recopilados en estas clases (informes escritos y observación de clases).

Del análisis y los resultados obtenidos, se pueden realizar los siguientes comentarios:

La pregunta 2 a) pretende indagar sobre las ideas que tienen los alumnos acerca de la constitución del átomo. En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos. Las categorías, mutuamente excluyentes que figuran en esta tabla, fueron establecidas luego de leer minuciosamente las respuestas dadas por los estudiantes. La columna "Mejora" indica la diferencia de porcentaje entre el postest y el pretest o viceversa siempre teniendo en cuenta la dirección del progreso según si la pregunta fue formulada en "positivo" o en "negativo".

TABLA 2

Respuestas dadas a la pregunta 2 a) por ambos grupos, en las instancias de Pretest y Postest

|   | CATEGORÍAS              | GRUPO EXPERIMENTAL |          |        | GRUPO TESTIGO |          |        |
|---|-------------------------|--------------------|----------|--------|---------------|----------|--------|
|   |                         | Pre test           | Pos test | Mejora | Pre test      | Pos test | Mejora |
| P<br>r<br>e<br>g<br>u<br>n<br>t<br>a<br>2<br>a) | Esquema completo        | 11%                | 69%      | 58%    | 29%           | 71%      | 42%    |
|   | Diagrama incompleto     | 26%                | 5%       | 21%    | 38%           | 17%      | 21%    |
|   | Respuestas sin criterio | 26%                | 5%       | 21%    | 25%           | 4%       | 21%    |
|   | No contesta / No sabe   | 37%                | 21%      | 16%    | 8%            | 8%       | -      |

Se entiende por "esquema completo", el diagrama correspondiente al átomo actual tratado; por "diagrama incompleto" aquellos donde faltan elementos en el núcleo y/o en las órbitas o realizan el esquema sin nombrar los elementos constituyentes. Entre las respuestas "sin criterio" se incluyeron esquemas que ubican en cualquier lugar los elementos constituyentes y otros que dibujan el átomo como enlaces químicos.

Los alumnos, de ambos grupos, que realizan el esquema completo lo hacen tanto en el plano como en el espacio en la instancia pretest. En cambio para el postest todos los estudiantes del grupo experimental realizan esquemas en el plano y un porcentaje (38%) del grupo control realiza dibujos espaciales.

Hubo cuatro alumnos del grupo experimental, que no contestaron en el Pretest. Estos mismos estudiantes tampoco contestaron en el Postest.

La tabla 2 nos muestra que en las dos primeras categorías, el grupo testigo (29% y 38%) poseía un conocimiento previo sobre el tema superior que los del grupo experimental (11% y 26%). Sin embargo se observa que el porcentaje de mejora en el grupo experimental es mayor en la primera categoría y similar en la segunda, con respecto al grupo testigo.

La pregunta 2 b) pretende indagar si los alumnos poseen conocimiento sobre diferentes modelos de representación del átomo. En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos.

TABLA 3

Respuestas dadas a la pregunta 2 b) por ambos grupos, en las instancias de Pretest y Postest

|   | CATEGORÍAS            | GRUPO EXPERIMENTAL |          |        | GRUPO TESTIGO |          |        |
|---|-----------------------|--------------------|----------|--------|---------------|----------|--------|
|   |                       | Pre test           | Pos test | Mejora | Pre test      | Pos test | Mejora |
| P<br>r<br>e<br>g<br>u<br>n<br>t<br>a<br>2<br>b) | Conocen otro modelo   | 47%                | 69%      | 22%    | 25%           | 46%      | 21%    |
|   | No existe otro modelo | 11%                | 5%       | 6%     | 8%            | 16%      | - 8%   |
|   | No contesta / No sabe | 42%                | 26%      | 22%    | 67%           | 38%      | 29%    |

A pesar de que en la pregunta 2b no se solicita la realización de un esquema, un grupo de alumnos hizo un dibujo representando sus modelos. Por esta razón, se categorizaron las respuestas teniendo en cuenta si realizaron o no un esquema. Los integrantes del Grupo Experimental en el pretest, en el ítem "Conocen otro modelo" responden "Si" el 47%. Entre ellos no dibujan el esquema el 32%; dibujan núcleo y órbitas el 10% y contestan sin criterio realizando un esquema de inclusión (colocando la célula dentro de la molécula, ésta dentro del protón y ésta dentro del neutrón) el 5%. Para esta misma instancia el 12,5% de los alumnos del grupo testigo dibuja el núcleo y partículas en órbitas en forma espacial. El 12,5% restante reconoce la existencia de otro modelo pero no lo dibuja.

