



## LA MECÁNICA NEWTONIANA EN BACHILLERATO. DISEÑO DE PROBLEMAS Y EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES

AMIEVA RODRÍGUEZ, M. (1) y VARELA, M. (2)

(1) Física y Química / IES. Complutense de Madrid [mluisamu@educastur.princast.es](mailto:mluisamu@educastur.princast.es)

(2) Universidad Complutense de Madrid. [varelap@edu.ucm.es](mailto:varelap@edu.ucm.es)

---

### Resumen

Se presenta una investigación realizada en el campo de la Mecánica con alumnos de 1º Bachillerato trabajando con un modelo investigativo de resolución de problemas.

Resolver las situaciones problemáticas diseñadas al efecto ha permitido comprobar la potencialidad del modelo para vencer la resistencia de las concepciones alternativas de los estudiantes en estos niveles educativos. Se presentan los resultados obtenidos en relación al cambio conceptual y al aprendizaje de los procedimientos científicos implicados. La incidencia positiva en las actitudes constata la importancia de utilizar este tipo de metodologías que proporcionan a los alumnos herramientas útiles y contribuyen a la adquisición de una competencia básica: “aprender a aprender”, un objetivo relevante en sí mismo y un poderoso medio para conseguir alcanzar los demás objetivos educativos.

---

### OBJETIVOS

Este trabajo está centrado en la introducción en las aulas de un modelo de resolución de problemas como investigación aplicado a los contenidos curriculares de Mecánica correspondientes a 1º de Bachillerato. Se ha planteado un triple objetivo:

- » Evaluar la eficacia de los materiales diseñados en la consecución de un cambio conceptual.
- » Analizar el aprendizaje del modelo propuesto.
- »

Valorar su potencial para el fomento de actitudes positivas hacia el estudio de la Física.

## MARCO TEÓRICO

La tarea de resolución de problemas constituye una de las actividades más frecuentes en los contextos educativos científicos y esta circunstancia se refleja en el interés existente en la investigación didáctica por realizar aportaciones en ese campo. En este sentido, se han venido realizando en los últimos veinte años un gran número de trabajos sobre el tema con distintas orientaciones. Nos interesa destacar las propuestas metodológicas diseñadas explícitamente para enseñar a los estudiantes a resolver problemas, con la característica común de haber evaluado su nivel de eficacia dentro del aula. Entre éstas hemos elegido la de Gil y Martínez, 1983: *Metodología de Resolución de Problemas como Investigación*, y ella se enmarcan los trabajos realizadas por nuestro grupo en *Mecánica*, *Electricidad y Reacciones químicas* (Bachillerato), *Genética y Ecología* (ESO), *Conocimiento del Medio* (Primaria) y *Formación de maestros* (Universidad): Amieva, 2008; Dopazo, 2004; Ibáñez y Martínez, 2007; Martínez y Varela, 1996 y 2009; Martínez e Ibáñez, 2006; Martínez y col., 2005 y Varela y Martínez, 1997.

En relación al “problema” del aprendizaje, dentro del enfoque constructivista, existe la constancia de que los alumnos acceden a la instrucción formal con un pensamiento propio sobre los fenómenos naturales. Estas concepciones en su mayoría, están en desacuerdo con las científicas y presentan una gran resistencia al cambio planteándose, por tanto, su evolución como una consecuencia de la enseñanza (Moreira, 2000).

## METODOLOGÍA

- » Preguntas de la investigación

La *Metodología de Resolución de Problemas como Investigación*:

1. ¿Resulta adecuada para trabajar los esquemas alternativos que en el campo de la Mecánica newtoniana tienen los alumnos de 1º de Bachillerato?
2. ¿Va a conseguir que los alumnos se familiaricen con los procedimientos científicos?
3. ¿Potenciará actitudes positivas en los alumnos hacia el estudio de las ciencias y de la Física en particular?

De la primera pregunta se deriva una hipótesis de trabajo: “*Los alumnos de la muestra conseguirán diferencias significativas en sus concepciones sobre el movimiento de los cuerpos y las causas que lo originan*”.

- » Muestra

La muestra de tipo incidental, está formada por 18 individuos que constituyen un grupo de clase del IES Astures de Oviedo asignado a una de las profesoras-investigadoras del equipo.

