

ALGUNOS PROBLEMAS EN LA CONCEPTUALIZACIÓN DE ONDAS MECÁNICAS

PÉREZ CARMONA¹, M^a. DEL CARMEN y ESPER^{1,2}, LIDIA BEATRIZ

¹ Facultad de Ciencias Naturales e I.M.Lillo. U.N.T. Argentina.

² Facultad Regional Tucumán. U.T.N. Argentina.

<marype@csnat.unt.edu.ar>

Palabras clave: Ideas previas; Cambio conceptual; Categoría ontológica; Ondas mecánicas; Procesos.

INTRODUCCIÓN

Este es un informe parcial sobre las conclusiones obtenidas en la fase final de investigación, en el Área Física, realizada en el marco de la Tesis a presentar para alcanzar el título de Magíster en Enseñanza de la Ciencias.

En este reporte se focaliza el análisis de las causas posibles por las cuales aún persisten, luego del proceso educativo formal, algunas ideas previas sobre ondas mecánicas y la vigencia actual de algunos de esos conceptos, en los que se aprecia, una dificultad específica que parece imponer determinadas adquisiciones conceptuales con más frecuencia que en otros casos.

En publicaciones anteriores (Pérez C. y col, 2001; Pérez C. y col, 2004) se han reportado ideas previas en los alumnos que cursan Física en el ciclo básico de la Universidad, sobre el tema de ondas mecánicas y fundamentalmente, en cómo influyen estas ideas en el proceso de enseñanza aprendizaje. A fin de disponer de criterios más sólidos que permitan diseñar estrategias instruccionales que tienen por objetivo lograr un aprendizaje significativo (Ausubel, y col.; 1978; Novak, 1988; Moreira, 1990) de ondas mecánicas, se decidió estudiar con mayor profundidad las razones por las que algunas ideas intuitivas parecen coincidir con las científicas; persistiendo ideas contrarias a la instrucción recibida y destacándose algunos conceptos que se aprenden con mas facilidad que otros.

La experiencia fue realizada con alumnos de la Licenciatura y el Profesorado en Ciencias Biológicas, de Geología y de Ingeniería de la UNT, utilizando cuestionarios como instrumentos de evaluación. Los resultados se complementaron con entrevistas a doce alumnos, tomados en grupos de a tres.

Los resultados se interpretan a la luz del modelo de Chi (Chi y col., 1994, Chi, 1992) y buscan dar respuestas a la problemática planteada. Se analizan los niveles de aprendizaje alcanzados durante la instrucción y se complementan y comparan los resultados con la información obtenida en las entrevistas.

MARCO TEORICO

Se encuadra en el enfoque de Cambio Conceptual de Chi (op.cit.), centrándose, dentro del contexto educativo, en el aprendizaje que surge en el aula, y tiene por objetivo dar respuestas transferibles a la misma.

La definición que adopta Chi para el *cambio conceptual* se refiere, primariamente, a la noción de cómo un concepto puede cambiar su significado. No hace hincapié en la adquisición del concepto por si mismo; sino, más bien, a como un concepto puede tomar un nuevo significado como una forma de aprendizaje. Esto también presupone que el educando ya tiene alguna noción de lo que es un concepto en particular.

Cambio conceptual es empleado aquí para referirse a la categoría resultante en la cual un concepto es asignado dentro del contexto áulico. Chi discrimina entre el cambio conceptual que ocurre dentro de una categoría ontológica y el cambio conceptual a través de categorías ontológicas (*cambio conceptual radical*). Para esta autora, esta diferencia es muy importante para entender mejor el aprendizaje en el aula.

Si se tiene en cuenta que las creencias ontológicas influyen en la manera en que un estudiante responde a la información recibida, es importante, entonces definir este concepto. Estas creencias ontológicas tratan de un grupo de opiniones que están profundamente conectadas con las teorías previas y determinan la manera en que los sujetos perciben y experimentan la existencia de los entes materiales y no materiales. Vosniadou (1994) ha planteado que las creencias ontológicas que gobiernan la racionalidad de las teorías previas de los estudiantes están revestidas de realismo, ubicadas en un mundo estable, sólido, con relaciones de causalidad específicas, mientras las creencias ontológicas propias de las ciencias experimentales están ubicadas en una dimensión complementaria de la realidad humana. El mundo de creencias ontológicas de la ciencia es un mundo por construir para el estudiante.

