

*Tesis de Maestría*

Autora:

*Silvia del Valle Bravo*

Directora:

*Marta Azucena Pesa*

Lugar:

*Departamento de**Física, Facultad de**Ciencias Exactas y**Tecnología,**Universidad Nacional**de Tucumán*

Maestría en Enseñanza

de las Ciencias

(Área Física)

Fecha de defensa:

30 de Marzo de 2007

**Concepciones de estudiantes referidas a los fenómenos ondulatorios**

El movimiento ondulatorio se manifiesta en casi todas las ramas de la física y es uno de los temas unificadores de la disciplina, dada la similitud de las descripciones físicas y matemáticas de las distintas clases de ondas. El tema de esta investigación surge del interés, desde la práctica docente, en las dificultades que manifiestan los alumnos cuando inician el aprendizaje del movimiento ondulatorio y del reconocimiento del grado de dificultad que implica la comprensión del modelo ondulatorio científico.

Rescatando aportes de la investigación educativa en la temática, se focaliza el tema de investigación en la dificultad de los estudiantes para conceptualizar el mecanismo de propagación de una onda mecánica y el rol del medio de propagación.

La integración de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird con la teoría de campos conceptuales de Gérard Vergnaud se ha considerado un marco teórico que puede dar cuenta del razonamiento empleado por los alumnos en una situación de resolución de problemas o explicación de fenómenos físicos. En este marco teórico, cuando el alumno se enfrenta a una situación nueva, construye representaciones del tipo *modelos mentales*. Éstas se construyen en el momento, operan en la memoria de corto plazo, sirven para el reconocimiento de la tarea y actúan como mediadores entre la situación y las estructuras en la memoria de largo plazo (*conceptos en acción y teoremas en acción*). Justamente son éstos elementos de la memoria de largo plazo los que determinan qué aspectos de la situación resultan relevantes, guiando así la construcción de los *modelos mentales*. La búsqueda de coherencia de las predicciones e inferencias que realiza en su trabajo con estos *modelos mentales* o *modelos de trabajo* puede llevar a la modificación de los mismos o de los *invariantes operatorios*, y eventualmente, de los *esquemas*. En este marco teórico el esquema es una estructura en la memoria de largo plazo que contiene elementos propios de la conducta (como las *reglas de acción*) y elementos cognitivos (como los *conceptos en acción* y *teoremas en acción*).

De acuerdo con el marco teórico que sustenta esta investigación, se consideró adecuada una aproximación de naturaleza psicológica que permita dar cuenta de los procesos cognitivos que activa el alumno al enfrentar una tarea, utilizando para ello lo que expresa y lo que hace en el intento de dar una respuesta a la misma. Se diseñaron entonces distintos cuestionarios con el objetivo de que el alumno active una representación en el momento (*modelos mentales*) y explicité mediante el lenguaje escrito o simbólico algunos de los *conceptos en acción* y *teoremas en acción* disponibles en sus *esquemas*. Los cuestionarios surgieron de un ensayo piloto que permitió precisar las preguntas realizadas, mejorar la presentación y seleccionar aquellas *situaciones* problemáticas tienen más potencialidad que otras para lograr que el alumno se exprese y fueron sometidos a revisión para garantizar su validez.

La investigación se desarrolló con alumnos del ciclo básico de carreras de ingeniería que cursaban la asignatura Física II. En el momento de recoger los datos, los alumnos estaban recibiendo instrucción sobre mecánica ondulatoria a través de clases teóricas, clases teórico-prácticas y trabajos prácticos de lápiz y papel. Los tres enunciados se distribuyeron en un grupo de 120 alumnos, de manera que a cada cuestionario responden 40 alumnos.

Se analizaron e interpretaron individualmente todas las respuestas, realizando luego un agrupamiento en clases o categorías que presentaban características similares en cuanto a los *invariantes operatorios* que ponen en juego para construir un *modelo de trabajo* y la jerarquía que parecen asignarle a los mismos. Se distinguen tres categorías a las que se denominó *esquemas*, éstas

representan una descripción parcial de la estructura que subyace a la construcción de los *modelos mentales* a partir de su principal componente, los *invariantes operatorios*:

\* El *esquema A* conduce a un *modelo de trabajo* de tipo perceptual, el significante fuerte sería la imagen visual de una figura senoide en movimiento con el agregado de algunos conceptos adquiridos durante la instrucción con los cuales intentan dar una explicación del mecanismo de propagación. No muestra la presencia de *conceptos en acción* referidos al medio de propagación ni a sus propiedades.

\* El *esquema B* muestra una cantidad importante de *conceptos en acción* y *teoremas en acción* sin ningún tipo de jerarquía o relación entre ellos. Considera el medio de propagación pero no las propiedades del mismo. Permanece como un aspecto importante la figura senoide, aunque de modo más abstracto, a través de las ecuaciones que describen el movimiento.

\* El *esquema C* reconoce como significante fuerte un aspecto importante del modelo ondulatorio científico: el medio de propagación. Se nota una jerarquía en los *conceptos en acción*, en la cual el medio de propagación ocupa un lugar destacado. Se distinguen dos subcategorías: en el *esquema C<sub>1</sub>* este concepto no está aún muy elaborado ya que no exige la continuidad del mismo para que se produzca la propagación y en el *esquema C<sub>2</sub>* el concepto es más completo ya que incluye la exigencia de continuidad del mismo. Este *esquema C<sub>2</sub>* se podría considerar el más evolucionado, el de mayor comprensión conceptual.

