

# La resolución de problemas en la formación del profesorado en ciencias: análisis de las opiniones y estrategias de los estudiantes

Ana María Guirado<sup>1</sup>, Claudia Mazzitelli<sup>2</sup>, Carla Maturano<sup>3</sup>

*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Av. J. I. de La Roza 230 (Oeste). Capital. San Juan. Argentina.*

<sup>1</sup>[aguirado@ffba.unsj.edu.ar](mailto:aguirado@ffba.unsj.edu.ar), <sup>2</sup>[mazzitell@ffba.unsj.edu.ar](mailto:mazzitell@ffba.unsj.edu.ar), <sup>3</sup>[cmatur@ffba.unsj.edu.ar](mailto:cmatur@ffba.unsj.edu.ar)

[Recibido en diciembre de 2012, aceptado en marzo de 2013]

En la formación inicial de docentes en Ciencias confluyen aspectos que se relacionan con la disciplina específica y con la formación didáctica. La resolución de problemas conjugaría ambos aspectos, constituyendo un recurso didáctico que influye en el proceso de formación inicial y en el futuro desempeño docente. El objetivo de este estudio es conocer las opiniones y las estrategias que mencionan los estudiantes, futuros docentes de Ciencias, en relación con la resolución de problemas. Para favorecer la explicitación de las ideas de los estudiantes utilizamos una técnica de frases incompletas partiendo del tronco verbal: «Cuando resuelvo problemas intento...». La muestra está constituida por estudiantes de los primeros años de los profesorados en Física y en Química de la UNSJ (Argentina). Las respuestas se vinculan especialmente con las habilidades cognitivas implicadas en la tarea, con la necesidad de consultar diferentes fuentes y se refieren en todos los casos a problemas cerrados en cuya resolución priorizan la etapa de identificación de datos. De los resultados obtenidos, referidos al concepto de problema que se infiere y a las estrategias que utilizan en su resolución, surgen cuestionamientos sobre la forma en que se está abordando la resolución de problemas en la formación inicial docente.

**Palabras clave:** Resolución de problemas; Estudiantes; Formación inicial docente; Ciencias.

## Problem solving in teaching training in science: analysis of students' opinions and strategies

Initial teaching training in Science implies dealing with aspects related to both the specific discipline and the pedagogic formation. Problem solving would bring together both aspects, constituting a didactic resource that has an influence on the process of initial teaching formation and on the prospective teacher performance. This study aims at finding out the opinions and strategies which a group of students, who are prospective teachers of Science, give when solving problems. To help the students make explicit their ideas, a technique consisting on incomplete phrases, such as: «When I solve a problem I try...» was used. The sample is constituted by students attending the first years of the careers of Physics and Chemistry at Universidad Nacional de San Juan (Argentina). The students' answers appear to be specially related to both the cognitive skills needed to perform the task and the need of using different sources, and, in every case, they refer to close problems whose resolution implies prioritizing the stage of data identification. The results obtained, from the problem concept that is inferred and from the strategies that are used during the solving of the problem, question the way in which problem solving is approached in the initial teaching training stage.

**Keywords:** Problem solving; Students; Initial teaching training; Science.

## Introducción

Numerosas investigaciones se dedican, desde hace tiempo, a analizar los procesos de aprender a enseñar y la estrecha relación entre la calidad de un sistema educativo y la preparación de los docentes, responsables del proceso de enseñanza (Marcelo y Vaillant 2009). La enseñanza de las Ciencias no escapa a esta realidad. Por el contrario, ante las dificultades de aprendizaje en el nivel secundario, especialmente en Física y en Química, se hace evidente la necesidad de investigar cuestiones asociadas al quehacer docente comenzando desde la formación inicial.

«El desarrollo de la identidad docente y el proceso de convertirse en un buen profesor entrañan un largo recorrido. A las instituciones de formación inicial del profesorado arriban candidatos que no son «vasos vacíos»... las miles de horas de observación de los candidatos a la docencia durante su pasaje por el sistema educativo, contribuyen a configurar un sistema de creencias propio respecto a la enseñanza» (Marcelo y Vaillant 2009: 47). En el caso del profesor de Ciencias, esta es una realidad que se relaciona no sólo con las ideas más generales acerca de la enseñanza (qué se enseña y cómo se enseña) sino también con las distintas tareas específicas de la enseñanza de las Ciencias.

Las ideas de los ingresantes al profesorado acerca de la enseñanza constituyen un tipo de conocimiento de «sentido común» que es implícito, por lo que se hace necesario su explicitación para, desde allí, favorecer la construcción de un conocimiento que sea facilitador del proceso de enseñanza y, como consecuencia, del de aprendizaje.

En la formación inicial de docentes en Ciencias confluyen aspectos que tienen que ver tanto con la disciplina específica como con la Didáctica, siendo ambos de suma importancia y de influencia mutua. Así, en esta etapa de la formación inicial los docentes formadores proponen a los estudiantes actividades o tareas en las que interaccionan estos dos aspectos. Entre éstas podemos destacar la resolución de problemas que conjuga la formación disciplinar y didáctica ya que, por un lado le permite al futuro docente el desarrollo de los procedimientos propios del quehacer científico y al mismo tiempo, constituye un recurso didáctico que influye en su proceso de formación actual y en su futuro desempeño profesional.

Consideramos que dicha formación debería buscar que los futuros profesores, lleguen a ser «sujetos reflexivos, analíticos, críticos, capaces de apropiarse no sólo de conocimientos específicos sino también de estrategias para aprender eficazmente» (Salim y Lotti de Santos 2010: 1), por lo cual nos interesa que los estudiantes de profesorado reflexionen sobre las tareas que llevan a cabo.

