

## Tesis de Doctorado

Autora:

*Maria Rita Otero*

Directores: *Dr. Marco*

*Antonio Moreira.*

*Instituto de Física.*

*UFRGS, Dra. Ileana*

*Maria Rosa Greca.*

*Instituto de Física.*

*UFRGS.*

Lugar: *Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de Burgos. España.*

Programa Internacional de Doctorado en

Enseñanza de las

Ciencias. UBU- UFRGS.

Fecha:

*24 de Enero de 2003*

## Imágenes y Enseñanza de la Física: Una visión Cognitiva

La Tesis ha sido publicada por el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, España. ISBN 84-96394-01-8, depósito legal: 285-2004, 376 páginas, Año 2004. El trabajo investigó cómo las imágenes externas (estáticas, animaciones, simulaciones y applets) afectan -facilitan, dificultan o inhiben- la construcción de representaciones mentales adecuadas para comprender, explicar y predecir en Física, particularmente en el tema Oscilaciones. Se adoptó la idea de representación mental y de modelo mental propuesta por Johnson-Laird (1983, 1990, 1996). En la revisión teórica se analizaron las investigaciones de la Psicología Cognitiva sobre la imagen mental (Kosslyn, 1986, 1996) y sobre las concepciones de imaginamiento mental inspiradas en las teorías usuales de la imagen. Esas teorías emplean una formulación espacial y cinemática de las imágenes mentales, que no resulta adecuada para describir el imaginamiento físico dinámico. Se discutieron las diferencias entre imágenes mentales y modelos mentales, señalando porqué los modelos mentales son necesarios para explicar el imaginamiento mental y la modelización mental. Se adoptó la formulación de imaginamiento dinámico propuesta por Schwartz (1999) y la noción de "*depictive model*" del mismo autor. Los modelos pictóricos para el imaginamiento dinámico permiten explicar como y bajo qué condiciones las personas consiguen simular "*en su cabeza*" las acciones de los objetos físicos y realizar inferencias que sólo les resultan accesibles por esa vía. Los modelos pictóricos serían como modelos mentales totalmente analógicos que incluirían a las imágenes mentales, agregando la posibilidad de realizar inferencias y de representar tasas de variación, fuerzas, resistencias, viscosidad, etc, lo cual no puede hacerse sólo con imágenes. Los movimientos de manos y del cuerpo serían indicadores externos de los modelos pictóricos.

El Estudio I consiste en un análisis de textos que tiene por objeto describir cuáles son las características de las imágenes externas más empleadas y de las estrategias de visualización utilizadas. Por ejemplo, si se trata de fotografías, esquemas, o gráficos adoptando un estilo icónico o esquemático, describir las relaciones entre imágenes e información verbal, identificar si existen características propias del nivel educativo, si se emplean estrategias de facilitación, de motivación, describir el papel del color, buscar relaciones con el año de edición, etc. También se consideró la opinión de los autores de los textos acerca de los usos que daban a la imagen, cuando esta opinión se explicitaba en el libro.

Se realizó una selección de los textos más utilizados en el Nivel Medio, y en el caso de los universitarios se consideraron aquellos que son internacionalmente difundidos y se efectuó una categorización a partir de ellos. En este caso se utilizaron técnicas de análisis y meta-análisis como las que se emplean para analizar protocolos de entrevistas. Esto produjo una categorización inicial, y una descripción cualitativa de las imágenes que originó un primer análisis. Luego, la categorización se transformó en un conjunto de variables nominales y modalidades siguiendo los criterios del Análisis Exploratorio de Datos (Lebart, L.; Morineau, 1994). La realización de un Análisis de Contingencia entre las variables mostró la existencia de Asociaciones significativas entre un conjunto de ellas, razón por la cual se redefinieron las variables y se re-categorizaron nuevamente todos los textos, generando una nueva matriz con menos variables. A este conjunto, se le aplicaron técnicas multivariadas, específicamente se realizó un Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM) (Benzécri, 1980; Lebart; Morineau y Fenelon, 1985). El Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples es un instrumento cuantitativo particularmente adaptado al tratamiento estadístico de los datos producidos por investigaciones cualitativas. Este método de análisis estadístico responde a la doble exigencia de objetividad en ese proceso de reducción y de exploración de lo observado y de tratamiento de la información con el nivel de síntesis adecuado al cuadro conceptual utilizado. Luego, el AFCM. permitió la realización de una cla-

sificación y la construcción de una tipología de los libros de texto, que confirmó las características sugeridas por la primera aproximación con la descripción cualitativa. El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete SPAD 3.5.

