

## LAS CONCEPCIONES DE LOS ACTUALES ALUMNOS SOBRE ESTRUCTURA DE LA MATERIA

*URIA, MACARENA; LECUMBERRY, GRACIELA; ORLANDO, SILVIA*

Dpto de Física, Fac. Cs E F Q y N. Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).  
maqui486@hotmail.com  
glecumberry@exa.unrc.edu.ar  
sorlando@exa.unrc.edu.ar

### RESUMEN

En este trabajo se expone las ideas de los alumnos que están cursando 5to y 6to año del nivel medio sobre estructura de la materia y estructura atómica, comparándolas con las concepciones alternativas reconocidas en investigaciones didácticas sobre la temática. Con el propósito de construir un panorama que responda a los siguientes interrogantes ¿La actual educación en ciencia ha podido generar instancias de reconstrucción de las concepciones alternativas de los estudiantes? ¿Las concepciones alternativas de los jóvenes que cursan la secundaria en nuestra región se diferencian de las reconocidas por las distintas investigaciones didácticas?. Se concretó una investigación del tipo descriptiva, utilizando un cuestionario con diferentes actividades validadas por distintos investigadores.

Este estudio realiza aporte sobre tres aspectos relacionados: las concepciones de los estudiantes encuestados, cuestiones metodológicas para acercarnos al conocimiento que construyen los alumnos y aspectos para pensar la enseñanza. En referencia a las concepciones de los actuales estudiantes se puede afirmar que son semejantes a las concepciones encontradas en las investigaciones desarrolladas con anterioridad. Además, son ideas inconexas y contradictorias sobre estructura de la materia principalmente a nivel atómico.

**Palabras clave:** concepciones alternativas, estructura de la materia, estructura atómica,

## INTRODUCCIÓN

Las ideas y explicaciones de los jóvenes, que están cursando el nivel medio, referida a la estructura de la materia en conversaciones informales fue desencadenando un particular interés en analizarlas, debido a las contradicciones que manifestaban las mismas a la luz del conocimiento escolar que estaban estudiando. Esto dio origen a una investigación<sup>1</sup> que busca construir un panorama de las concepciones que tienen los actuales alumnos del nivel medio a partir de cuestionarnos sobre: ¿Los cambios propuestos en el sistema educativo para la enseñanza de la química y la física, que han tenido en cuenta el desarrollo de la didáctica de las ciencias, no han podido generar instancias de reconstrucción de las concepciones alternativas de los estudiantes, ni siquiera cuestionarlas?, ¿Influyen los resultados de las investigaciones didácticas sobre las ideas alternativas en los procesos educativos de los adolescentes en la secundaria?, ¿Cuáles son las concepciones alternativas sobre estructura de la materia de estudiantes secundarios?, ¿Las concepciones alternativas de los jóvenes que cursan la secundaria en nuestra región, se diferencian a las reconocidas por las diferentes investigaciones didácticas de los últimos 40 años?

En este contexto y a partir de los últimos dos interrogantes, surge este trabajo que aborda las concepciones alternativas sobre estructura de la materia y atómica construidas por los actuales alumnos del nivel medio a la luz de las investigaciones desarrolladas sobre estas temáticas, como una estrategia para pensar y comprender el proceso educativo. Atendiendo de este modo a las sugerencias de Furió, *et al.* (2006) de “ampliar y profundizar las investigaciones sobre concepciones alternativas debido a su persistencia, tratando de averiguar las causas por la cual persisten y buscar estrategias adecuadas para facilitar el aprendizaje”, más aún lograr aprendizajes con significados.

## MARCO REFERENCIAL

Los estudios sobre los errores conceptuales, originaron gran parte de la investigación didáctica de los años 80 dando lugar a una potente línea de estudio con un rápido y creciente desarrollo (Solbes, 2009). Se han utilizado diferentes denominaciones para referirse a ellas, como ideas previas, ideas alternativas, preconcepciones, teorías implícitas u obstáculos epistemológicos, etc. (Campanario y Otero, 2000; De Posada, 2002), dependiendo del marco referencial desde donde son estudiadas, aunque Wandersee Mintzes y Novak (1994 citado por Furió, *et al.* 2006, por Furió, *et al.* 2000 y por De Posada, 2002) proponen llamarlas *concepciones alternativas*.

