
EJERCICIO PRÁCTICO: “ESTACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA MATERIA”

Alina Isabel María De Jesús Vieira

alinaipc@hotmail.com

Rosa Elena Camero

(UPEL-IPC)

RESUMEN

Con el propósito de lograr una mayor comprensión de toda la dinámica de cambios que ocurren en la naturaleza, se ha implementado el ejercicio práctico “Estaciones para el Estudio de la Materia”. Esta estrategia didáctica fue aplicada a una muestra de 152 estudiantes universitarios cursantes de las carreras de Educación Integral, Educación Preescolar y Educación Especial del Instituto Pedagógico de Caracas. Antes del desarrollo del ejercicio práctico se realizó un pretest para determinar las concepciones que tenían los estudiantes. Al finalizar el ejercicio práctico, se aplicó un postest con el fin de establecer los posibles cambios conceptuales producidos. Los resultados muestran una mejoría evidente en las concepciones de los estudiantes con relación a la consideración del carácter material de todos los cuerpos, sin embargo, prevalecen concepciones alternativas con respecto al carácter atómico-molecular de lo vivo, al reconocer en menor medida la constitución atómica de los seres vivos.

Palabras clave: estrategias didácticas; materia; átomo; preconcepciones; aprendizaje significativo.

PRACTICAL EXERCISE: “STATIONS FOR THE STUDY OF MATTER”

ABSTRACT

With the purpose of achieving a bigger understanding of the whole dynamics of changes that happen in the nature, the practical exercises “Stations for the study of Matter” has been implemented. This learning strategy was applied to a sample of 152 students of Integral Education, pre-school and Special Education at Instituto Pedagógico de Caracas. A pre-test was applied before of develop the practical exercises; this was done with the idea to determine the previous conceptions that the students had. Then, after of development the practical exercise, a post-test was applied for to determinate the conceptual changes produced. The results show an evident improvement in the conceptions of the students in relation to the consideration of “material character” of all the bodies; however, alternative conceptions prevail with regard to the atomic-molecular character from the living things, because they recognize in smaller measure the atomic constitution of the living beings.

Keywords: learning strategies; matter; atom; preconceptions; meaningful learning.

Introducción

Los trabajos relativos a las concepciones de los educandos y de los obstáculos para el aprendizaje que éstos revelan son muy numerosos pero, en general, no se consideran adecuadamente en las situaciones didácticas. Los alumnos presentan ideas previamente construidas que tienden a perdurar, casi sin sufrir modificaciones, a pesar de la importante presión de la enseñanza. Para ellos, sus representaciones constituyen las herramientas intelectuales con las que piensan, y las conservan mientras tengan un valor explicativo superior al que da el concepto involucrado (Astolfi, 1994). En esto último debe basarse el docente para crear dispositivos didácticos que permitan una evolución intelectual de los estudiantes, es decir, una secuencia didáctica construida para la superación de un obstáculo, en oposición a otra, organizada en torno a una simple adquisición del saber.

Pozo (1996), señala que el conocimiento que los alumnos traen al aula se refiere al mundo cotidiano, compuesto de objetos y cosas reales, los cuales son perceptibles. La ciencia que se les enseña es más virtual, relacionada con entidades no observables y modelos idealizados. Se debe buscar establecer relaciones entre estos diferentes niveles de análisis de la realidad para ayudarlos a comprender el significado de los modelos científicos. Así, por ejemplo, el comportamiento de los materiales, sus características y sus cambios pueden ser explicados a través de la teoría corpuscular que se basa en que todos los materiales están formados por partículas o corpúsculos. Ante la imposibilidad de ver estas partículas, se dificulta imaginar esa estructura íntima de la materia.

Es importante indagar lo que saben los futuros maestros sobre ciertos campos conceptuales concretos ya que los conocimientos que éstos tengan sobre un contenido influyen en lo que van a enseñar. Conceptos relacionados con materia, propiedades, estados físicos, cambios físicos y químicos de la materia, son de especial interés para los maestros, dado que, en los primeros niveles de la Educación Básica están inmersos bloques de contenidos relacionados con materia y energía.