Atendiendo a lo expresado, nos propusimos llevar adelante una investigación con el objetivo general de conocer las opiniones de los estudiantes de profesorado en Física y en Química en relación con diversos aspectos (cognitivos, metacognitivos, de resolución de problemas, de prácticas de laboratorio, de lectura, entre otros) vinculados al estudio de estas disciplinas para inferir las estrategias que utilizan, a fin de poder contribuir con su proceso de formación docente. En este artículo presentamos los resultados alcanzados en relación con la resolución de problemas.

## Marco teórico

La resolución de problemas es una estrategia de aprendizaje utilizada con frecuencia y habitualmente en las clases de Ciencias. Los docentes de Ciencias la consideran una actividad valiosa, tanto para aclarar y aplicar conceptos, como para evaluar los aprendizajes (Becerra *et al.* 2004) y suponen que el resolver adecuadamente un problema significa que el alumno ha logrado comprender los conceptos que subyacen al mismo.

La experiencia cotidiana en las aulas y las investigaciones sobre resolución de problemas nos muestran que los estudiantes presentan dificultades y que el éxito en dicha tarea generalmente no es una buena medida de la comprensión conceptual (Leonard *et al.* 2002, Guisasola *et al.* 2011). Según Becerra *et al.* (2004), los profesores de materias científicas dedican mucho tiempo a la resolución de problemas de «lápiz y papel» tanto dentro como fuera del aula pero la experiencia como profesores en el nivel secundario y en los primeros niveles universitarios indican el fracaso generalizado de los estudiantes cuando se enfrentan por sí solos a un problema distinto a los resueltos en clase. Guisasola *et al.* (2011) afirman, además, que se ha

demostrado que proponer a los estudiantes que resuelvan muchos problemas durante su aprendizaje de la Física y de la Química no garantiza el desarrollo de buenas habilidades de resolución y que los resultados de algunas investigaciones muestran un pobre desempeño de estudiantes universitarios en resolución de problemas.

Las dificultades en esta tarea tendrían diversas causas, que tienen que ver tanto con los estudiantes como con lo que enseñan los profesores. Los profesores habitualmente proponen actividades que no requieren que los estudiantes pongan en práctica las formas de trabajo del pensamiento científico, sino que les enseñan con ejercicios de aplicación de la teoría que los alumnos deben asimilar y reproducir (Becerra *et al.* 2005).

Atendiendo al panorama presentado, comenzaremos definiendo qué entendemos por problema, para posteriormente describir qué consideramos como resolución de problema, ya que dicho proceso depende del concepto inicial de problema y del objetivo perseguido en su enseñanza (Oñorbe 2003).

Perales (2000) afirma que el problema es definido de manera genérica como una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre. Así, hablamos de problema cuando nos encontramos ante una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes (Gil Pérez *et al.* 1999). Becerra *et al.* (2005: 300) citan textualmente la definición de Krulik y Rudnik expresando que «un problema es una situación, cuantitativa o no, de la que se pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla».

Coincidiendo con algunos autores (Perales 2000, Oñorbe 2003), cuando nos referimos a problemas estamos considerando situaciones que podrían responder a las siguientes características:

- presentar situaciones «de lápiz y papel» o cuestiones experimentales desafiantes,
- consistir en planteamientos de situaciones cuantitativas o no,
- ser ricos semánticamente, porque se trata de problemas de Física y/o Química que involucran gran variedad de significados,
- plantear situaciones tanto cerradas como abiertas, esto es, de solución única o con posibilidades diferentes de soluciones y de estrategias de resolución.

Además, Oñorbe (2003) expresa que si centramos nuestra atención en el sujeto que resuelve el problema podemos distinguir: a) los problemas cuya solución es idéntica a una ya conocida (reconocimiento y repetición); b) los problema que están en la misma categoría que un problema ya estudiado (identificación y reproducción) y c) los problemas que no pueden ser reducidos a otro tipo, que requieren el conocimiento de los conceptos y procesos necesarios y la construcción de la estrategia de resolución (problemas de construcción).

En lo referido a las tareas que los estudiantes deben tener en cuenta para la resolución de problemas encontramos diferentes puntos de vista. A los fines de este trabajo, mencionaremos algunas perspectivas que nos sirvieron de base para la elaboración de categorías de análisis y la comprensión de las respuestas de los estudiantes que participaron en el estudio que describimos en este artículo.

Por una parte, encontramos que Perales (2000) menciona algunas variables a tener en cuenta para resolver problemas tales como: la naturaleza del enunciado (su estructura semántica: claridad, precisión, etc. y tipo de solución: conocida/desconocida), el contexto de resolución (manipulación de objetos reales, consulta de material de apoyo, verbalización de la resolución,

suministro del algoritmo de la resolución, tiempo disponible para la resolución, resolución individual o en grupo) y el solucionador (conocimiento teórico que dispone, habilidades cognitivas y metacognitivas y la actitud frente a la tarea).

Por otra parte, si bien no es posible hablar de un instructivo que permita resolver cualquier problema en Ciencias, algunos autores de manuales universitarios de Física proponen una serie de pasos cuya ejecución contribuiría a ordenar el proceso y favorecer el éxito del mismo. Al respecto, citamos las etapas propuestas por Young y Freedman (2009) quienes sugieren llevar a cabo las siguientes acciones como estrategia para resolver problemas:

- Identificar los conceptos relevantes: esto implica decidir qué ideas de la Física son relevantes para el problema (sin hacer cálculos). Esta instancia es necesaria para no escoger un enfoque equivocado que hará que el problema se dificulte innecesariamente, e incluso lleve a una respuesta errónea. También en esta instancia es necesario identificar la incógnita del problema (a lo que se llama variables metas), es decir, la que se desea encontrar.
- Plantear el problema: si fuera apropiado, hay que dibujar la situación descripta en el problema. Según los conceptos escogidos en el paso identificar, es necesario seleccionar las ecuaciones que se usarán para resolver el problema y decidir cómo utilizarlas.
- Ejecutar la solución: implica realizar las operaciones matemáticas. Antes se sugiere hacer una lista de las cantidades conocidas y desconocidas e indicar cuáles son las variables metas. Se requiere, además, despejar las incógnitas de las ecuaciones.
- Evaluar la respuesta: como la meta de la resolución de problemas no es sólo obtener un número o una fórmula, sino entender mejor, esta instancia implica examinar la respuesta buscando examinar su lógica. Esto permitirá revisar el trabajo y modificar la solución, según sea necesario.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, consideramos importante indagar acerca del modo en que los futuros profesores de Física y de Química se enfrentan a la tarea de resolución de problemas con la finalidad de inferir las posibles consecuencias en su futuro desempeño docente. Los estudiantes de los profesorados de Física y de Química tienen numerosas oportunidades, en diversas asignaturas durante el cursado de su carrera, de trabajar en resolución de problemas. Dicho trabajo puede ser realizado desde diversas perspectivas según sea la orientación que los profesores asignen a esta tarea. De este modo, lo que los alumnos aprendan durante su formación inicial influirá en lo que ellos realicen en el futuro en las aulas como docentes (Mazzitelli y Guirado 2010). De lo expresado, surge la necesidad de conocer acerca de lo que hacen durante su formación inicial los futuros docentes cuando se enfrentan a la tarea de resolver problemas.

## **Descripción de la experiencia**

En este artículo presentamos un estudio realizado con estudiantes de los profesorados en Física y en Química de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), que se enmarca en un proyecto de investigación más amplio en el que trabajamos sobre las dificultades de comprensión y aprendizaje de los estudiantes. Considerando que nuestro objetivo es contribuir a la formación docente inicial, la muestra está constituida por 40 alumnos de los primeros años (la totalidad de la población de estudiantes de primero y segundo año) de los mencionados profesorados. Utilizamos una técnica de frases incompletas que consta de diez frases referidas a estrategias y objetivos de lectura, de estudio, de resolución de problemas y preferencias al realizar las prácticas de laboratorio.

Las frases incompletas constituyen una técnica proyectiva verbal que funciona como disparador para poder profundizar en diferentes apreciaciones e intereses del sujeto, en su capacidad de reflexionar acerca de sí mismo y en el reconocimiento de sus fortalezas y de sus debilidades (Calzada 2004). Dichas frases consisten en un conjunto de «troncos verbales» que los estudiantes, al completar, estructuran desde sus ideas, valores, creencias, dudas, etc. A todos los sujetos se les presentan los mismos troncos verbales, contruidos con la finalidad de que puedan expresar qué piensan respecto de cada uno de los aspectos propuestos de manera abierta y usando sus propias expresiones.

Para el presente artículo, nos centramos en el análisis de las expresiones de los estudiantes respecto de la resolución de problemas, puestas de manifiesto cuando completaron con sus opiniones el siguiente tronco verbal: «Cuando resuelvo problemas intento...».

En la elaboración de categorías y subcategorías de análisis tuvimos en cuenta los aportes de las investigaciones citadas en el marco teórico de este artículo conjuntamente con las expresiones de los estudiantes en sus respuestas. A tal fin, seguimos el siguiente procedimiento: uno de los investigadores realizó la primera categorización, la misma fue puesta a consideración de dos miembros del equipo de manera individual, posteriormente se confrontaron las tres propuestas y finalmente se elaboró la categorización que presentamos en este trabajo.

Una vez elaboradas las categorías y subcategorías, procedimos a examinar cualitativamente y a procesar las ideas expresadas por los estudiantes, intentando valorar sus opiniones en toda su riqueza. Debido a las variadas significaciones de las respuestas, las categorías y subcategorías no son excluyentes, es decir, una misma opinión de los estudiantes puede estar incluida en varias categorías o subcategorías. Por esto, en algunos casos las respuestas aparecen analizadas en forma complementaria desde varios ángulos. Con la finalidad de evitar sesgos en la asignación de categorías utilizamos el procedimiento de «doble ciego», tres miembros del equipo realizamos el análisis de manera individual y posteriormente comparamos dichos análisis sometiéndolos a discusión para finalmente acordar la inclusión en la categoría y subcategoría correspondiente.

A continuación presentamos las categorías y subcategorías elaboradas. Distinguimos las mismas según el foco principal de análisis de la forma que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Categorías y subcategorías de análisis.

Categoría	Subcategoría	Aspectos incluidos
<b>SOLUCIONADOR</b> (el estudiante que se enfrenta a la resolución del problema)	Conocimiento teórico (CT)	Expresiones que se refieren a la necesidad de contar con los conceptos y leyes científicas necesarias para la resolución en diferentes momentos (antes, durante y después).
	Habilidades cognitivas (HC)	Expresiones que hacen referencia a los procesos de pensamiento que realiza el sujeto para procesar la información y resolver el problema y las tareas o acciones que esto implica.
	Habilidades metacognitivas (HM)	Expresiones que indican un proceso de reflexión (evaluación y regulación) sobre la tarea que está realizando o sobre el resultado final logrado y/o ejecutar acciones para afrontar las dificultades detectadas.
	Actitudes y valoraciones (AV)	Aspectos vinculados con sentimientos y emociones que expresan su disposición hacia la situación problemática y su resolución.