Luego se procede a determinar, para cada una de las situaciones presentadas, a qué categorías pertenecen las distintas respuestas y la eficiencia de las mismas para dar respuesta al problema en forma satisfactoria desde el modelo conceptual de la disciplina. Se controló, además, la fiabilidad del procedimiento de clasificación de las respuestas. Los resultados obtenidos muestran que la dificultad para reconocer un movimiento ondulatorio y/o explicar por qué se propaga la onda en una situación determinada, estaría relacionada con la ausencia en sus *esquemas* de los conceptos de propagación, medio de propagación y propiedades elásticas del medio. En efecto, todos los alumnos que abordan las situaciones desde un *esquema C<sub>2</sub>* pueden llegar a una explicación correcta desde el punto de vista científico y también algunos de los que abordan las situaciones desde un *esquema C<sub>1</sub>*.

Con el propósito validar la interpretación realizada acerca de la estabilidad en la estructura cognitiva de las representaciones detectadas, se usan los tres cuestionarios con un mismo alumno. Se trabaja así con 6 alumnos voluntarios para cubrir todas las secuencias posibles y se realiza a continuación entrevistas individuales a todos ellos, lo que permitió precisar y completar las respuestas de cada uno de los alumnos participantes en esta etapa.

Los resultados obtenidos muestran que los alumnos parecen lograr una reestructuración de sus *esquemas* aumentando el grado de complejidad cognitiva sólo en la medida en que aparezcan inconsistencias en sus razonamientos al abordar las distintas situaciones. Así, para algunas secuencias, un *esquema C<sub>1</sub>* pasa a tener las características de *C<sub>2</sub>* al incorporar la continuidad del medio de propagación cuando enfrentan una situación que requiere considerar la misma. Un *esquema* como B parece tener más resistencia a la reestructuración de los *invariantes operatorios* a través de las distintas *situaciones* problemáticas. Tal vez la flexibilidad que tiene este *esquema* para tratar con distintas *situaciones*, al no tener una jerarquía en sus *conceptos-en-acción* y considerar que cualquiera de ellos es representativo del concepto de onda, pueda explicar este comportamiento. Si bien no se pueden generalizar estos resultados, los mismos aportan mayor evidencia experimental acerca de la estabilidad de las representaciones inferidas en el grupo de 120 alumnos y permiten generar nuevos interrogantes acerca de la potencialidad de las situaciones para provocar

una reestructuración de los *esquemas*. Este sería un aspecto que se puede profundizar a más largo plazo y con metodologías de abordaje múltiple.

Por último, cabe señalar que el marco teórico ha resultado potencialmente útil para el análisis del desempeño de los alumnos frente a una situación problemática, en cuanto permite explicar por qué las respuestas de los alumnos son fuertemente dependientes del contexto de la tarea al considerar los *modelos mentales* como una representación mediadora entre la situación presentada y el conocimiento que posee, y además aporta indicadores para ayudar a los alumnos a superar sus dificultades. Por ejemplo, a través del diseño de propuestas didácticas que posibiliten la explicitación de los *invariantes operatorios* y la posterior discusión de su idoneidad y validez, guiando así la evolución de los mismos hacia conceptos y teoremas científicos.

## Tesis de maestría

Autora:  
*Silvia Elena Calderón*  
 (scald@fibertel.com.ar)  
 Director:  
*Dr. Salvador Gil*  
 Lugar:  
*Facultad de Ingeniería,  
 Universidad Nacional  
 de Comahue,  
 Argentina.*  
 Programa: *Maestría en  
 Enseñanza de las  
 Ciencias Exactas y  
 Naturales*  
 Fecha de defensa:  
*30 de noviembre de  
 2007*

## Uso de nuevas tecnologías para el aprendizaje de física

El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la física en el nivel secundario y en la formación docente brindada por los Institutos Terciarios de nuestro país no es una práctica cotidiana. Las nuevas tecnologías no renuevan la enseñanza ni resuelven ningún problema de aprendizaje, por lo cual resulta importante el conocimiento que se pueda alcanzar con un estudio que indique en forma fehaciente las ventajas o no de su inclusión para la enseñanza.

Con este estudio específicamente nos propusimos analizar la utilidad de la tecnología informática en dos situaciones diferentes:

- a) el uso de nuevas tecnologías para la adquisición y análisis de datos experimentales.
- b) la utilización de programas de simulaciones en las aulas-laboratorios para motivar y construir conceptos físicos.

La metodología utilizada se encuadra en el paradigma interpretativo. Se hizo un estudio exploratorio con una metodología cualitativa. El objetivo fue la comprensión de las posibilidades didácticas de distintos tipos de actividades identificando aspectos del aprendizaje que se facilitan y cuáles se limitan, para comprenderlas y enunciar propuestas de acción. Las técnicas e instrumentos para la obtención de datos fueron registros escritos y orales. Entre los escritos, mencionamos:

- \* la confección de instrumento de evaluación para simulaciones
- \* encuestas
- \* informes de trabajos prácticos.

Los datos se relevaron durante los años 2000 y 2006. La muestra consistió en 17 simulaciones trabajadas con 100 grupos de alumnos y 29 trabajos experimentales implementados con 120 grupos de alumnos. Las actividades se desarrollaron con estudiantes de secundario de escuelas de gestión pública y privada, estudiantes de los profesorados de física, química y biología y profesores de enseñanza media.

Las simulaciones se analizaron según diferentes criterios que se agruparon en categorías a partir de las cuales se confeccionó una ficha para la evaluación de las mismas.

De los datos obtenidos con las fuentes de información mencionadas, concluimos que las simulaciones de cinemática resultaron útiles para ayudar a superar concepciones espontáneas. En particular, la de tiro oblicuo generada por el PhET Project de la Universidad de Colorado, disponible en:

<http://www.colorado.edu/physics/phet/simulations/projectilemotion/es/projectile.swf>, que permite modificar varios parámetros e incluso incluir el rozamiento del aire, resultó muy provechosa como motivación. Destacamos tam-