Para el postest la mayoría (el 58% del 69%, indicado en la Tabla 3) de los alumnos del grupo experimental realizan esquema o explican lo siguiente: cuatro alumnos (37%) dibujan el modelo de Demócrito (Agua y fuego), los restantes hacen el mismo esquema que realizaron en el apartado 2a) pero agregándole algunas características como el signo de las cargas y el esquema en forma espacial. El 38% (del 46%) de los integrantes del grupo testigo en la instancia postest dibujan o explican esquemas planos del átomo de Bohr con los protones, neutrones y electrones ubicados correctamente; la mayoría de ellos son los que realizaron esquemas espaciales del átomo en la pregunta 2a). Uno escribe que si el átomo fuera una cancha de fútbol el núcleo sería un insecto pequeño.

En el grupo experimental, dentro de las categorías "No existe otro modelo" y "No contesta / No sabe" los alumnos que dan estas respuestas suman el 31% en el postest, estos dieron la misma respuesta en el pretest.

Los resultados mostrados en el pretest y postest permiten realizar el siguiente análisis:

- El porcentaje alcanzado en el pretest por el grupo testigo, señala que sus integrantes tienen mayor conocimiento sobre la estructura atómica, (esquema completo e incompleto) (Tabla 2).
- El porcentaje de alumnos que realiza esquemas sin criterio en el pretest, es similar en ambos grupos (experimental y testigo) (Tabla 2).
- Es muy superior el porcentaje de alumnos del grupo experimental, respecto del grupo testigo, que indican en el pretest no saber o no responden (Tabla 2).
- La mayoría de las respuestas de los estudiantes de ambos grupos muestran que conocen únicamente el modelo atómico descrito en clase, de acuerdo a lo que se indica en los comentarios.
- Para el pretest ambos grupos obtienen un porcentaje importante en el ítem “No contesta / No sabe”, referido a la existencia de “otros modelos atómicos” (Tabla 3).
- Luego de la aplicación de la estrategia, se logró que la mayoría de los alumnos del Grupo Experimental aceptara la existencia de otros modelos atómicos. En el grupo testigo, en cambio, menos de la mitad de sus integrantes conocen la existencia de otros modelos; en este grupo se reafirma la idea de que sólo existe el modelo que hemos llamado actual.

El porcentaje de la mejora en el ítem “no existen otros modelos” es superior en el grupo experimental respecto al grupo testigo (Tabla 3). Con respecto al esquema del átomo (esquema completo e incompleto) el postest indica un progreso del grupo experimental respecto del grupo testigo. Era esperable que el grupo testigo tuviera un progreso menor, ya que conocían el tema, mientras que el grupo experimental poseía menos conocimientos iniciales.

El análisis de las observaciones realizadas en las clases II y III, sumados a la evaluación de los informes escritos y actividades realizadas por los alumnos, mostraron que las mismas despertaron el interés de los estudiantes. Participaron activamente de todas ellas y mantuvieron una fluida comunicación, con intercambio de ideas entre los miembros de los diferentes grupos. En las actividades se analizaron si los átomos son indivisibles, cuáles son las características de sus elementos constituyentes: masa, cargas, signo de las mismas, ubicación, orbitales, número atómico y número másico. Teniendo en cuenta el modelo de átomo tratado, se realizaron esquemas de distintos átomos señalando nombre, ubicación, cargas de las partículas que lo conforman.

## Conclusiones

Si bien se ha centrado el análisis en un aspecto limitado de la estrategia utilizada, se puede inferir que ésta ayuda a que los alumnos tomen conciencia de la necesidad del uso de modelos en la Ciencia en etapas tempranas de su escolaridad. Como sostiene Oliva, *et al.* (2003), la idea de modelo tiene un rol central como unidad de conocimiento para comprender un determinado fenómeno.

A partir del análisis de los datos se observa que, convenientemente guiados y utilizando sus conocimientos anteriores, los alumnos pueden alcanzar algunas conclusiones sobre el conocimiento de la estructura atómica, del concepto de modelo y su evolución histórica, sin necesidad de recurrir a cálculos matemáticos excesivamente complejos.