Las concepciones alternativas son persistentes y no se modifican fácilmente con la enseñanza convencional (Furió, 1996). De aquí la necesidad de implementar innovaciones que permitan la superación de obstáculos. Las estrategias didácticas, es decir, las acciones que muestran el camino a recorrer por el docente y los estudiantes para construir conocimientos, desarrollar procesos y demostrar actitudes, deben estar centradas en el alumno como verdadero sujeto de aprendizaje. Dentro de una metodología participativa se emplean actividades pedagógicas que apuntan al principio según el cual el alumno construye su propio conocimiento. Todo esto se lleva a la práctica a través de las vivencias, las conceptualizaciones, la documentación, la ampliación y la aplicación.

La comprensión de temas como origen y evolución del universo, surgimiento de nuevos materiales, estructura de los materiales que rodean al ser humano, estados físicos de la materia y los cambios que puede experimentar con las implicaciones energéticas correspondientes, sólo puede lograrse a cabalidad si se conoce y comprende la estructura íntima de la materia. Estos aspectos han resultado bastante difíciles para los estudiantes cursantes de las carreras de Educación Integral, Preescolar y Especial del Instituto Pedagógico de Caracas, detectándose en ellos concepciones alternativas sobre dichos tópicos. Con base en lo anteriormente expuesto, se ha buscado implementar estrategias didácticas activas que permitan subsanar las concepciones alternativas detectadas y abordar estos temas con miras a lograr aprendizajes significativos. Particularmente, en este trabajo se presenta una estrategia didáctica basada en el recorrido de un conjunto de “estaciones”. El uso de “estaciones” también ha sido propuesto por Kleinheider en 1996 como una alternativa para evaluar contenidos sobre la estructura de la materia.

Metodología

En esta investigación de tipo cuasi experimental se diseñó el ejercicio práctico “Estaciones para el Estudio de la Materia”. Esta estrategia fue aplicada a estudiantes de los programas de Educación Integral, Preescolar y Especial del Instituto Pedagógico de Caracas, es decir,

futuros maestros. Los programas mencionados contemplan, dentro de las asignaturas de Ciencias Naturales, contenidos básicos sobre la Materia. Los alumnos del Programa de Educación Integral ven el tópico sobre Materia en el 2º semestre de la carrera. Los estudiantes de los Programas de Educación Preescolar y Especial, en su mayoría, cursan Ciencias Naturales en el 6º semestre.

La muestra estudiada estuvo conformada por 152 estudiantes, con una mortalidad experimental de 9,21 % debido a inasistencia y retiro de la asignatura, entre otras causas. Antes del desarrollo del ejercicio práctico se realizó un pretest para determinar las concepciones previas que tenían los estudiantes con relación al carácter material de la materia viva y no viva, los cambios físicos y químicos y algunas propiedades de los materiales (**Anexo 1**). Posterior al desarrollo del ejercicio práctico se aplicó un postest con el fin de determinar los posibles cambios conceptuales producidos.

El ejercicio práctico "Estaciones para el Estudio de la Materia" se fundamenta en la premisa de que el estudiante debe participar en su propio aprendizaje, el cual es más favorable si se efectúa de una manera dinámica y vivencial. Precisamente, en este ejercicio, el estudiante recorre estaciones donde se le plantean diversas actividades. En el recorrido se pueden presentar interrogantes que inducen a la reflexión, y al ser resueltos permiten el logro de aprendizajes significativos. A su vez, se considera que los procesos cognoscitivos básicos (observación, descripción, clasificación, formulación de problema e hipótesis, análisis, síntesis...) son esenciales para el logro de estos aprendizajes, por lo que se toma en cuenta su desarrollo en el ejercicio práctico. Un trabajo fundamentado en la realización de estaciones, también fue propuesto por Kleinheider (1996) como método alternativo de evaluación en el aula, dado que se consideraba que la aplicación de exámenes influía negativamente produciendo en muchos casos frustraciones en los estudiantes. Por el contrario, en la secuencia didáctica presentada en este trabajo, las estaciones o paradas que deben desarrollarse van dirigidas al diagnóstico de preconcepciones y a la superación de las mismas.