Estas concepciones las elabora cada persona a partir de la percepción y las experiencias vividas, las actividades físicas, las conversaciones con otras personas, y de la información de los medios de comunicación como así también de sus conocimientos (Driver, 1996; Carretero, 1997; Pozo y Gómez Crespo, 1998). Dichas concepciones se constituyen como un conocimiento implícito en cada individuo. Las mismas están organizadas en estructuras que permiten darle sentido al entorno y representan modelos coherentes de conocimiento, aunque pueden parecer incoherentes a la luz de la ciencia o del conocimiento escolar (Furió *et al.* 2006).

La existencia de concepciones se debe, según hipótesis muy recientes, a aprendizajes implícitos que recurren las personas desde el nacimiento para aprender del mundo y extraer

---

<sup>1</sup> En el marco de una ayudantía de investigación de una estudiante de la carrera de profesorado en química financiada por SECyT de la UNRC.

conocimiento sobre él. También, algunas tienen un origen cultural y otras surgen en el aula. Por lo tanto, las concepciones de los alumnos tienen un origen sensorial, cultural y escolar, “las concepciones alternativa no son algo accidental o coyuntural sino que tienen una naturaleza estructural, sistemática. Son el resultado de una mente que intenta dar sentido a un mundo definido, no sólo por las relaciones entre los objetos físicos que pueblan el mundo, sino también por las relaciones sociales y culturales que se establecen en torno a esos objetos” (Pozo y Gómez Crespo, 1998, p17).

Hoy sabemos que los alumnos mantienen un conjunto diverso de ideas sobre los contenidos científicos que, en la mayoría de las veces, no coinciden con el posicionamiento científico (Carretero, 1997; Campanario y Otero, 2000), no todas poseen el mismo nivel de especificidad, tienen un grado de coherencia y solidez variable ya que los estudiantes pueden construir representaciones difusas y más o menos aisladas o bien pueden formar parte de un modelo mental explicativo con cierta capacidad de predicción (Carretero, 1997). Estas concepciones conforman patrones de aprendizajes, a veces, distintos de los del profesor y de los de la ciencia. Muy resistentes y difíciles de cambiar en los procesos educativos tradicionales, más aún, aquellas concepciones que están ligadas a experiencias de la vida cotidiana son más difíciles de modificar.

Aunque estas ideas son construcciones personales y propias de cada sujeto, existen muchas más semejanzas que diferencias entre ellas, lo que ha permitido identificar algunos esquemas comunes en alumnos de países y sistemas educativos distintos. Numerosos trabajos de investigación sobre las concepciones de los alumnos sobre estructura atómica y la naturaleza corpuscular de la materia, han expuesto que los alumnos no tienen ideas claras sobre las mismas (Lahore, 1990; De la fuente *et al.* 2003; Furió *et al.* 2006).

## METODOLOGIA

Teniendo en cuenta los objetivos de este estudio de identificar las ideas de los alumnos, del nivel medio, sobre estructura de la materia y estructura atómica, comparándolas con las concepciones alternativas reconocidas en investigaciones didácticas sobre la temática. Se concretó una investigación del tipo descriptiva (Yuni y Urbano, 2006) estructurada en dos etapas: la primera a partir de un diseño por encuesta (Sabino, 1996), en particular encuesta personal (Yuni y Urbano, 2006), con el propósito de relevar las ideas que poseen los estudiantes de 5to y 6to año de tres colegios de la ciudad de Río Cuarto (Córdoba- Argentina) sobre estructura de la materia y atómica posterior a su tratamiento en el sistema educativo. Para esto se construyó un protocolo de indagación con siete preguntas (ver anexo), seis de ellas fueron seleccionadas de diferentes investigaciones (Pozo *et al.* 2002; De la Fuente *et al.* 2003; Dima *et al.* 2004; Gómez Moliné, 2009; Garritz Ruiz, 2009), mientras que la última fue diseñada para este estudio. Las respuestas a los interrogantes son algunas de opciones cerradas y otras abiertas, como estrategia para poder identificar aquello que los alumnos piensan y opinan sobre la mencionada temática, a partir de su escolaridad y lo cotidiano

Las preguntas del cuestionario indagan sobre: la primera, los diferentes niveles de organización de la materia (desde el nivel molecular hasta la constitución de las partículas nucleares). La segunda y la tercera, refieren al modelo cinético-molecular, en particular sobre el movimiento continuo e intrínseco de las partículas y la discontinuidad de la materia. La cuarta analiza la cantidad de átomos que constituyen a una muestra material. Las restantes indagan sobre aspectos de la estructura atómica, sobre cuestiones de masa y tamaño de las partículas subatómicas, el movimiento que tienen y la distribución de los electrones. Para el

análisis de las respuestas de los estudiantes se establecieron categorías que se adecuen a cada interrogante y a las producciones realizadas por los estudiantes.