En síntesis en el primer estudio se describieron las características de las imágenes que se emplean en los libros de Física Básica Universitaria y en los textos para la Enseñanza Media, la forma en que ellas son utilizadas y se construyeron tipologías empleando técnicas multivariadas. Se identificaron ciertas formas de utilizar la imagen externa sustentadas en concepciones contradictorias con las de la Psicología Cognitiva a las que denominamos concepciones de “*psicología popular*”. Por ejemplo, se asumiría una relación directa entre imágenes externas e internas, se consideraría que las imágenes resultan cognitivamente más “sencillas” que las palabras y que se comprenderían más fácilmente. Las imágenes se utilizarían como si fueran transparentes, “auto-evidentes” y como si representaran conocimiento “verdadero” y por lo tanto, como si no requirieran explicación ni decodificación. A partir de esas concepciones, se derivarían usos a-críticos de la imagen externa, que no problematizan su contenido ni toman en cuenta las complejidades cognitivas de su representación interna, como si abundar en imágenes, mostrarlas, provocara mejoras en la comprensión y el rendimiento de los alumnos.

Una segunda cuestión de investigación, consideró si se producían diferencias en el rendimiento escolar -manifestado en respuestas a situaciones que requieren de la construcción de representaciones y modelos mentales para comprender, anticipar, predecir y explicar en la unidad didáctica que aborda el tema Oscilaciones, cuando en un grupo de clase se utilizaban muchas imágenes externas (animaciones, simulaciones y applets) y en el otro, muy pocas imágenes. Se trabajó con dos grupos de estudiantes de Física del nivel Medio, que pueden suponerse conformados aleatoriamente, dentro de una misma Institución escolar. En uno de ellos se aplicó un tratamiento fuertemente visual y en el otro no. Las medias que se comparan corresponden a los resultados de una Evaluación realizada al final del tratamiento y se emplea como co-variable el puntaje obtenido en una evaluación inicial, la confiabilidad de estas evaluaciones se realizó a partir de las pruebas usuales de consistencia interna (Silveira, 1993, 1996 e 1997, Cronbach, 1967; Thorndike e Thorndike, 1997). En todos los procedimientos descriptos anteriormente se utilizó el paquete estadístico *SPSS para Windows - Release 11.0*.

Simultáneamente, durante toda la secuencia didáctica implementada se realizaron observaciones no participativas, que se utilizaron para interpretar un análisis cualitativo de la evaluación final para ambos grupos, este análisis fue clave para diseñar el Estudio III. También se realizaron registros acerca de las vivencias de los estudiantes que participaron del grupo expuesto a imágenes que se emplearon para completar el análisis.

El análisis de co-varianza (ANOVA-ANCOVA) no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre el grupo expuesto a muchas imágenes y el que no las utilizó.

Finalmente se presentan y estudian tres casos, en los cuales se trabaja con un solo estudiante en situación de enseñanza- aprendizaje en una intervención intensiva con el profesor. El objetivo fue describir posibles efectos de las representaciones visuales con soporte informático (animaciones, simulaciones y *applets*) en la representación y en la visualización mental. Los resultados permiten interpretar que el software utilizado tendría poca relación “on-line” con la visualización mental dinámica. Es decir, si los sujetos interpretan la información que se presenta en las pantallas, casi no se detectan indicadores externos de visualización mental dinámica -gestos referidos a la situación-. Esto obedecería a que si la información necesaria para realizar inferencias está disponible por la vía perceptiva, o en representaciones discretas como proposiciones, no sería necesario visualizar. Es decir se construirán modelos parcialmente proposicionales o parcialmente imagísticos como los modelos cinemáticos, que su vez tendrían mucha menor demanda cognitiva. Se producen mejoras en la verbali-