En el ejercicio práctico, los estudiantes trabajan por equipo (se recomienda un máximo de cuatro alumnos). Cada grupo debe llevar a término las actividades pautadas en cada una de las estaciones entre 20 y 30 minutos aproximadamente, y luego pasar a la siguiente. Si el tiempo no es suficiente para culminar las actividades de alguna estación o si desean verificar algún aspecto, al finalizar el recorrido podrán volver a la estación requerida. No es necesario que las estaciones sean recorridas siguiendo un orden específico; sin embargo, sí deben cubrirse las actividades propuestas en todas ellas. Es importante resaltar que los estudiantes deben responder a las diferentes incógnitas planteadas, con base en sus conocimientos previos, o atendiendo a lo que piensan o creen, sin que los participantes lleguen necesariamente a un consenso. Los diferentes puntos trabajados en cada estación son aclarados en una discusión posterior con el docente.

A continuación se describen brevemente las estaciones que recorre el estudiante al realizar el ejercicio práctico. La propuesta didáctica completa puede apreciarse en el **Anexo 2**.

Estación 1. ¿Qué es la materia?

En esta estación se provee a los estudiantes de materiales como: líquidos incoloros, con color, en recipientes de diferentes formas, líquidos viscosos, organismos vivos (plantas, euglenas, planarias), espuma para afeitar, arena, figuras geométricas, jabones, maní, anime, clavos, ligas, rocas, globo inflado, perfume, matraz o frasco cerrado, reglas, balanza, cilindros graduados, pipetas. Se les pide que consideren las características comunes a todos los materiales suministrados como base para definir qué es materia.

Estación 2. Propiedades que permiten diferenciar un material de otro

Los estudiantes determinan la masa, volumen y densidad de diferentes muestras. También consideran propiedades como el punto de ebullición y de fusión. Con esta base, se les pide que determinen cuál de las propiedades estudiadas permite diferenciar un tipo de material de otro

tipo de material, es decir, cuáles son las propiedades características de la materia.

Estación 2A. Creando gradientes

Con materiales como jabón líquido, agua, aceite, miel, etc., los estudiantes crean gradientes de densidad. Se les pide que hagan predicciones antes de agregar las muestras en un recipiente y se busca que determinen si la ubicación de las muestras en el recipiente es independiente de la cantidad de material.

Estación 3. Estados de la materia

La idea de esta estación es que los estudiantes logren extraer las características que definen cada estado de la materia. Se pide que pasen sólidos o líquidos de un recipiente a otro, calentar una botella con una bomba inflable en su abertura, presionar jeringas con arena, agua o aire en su interior, etc., considerando la forma y volumen de los materiales en los diferentes casos.

Estación 4. Representación de los estados de la materia

Aquí el estudiante debe idear un modelo, considerando el modelo de partículas que le permita explicar la organización interna de cada uno de los estados de la materia. Para ello, puede dibujar sobre papel su modelo o trabajar con materiales como esferas de anime, plastilina, alfileres, palillos, etc.

Estación 5. Cambios físicos y químicos

Esta estación se elaboró de una forma estructurada y otra no estructurada. En la no estructurada se pide que los estudiantes demuestren cambios químicos y físicos con los materiales suministrados. En la forma estructurada se dan instrucciones como: calentar granos de maíz determinando tanto la masa y volumen inicial como el final, derretir hielo, quemar papel, arrugar papel, abrir una nuez, calentar azúcar, chupar caramelo, etc. Se pide que clasifiquen los

cambios experimentados como físicos y químicos, y definan cada uno.

Estación 6. Uso de los materiales de acuerdo con sus propiedades

Se consideran diferentes objetos como latas de refresco, bombillos, palillos de diente, colador de metal, etc., para observar de qué materiales están elaborados y cuáles son las propiedades que los hacen adecuados para el uso que se les da.