La segunda etapa de este estudio pretendió comparar las concepciones identificadas en la muestra con los resultados de las investigaciones didácticas realizadas sobre la temática. A partir de reconocer que el sistema educativo ha cambiado al implementar diversas reformas en estos últimos veinte años, es de suponer que las concepciones sobre estructura de la materia y del átomo que tienen los adolescentes inmersos en el actual sistema educativo se diferencien con las reconocidas en las investigaciones educativas.

## RESULTADOS OBTENIDOS Y SUS ANALISIS

Se analizaron 125 protocolos completados por los estudiantes que actualmente están cursando 5 y 6 año del Ciclo de Especialidad, en instituciones educativas de la ciudad de Río Cuarto provincia de Córdoba. El análisis se organizó en función de las ideas relevadas, es decir, en dos grupos: 1) Concepciones sobre la estructura de la materia y 2) Concepciones sobre la estructura atómica. En el primero se describen las respuestas dada a las primeras cuatro cuestiones de la encuesta, mientras que en el segundo se agrupan las restantes.

### Grupo 1: Concepciones sobre la estructura de la materia

#### *Ideas sobre niveles de organización en la materia*

En la primera pregunta del cuestionario los alumnos debían realizar un esquema sobre las partículas que conforman una gota de agua, es decir construir un diagrama de los niveles de inclusión de la materia, desde el macroscópico hasta el microscopio (desde moléculas hasta los quarks). Se analizaron 125 respuestas, clasificándolas en cinco categorías según los niveles de organización de la materia que hayan identificado correctamente, mientras que en la categoría incorrectos se agruparon aquellos esquema que no realizaron adecuadamente ninguna inclusión. Por ejemplo: en la categoría nivel atómico se agruparon aquellas respuestas que incluían en el esquema correctamente a la gota de agua/molécula/átomo, mientras que en la categoría nivel subatómico a los esquemas que representaban bien a la gota de agua/molécula/átomo/electrón, protón y neutrón.

<i>Categoría</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Nivel molecular	12
Nivel atómico	10
Nivel subatómico	24
Nivel nuclear	27
Incorrecto	27

*Tabla 1: Clasificación de las respuestas sobre niveles de inclusión de la materia.*

La Tabla 1 nos permite inferir que: a) la mayoría de los alumnos (un 73%, al sumar las cuatro primeras categorías) reconoce que la gota de agua está formada por moléculas. Aunque sólo el 12% identifica únicamente al nivel molecular, sin poder reconocer los otros niveles de organización de la materia como el atómico, el subatómico y nuclear.

b) el 61% de los alumnos encuestados reconocen la secuencia de organización de la materia de molecular a atómico. Aunque de ese porcentaje, solo el 10% registra correctamente hasta el nivel atómico únicamente, el 24% reconoce hasta el nivel subatómico ubicando

correctamente las subpartículas excepto los quarks, y por último el 27% representaron hasta la estructura nuclear.

Estos resultados hacen referencia de las dificultades de algunos alumnos para integrar y organizar en niveles de inclusión a los conceptos de molécula, átomo, electrón, protón, neutrón en la estructura de la materia, coincidiendo con los expuestos por Novack (1988). También, es importante destacar que ningún alumno logró ubicar correctamente los quarks, y que al momento de encuestarlos varios han preguntado ¿qué son?, haciéndose referencia al desconocimiento de estas partículas elementales. Además quienes los ubicaron lo hicieron de forma incorrecta. Estas dificultades también las han manifestado los estudiantes entrevistados por Dima *et al.* (2004), tanto las referidas a los quarks como las incoherencias que manifiesta al considerar el nivel atómico de la materia ya que no ubican bien a las partículas subatómicas (solo logran reconocer que la materia esta constituida por moléculas y estas por átomos que contienen a un núcleo).

