

# PROBLEMAS DE FÍSICA Y QUÍMICA

**32 PROBLEMAS RESUELTOS  
COMO INVESTIGACIÓN**



JAIME CARRASCOSA ALÍS (jaime.carrascosa@uv.es)  
SALVADOR MARTÍNEZ SALA (salvmart50@gmail.com)  
MANUEL ALONSO SÁNCHEZ (manuelalonso@inicia.es)

Sabemos que dentro del cuerpo de conocimientos de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, la Competencia Científica en una materia determinada se puede entender como saber (los contenidos específicos de la misma), saber hacer (relacionado con aspectos procedimentales y metodológicos) y además saber ser y estar (relacionado con aspectos axiológicos como, por ejemplo, una actitud positiva y un mayor interés hacia la materia en cuestión y su aprendizaje, trabajar en equipo, etc.).

Los profesores de ciencias hemos de impulsar y desarrollar la competencia científica entre el alumnado no solo porque se nos exige sino, sobre todo, porque es la mejor forma de aprender ciencias. En cuanto a la metodología eso implica, entre otras cosas:

Plantear problemas de interés y saber precisarlos

Elaborar hipótesis fundadas

Elaborar posibles diseños experimentales para contrastar las hipótesis

Llevar a la práctica los diseños elaborados

Realizar análisis críticos, interpretar, argumentar, modelizar, búsqueda de coherencia y globalidad

...

La mayor parte del profesorado de Física y Química de Enseñanza Secundaria, admite que todas esas actividades u orientaciones anteriores, se pueden incorporar y desarrollar con relativa facilidad en los trabajos experimentales, pero ese reconocimiento no es tan grande cuando nos referimos a otro aspecto, también clave para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como es la resolución de problemas “de lápiz y papel”.

En un taller sobre resolución de problemas desarrollado en el Cefire de Valencia (octubre de 2019) intentamos mostrar que también es posible incorporar la mayor parte de las actividades citadas a muchos problemas de Física y de Química. Para ello tomamos en consideración las investigaciones e innovaciones realizadas en este campo (Gil-Pérez y Martínez Torregrosa, 1983; Gil et al., 1991; Martínez Torregrosa y Sifredo, 2005; Furió et al, 1995), en las que hemos basado el modelo didáctico de resolución propuesto en el taller, y hemos trabajado sobre distintos ejemplos concretos, tratando de alejarnos de una retórica excesivamente abstracta, que, con frecuencia, acompaña a las llamadas de atención sobre la necesidad de impulsar y desarrollar la competencia científica en el alumnado.

Para que los asistentes al taller (y en general todo el profesorado interesado) puedan disponer de un material suficiente de partida sobre el que comenzar a trabajar y poder realizar sus propias aportaciones para llevarlas a la práctica en sus clases, elaboramos un documento en el que se recogen no solo los problemas desarrollados durante aquel taller sino también otros nuevos de distintos campos de la Física y de la Química. Algunos de dichos problemas constituyen versiones de los concebidos, ensayados y publicados por distintos autores, como fruto de sus tesis doctorales (Martínez-Torregrosa, 1987; Ramírez Castro, 1990; Reyes, 1991) y diversas publicaciones (ved bibliografía al final), quedando a disposición del profesorado para su libre utilización, adaptación y difusión.

Antes de consultar los problemas concretos, conviene detenerse en reflexionar acerca de las orientaciones metodológicas detalladas que conlleva el modelo didáctico de resolución de problemas como investigación (Martínez-Torregrosa et al, 2018):

## **1. Planteamiento cualitativo**

**Comenzar por un análisis cualitativo de la situación, planteando con claridad qué es concretamente lo que se pide en el problema, aquello que se busca, qué interés puede tener, precisando así mismo las condiciones que se consideran imperantes en la situación abordada para poder avanzar así en su solución, y apoyándose, siempre que sea posible, en representaciones o esquemas gráficos apropiados.**