Acordamos con Pruzzo de di Pego (1999), en que el docente debe brindar oportunidades que permitan al alumno interactuar con casos específicos en los que pueda advertir la semejanza entre los distintos ejemplos para construir la abstracción de conceptos.

La estrategia además, permitiría mostrar cómo los modelos atómicos cambiaron históricamente y pueden cambiar en el futuro. A partir de esta idea se facilitaría la transferencia de este concepto a otros temas de Física (Mortimer, ob cit., 2000).

De las observaciones de clase se infiere que las actividades permitieron una mayor participación de los alumnos, generando discusiones e intercambio de ideas, despertando interés por trabajos o actividades que proponen formular hipótesis.

El reto radica en conseguir estrategias didácticas que permitan al alumnado aproximarse a las nuevas ideas con sus propias herramientas.

## Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (1999): "Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias". Tesis de maestría. Departament de Didáctica de las Ciències i la Matemàtica. Universitat Autònoma de Barcelona.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J., y HANESIAN, H. (1996): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, Ed. Trillas.
- CAPUANO, V.; FOLLARI, B.; PERROTTA, M.; DIMA, G.; GUTIÉRREZ, E, y de la FUENTE, A. (2001.b): "La validez de un modelo en una experiencia integradora". *Memorias del ENPF*. Córdoba, Argentina, pp. 129-139.
- COPELLO LEVY, M. I., y SANMARTÍ PUIG, N. (2001): "Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas", en *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2). Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 269-283.
- DE ANDREA GONZÁLEZ, A., y GÓMEZ GÓMEZ, A. (2003): "Una experiencia sencilla de física en el aula y su utilidad en el aprendizaje alternativo", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n.º 37. España, pp. 99-105.
- DE LA FUENTE, A.; GUTIÉRREZ, E.; PERROTTA, M. T.; DIMA, G.; BOTTA, I.; CAPUANO, V., y FOLLARI, B. (2006): "Visión de ciencia y de lo escolar en un grupo de docentes de ciencias". Aceptado para su publicación en *Revista Enseñanza de la Física (APFA)*.
- DE LA FUENTE, A.; PERROTTA, M.; DIMA, G.; GUTIÉRREZ, E.; CAPUANO, V., y FOLLARI, B. (2003): "Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8.º EGB)", en *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp.123-134.
- DIMA, G.; BOTTA, I.; GUTIÉRREZ, E.; CAPUANO, V.; FOLLARI, B.; de la FUENTE, A., y PERROTTA, M. (2004): "Conocimiento de las concepciones sobre estructura Atómica de estudiantes en varios niveles educativos", en *Memorias SIEF VII*, La Pampa, Argentina, pp. 19-29
- DIMA, G.; CAPUANO, V.; PERROTTA, M.; de la FUENTE, A.; FOLLARI, B., y GUTIÉRREZ, E. (2000): "Elaboración y validación de un cuestionario sobre algunos temas de Física Moderna", en *Memorias SIEF V*, Santa Fe, Argentina, pp. 93-102.
- DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, X.; GARCÍA-RODEJA FERNÁNDEZ, E., y de PRO BUENO, A. (2003): "El uso de modelos en la enseñanza-aprendizaje de la física", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n.º 33. España, pp. 53-59.
- GALAGOSKY, L. R. (2004): "Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico", en *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2). Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 229-240.
- : "Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas", en *Enseñanza de las Ciencias*. 22 (3). Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 349-364.