#### *Ideas sobre el modelo cinético-molecular*

-Es sumamente interesante las respuestas que elaboraron los estudiantes sobre el movimiento que asocian a las partículas constituyentes de un material, por ejemplo vidrio, pregunta 2 de la encuesta. Del total de cuestionarios completados se analizaron 119 respuestas, las cuales se clasificaron según el tipo de movimiento que se le asigna a las partículas que conforman al vidrio, teniendo en cuenta las categorías propuesta por Pozo *et al.* (2002): reposo absoluto; movimiento causado por agente externo, movimiento continuo e intrínseco y por último, movimiento causado por agente interno.

<i>Categoría</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Reposo absoluto	35
Movimiento agente externo	6
Movimiento continuo	52
Movimiento agente interno	7

*Tabla 2: Porcentaje de respuestas según el tipo de movimiento asociado a las partículas*

Los resultados expuestos en la Tabla 2, nos permite afirmar que la mayor parte de los estudiantes (52%) analizados tienen una representación consistente a la teoría del movimiento continuo e intrínseco de las partículas que constituyen la materia. Igualmente, un 35% consideran que las partículas están en reposo todo el tiempo, mientras que un 6 y 7% consideran que las partículas se moverán por alguna causa, ya sea por un agente externo o por un agente interno.

Estos resultados, muestran que los sujetos analizados no sólo seleccionan movimiento continuo sino que también hay porcentajes importantes que recurren a teorías que no son consistentes desde el punto de vista científico. En la investigación de Pozo *et al.* (2002) se señala que a los alumnos se les enseña el modelo corpuscular de la materia pero que al momento de aplicarlo algunos todavía recurren a teorías no consistentes con la ciencia, como por ejemplo que las partículas estarán quietas y sólo se moverán si hay algún agente que provoque ese movimiento.

- Las respuestas al interrogante 3 del cuestionario permitió conocer las ideas de los alumnos sobre qué existe entre las partículas constituyente de la materia, según el modelo cinético-molecular. Se analizaron 89 cuestionarios, clasificándolos en tres categorías: noción continua

(cuando dicen que existen partículas entre las moléculas del gas), noción de vacío (al reconocer su existencia entre las moléculas) y energía o fuerza.

<i>Categoría</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Noción continua	64
Noción de vacío	18
Energía o fuerza	18

*Tabla 3: Porcentaje de respuestas según la existencia asignada al espacio entre las partículas.*

Es importante destacar, al analizar la Tabla 3, el alto porcentaje (82%) de estudiantes que responden utilizando teorías alternativas que difieren con el conocimiento científico. El 64% de ese porcentaje, hace hincapié en que las partículas están tan juntas que ni siquiera existe un espacio entre ellos o hacen referencia a que entre las partículas del gas hay aire, la misma sustancia, o partículas, es decir utilizan en la explicación la idea de partícula para justificar una noción continua de la materia. Mientras que el 18 % dice que entre las partículas de gas hay energía o fuerza. Asimismo, existe un grupo de estudiantes que reconocen la característica discontinua de la materia, haciendo referencia que en esos espacios huecos hay vacío, lo cual es consistente desde el punto de vista científico.

Estos resultados no son novedosos ya que, en 1985 se identificaron en alumnos israelitas concepciones continuas sobre la materia y la dificultad para concebir el vacío (Nussbaum, 1985 citado por Garritz Ruiz, 2009), también fueron explicitados en el trabajo de Chastrette y Franco (1991). Mientras que Furió *et al.* (2000) refieren a la dificultad que tienen los estudiantes para aceptar la idea de que no existe “algo” entre las partículas que conforma a la materia (principalmente en el estado gaseoso). También en la investigación concretada por Pozo *et al.* (2002) se encontró que los alumnos investigados, excepto los universitarios, acuden al modelo de materia con partículas que lo llenan todo para explicar una situación similar a la planteada en la encuesta.

#### *Ideas sobre cantidad de átomos en la materia*

Para averiguar las ideas de los estudiantes sobre el tamaño atómico, se los interrogó sobre la cantidad de átomos que hay en un gramo de arena. El análisis se realizó sobre 87 respuestas, las cuales se agruparon en dos modalidades diferentes (Tabla 4): según el ítem seleccionado por los estudiantes (una docena de átomos, algunos millones, trillones de átomos y otra respuesta) y teniendo en cuenta si son correcta e incorrecta.