Esto es precisamente lo que realizan los expertos cuando se encuentran ante lo que para ellos es un verdadero problema, y también lo que en ocasiones (sin mucho éxito) se recomienda hacer a los alumnos. No obstante, ahora éstos se ven obligados a realizar dicho análisis cualitativo, ya que no pueden evitarlo lanzándose a operar con datos puesto que no disponen de ellos. Necesariamente, pues, han de imaginar una situación física, tomar decisiones para acotar dicha situación, explicitar qué es lo que se trata de averiguar, etc. Posteriormente, una vez asimilado el modelo, serán capaces de realizar este planteamiento cualitativo también cuando el problema se formule con un enunciado tradicional.

## **2. Emisión de hipótesis**

**Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de dicha dependencia imaginando, en particular, posibles casos límite de fácil interpretación física.**

La emisión de hipótesis consiste en una de las actividades más importantes a realizar en cualquier investigación y constituye en la enseñanza de las ciencias una excelente ocasión para poner de manifiesto (de manera funcional) la existencia de posibles ideas alternativas de los alumnos<sup>1</sup>, que habrán de ser valoradas y contrastadas. Los datos necesarios para la resolución del problema vendrán marcados precisamente por aquellos factores que se hayan considerado en las hipótesis emitidas (esos factores serán los datos). Finalmente, conviene tener en cuenta que el hecho de aventurar cómo pueden influir dichos factores y analizar algún caso límite evidente, contribuye especialmente a poder realizar después un mejor análisis del resultado (otro aspecto fundamental del trabajo científico). Los alumnos al elaborar hipótesis y considerar casos límite, profundizan su conocimiento físico cualitativo de la situación planteada.

## **3. Estrategias de resolución**

**Elaboración y exposición de manera clara y concisa, de una posible estrategia para la resolución del problema antes de proceder a esta, evitando recurrir al simple ensayo y error.**

Se trata de que los alumnos, utilizando sus conocimientos de partida, elaboren de manera fundamentada una estrategia que pueda conducir a la resolución del problema y la expongan de forma resumida argumentando sobre ella y los pasos a seguir. Esta etapa sería equivalente a lo que en una investigación científica se considera como la elaboración de diseños para la contrastación de las hipótesis emitidas y es una actividad excelente para favorecer el desarrollo de la imaginación y la creatividad.

**Hacer referencia cuando sea posible a otros métodos alternativos de resolución.**

Buscar distintas vías para la resolución de un mismo problema y debatir sobre ellas es algo que no solo posibilita una mejor contrastación de los resultados obtenidos sino que, además, puede contribuir decisivamente a que los alumnos se den cuenta de la coherencia global y la validez del cuerpo de conocimientos que se va construyendo. Por otra parte, contribuye a desarrollar una imagen de la ciencia más cercana a la realidad, ya que las contrastaciones por distintas vías juegan un papel fundamental en el trabajo científico.

## **4. Resolución propiamente dicha**

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, cuando se pide cuál será la altura máxima a la que llegará un objeto lanzado hacia arriba, muchos alumnos se refieren a la masa como una variable pertinente, estableciendo una relación inversamente proporcional entre ambas magnitudes.

**Proceder a la resolución del problema de acuerdo con la estrategia escogida, razonando lo que se hace y por qué se hace, sin caer en operativismos carentes de significado.**

Se trata esencialmente de que se haga referencia a la información teórica disponible, se justifiquen las expresiones que se van a utilizar comprobando, por ejemplo, que su campo de validez es el adecuado según las condiciones que se consideran imperantes en la situación planteada y de que, sobre todo, no se proceda a una resolución mecánica o mimética del problema.