Según Chi y col. (1994) el hecho que las categorías ontológicas, en las que se inscribe el sentido común y en las que se inscriben los conceptos de la ciencia, sean distintas es lo que no permite la coincidencia entre las creencias de los niños con la conceptualización de los fenómenos científicos. Existe una incompatibilidad entre el mundo ontológico cotidiano y el mundo ontológico de los conceptos científicos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se usa lo que según la tipología de Denzin (1970) se denomina triangulación metodológica entre los métodos. La triangulación ofrece una alternativa bipolar, aproxima lo cuantitativo y lo cualitativo. El propósito de la triangulación simultánea es obtener datos diferentes pero complementarios sobre el mismo tópico, más que replicar los resultados.

La elección de este método enmarca la investigación dentro de la corriente cualitativa, y más concretamente, en el paradigma constructivista.

Se utilizaron como instrumentos cuestionarios y entrevistas. Esta documentación se sistematizó según el siguiente detalle:

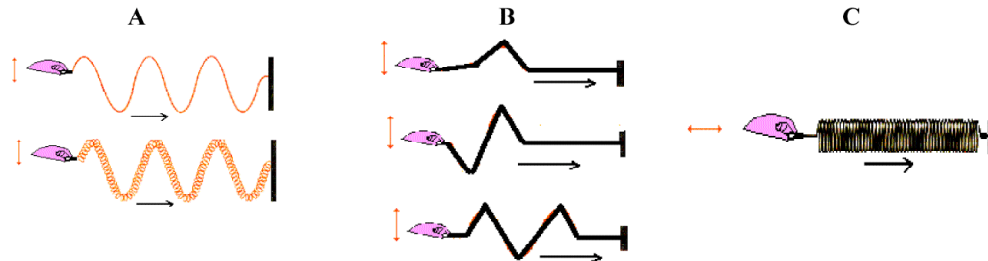
- Se distribuyeron cuestionarios a 508 individuos durante 3 periodos lectivos, antes y después de recibir instrucción formal sobre el tema.
- Se efectuaron entrevistas estructuradas con ítems abiertos. La entrevista fue individual y los datos se recogieron en un protocolo.

El enfoque general de la metodología utilizada es la técnica de análisis interpretativo (Ericson, 1989) sobre los datos textuales, recogidos en las entrevistas realizadas a los alumnos. Sin embargo hay una búsqueda constante, a lo largo de todo el proceso de investigación, de sistematizar los resultados obtenidos.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este trabajo por cuestiones de espacio se analizan 2 ítems de los cuestionarios y entrevistas

I. En las siguientes situaciones, al mover hacia arriba y hacia abajo una cuerda o un resorte, fijos en uno de sus extremos, ¿qué se genera? ¿qué es una onda?



II. Considere las situaciones dadas. En A una cuerda esta unida a un sistema oscilante. En B un parlante esta conectado a un sistema de audio. a- Describa sus modelos haciendo un pronóstico de las situaciones (ejem. que fenómenos se producen, que características tienen, etc.)



Resultados Cuantitativos

Categoría de respuestas:

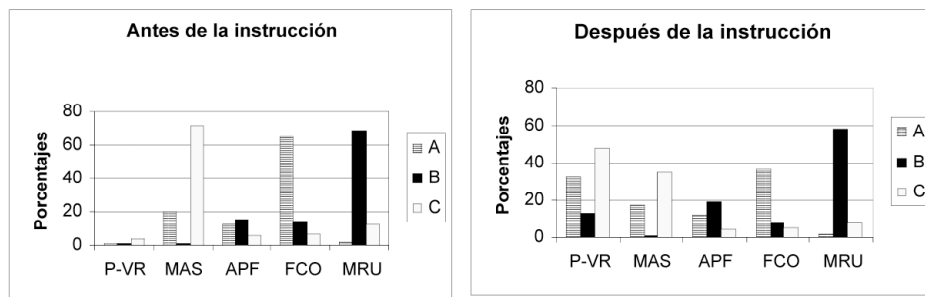
P-VR: Una perturbación, Vibración rápida;

MAS: Movimiento armónico simple;

APF: “Algo” producido por una fuerza;

FCO: La forma curva de cualquier objeto

MRU: Movimiento rectilíneo uniforme



Se observa que:

Antes de la instrucción, en la situación:

- **A**, el 65% de los alumnos asocian el movimiento ondulatorio con la forma curva de la cuerda, para un 20% es un MAS
- **B**, el 69 % de los alumnos la consideran como un MRU,
- **C**, el 71 % de los alumnos consideran el movimiento como un MAS;

Después de la instrucción, en las situaciones:

- **A** y **C**, el 31 % y el 48 % respectivamente piensan en una perturbación como una vibración rápida, para estos estudiantes todo movimiento ondulatorio es armónico.