Posterior al desarrollo de las diferentes estaciones, se realiza una discusión en la que se busca dilucidar todas las dudas y contradicciones presentadas. Los estudiantes exponen sus diferentes ideas y aclaran las dudas por sí mismos. Se trabaja de una forma reflexiva, corroborando o refutando las hipótesis propuestas con base en las experiencias realizadas. El docente que ha diagnosticado las dificultades de los alumnos en la actividad didáctica, puede orientar de mejor manera la naturaleza de sus intervenciones.

Resultados y discusión

La detección de las concepciones de los estudiantes antes y después de la ejecución del ejercicio práctico “Estaciones para el Estudio de la Materia”, se logró mediante la aplicación de un test cuyo modelo fue adaptado del empleado por Mondelo, García y Martínez (1994) (**Ver Anexo 1**).

El pretest fue aplicado a una muestra de 152 estudiantes con el fin de detectar las concepciones previas referidas a la Materia. Se observó que el 66% de los mismos no reconoce el carácter material de todos los cuerpos, sobre todo al referirse al estado gaseoso (**Ver Gráfico 1**). Estudios anteriores muestran la existencia de un esquema alternativo donde los estudiantes piensan que los gases son casi inmateriales, es decir, no pesan (Furió, 1996). Esta idea puede persistir dado que los alumnos en sus representaciones asocian los gases con la química, mientras consideran que las transformaciones físicas sólo se refieren a los sólidos y a los líquidos (Astolfi, 1994). A su vez, una gran proporción de los estudiantes no considera la estructura atómico-

molecular como lo más pequeño entre los diferentes materiales. Similar a lo señalado por Mondelo y cols. (1994), los estudiantes hacen referencia a partes macroscópicas como ojo, semilla, escamas, aletas, pata, clavo, en las preguntas abiertas (**Ver gráficos 2 y 3**). En el caso de los seres vivos, sobre todo al considerar los animales, establecen que la célula es el elemento más pequeño que los conforma (**Ver gráficos 3 y 4**). Esto último coincide con lo indicado por Gutiérrez, Capuano, Perrotta, De la Fuente y Follari (2000): los alumnos que no consideran a los minerales, vegetales o animales compuestos por átomos, señalan que las partes más pequeñas son las partículas, moléculas y células. De igual forma, sólo un 55% de los estudiantes caracteriza a la “materia inerte” por no tener vida, aspecto que evidencia la poca claridad de este término.

En el postest, aplicado a 138 estudiantes se observa un cambio positivo en las concepciones. Así, a diferencia de lo mostrado en el pretest, el postest señala que el 79% de los estudiantes distingue el carácter material de todos los cuerpos y entre el 60% y el 72%, consideran la estructura atómico-molecular de los diferentes materiales. Sigue presentándose, aunque en menor proporción, la concepción de que la célula es el elemento más pequeño que forma parte de los animales y vegetales. Algunos estudiantes siguen expresando que lo vivo no está compuesto por átomos y su concepción de ser vivo parece estar más relacionada con la capacidad de moverse, como lo indica el hecho de que consideran más la estructura atómico-molecular en plantas que en animales. Esto concuerda con los resultados de Mondelo y cols. (1994) quienes muestran que la constitución atómica se reconoce en menor medida en los seres vivos, siendo menos admitida esta existencia de átomos en animales que en vegetales y con lo señalado por Barrabín y Sánchez (1996) sobre lo común que es identificar *ser vivo* con *animal* y además asociarlo fundamentalmente al movimiento.

Otro aspecto es el relativo al término volumen. Asocian “volumen” a masa y peso, tal vez porque lo relacionan con expresiones como “esa persona sí pesa, sí es voluminosa” que usan en su vida diaria. Aunque un 45,16% señala en el pretest el significado de volumen como espacio ocupado, este porcentaje aumenta favorablemente a un 80% en el postest.