**Efectuar, siempre que sea factible, una resolución literal del problema, evitando la tendencia a trabajar desde el principio con los valores numéricos.**

Conviene tener en cuenta que no se trata de que los alumnos no manejen datos cuantitativos y obtengan un resultado final expresado numéricamente sino, más bien, de que hagan esto cuando corresponda. En muchos casos es posible efectuar una resolución literal antes de sustituir los valores numéricos. Para algunos alumnos, acostumbrados a operar con los números de forma inmediata, resulta un paso difícil. Sin embargo, se trata de algo esencial para conseguir, entre otras cosas, poder realizar un buen análisis crítico del resultado.

### **5. Análisis de resultados**

**Analizar el o los resultados obtenidos mediante resolución literal, a la luz de las hipótesis elaboradas y, en particular, de los casos límites considerados. Realizar también un sencillo análisis dimensional.**

El análisis de los resultados de un problema se puede realizar cuando estos vienen dados en forma de una expresión literal ya que entonces es posible comprobar, de acuerdo con las hipótesis y casos límite de partida, la influencia de las magnitudes que aparecen en ellos. Además, conviene tener presente que es aquí, precisamente, en donde se puede producir algún conflicto cognoscitivo (cuando, por ejemplo, en el resultado no aparece alguna magnitud que sí había sido considerada como influyente durante el planteamiento cualitativo), convirtiéndose así los problemas en poderosos instrumentos para un desarrollo realmente efectivo de la competencia científica.

**Analizar los valores encontrados planteándose si son valores lógicos o no.**

A veces es posible que un resultado numérico se desvíe tanto que se convierta en absurdo. Este es el caso de aquellos que, ante un problema determinado obtienen, por ejemplo, que un átomo de oxígeno tiene una masa de 16 g, o que el periodo de la Luna en su giro alrededor de la Tierra es de millones de años, sin que ello les suponga ninguna inquietud.

### **6. Perspectivas abiertas**

**Considerar las perspectivas abiertas tras la resolución del problema.**

Contemplar, por ejemplo, la posibilidad de abordarlo con un mayor nivel de complejidad, estudiando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto), prácticas (situaciones similares de interés técnico), etc.

Además de las orientaciones anteriores, en nuestra opinión, conviene contemplar también (en la medida de lo posible), otros aspectos, tales como:

**En el momento oportuno utilizar las nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje derivado de la resolución de problemas.**

Se trata, por ejemplo, de búsquedas bibliográficas a través de internet para ampliar y profundizar sobre algún contenido contemplado en el problema, utilizar *applets* y aplicaciones que permitan visualizar algún aspecto concreto (por ejemplo la influencia que tiene en el resultado cambiar una u otra variable), etc. Poniendo un especial cuidado en que el uso de todas estas nuevas tecnologías se haga de forma coherente con el modelo de resolución de problemas que estamos desarrollando, sin recurrir a viejas metodologías.

### **Relacionar, en su caso, el problema con aspectos prácticos, científico-tecnológicos, históricos, sociales o del medio natural.**

Siempre que la naturaleza de la situación lo permita hay que incluir en la resolución del problema alguna reflexión sobre su posible interés científico-tecnológico o sus implicaciones en la vida de las personas y en la naturaleza. Con ello se contribuye no solo a una toma más fundamentada de decisiones sino también a poner en cuestión una imagen descontextualizada de la Ciencia y el trabajo científico. También, hay problemas en los que es posible una confirmación experimental rápida y sencilla, del resultado cuantitativo obtenido.

Conviene señalar que algunas de las características anteriores, como el planteamiento cualitativo inicial o el análisis (de algún modo) del resultado, son consideradas fundamentales desde cualquier enfoque dado a la resolución de problemas, de tal modo que su carencia evidenciaría deficiencias “absolutas” en la didáctica de la resolución de problemas. Además, son orientaciones generales que alertan contra determinados vicios metodológicos que impiden tratar los problemas como tales (algo para lo cual, de entrada, no se dispone de una solución evidente). Para que se puedan contemplar en una programación y, lo que es más importante, para que el profesorado pueda apropiarse de ellas como punto de partida en el que apoyarse, es absolutamente necesario, entre otras cosas, disponer en primer lugar de colecciones de problemas, acordes con dichas orientaciones.