<i>Categoría a</i>	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Categoría b</i>
Algunos millones de átomos	57	Correcta
trillones de átomos	25	
Una docena de átomos	8	Incorrecta
Otra respuesta	10	

*Tabla 4. Categorías en relación a al porcentaje de respuestas.*

Como se puede observar existe una notable diferencia entre las respuestas que se consideran incorrectas desde el punto de vista científico y las correctas. Un 82% de los adolescentes encuestados responde correctamente seleccionando las opciones algunos millones de átomos (57%) y trillones de átomos (25%).

Estos estudiantes reconocen que la materia está formada por pequeñas partículas, más precisamente por átomos y saben que existen muchísimos átomos en un gramo de arena. Estos resultados coinciden con los datos encontrados en la investigación realizada por Dima *et al.* (2004) con los estudiantes de los últimos año del secundario. No obstante, y aceptando la sugerencia de Carrillo Chávez *et al.* (2005) habría que continuar investigando si los alumnos comprenden los conceptos de mol y número de Avogadro, ya que se constituyen en dos conceptos claves para analizar la relación entre cantidad de átomos y estructura de la materia.

## Grupo 2: Concepciones sobre estructura atómica

### *Ideas sobre tamaño de partículas subatómicas*

Con el propósito de indagar sobre la relación de tamaño entre las partículas constituyente del átomo se les propuso a los estudiantes que comparen la masa del protón con la del electrón y la del protón con la del neutrón a partir de comparar el tamaño de una naranja con otras frutas (más grande o parecido) y con semillas (más chico).

Se analizaron 92 respuestas sobre el tamaño del protón en relación con el electrón, clasificando como correcta aquellas respuestas que indicaba si “la masa del protón fuera como la de una naranja, la masa del electrón sería como una semilla de naranja”. Siendo ésta opción la seleccionada por un 45% de los estudiantes.

En referencia a tamaño relativo entre el protón y el neutrón, se analizaron 101 respuestas, donde la mayoritariamente son incorrectas ya que seleccionaron las opciones de semilla de naranja (aducen que la masa del neutrón es más pequeña que la del protón) o sandía (que es mucho mayor la masa del neutrón en comparación con la del protón). Por lo tanto, podemos inferir que hay un porcentaje significativo que desconoce que la masa de los protones y de los neutrones es semejante. De todos modos, existe un porcentaje no menos importante del 41 % que respondió correctamente, en este porcentaje incluyen los sujetos que seleccionaron la opción correcta y a los que propusieron otra opción que son correcta como por ejemplo: una naranja, igual a la del protón.

De acuerdo a los resultados arrojados, podemos conjeturar que los sujetos analizados tienen mucho más incorporado que los electrones tienen una masa mucho menor a los protones en lugar de que los neutrones tienen una masa semejante a los protones. Esto es análogo a los resultados obtenidos por De la Fuente *et al.* (2003) aunque se diferencian con los expuestos por Dima *et al.* (2004) ya que afirman que la mayoría de los estudiantes entrevistados desconocen la relación de masas entre protón-electrón y protón-neutrón.

### *Ideas sobre ubicación y movimiento de las partículas subatómicas*

Para indagar las ideas de los estudiantes sobre las características (ubicación, movimiento) de las partículas que constituye al átomo, se les pidió que representaran un esquema de un átomo e indicaran si las partículas que él mencionó en el esquema se movían o estaban quietas.

El análisis se realizó sobre 83 esquemas, que se agruparon en cuatro categorías: esquema tipo Thomson, esquema tipo Bohr, esquema de difusión de electrones y esquema confuso.

	<i>Esquema</i>	<i>Porcentaje %</i>
Thomson	No ubica cargas	6
	Ubica cargas	6
Bohr	Ubica cargas	39
	No ubica cargas	29
Difusión de e <sup>-</sup>		1

*Tabla 5. Esquema del átomo realizado por los estudiantes según porcentaje de respuestas*

Se puede observar en la tabla 5 que un 12 % de los estudiantes representa al átomo como una esfera maciza semejante al modelo de Thomson. El 19% de los estudiantes realizaron confusos esquemas sobre el átomo. Un solo alumno representó un átomo a partir de un modelo difusión de electrones sin representar las cargas. La mayoría de los alumnos (el 68%) han representado al átomo a partir del modelo de Bohr, con un núcleo donde se incluyen los protones y neutrones y los electrones en círculos de diferentes radios a cierta distancia del núcleo.

Esta información concuerda con la investigación de Lahore (1990) donde expone que la mayoría de los alumnos de 5to y 6to año del nivel medio dibujaban al átomo como el sistema planetario.