A continuación se describen algunas situaciones que se desarrollaron durante el ejercicio práctico “Estaciones para el estudio de la Materia” y que ilustran las concepciones previas de los estudiantes:

- Un aspecto llamativo en la Estación 1 referida a ¿qué es la materia? fue que al colocar una planta entre los materiales, ésta es considerada por los estudiantes sólo como un adorno y terminan apartándola. Esto evidencia la no consideración de lo vivo como materia.

- En las Estaciones 2 y 2A relacionadas con las propiedades que permiten diferenciar un material de otro, en el que se hace especial énfasis en la densidad, se detecta que no comprenden bien dicho concepto, no entienden, por ejemplo, cómo diferentes volúmenes de agua pueden tener la misma densidad, o por qué al mezclar aceite con agua, el aceite queda sobre el agua (es menos denso) aunque sea más espeso y que sin importar la cantidad del material siempre se ubican en la misma posición. Esto concuerda con los resultados del test donde un alto porcentaje de estudiantes (77% en el pretest y 67% en el postest) identifica cuándo la densidad es mayor o menor a través de un modelo de partículas, sin embargo, macroscópicamente señalan que el agua es menos densa que el anime o el aceite.

- Al pasar líquidos de un recipiente a otro, en la Estación 3 referida a estados de la materia, se observa que al trabajar con envases de diferente forma no calibrados, algunos alumnos creen que el volumen ocupado por el líquido varía de un recipiente a otro. Esto no fue observado al trabajar con recipientes calibrados.

- En la Estación 4 sobre representación de los estados de la materia, los estudiantes en muchos casos, dibujan ejemplos de los estados de la materia, observándose dificultad para considerar la estructura interna de los mismos. El trabajo con plastilina ha resultado más efectivo porque les permite representar con mayor facilidad cada uno de los estados de la materia. Se detectan así concepciones alternativas: los sólidos están formados por un solo tipo de átomos, los líquidos por más tipos de átomos y los gases por muchos más tipos de átomos (esto expresado a

través de la plastilina en diferentes colores). En la **figura 1** se pueden apreciar varios de los modelos representados por los estudiantes.

- Durante la Estación 5 sobre cambios físicos y cambios químicos, se ha encontrado que los estudiantes algunas veces relacionan calentamiento con cambio químico. Este aspecto también ha sido reportado por Martín (2001) quien señala que los estudiantes refieren el cambio químico como un proceso donde a menudo tienen que calentar para pasar del estado inicial al final. De igual forma, cuando el material final es llamado de la misma manera que el material inicial, tienden a considerar que no ocurrió un cambio químico. Esto último se aprecia en la discusión, cuando señalan que "hervir un huevo es un cambio físico porque sigue siendo huevo", aspecto que también coincide con los resultados obtenidos en el test aplicado, donde un 80,6% en el pretest y un 56,6% en el postest señalan que sancochar un huevo se considera un cambio físico porque varía la apariencia del huevo pero no su composición y hasta un 23,3% en el postest señala que es un cambio químico porque se le suministra calor.

Estos resultados son consistentes con lo indicado por Nieda (1993) quien señala que las concepciones alternativas que presentan los estudiantes pueden deberse en gran medida al no establecimiento de relaciones entre los contenidos de Biología y los contenidos de Química en los niveles inferiores, como es el caso de relaciones entre la teoría celular y la teoría atómico-molecular. La no extrapolación o transferencia de los contenidos que se estudian a los aspectos de la vida cotidiana, puede propiciar también, en gran medida, el establecimiento de concepciones alternativas al no favorecerse la comprensión de aspectos muchas veces abstractos.

Considerando la importancia del conocimiento de la naturaleza corpuscular de la Materia, para la comprensión de todo lo relativo a ella y a sus cambios, se va a considerar con mayor detalle la **Estación 4** referida a la representación de los estados de la materia.