<b>CONTEXTO</b> (los recursos materiales que se necesitan y las circunstancias en que se desarrolla la tarea)	Consulta de material de apoyo o a otras personas	Expresiones que hacen referencia a la búsqueda de ayuda en distintas fuentes.
	Lugar y medios	Expresiones tanto sobre el espacio físico como sobre el soporte en el que se realiza la resolución.
	Modalidad de trabajo	Expresiones que indican si la resolución la realizan de manera individual, en pequeño grupo o en gran grupo.
<b>PROBLEMA</b> (la información proporcionada que caracteriza la situación a resolver ya sea ésta provista por el profesor o el libro de texto)	Enunciado del problema	Expresiones que se refieren a las características del problema que permiten clasificarlo en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lápiz y papel: los enunciados remiten a una resolución utilizando como recursos el lápiz y papel.</li> <li>• Experimental: los enunciados remiten a una resolución utilizando diversos materiales y la realización de algún tipo de experiencia.</li> <li>• Cerrado: los enunciados directivos remiten a una única manera de resolverlos para llegar a una respuesta. Los datos aparecen de manera explícita.</li> <li>• Abierto: los enunciados no directivos remiten a diversas maneras de resolverlos para llegar a una respuesta. Los datos no aparecen de manera explícita.</li> </ul>
	Nivel de dificultad	Diferenciamos aspectos que se relacionan con el enunciado o con el solucionador (aún cuando en todos los casos se refiere a un alumno universitario, tenemos en cuenta que entre ellos pueden haber variantes personales): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad intrínseca al enunciado: incluye expresiones que hacen referencia a la complejidad propia del enunciado del problema, llevando al alumno a distinguir entre:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejercicio: son considerados de menor complejidad por tanto de menor dificultad para su resolución</li> <li>- Problema: son considerados de mayor complejidad por tanto de mayor dificultad para su resolución.</li> </ul> </li> <li>• Dificultad personal: involucra expresiones que hacen referencia al nivel de exigencia que le impone la tarea de resolución del problema al alumno. Hace alusión a los esfuerzos que le significan más allá de la complejidad del enunciado.</li> </ul>
<b>PROCESO</b> (los procedimientos que utiliza el alumno para llegar a la solución del problema)	Identificar (I): tarea de reconocimiento y reflexión para la comprensión del problema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresiones que indican que los alumnos realizan procesos o tareas tales como:</li> <li>• Leer</li> <li>• Reconocer los conceptos relevantes de la Física/Química</li> <li>• Decidir el enfoque teórico</li> <li>• Identificar la incógnita</li> <li>• Identificar relaciones con el fenómeno al que se refiere la situación planteada</li> </ul>
	Plantear el plan estratégico de resolución del problema (PP):	Expresiones que indican que los alumnos realizan tareas tales como:

	diseño/bosquejo de la estrategia de resolución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar gráficamente</li> <li>• Seleccionar las ecuaciones y su modo de utilizarlas</li> </ul>
	Ejecutar la solución (ES): puesta en práctica de la estrategia planteada.	Expresiones que indican que los alumnos realizan tareas tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar listas de cantidades conocidas y desconocidas</li> <li>• Indicar las variables «meta»</li> <li>• Despejar las incógnitas</li> <li>• Verbalizar la resolución</li> </ul>
	Evaluar la respuesta (ER): evaluación de lo realizado y el resultado obtenido.	Expresiones que indican que los estudiantes realizan tareas tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examinar la respuesta</li> <li>• Revisar lo realizado</li> <li>• Contrastar con las hipótesis planteadas.</li> <li>• Volver a empezar si es necesario.</li> </ul>

## Resultados

A partir de la asignación de categorías y subcategorías a las opiniones de los estudiantes, calculamos el porcentaje de frecuencia de aparición de las subcategorías. En todos los casos los porcentajes están expresados según sea el número de estudiantes que enuncian ideas asignadas a cada subcategoría respecto al número total de estudiantes de la muestra. Con los valores obtenidos elaboramos gráficos de barras a fin de comparar los resultados por categorías y subcategorías.

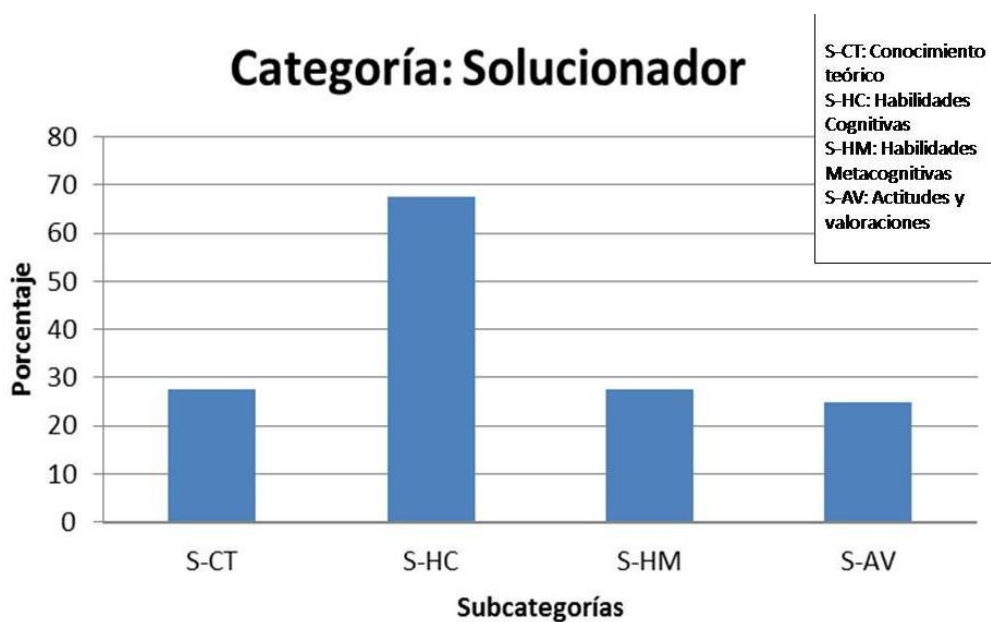
A continuación presentamos los gráficos por cada categoría según el siguiente detalle:

- Figura 1: Solucionador.
- Figura 2: Contexto.
- Figura 3: Problema.
- Figura 4: Proceso.