En referencia al interrogante sobre las partes del átomo en movimiento se analizaron 67 respuestas. Clasificándolas como correctas a las que explicitan que “ninguna parte del átomo está quieta o que todas las partes del átomo se mueven, incluido el átomo”. De dicho análisis surge que sólo 7 alumnos construyeron una respuesta correcta, el resto considera que algunas partículas constitutivas del átomo se mueven.

Existe una tendencia en los estudiantes encuestados de pensar un modelo atómico donde el núcleo (protones y neutrones) se encuentra en reposo y lo que se mueve son los electrones, coincidiendo con los resultados expuesto por Gil Pérez *et al.* (1989 citado por De la Fuente *et al.* 2003), Lahore (1990) y Gómez Moliné (2009).

#### *Ideas sobre la ubicación de los electrones en el nivel atómico*

La última actividad del cuestionario indagó el conocimiento de los estudiantes sobre la distribución electrónica en la estructura atómica, a partir de analizar la configuración electrónica del átomo de potasio (K), preguntándoles qué representaban los números y las letras 3p<sup>6</sup> en la configuración electrónica.

Se consideraron 120 cuestionarios donde el 38% de las respuestas fueron correctas, un 12% incompletas ya que indicaron correctamente lo que representan los números o las letras sin responder la respuesta completa, un 50% son incorrectas y el resto de respuestas indicaron que no sabían a qué refieren las letras y los números en la configuración electrónica.

Por medio de los datos obtenidos, inferimos que un conjunto importante de alumnos encuestados manifiestan dificultades y falta de precisión en la comprensión de la configuración electrónica, aunque lo hayan estudiado con anterioridad. En nuestra opinión, estas dificultades se deben al desconocer los fundamentos de la configuración electrónica.

La investigación realizada por Gómez Moliné (2009) puso de manifiesto que los estudiantes universitarios logran un aprendizaje memorístico de la mecánica cuántica para aprobar los exámenes. Pareciendo que esto se repite en el grupo encuestado del nivel medio.

## CONCLUSIONES

En primer lugar podemos afirmar que esta investigación nos permitió recabar información sobre las concepciones sobre estructura de la materia y atómica de estudiantes que están cursando la última etapa de la educación secundaria y compararlas con las reconocidas en diversas investigaciones didácticas sobre la temática. Siendo una conclusión que los actuales



estudiantes han construido ideas semejantes a las concepciones encontradas hace tiempo en alumnos de países y sistemas educativos distintos.

Podemos decir que el grupo de alumnos, de la localidad de Río Cuarto, encuestados han construido ideas inconexas y contradictorias sobre estructura de la materia con mayores dificultades sobre todo a nivel atómico. Reconocen conceptos como átomo, molécula, electrón, protón, núcleo; aunque no logran integrarlos y relacionarlos en cuanto a los niveles de organización de la materia. Dan cuenta que tienen una representación consistente a la teoría del movimiento continuo e intrínseco de las partículas que constituyen la materia, aunque cuando abordan una situación cotidiana asumen una noción de materia continua, no obstante reconocen que existen muchísimos átomos en un gramo de arena. Sobre la estructura del átomo reconocen las partículas subatómicas distribuidas según el modelo de Bohr donde sólo los electrones se mueven, tienen incorporado la relación entre la masa del electrón y la del protón, no así la relación entre masa del protón y neutrón, y no pueden identificar el significado de la expresión simbólica en la configuración electrónica.

Otro punto interesante que surge de este estudio, es el cuestionamiento sobre el diseño metodológico utilizado para acercarnos al conocimiento que construye el alumno. Más aún, teniendo en cuenta el carácter implícito de dicho conocimiento y la dificultad para su detección, nos planteamos la necesidad de realizar entrevistas a los estudiantes y triangular diferentes fuentes de información para continuar aportando al proceso de construir conocimiento sobre las prácticas educativas.