De acuerdo con Benarroch (2000), se pueden distinguir diferentes niveles en la evolución de las concepciones macroscópicas a las

microscópicas. Considerando el aspecto anterior, en los modelos de partículas elaborados por los estudiantes, se observa que existen diferentes niveles explicativos acerca de la naturaleza corpuscular de la materia. En este sentido, en algunos modelos se considera la materia formada por partículas invisibles, entre las cuales hay huecos “vacíos o llenos de algo” (nivel III). En otros modelos se considera la materia formada por partículas entre las que existe vacío (nivel IV). También se considera el nivel V donde se concibe la materia como un sistema de interacción entre partículas, donde se producen movimientos. Es importante señalar que, en general, al iniciar las actividades de la Estación 4, a algunos estudiantes les cuesta ir más allá de lo observable (nivel I), pero, a medida que desarrollan las actividades de la estación en equipo y al confrontar sus modelos con los ya elaborados por los diferentes grupos, se van enfrentando a situaciones que les permiten liberarse de la consideración previa de las características macroscópicas para acercarse a la estructura microscópica de la materia. Todo esto coincide con lo señalado por Gómez (1996) acerca de las ideas y dificultades en el aprendizaje de la Química, en la que se describe la naturaleza íntima de la materia, que no se puede ver y en muchos casos ni imaginar, lo que ya constituye un factor que influye en las ideas y dificultades del alumnado en dicha asignatura.

Conclusiones y recomendaciones

El ejercicio práctico “Estaciones para el Estudio de la Materia” ha resultado adecuado para detectar y subsanar concepciones alternativas referidas a la consideración del carácter material de todos los cuerpos y la constitución atómica de la materia inerte. Sin embargo, se debe considerar a su vez que la estrategia aplicada no hace hincapié en aspectos como materia inerte y viva, la célula como unidad viva fundamental, la constitución atómica de la materia viva, la existencia de los mismos elementos en la materia inerte y viva. Esto sugiere la necesidad de incorporar actividades prácticas adicionales que permitan al estudiante dilucidar sobre estos aspectos.

El test aplicado fue modificado a partir del propuesto por Mondelo y cols. (1994), dado que este último no considera la detección de

preconcepciones sobre aspectos como cambios físicos y químicos, densidad, materia viva e inerte, entre otros conceptos o contenidos trabajados en el ejercicio práctico de las estaciones. Por otro lado, también sería conveniente diagnosticar en qué nivel explicativo de la naturaleza corpuscular de la materia se encuentra cada estudiante para poder considerar dicho diagnóstico en el desarrollo del ejercicio práctico.

Con la aplicación de esta estrategia se ha encontrado que diagnosticar las concepciones de cada grupo de estudiantes permite influir en sus concepciones y obtener mejores resultados durante el desarrollo de este tipo de contenidos, abstractos en muchos casos, dado que la interpretación microscópica de lo que nos rodea, no es un proceso evidente de manera directa. Como también indica Gómez (1996) los alumnos recurren a respuestas en las que describen los fenómenos a partir de las propiedades macroscópicas de la materia, cercanas al mundo real, frente a las microscópicas del modelo corpuscular, por lo que un ejercicio práctico donde el estudiante observa, palpa, se hace consciente de sus interrogantes y curiosidades, es ideal para el logro de aprendizajes significativos. En general, se pueden precisar las siguientes conclusiones:

- El test aplicado es adecuado para la detección de las concepciones en relación a la constitución atómica de los cuerpos, las propiedades y los cambios de la materia. Sería conveniente además, diagnosticar en qué nivel explicativo de la naturaleza corpuscular de la materia se encuentra cada estudiante.

-La secuencia didáctica conformada por el ejercicio práctico "Estaciones para el Estudio de la Materia" permite, a través de la concientización de las concepciones alternativas y la confrontación y la disposición de modelos accesibles a la mente, superar parte de las concepciones alternativas diagnosticadas.

- El ejercicio práctico "Estaciones para el Estudio de la Materia" ha contribuido de una forma amena a la producción de cambios

conceptuales como la consideración del carácter material y de la estructura atómico-molecular de todos los cuerpos.