- GUSTAFSON, B., y ROWEL, P. (1995): "Elementary Preservice Teachers: Constructing Conceptions About Learning Science, Teaching Science and the Nature of Science", en *International Journal of Science Education*, 16 (5), Estados Unidos, Routledge, pp. 523-557.
- GUTIÉRREZ, E.; CAPUANO, V.; PERROTTA, M. T.; de la FUENTE, A., y FOLLARI, B. (2000): "¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear?", en *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 247-254.
- HASWEH, M. Z. (1996): "Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching", en *Journal of Research in Science Teaching*. Estados Unidos, Wiley Periodicals, Inc. 33 (1), pp. 47-63.
- HAYMAN, J. L. (1979): *Investigación y educación*. Buenos Aires, Argentina, Ed. Paidós.
- IPARRAGUIRRE, L. M. (1997): "Modelizando el aparato circulatorio para aprender física de la vida cotidiana", en *Memorias REF X*, tomo I., Mar del Plata, Argentina, pp 1b-03.
- JUSTI, R. (2006): "La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos", en *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 173-184.
- MELLADO, V. (1996): "Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria", en *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 289-302.
- MORTIMER, E. (2000): *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Brasil, UFMG, Belo Horizonte/MG.
- OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. M.; BONAT, M., y MATEO, J. (2003): "Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia", en *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 429-444.
- PAVIONI, O. (2001): "Creación de modelos en Ciencias Naturales", en *Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física*. Córdoba, Argentina, pp. 379-385.
- PERROTTA, M. T.; DIMA, G.; BOTTA, I.; CAPUANO, V.; FOLLARI, B.; de la FUENTE, A., y GUTIÉRREZ, E. (2005): "Estructura atómica: conocimiento y dificultades de un grupo de docentes", en *Memorias XIV Reunión Nacional de Educación de Educación en Física*, CD, ISBN 987-22472-0-X REF14, Trabajo n.º 038, Bariloche, Argentina. 14 pp.
- PORLAN, R., y RIVERO, A. (1998): *El conocimiento de los profesores*. Sevilla, Ed. Díada.
- PRUZZO de di PEGO, V. (1999): *Evaluación curricular: evaluación para el aprendizaje. Una propuesta para el proyecto curricular institucional*. La Pampa, Argentina. Facultad de Ciencias Humanas, UNLPam.
- SABINO, C. (1986): *El proceso de investigación*. Buenos Aires, Argentina, Ed. Hvmánitas.
- SÁNCHEZ BLANCO, G., y VALCÁRCEL, M. V. (2003): "Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n.º 5. España, pp.45-59.
- TAYLOR, S., y BOGDAN, R. (1996): *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. España, Ed. Paidós.
- TENBRINK, T. (1999): *Evaluación. Guía práctica para profesores*. Madrid, España, Ed. Narcea, S.A. ISBN 84-277-0464-X.
- WITTRICK, M. C. (1989): *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. España, Ed. Paidós Ibérica, S.A.

## Anexo 1

NOMBRE Y APELLIDO:

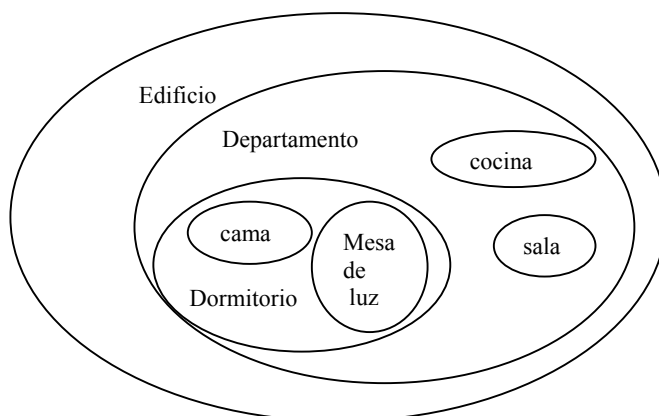
CURSO:

Las siguientes cuestiones intentan conocer tus ideas acerca de las partes más pequeñas que forman la materia.

Responde cada una de las preguntas y/o señala con una cruz la/s opción/es que consideres correcta/s.

1) Con las siguientes palabras:

*departamento / cama / sala / dormitorio / edificio / cocina / mesa de luz*, se confeccionó un diagrama que muestra que el departamento está dentro del edificio, que el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



a) Confecciona un diagrama similar al anterior para el caso de una gota de agua con las siguientes palabras

*átomo / neutrón / núcleo / protón / molécula / quarks / electrón / gota de agua*

b) Confecciona un diagrama similar a los anteriores, para el caso de un perro con las siguientes palabras:

*átomo / neutrón / célula / núcleo / protón / molécula / quarks / corazón / electrón / perro*

2) a) Realiza un dibujo que represente un átomo y nombra cada una de sus partes.

b) ¿Es posible realizar otros esquemas?

3) Un átomo de Hierro y un átomo de Oxígeno son:

Iguales     Distintos     No sé

Explica por qué elegiste esa respuesta.

4) Si la masa del protón fuera como la de una naranja:

- La masa del electrón sería como la de:
  - Una semilla de naranja
  - Una manzana
  - Una sandía
  - Otra respuesta
  - No sé
  
- La masa del neutrón sería como la de:
  - Una semilla de naranja
  - Una manzana
  - Una sandía
  - Otra respuesta
  - No sé