Reconocer las concepciones de los estudiantes que están finalizando el nivel medio nos plantea interesantes desafíos para la enseñanza actual de temáticas relacionadas con estructura de la materia y estructura atómica. Ya que, por un lado investigadores como Dima *et al.* (2004) sostienen que los conocimientos de los estudiantes respecto de la estructura atómica, a diferencia de otros tópicos, en general están ligada a la instrucción. Y por otro lado, Gómez Moliné (2009) manifiesta que los estudiantes logran un aprendizaje memorístico sobre estructura atómica que luego olvidan, planteándose “Sin conocimientos sólidos de matemáticas, sin conocimientos de espectroscopía y sin haber entrado en el mundo de las ideas de la mecánica cuántica ¿Puede el alumno deducir, comprender, razonar, sobre la configuración electrónica de los elementos? En la mayoría de los casos ¿no es algo que se acepta ciegamente, se memoriza y se utiliza sin entender su significado?” (Gómez Moliné, 2009 pág 48). Por esto nos preguntamos ¿la enseñanza de estas temáticas se reconoce responsable de las concepciones de los estudiantes sobre estructura atómica? ¿Hasta qué grado de complejidad debería enseñarse en el nivel medio esta temática?.

Además frente a los resultados descriptos, que son preocupantes si los miramos pensando que desde hace muchísimo tiempo que se investiga sobre ésta temática y los cambios que se han planteados en la enseñanza de ciencia se debería haber encontrado otros resultados sobre las concepciones construidas por los estudiantes. Surge la necesidad de replantearse ¿Cómo se conforma la enseñanza actual para que los alumnos sigan teniendo las concepciones identificadas hace más de 20 años? ¿Han cambiado los modelos de enseñar con respecto a hace 20 años? ¿Los docentes en ejercicio tienen conocimiento de éstas concepciones de los estudiantes? ¿Cómo lograr que los resultados de las investigaciones didácticas se incorporen en el aula? ¿Las sucesivas modificaciones de los diseños curriculares para la educación secundaria en la provincia de Córdoba no han generado comprensión en los estudiantes sobre el conocimiento científico escolar que permitan superar las concepciones alternativas identificadas? ¿los cambios propuestos en el sistema educativo para la enseñanza de la química y la física, que han tenido en cuenta el desarrollo de la didáctica de las ciencias, no

han podido generar instancias de reconstrucción de las concepciones alternativas de los estudiantes, ni siquiera cuestionarlas?. Coincidiendo con Furió *et al.* (2006) sobre la existencia de concepciones alternativas y formas de razonamiento del alumnado como las que acabamos de señalar, han puesto de manifiesto que aprender no es fácil y que la enseñanza de las ciencias requiere un replanteamiento en profundidad que las tuviera en cuenta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campanario, J.M y Otero, J. C. (2000) Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencia. *Enseñanzas de las ciencias*, 18 (2).

Carillo Chavez, M., Hernandez Milan, G. y Nieto Calleja, E. (2005). Estimación del número de Avogadro a través de estrategias que le dan sentido al trabajo experimental. *Enseñanza de la ciencia*. Número Extra. VII Congreso

Carretero, M. (1997). *Construir y Enseñar en las Ciencias Experimentales*. Argentina: Copyright Aique Grupo Editor S.A. (Segunda edición).

Driver, R. (1996) *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Tercera edición. Morata Ediciones. Madrid. España pp. 20 -21.

De la Fuente, A. M.; Perrota, M.T; Dima, G.; Gutierrez, E.; Capuano, V. y Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1).

De Posada, J. M. (2002). Memoria, Cambio Conceptual Y Aprendizaje de las Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, Nº 2, 92-113.

Dima, G.; Botta, I.; Gutiérrez, E.; Capuano, V.; Follari, B.; De la Fuente, A.; Perrota, M.T.; (2004) "Conocimiento de las concepciones sobre estructura atómica de estudiantes en varios niveles educativos". *Memorias de SIEF 7*. Argentina.

Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J. y Domínguez, C (2000) La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. En Perales, F.J. y Cañal, P. (Primera) *Didáctica de las ciencias experimentales*. España. Marfil

Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, j. (2006) Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*. Nº 48. año XII. Abril. Barcelona. España.

Garriz Ruiz, A. (2009). Saber pedagógico y conocimiento pedagógico del contenido: 'la estructura corpuscular de la materia. *METL2 Papeles del Seminario de Investigación Educativa*.

Gómez Moliné, R. M. (2009). Las interpretaciones de los alumnos sobre la estructura de la materia. *METL2 Papeles del Seminario de Investigación Educativa*.

Chastrette, M. y Franco, M. (1991). La reacción química: Descripciones e Interpretaciones de los alumnos del liceo. *Enseñanza de la ciencia*. 9 (3).

Lahore, A. (1990). Una encuesta sobre el concepto de átomo en los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3).

Novack, J.D. (1988). Constructivismo humano: Um consenso emergente. *Enseñanza de la Ciência*. 6 (3).