- Prevalecen concepciones alternativas con respecto al carácter atómico-molecular de la materia viva que se evidencia en que muchos estudiantes siguen expresando que lo vivo no está conformado por átomos.

Los estudiantes presentan dificultad para interpretar los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana a través de modelos de partículas por lo que se debe centrar más el proceso de enseñanza aprendizaje en subsanar estas deficiencias.

- Esta actividad práctica ha arrojado resultados positivos, sin embargo, se deben seguir considerando las diferentes concepciones detectadas antes, durante y después de la aplicación de esta estrategia para mejorar los resultados obtenidos y por ende lograr un verdadero aprendizaje significativo.

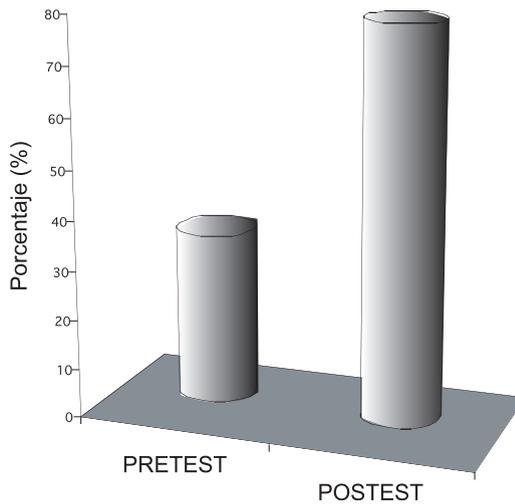
Referencias

- Astolfi, J. P. (1994). El Trabajo Didáctico de los Obstáculos, en el corazón de los Aprendizajes Científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206-216.
- Barrabín, J. de M. y Sánchez, R. G. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 53-63.
- Benarroch B., A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-246.
- Furió M., C. J. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 7-17.
- Gómez C., M. A. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 37-43.
- Gutiérrez, E. E., Capuano, V. C., Perrotta, M. T., De La Fuente, A. M. y

- Follari, B. del R. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radioactividad, estructura atómica y energía nuclear?, *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 247-254.
- Kleinheider, J. K. (1996). Assessment Matters. *Science and Children*, 41, 23-25.
- Martín del Pozo, R. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215.
- Mondelo A., M., García B., S. y Martínez L., C. (1994) Materia Inerte / Materia Viva ¿Tienen ambas constitución atómica?, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 226-233.
- Nieda, J. (1993). Concreción y secuenciación de algunos contenidos de ciencias de la naturaleza en la educación secundaria, *Aula*, 11, 67-71.
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas. *ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7,18-26.

GRAFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1
Estudiantes que consideran a todos los materiales
formados por la materia



(a)

Gráfico 2

Concepción sobre la unidad más pequeña que conforma un cuerpo u objeto

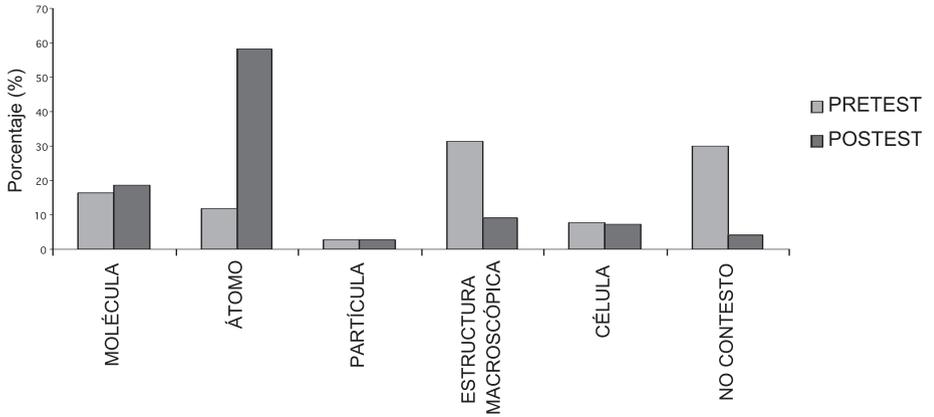


Gráfico 3

Concepción de los alumnos sobre la unidad más pequeña que conforma un cuerpo u objeto