### Categoría: Solucionador

Como podemos observar en la figura 1 para la categoría solucionador el mayor porcentaje está presente en la subcategoría de habilidades cognitivas (HC). Con porcentajes similares aparecen las restantes subcategorías. A continuación realizaremos un análisis cualitativo para cada caso. Para citar las respuestas de los estudiantes haremos alusión a cada uno indicando la letra A (alumno/alumna) seguida del número identificador utilizado en este estudio.

Comenzaremos por las habilidades cognitivas por su mayor presencia porcentual. En la tabla 2 presentamos las respuestas que dan los estudiantes teniendo en cuenta los procesos de pensamiento, las tareas y acciones.



**Figura 1.** Porcentajes de frecuencias para las respuestas de la categoría solucionador.

En la tabla 2 se destacan los procesos de pensamiento y las tareas y acciones que el estudiante realiza a fin de lograr poner en juego sus habilidades cognitivas para la resolución de un problema. Así, mencionan entre los procesos de conceptualización: comprender, razonar, analizar, recordar y entender. Además, cuando hacen referencia a relacionar aparecen dos aspectos con los que establecen dicha relación: por un lado con la vida cotidiana y por otro con prácticas de laboratorio. También mencionan, varios alumnos, el proceso de imaginar haciendo referencia a reflexionar sobre la situación, sobre los fenómenos que ocurren a nivel molecular y, otros, a visualizar mentalmente lo que sucede.

Por otro lado, en lo que respecta a las tareas y acciones hacen referencia a la necesidad de la lectura del enunciado del problema y a la concentración como necesarias para lograr los mencionados procesos de pensamiento.

Respecto de la subcategoría **conocimiento teórico**, las respuestas de los alumnos se centran fundamentalmente en el uso de la teoría durante la resolución del problema. Sólo dos alumnos hacen referencia a consultarla antes. Los siguientes ejemplos muestran ambos tipos de respuestas:

- **Antes y durante:** «Haber comprendido el contenido teórico y tenerlo cerca para consultarlo en caso de ser necesario» (A10)
- **Durante:** «Tener presente la teoría» [...] (A11); «Acordarme de lo que explicó la profesora en clase» [...] (A12).

En relación con la subcategoría **habilidades metacognitivas** encontramos que en su gran mayoría los alumnos que mencionan estas habilidades se refieren tanto a la evaluación como a la regulación. Respecto a la regulación podemos diferenciar dos tipos de conducta ante la detección de una dificultad. Por un lado, los que ante la dificultad consultan la bibliografía, buscan ayuda del docente o de un par y por otro lado, aquellos que sólo utilizan como estrategia la realización reiterada del problema hasta llegar al resultado correcto. A continuación presentamos algunos ejemplos:



- **Evaluación:** [...] «estar segura de la respuesta» (A20).
- **Evaluación y regulación:** [...] «pedir ayuda cuando no me salen.» (A11); «En caso de no entenderlo, consulto con la bibliografía o en clase.» (A13); [...] «no equivocarme y rehacerlo de ser necesario» [...] (A27).

**Tabla 2.** Análisis de la subcategoría habilidades cognitivas: tipos y ejemplos.

Tipos de habilidades cognitivas		Ejemplos
Procesos de pensamiento	Conceptualizar	[...]«tratando de entender bien lo que estoy haciendo» [...] (A2) [...] «comprenderlo» [...] (A6) «Analizarlo» [...] (A14) [...] «recordar las herramientas que requiero para poder solucionarlo» (A29) [...] «razonando lo que estoy haciendo sin aprenderme los problemas de memoria.» (A32) [...] « entenderlos» [...] (A33)
	Relacionar	«Relacionarlos con la vida cotidiana» [...] (A25) «De relacionarlo con alguna práctica de laboratorio que me ayude a guiarme» (A35)
	Imaginar	«Imaginarme la situación» [...] (A3) «Tratar de imaginar en qué lo puedo ocupar en la vida cotidiana» [...] (A15) [...] «tratar de imaginar lo que ocurra a nivel molecular.» (A23) «Visualizarlos en mi imaginación» [...] (A21)
	Actitudes y valoraciones	Aspectos vinculados con sentimientos y emociones que expresan su disposición hacia la situación problemática y su resolución.
Tareas y acciones	Leer varias veces	«Leer bien el enunciado» (A6) «Leerlo más de una vez» [...] (A16) «Leerlos dos veces» [...] (A36)
	Concentrarme	«Concentrarme» [...] (A22) [...] «enfocarme para resolverlo» [...] (A36)
	Aplicar método	«Aprender el mecanismo de resolución del problema» [...] (A32) «Pensar las distintas posibilidades»(A34) [...] «y buscar otro método para resolverlo» (A28)
	Explicar a otro	[...] «explicárselos a alguien que necesite ayuda.» (A33)

En lo que se refiere a la subcategoría **actitudes y valoraciones** de la tarea por parte del solucionador, a partir de expresiones de los estudiantes inferimos algunas actitudes y valoraciones:

- **Perseverancia:** al intentar repetidamente buscar la solución del problema hasta lograrla. Los siguientes ejemplos muestran dicha actitud: [...] «si no sale en el primer intento lo repito nuevamente» (A19); [...] «además si no me sale intento analizarlo las

veces que sea necesario hasta que me salga» (A24); «No equivocarme y rehacerlo de ser necesario» [...] (A27); [...] «y si no puedo lo intento nuevamente» [...] (A37)