- **B**, un 58% de los alumnos siguen pensando que el movimiento es un MRU,
- En un porcentaje menor, 12%, 19% y 4% respectivamente en las situaciones A, B y C correspondientemente identifican el movimiento con su fuente.
- Muchos estudiantes no tienen claro que la creación de un movimiento ondulatorio es independiente del proceso mediante el cual se transmite energía y cantidad de movimiento en un medio.

Relaciones del fenómeno producido en las situaciones A y B del ítem 2

Antes de la instrucción		Después de la instrucción	
El parlante y el sistema oscilante producen el mismo efecto (POM)	4%	El parlante y el sistema oscilante producen el mismo efecto (POM)	49%
Relacionan el movimiento “de algo con el medio” (MAM)	73%	Relacionan el movimiento “de algo con el medio” (MAM)	38%
Relacionan el Mov. Ondulatorio con el movimiento del medio (MOMM)	23%	Relacionan el Mov. Ondulatorio con el movimiento del medio (MOMM)	13%

Antes de la instrucción

Para los estudiantes, los fenómenos producidos en las dos situaciones planteadas son completamente distintos, identifican el fenómeno producido con su fuente, por lo tanto en el caso A se produce una oscilación y en el caso B, el parlante vibra, por lo tanto se producen vibraciones. Para el 73% de los estudiantes ambas fuentes producen ondas, pero describen las ondas creadas por ambas fuentes como “algo” material que se mueve según el medio y para el 23% en la situación A se producen ondas por la forma del medio y en la situación B hablan de ondas acústicas que se mueven por el aire.

Después de la instrucción

Para el 49% de los estudiantes el parlante y el sistema oscilante producen el mismo efecto, en ambos casos se producen ondas. El 38% sigue pensando el fenómeno producido en las dos situaciones como algo material que tiene un movimiento similar al medio y sólo el 13 % relacionan la perturbación con el movimiento del medio.

En base a los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo, se piensa que, los estudiantes no interpretan fenomenológicamente el movimiento ondulatorio por que atribuyen al concepto onda atributos de entidades ontológicas diferentes.

El modelo de cambio conceptual propuesto por Chi ha permitido identificar los conceptos empleados por los individuos cuando utilizan el término ondas. Con este motivo se han examinado los rasgos definitorios y característicos expresados en los enunciados y respuestas con el objeto de determinar que lugar ontológico ocupa este concepto. Este análisis se realiza teniendo en cuenta que el movimiento ondulatorio (las ondas) es una entidad que pertenece a la categoría ontológica de proceso. Se tratará de examinar las diferencias entre las propiedades del concepto de onda.

Resultados Cualitativos

Mediante el análisis de los protocolos se elaboró las categorías correspondientes identificadas en los discursos de los alumnos. Para cada una de las categorías se transcriben expresiones vertidas por los entrevistados, donde las mismas fueron identificadas. En este trabajo, por razones de espacio, sólo se analizara una categoría y sus subcategorías.

Categoría 5.F

En esta categoría se agrupan las respuestas de los estudiantes que atribuyen al concepto de onda, atributos de la categoría materia. Se muestran los diferentes significados que puede poseer el concepto ondas referido a su posición ontológica.

F.5.1 Las ondas como materia

S.1: ... *Al aplicar una fuerza, las ondas se mueven por la cuerda, a mayor fuerza, más rápido se mueven.*

S.2.: ... *el parlante produce ondas, éstas al ser vibraciones rápidas golpean a las moléculas de aire, así una molécula golpea a otra y esta a otra, hasta que llegar a nuestro oído...*

En las explicaciones de los estudiantes, las ondas están completamente asociadas a la fuente que las produce, y se organizan adoptando muchos rasgos de la categoría materia. Les atribuyen propiedades; como poseer un movimiento intrínseco, ocupar un espacio, ejercer una fuerza en la misma dirección y sentido de la fuerza aplicada.