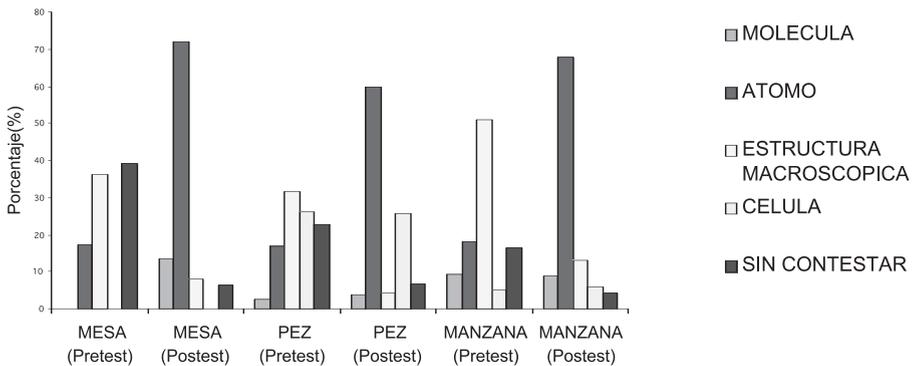
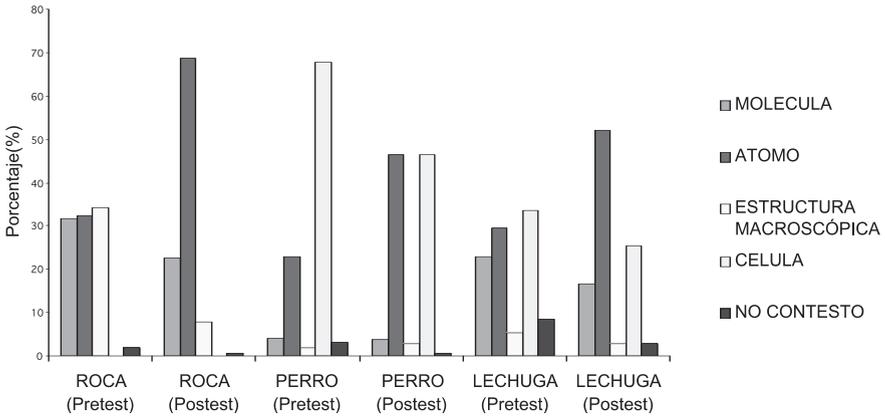
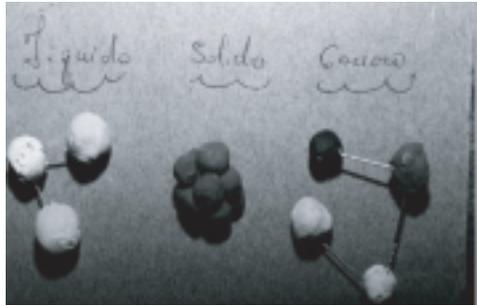


Gráfico 4

Concepciones de los alumnos acerca de lo más pequeño que forma la parte viva e inerte



(a)



(b)



(c)

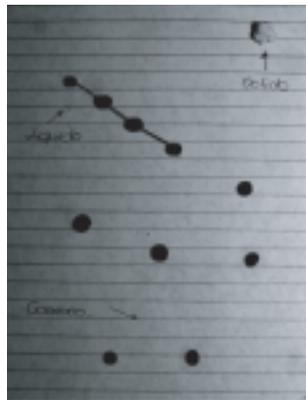


Figura 1. Modelos de partículas elaborados por los estudiantes para representar los diferentes estados de la materia. En el modelo (a) y (c) están identificados cada uno de los estados de la materia. En el modelo (b), los estados de la materia representados de izquierda a derecha son sólido, líquido y gas. Como señalan los estudiantes, los alfileres empleados en los modelos no representan enlaces químicos.