» Diseño de los materiales

A continuación aparecen los cinco problemas abiertos utilizados:

**PM1.** Los vecinos de todas las plantas de un edificio están asomados a la ventana para ver caer un objeto desde la azotea. ¿Es posible que los vecinos de las 2 plantas más altas vean el objeto con una diferencia de tiempos igual que los vecinos de las 2 plantas más bajas? ¿Y si el objeto es lanzado hacia arriba desde la acera?.

**PM2.** Un niño va ascendiendo en un globo aerostático y se le cae el bocadillo. Abajo hay un perro hambriento cuyo dueño le está llamando para marcharse. ¿Podrá comerse el perro el bocadillo? Si en lugar del bocadillo, se le cae la mochila con toda la merienda ¿Aumenta el perro sus posibilidades de comer? En ambos casos el dueño es igual de impaciente.

**PM3.** Una avioneta quiere lanzar un paquete de alimentos en un campamento de refugiados. ¿Qué tiene que tener en cuenta el piloto?

**PM4.** Considera el movimiento de un ascensor tanto en el momento del arranque, ascenso o descenso, constante o acelerado y cuando llega a planta ¿Puedes afirmar en todos los casos que la lectura de una báscula en el interior del ascensor es el peso del usuario?

**PM5.** Diseñar un dispositivo experimental para determinar el coeficiente de rozamiento entre cuerpos de diferentes materiales. Dispones de un fotointerruptor conectado a una polea, una cuerda inextensible y una colección de pesas .

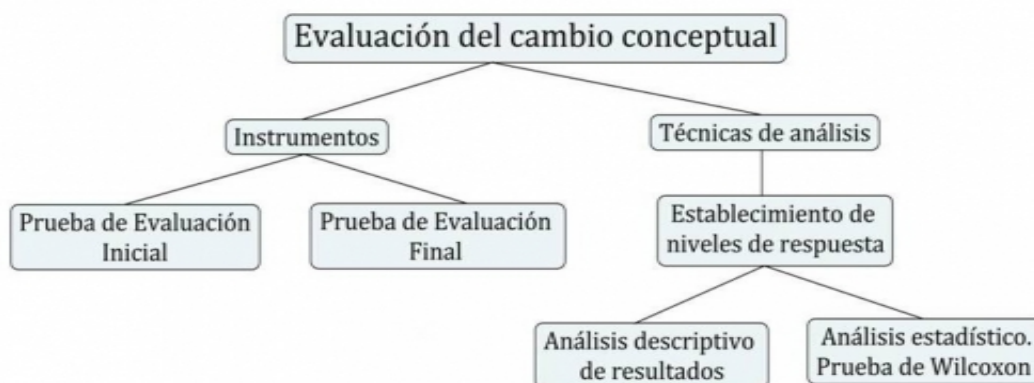
De acuerdo con el modelo, las etapas aplicadas para abordar cada uno de ellos son: A. *Análisis cualitativo de la situación y emisión de hipótesis*, B. *Elaboración de estrategias de resolución*, C. *Resolución del problema* y D. *Análisis de los resultados*.

» Metodología de trabajo en el aula

Los alumnos se organizan en grupos cooperativos donde intercambiaban ideas y opiniones, solicitan ayuda y orientaciones al profesor ante las dudas y obstáculos que surgen. Finalmente, elaboran una respuesta consensuada que se lleva a una puesta en común; es el momento de discutir las aportaciones de los distintos grupos y los fundamentos de sus respuestas. El profesor modera estas discusiones e introduce las aportaciones teóricas oportunas, con el fin de que se alcancen unas conclusiones finales coherentes con los principios y leyes físicas.