F.5.2 Las ondas como fuerzas

S.1: ... *La mano ejerce una fuerza sobre la cuerda,.. la fuerza se aplica a cada pedazo de cuerda.. y esta fuerza se transmite de una a otra.*

S.2 ... *la fuerza que uno hace en un lugar determinado produce ondas, éstas empujan a las distintas moléculas formando un efecto cadena, provocando que aparezcan en otro lugar, por ejemplo el sonido.*

Si bien los alumnos cuando se les pregunta qué se transmite en el M.O, contestan con mucha seguridad que se transmite energía sin transmisión de materia, que es la explicación científica adoptada. Sin embargo en estas explicaciones, se observa que desde la fuente se transmite una fuerza pero le agregan en su recorrido algo material. Las ondas pueden ser una sustancia o materia que se desplaza y pueden poseer un principio energético que no sólo le permite desplazarse si no que a su vez puede desplazar a otras.

CONCLUSIONES

El concepto de onda, dado por los alumnos, oscila entre las categorías materia y proceso. La onda toma rasgos de la categoría materia cuando se le atribuyen propiedades como chocar, y movimientos independientes, o sea que su velocidad aumenta o disminuye al aplicarle una fuerza.

El medio por el cual se trasmite una perturbación comparte con las entidades de la categoría materia un grupo de atributos ontológicos: son pesados, ocupan espacio, están formados por moléculas, no pueden atravesar materia, o se comporta de un modo discontinuo en el proceso de interacción con los objetos a su alcance.

El movimiento ondulatorio es una entidad física no material que comparte atributos ontológicos de proceso tales como presentar una duración en intercambios con otras entidades físicas materiales.

La corrección o incorrección de un concepto sólo adquiere significado para el desarrollo conceptual si es analizado en el contexto de la teoría que lo sostiene. Desde esta perspectiva es claro que si, los alumnos, analizan el concepto de onda desde la mecánica de la partícula, van a emplear, para tratar de dar una explicación rasgos de categorías ontológicas cruzadas, describen el movimiento de una partícula, que pertenece a la categoría materia, como el movimiento de muchas partículas en el tiempo. Están usando el modelo de partícula que les resuelve muchísimos problemas de la vida diaria en vez de modelar los objetos reales como conjuntos de muchas partículas, cada una sujeta a las leyes de Newton. Por lo tanto el modelo para asimilar los conceptos de la mecánica clásica no es válido para asimilar los conceptos de movimiento ondulatorio, ya que, para poder explicar “que es una onda” necesitan de un modelo distinto; modelo que los profesores nunca explicitan.

Las ondas por ser entidades físicas no materiales, no poseen ninguno de los atributos de las entidades materiales, por lo tanto pueden transmitirse a través de la materia en cualquier estado. Estas entidades no son percibidas psicológicamente por los sujetos y como predice la Teoría de cambio conceptual de Chi, son muy difíciles de cambiar.

BIBLIOGRAFIA

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H., 1978. Psicología Educativa. México, Trillas.
- CHI, M., 1992. Conceptual change within and across ontological categories: Examples form learning and discovery in science. En R. Giere (Ed.) *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science* (pp. 129 - 186). Minneapolis.: University of Minnesota Press
- CHI, M., SLOTTA, J.D. Y LEEUW, N., 1994. From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- DENZIN N.K., 1970. *The Research Act in Sociology: A Theoretical Introduction to Sociological Method* (The Butterworth Group, London).
- ERICSON, 1989. Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza, En Wittrock, M.C. (De. *La investigación de la enseñanza*. Madrid. Paidós-MEC., pp 125,301)
- MOREIRA, M.A., 1990. *Pesquisa em Ensino-Aspectos metodológicos e referenciais teóricos*, De.Ped.Univ., Sao Paulo, Brasil.
- NOVAK, J.,1988. Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6 (3).
- PÉREZ CARMONA, M. y CÁRDENAS, M., 2004. Explicaciones de los estudiantes sobre que es una onda. Desafíos y expectativas de la educación en ciencias experimentales en el siglo XXI. Guatemala.
- PÉREZ CARMONA, M. Y ESPER L., 2001. Diferentes concepciones de movimiento oscilatorio o vibratorio. REF XII, Argentina.
- VOSNIADOU, S., 1994. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4, 45-69