zación externa e incluso en la argumentación, que sugieren un posible robustecimiento de las representaciones proposicionales del sujeto y de sus predicciones, lo cual alejaría la posibilidad de visualización mental dinámica frente a esas mismas situaciones. Los resultados muestran que las visualizaciones dinámicas ocurrirían cuando los sujetos se enfrentan a una situación física que conciben como “nueva” y acerca de la cual no poseen información conceptual, ni disponen de información perceptiva para derivar la respuesta.

## *Tesis de Doctorado*

Autora:

*Silvia Stipcich*

Directores:

*Dr. Marco Antonio*

*Moreira y Dra. Concesa*

*Caballero Sahelices*

Lugar: Departamento de

Didácticas Específicas

Universidad de Burgos

(España) - Universidad

Federal de Rio Grande do

Sul (Brasil)

Programa Internacional

de Doctorado en Ense-

ñanza de las Ciencias

Fecha de defensa: 21 de

julio de 2004

## **Significados del concepto de interacción gravitatoria en estudiantes de nivel polimodal y puesta en práctica de una propuesta didáctica respecto a dicho concepto**

Las recomendaciones ministeriales vinculadas con la elaboración del currículum sugieren la organización de los contenidos en torno a conceptos estructuradores del campo disciplinar que se trate, a la vez que recomiendan la incorporación de los tópicos más actuales en esa disciplina.

Todos los procesos que se desarrollan en el universo, sean naturales o provocados involucran interacciones entre elementos materiales, e intercambios de energía. La idea de que la Física que se enseña en la escuela cubre, básicamente, la Mecánica clásica, la Electricidad y el Magnetismo es, en principio, un argumento para explicar porqué podría ser interesante cuestionar cómo se hace para dotar de significado físico al concepto de interacción. Presentar a la Física ocupándose de explicar algunas interacciones podría resultar de importancia por la recursividad con que esta noción aparece, aunque no siempre de manera explícita, en la secuenciación de los contenidos de la disciplina y, a consecuencia de esto, como un principio organizador para la actividad docente en el diseño y puesta en práctica de material curricular.

Con estas consideraciones se desarrolla un conjunto de actividades tendientes a diagnosticar el estado de situación sobre la noción de interacción gravitatoria entre diferentes elementos del proceso de enseñanza aprendizaje. Estas actividades pueden resumirse del siguiente modo:

- entrevistas con docentes para identificar el lugar que asignan a la interacción en su planificación y la importancia que le otorgan en sus clases;
- test a estudiantes de primer año polimodal que aún no habían tratado a la interacción gravitatoria en sus clases de Física;
- test a estudiantes que estaban realizando un curso nivelatorio para ingresar a la Facultad de Ciencias Exactas de la UNICEN;
- análisis del tratamiento de la noción de interacción en textos de Física de nivel polimodal;
- análisis del tratamiento de la noción de interacción en textos de Física de nivel universitario.

Entre las poblaciones con que se ha trabajado en esta oportunidad, aquello que los estudiantes dicen/hacen está en correlacionado con lo que los profesores piensan del tema.

Luego, parece que intentar presentar a la interacción como estructurador de los contenidos de Física con miras a analizar diferentes modelos explicativos acercándonos a una Física más moderna que se ocupe de los campos de fuerzas, es algo que hace falta trabajar.

A partir de los resultados obtenidos, se diseña e implementa una propuesta didáctica con miras a contribuir en la evolución de las ideas de los estudiantes hacia las científicamente consensuadas.

La propuesta se lleva a cabo con estudiantes de 15 años de edad que son parte de la educación preuniversitaria de Argentina.

La investigación se enmarca, fundamentalmente, en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, una teoría psicológica del concepto que permite es-