Pozo, J.I., Gutiérrez Julián, M.S., Gómez Crespo, M.A. (2002). Conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico en la interpretación de las propiedades de la materia. *Investigações em Ensino de Ciências* – V7(3), pp. 191-203.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. En: Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. *Aprender y Enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.

Sabino, C (1996) *El proceso de investigación*. Editorial Lumen-Hvmanitas. Argentina.

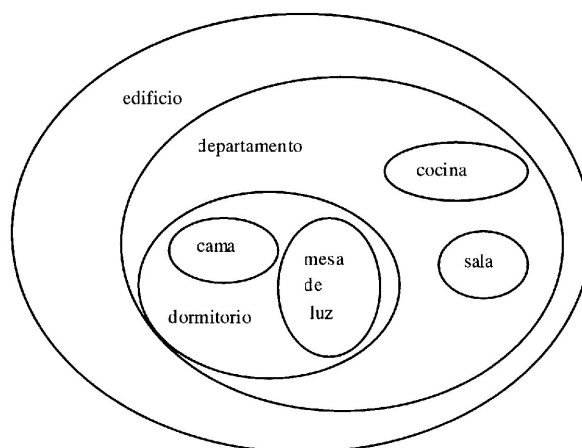
Solbes, J (2009) Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (i): resumen del camino avanzado. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6(1), pp. 2-20

Yuni, J y Urbano, Cl. (2006) *Técnicas para investigar*. Volumen 2: *Recurso metodológico para la preparación de proyectos de investigación*. Editorial Brujas. Bs. As. 2° edición.

## ANEXO

### **Protocolo de indagación**

1) Con las siguientes palabras: *departamento / cama / sala / dormitorio / edificio / cocina / barrio / mesa de luz*, se confeccionó un diagrama que muestra que el edificio está dentro del barrio, que el departamento está dentro del edificio, que el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



**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*

2) Las ventanas de tu clase, al igual que la mayoría de ellas llevan un cristal (vidrio).

¿Cómo crees que estarán las partículas que forman el vidrio de la ventana?

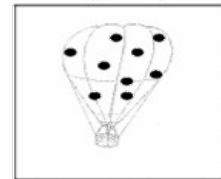
**Selecciona de las siguientes afirmaciones aquella que crea que responde al interrogante:**

- A. las partículas que conforman al vidrio están siempre quietas, inmóviles.
- B. las partículas que conforman al vidrio sólo se mueven si agitamos el cristal.
- C. las partículas que conforman al vidrio están moviéndose siempre.
- D. las partículas que conforman al vidrio se mueven sólo si hay burbujas de aire que las empujan.

3) Probablemente habrás oído hablar de que la materia está formada por pequeñas partículas tales como los átomos y las moléculas. Con esta idea te proponemos que **analices** la siguiente situación y **elabores** una posible respuesta al interrogante:

*Un globo sonda o meteorológico es un globo que lleva instrumentos a la atmósfera para recoger información acerca de la presión atmosférica, la temperatura, y la humedad por medio de un pequeño aparato llamado radiosonda. Para obtener datos del viento. El globo se llena generalmente con hidrógeno debido a su bajo costo, aunque el helio se puede utilizar como un sustituto.*

El siguiente dibujo representa con modelo de partículas el hidrógeno en el interior de un globo sonda. **¿Qué crees** que existe en los espacios que hay entre las partículas?



4) **¿Cuántos** átomos crees, aproximadamente, que hay en un grano de arena?

€Una docena de átomos €Algunos millones €Trillones de átomos €No sé €Otra respuesta

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

a) ....la masa del electrón sería como la de:

Una semilla de naranja  Una manzana  Una sandía  Otra respuesta  No sé

b) .... la masa del neutrón sería como la de:

Una semilla de naranja  Una manzana  Una sandía  Otra respuesta  No sé

6) Si dispusiera de un microscopio suficientemente potente que permita visualizar átomo

a- **¿Cómo** vería un átomo de bromo? Dibújalo.

b- Indica qué partes del dibujo anterior consideras que están quietas y qué partes están en movimiento?

7) El elemento químico Potasio (K) tiene un número atómico de  $Z=19$ , y se representa su configuración electrónica de la siguiente manera:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

a. **¿Qué** representa los números y letra  $3p^6$  de la configuración electrónica?

b. **¿En** qué orbital se encuentra el último electrón de valencia? Dibújalo.