Los profesores autores de este trabajo, tenemos la intención de continuar incorporando más ejemplos de problemas resueltos a una colección que sucesivamente se irá ampliando. Con ello pretendemos contribuir, como ya se indicó en el comienzo, a que desde este campo en concreto se pueda impulsar y desarrollar, de una forma más eficaz, la competencia científica en el alumnado. No obstante, somos conscientes de que no basta con proponer un modelo didáctico alternativo diferente al tradicional, en un único campo. Para que tuviese éxito, aparte de otras consideraciones, sería necesario extender también el mismo modelo a otras actividades igualmente importantes para la enseñanza y aprendizaje de la Física y Química, como son los trabajos prácticos de laboratorio y la propia introducción de conceptos teóricos.

**Nota final: Este trabajo se puede utilizar libremente por profesorado y alumnado de Física y Química sin más que citar la fuente y los autores.**

### **Referencias bibliográficas**

Alonso Sánchez, M., Carrascosa Alís, J., Martínez Sala, S. (2018). *Problemas de Física. Cinemática relativista*. De libre acceso en internet: [didactica fisica quimica.es](http://didactica fisica quimica.es)

Alonso Sánchez, M., Carrascosa Alís, J., Martínez Sala, S. (2018). *Problemas de Física. Dinámica relativista*. De libre acceso en internet: [didactica fisica quimica.es](http://didactica fisica quimica.es)

Carrascosa Alís, J., Martínez Sala, S. (2016). *Problemas de Física*. Valencia: Tecnigrafic. De libre acceso en internet: [didactica fisica quimica.es](http://didactica fisica quimica.es)

Carrascosa Alís, J., Martínez Sala, S. (2017). *Problemas de Física. Estática: Cuerpos en equilibrio*. De libre acceso en internet: [didactica fisica quimica.es](http://didactica fisica quimica.es)

Furió, C., Iturbe, J., Reyes, J.V. (1995). ¿Cuánto contaminará una central térmica que funciona con fuel? Un ejemplo de resolución de problemas como investigación. *Alambique*, 5, pp. 27-36.

Gil Pérez, D., Carrascosa, J. Furió, C.; Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE/ Universidad de Barcelona. Barcelona: Horsori. Capítulo II (páginas 41-54). Accesible en ResearchGate y en didacticafisicaquimica.es

Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5, (4), pp. 447-455.

Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J.(1987). *La resolución de problemas de física. Una didáctica alternativa*. Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia (CIDE). Ed, Vicens Vives. S.A.

Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J., Ramírez de Castro, L. (1994). *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia (CIDE).

Martínez Torregrosa, J. (1987). *La resolución de problemas de Física como investigación: un instrumento de cambio metodológico*. Tesis Doctoral presentada en la Facultad de Física de la Universitat de València.

Martínez Torregrosa, J. y Sifredo, C. (2005). ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO. (2005). Capítulo 5 (páginas103-121). Accesible en Internet: [http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/single-publication/news/como\\_promover\\_el\\_interes\\_por\\_la\\_cultura\\_cientifica/](http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/single-publication/news/como_promover_el_interes_por_la_cultura_cientifica/)

Martínez Torregrosa, J., Gil Pérez, D., Becerra Labra, C y Guisasola, J. (2018). ¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de “lápiz y papel” en las aulas de Física y Química? *Educación Química*, 16, (2), pp. 230-245. Accesible en ResearchGate.

Ramírez Castro, L. (1990). *La resolución de problemas de Física y de Química como investigación en la Enseñanza Media: un instrumento de cambio metodológico*. Tesis Doctoral presentada en la Facultad de Química de la Universitat de Barcelona.

Reyes, J, V. (1991). *La resolución de problemas de química como investigación: una propuesta didáctica basada en el cambio metodológico*. Tesis doctoral presentada en la Universidad del País Vasco.