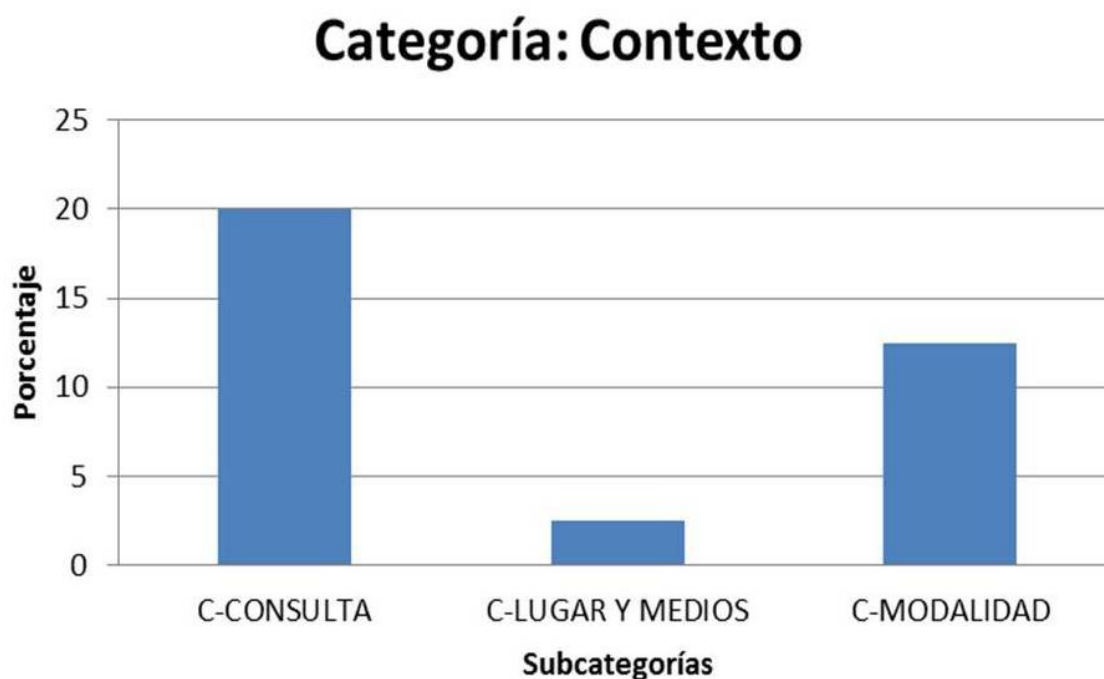
- **Paciencia:** para no desanimarse ante el fracaso. Las siguientes expresiones ejemplifican dicha actitud: [...] «tener paciencia para no ponerme mal si no me sale» [...] (A28); «Tener paciencia» [...] (A29)
- **Esfuerzo:** al valorar la tarea de comprender el problema como compleja como en el caso de «Esforzarme por entenderlos» [...] (A20)
- **Disposición ante la dificultad:** algunos por considerar sencilla la situación problemática propuesta le restan importancia, mientras que otros por considerarla compleja destacan la necesidad del esfuerzo. Los siguientes ejemplos muestran dichas actitudes: «No les doy mucha importancia a los ejercicios que son fáciles de resolver» (A8); [...] «trato de realizar todos los ejercicios debido a que me conformo con realizar los primeros y después en el momento del parcial no logro realizar los ejercicios propuestos debido a que no los hice en la práctica» [...] (A4).

### Categoría: Contexto

En la figura 2 observamos los resultados para la categoría contexto notando que el mayor porcentaje está presente en la subcategoría **consulta**, seguida de la subcategoría **modalidad**, presentándose la subcategoría **lugar y medios** con un escaso porcentaje.

En relación con la subcategoría **consulta** encontramos que la totalidad de los estudiantes que mencionan pedir ayuda, lo hacen a partir de reconocer dificultades o dudas en la resolución del problema. Esta ayuda la solicitan a pares ([...] «luego consultar las dudas con compañeros» [...] A7) y a docentes ([...] «ir a consulta con el profesor» [...] A36) en igual proporción o acuden a la bibliografía ([...] «consulta con la bibliografía.» A13), en menor medida.

En relación con la subcategoría **modalidad** encontramos que las respuestas se relacionan con la prolijidad de las producciones («Hacerlo de forma prolija» [...] A4) y con la realización en forma preferentemente individual («Intento hacerlos sola» [...] A7).

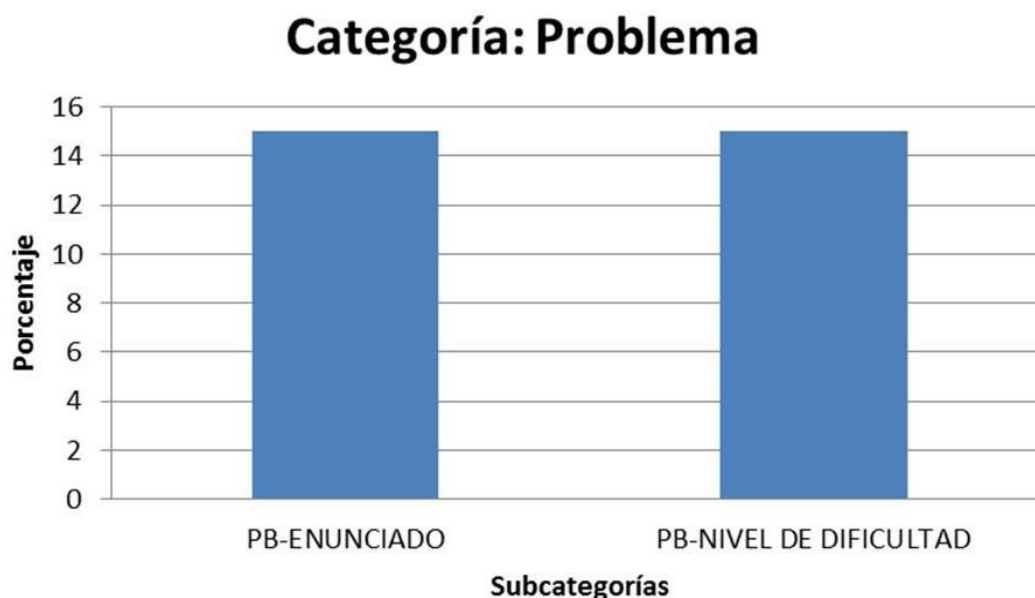


**Figura 2.** Porcentajes de frecuencias para las respuestas de la categoría contexto.

En lo que se refiere a la subcategoría **lugar y medios**, las respuestas indican la necesidad de contar con los materiales para escribir y los apuntes de clases.