» Resultados

1. El diseño para contestar a la primera pregunta de la investigación fue el siguiente:



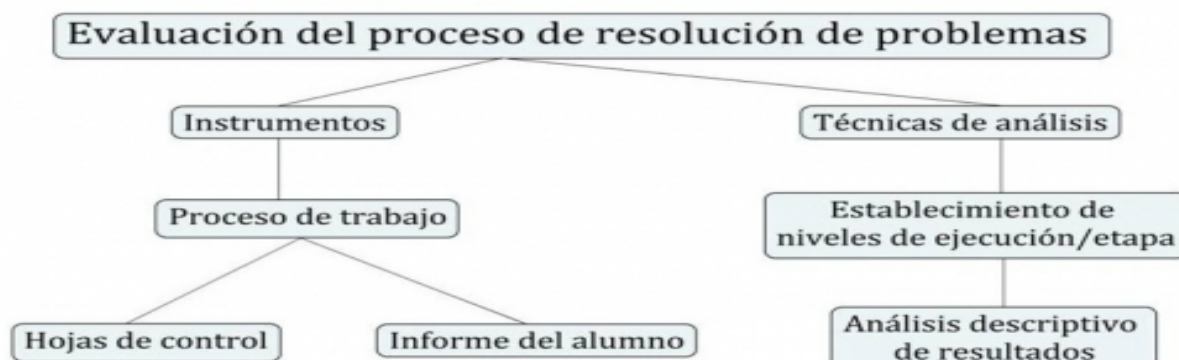
Para realizar el análisis de las pruebas, se procedió a un estudio de regularidades que han permitido establecer categorías de respuestas, ordenadas en niveles crecientes de calidad: Nivel 1 (blanco, incorrecta y/o confusa) a Nivel 4 (correcta y justificada adecuadamente). A continuación aparecen los principios evaluados y los resultados obtenidos:

<b>M1</b>	Las relaciones entre variables en las ecuaciones del movimiento dependen del tipo del mismo.									
<b>M2</b>	Independencia entre la aceleración de caída de un cuerpo y su masa.									
<b>M3</b>	Aplicar una fuerza implica variación de la velocidad. Sólo en trayectorias rectas, fuerza y velocidad son paralelas.									
<b>M4</b>	Las interacciones entre los cuerpos son de la misma intensidad y sentidos opuestos.									
<b>M5</b>	Varias fuerzas actuando sobre un cuerpo pueden originar una resultante nula. Si la resultante es nula la velocidad no varía.									
	<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>		<b>M4</b>		<b>M5</b>	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Nivel 1	8	5	14	2	9	6	11	3	7	1
Nivel 2	6	3	3	0	8	3	7	5	7	2
Nivel 3	4	4	1	11	1	5	0	7	4	4
Nivel 4	0	6	0	5	0	4	0	3	0	11

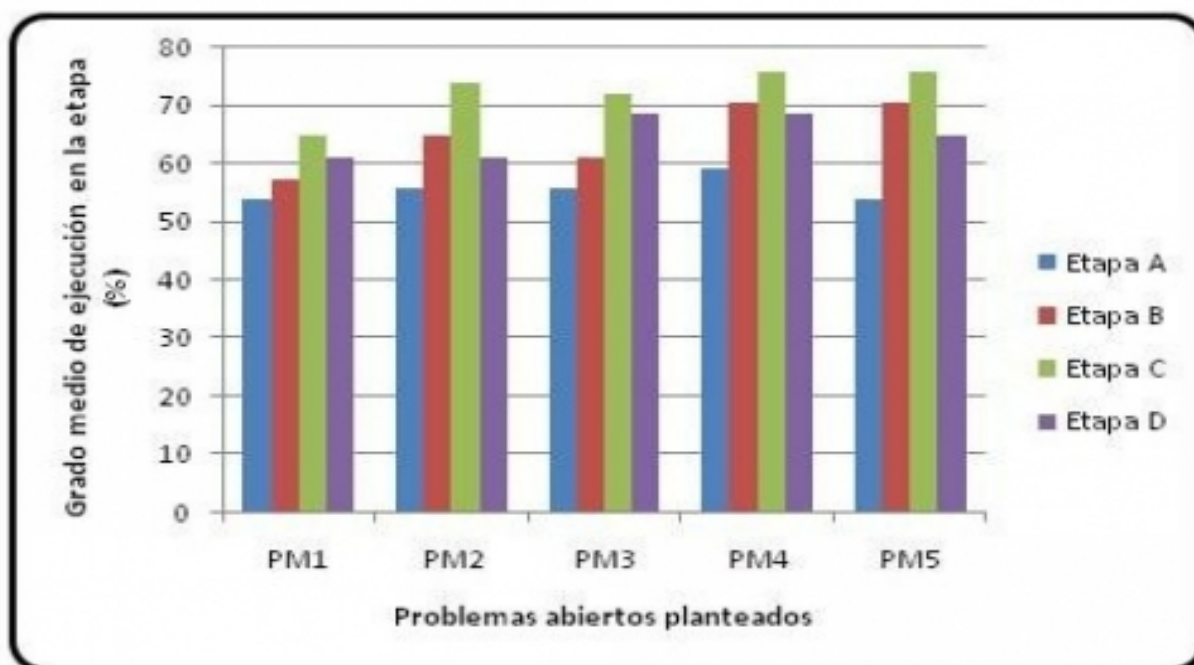
La prueba estadística, que corrobora el análisis descriptivo, pone de manifiesto que existen para todos los esquemas diferencias significativas (1%) a favor de la situación final del proceso y de forma más importante

(10/00) para los relativos a la caída de graves y la aplicación de la ley de inercia.