### Categoría: Problema

En la figura 3 observamos los resultados para la categoría Problema notando que los porcentajes son idénticos para ambas subcategorías: **enunciado** y **nivel de dificultad**.



**Figura 3.** Porcentajes de frecuencias para las respuestas de la categoría problema.

Respecto de la subcategoría **enunciado**, destacamos que, a partir de las respuestas, podemos inferir qué entienden los estudiantes por «problema»:

- **Situaciones que se resuelven con lápiz y papel:** En todas las respuestas de esta subcategoría hallamos asociaciones a resoluciones hechas con lápiz y papel como: [...] «Hacerlo de forma prolija» [...] (A4). En ninguno de los casos hay alusiones a situaciones experimentales que sirvan de disparador para resolver en forma de problema.
- **Situaciones cerradas:** Todas las respuestas indicarían que los problemas que usualmente resuelven los estudiantes son cerrados. Mencionan tareas propias de éstos como: [...] «que me dé el resultado correcto» [...] (A32); [...] «buscar el mecanismo adecuado para resolverlos» [...] (A9); [...] «buscar en el cuaderno alguno parecido» [...] (A12); «Hacer todos los pasos detallados, por más que algunas veces el principio de la resolución sea obvio o repetitivo entre ejercicios» [...] (A31). Las respuestas citadas mostrarían que para los problemas que habitualmente resuelven habría un método único de resolución correcta que arrojaría una respuesta única. En ningún caso hay referencias a diferentes respuestas o modos de abordaje como ocurriría si acostumbraran a resolver problemas abiertos que admiten diferentes soluciones.

Dentro de la subcategoría **nivel de dificultad**, notamos que los estudiantes distinguen grados de dificultad en esta tarea ([...] «darme cuenta del tipo de ejercicio al que me enfrento» A13). Mencionan además que optan especialmente por resolver los problemas más difíciles (los que en los manuales universitarios reciben el nombre de problema diferenciándolos de los ejercicios que suelen ser más sencillos). Las causas mencionadas se refieren a que consideran que los problemas incluidos en las evaluaciones serán de elevada dificultad: «No les doy

mucha importancia a los ejercicios que son fáciles de resolver, porque a la hora de los parciales siempre van los más difíciles.» A8).

### Categoría: Proceso

En la figura 4 observamos los resultados para la categoría *proceso* notando que se destaca el porcentaje de la subcategoría identificar (I), siguiéndole con porcentajes menores las restantes subcategorías en el siguiente orden: ejecutar la solución (ES), evaluar la respuesta (ER) y plantear el plan estratégico (PP).

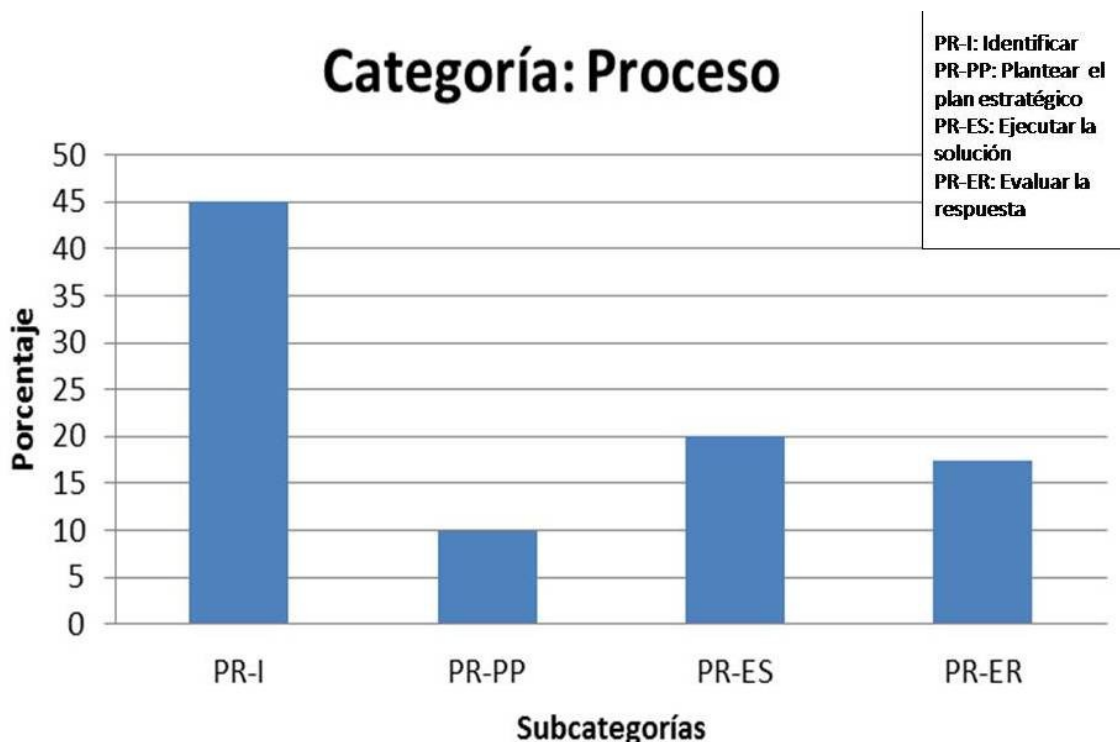


Figura 4. Porcentajes de frecuencias para las respuestas de la categoría proceso.