2. El diseño de evaluación para la segunda pregunta ha sido:



Las hojas de control contemplan el seguimiento por sesiones de los grupos de trabajo y las aportaciones individuales; además, cada estudiante debe presentar un informe por problema. Estos instrumentos han permitido establecer niveles de ejecución en las producciones de los alumnos y los resultados se muestran en la siguiente gráfica, donde el *Grado medio de ejecución por etapa* se ha calculado a partir del porcentaje de alumnos que adquiere cada nivel.



Se deduce que la etapa con menor *Grado medio de ejecución* es la A. *Análisis de la situación y Emisión de hipótesis*, mientras que la C. *Resolución del problema* es donde los alumnos manifiestan tener menos dificultades. Las otras dos etapas, B. *Elaboración de estrategias* y D. *Análisis de resultados* presentan una

dificultad similar y dan resultados intermedios entre A y C. En todas las etapas los valores son superiores al 55 %, lo que podemos considerar como satisfactorio para el objetivo planteado: saber aplicar la *Metodología de Resolución de Problemas como Investigación*.

3. Para realizar un análisis cualitativo de la valoración de los alumnos sobre el modelo de trabajo, se ha utilizado un cuestionario tipo Licker con 12 ítems organizados en cuatro dimensiones (D). Se complementa la toma de datos, con la realización de entrevistas mediante la utilización del programa Windows Live Messenger las cuales han aportado una información relevante. El aspecto mejor valorado es el papel desempeñado por la profesora (D3); este resultado manifiesta la necesidad de los sujetos de contrastar sus ideas con las aportadas por el docente. En segundo lugar valoran los aspectos referidos a las características de la tarea (D1). A continuación, aparece la influencia que la metodología ha tenido sobre su autoconfianza para abordar tareas de ciencias con éxito (D2). En último lugar aparece la viabilidad de extrapolar el modelo a otras materias y al ámbito extraescolar (D4).

## CONCLUSIONES

Los alumnos trabajando con la *Metodología de Resolución de Problemas como Investigación*:

1. Consiguen un avance significativo en sus concepciones sobre el movimiento de los cuerpos y sus causas.
2. Mejoran de forma relevante en la utilización de los procedimientos incluidos en el modelo.
3. Valoran positivamente la metodología empleada destacando aspectos como la interacción en el aula y la toma de conciencia de sus progresos.

Estos logros van a contribuir a aspectos importantes de la competencia básica “aprender a aprender” a la que, como profesoras, pretendemos contribuir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIEVA, M<sup>a</sup> L. (2008). *La Mecánica Newtoniana. Diseño de problemas y evaluación de aprendizajes*. D.E.A. UCM.

DOPAZO, A. (2004). *Diseño de situaciones problemáticas abiertas para el desarrollo de la unidad didáctica La luz, en Sexto de Primaria*. DEA. UCM.

GIL, D y MARTÍNEZ, J. (1983). A model for problem-solving with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.

IBÁÑEZ, T y MARTÍNEZ, M<sup>a</sup>M. (2007). Solving problems in genetics (III): Change in the view of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(6), 747-769.

MARTÍNEZ, M<sup>a</sup>M. y VARELA, M<sup>a</sup>P. (1996). De la resolución de problemas al cambio conceptual. *Investigación en la Escuela*, 28, 69-78.

MARTÍNEZ, M<sup>a</sup>M., VARELA, M<sup>a</sup>P., IBAÑEZ, T. y ROSA, D. (2005). *Generar y resolver situaciones problemáticas: del aula al entorno*. Simposio: VII Congreso Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Granada.

MARTÍNEZ M<sup>a</sup>M. e IBAÑEZ, T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 193-206.

MARTÍNEZ, M<sup>a</sup>M. y VARELA, M<sup>a</sup>P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, (pendiente de publicar)

MOREIRA, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor.

VARELA, M<sup>a</sup>P. y MARTÍNEZ, M<sup>a</sup>M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 173-188.

## CITACIÓN

AMIEVA, M. y VARELA, M. (2009). La mecánica newtoniana en bachillerato. diseño de problemas y evaluación de aprendizajes. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2850-2856

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2850-2856.pdf>