Para la subcategoría **identificar** (I), destacamos en las respuestas tres acciones principales:

- **Leer:** hacen referencia al modo («Leer bien el enunciado» [...] A6) y a la cantidad de veces («Leerlo más de una vez» [...] A16). De esa lectura esperan extraer las palabras clave («Descubrir las palabras que son claves para la resolución del problema,» [...] A30) y el objetivo del problema ([...] «atender cual es el fin de la resolución del problema» [...] A30).
- **Imaginar:** las respuestas aluden tanto a la recreación mental de la situación ([...] «imaginarlos de alguna manera» [...] A25) como a la interpretación a nivel microscópico de la misma ([...] «tratar de imaginar lo que ocurra a nivel molecular.» A23).
- **Relacionar:** La mayoría de las respuestas se refieren a relaciones con ejemplos de la vida cotidiana («Relacionarlos con la vida cotidiana» [...] A25) o con distintos contenidos o ejemplos del contexto académico ([...] «aplicando y a partir de ello uso la teoría <fórmulas>» [...] A14; [...] «buscar ejemplos parecidos» [...] A11; «Aprender el mecanismo de resolución del problema» [...] A32; «De relacionarlo con alguna práctica de laboratorio que me ayude a guiarme.» A35).

El alto porcentaje de respuestas obtenido para esta subcategoría nos lleva a concluir que los alumnos priorizan esta etapa de la resolución y no tanto otras instancias como el planteo de un plan estratégico o evaluar la resolución.

Para la subcategoría **ejecutar la solución** (ES) las respuestas se relacionan con: la extracción de datos que luego reemplazarán en las ecuaciones ([...] «comienzo a desmenuzarlo sacando datos» [...] A16) o con resolver el problema ejecutando una serie de pasos («Hacer todos los pasos detallados» [...] A31). En pocos casos mencionan la necesidad de estimar una solución de antemano ([...] «intentar una solución sencilla a priori estimando un resultado» [...] A3) y de obtener una solución aceptable para el problema ([...] «y trato de buscarle una solución lógica y real.» A30).

Para la subcategoría **evaluar la respuesta** (ER), hacen hincapié en aspectos como: verificar el resultado ([...] «me gusta saber si lo que estoy haciendo está bien» [...] A3) y rehacer el problema hasta lograr la solución esperada ([...] «trato de resolverlo hasta que pueda solucionarlo» [...] A19, [...] «intento analizarlo las veces que sea necesario hasta que me salga.» A24).

La subcategoría con menor cantidad de respuestas es la que corresponde al **planteo del plan estratégico de resolución del problema**. Se destacan las menciones de: [...] «una vez que lo comprendo saco los datos, anoto las ecuaciones» [...] (A1), [...] «hacerme alguna ilustración que me ayude a interpretarlo mejor» [...] (A24).

## Reflexiones finales

El instrumento utilizado ha permitido que los estudiantes expliciten sus ideas en torno a la resolución de problemas. Ante los resultados obtenidos surgen varios cuestionamientos sobre la forma en que se está abordando la resolución de problemas en la formación inicial de estos futuros docentes. De las respuestas se desprende que los estudiantes que participaron en este estudio:

- Poseen un concepto de problema que se restringe a situaciones que no constituyen un desafío y un verdadero problema a resolver.
- Sólo resuelven problemas de lápiz y papel, dejando de lado las situaciones experimentales tratadas como problemas a resolver. En ningún caso se infiere que haya manipulación de objetos reales ya que no incluyen en las respuestas expresiones que hagan referencia al uso de elementos concretos para la representación de la situación problemática.
- Valoran el proceso de resolución destacando actitudes relacionadas con el esfuerzo, lo cual indicaría que esta tarea presenta para ellos una dificultad considerable.
- Intentan la repetición de procedimientos explicados por el profesor o expuestos en problemas muestra de los manuales universitarios para la resolución. Notamos además, en este estudio, que habría una mecanización de la resolución evidenciada en el mayor porcentaje de respuestas relacionadas con la identificación y ejecución de la resolución y el menor porcentaje en vinculación con evaluar la respuesta y plantear el plan estratégico de resolución del problema.
- Al finalizar la resolución del problema realizan una verificación sencilla de la adecuación de la respuesta alcanzada a ciertos resultados cuantitativos determinados. Si bien hay alusiones a la revisión o repetición de la resolución del problema, en ningún caso se indica explícitamente que en esa tarea de rehacer haya una reflexión sobre el proceso de resolución.

- Indican que la aprobación de las evaluaciones está condicionada a la resolución de problemas, especialmente los de dificultad elevada.

De lo anterior inferimos que las opiniones que detallan los estudiantes en sus respuestas nos brindan información sobre el proceso que llevan a cabo para resolver un problema, lo cual evidenciaría el concepto de problema que subyace y los objetivos educativos con que se aborda la resolución de problemas en su proceso de formación inicial como futuros docentes. En este estudio hemos podido inferir que las prácticas del aula estarían bastante alejadas de lo que se propone desde la investigación en enseñanza de las Ciencias para la resolución de problemas. Los resultados hallados nos permitirían inferir que las situaciones problemas propuestas a estos estudiantes en sus prácticas áulicas no constituirían un desafío cognitivo. Esto coincide con lo que Gil Pérez *et al.* (1999) describen como un obstáculo al destacar que los problemas de lápiz y papel, en realidad, no se enseñan como situaciones desconocidas ante las cuales el estudiante se sienta inicialmente perdido, sino que los profesores explican soluciones perfectamente conocidas y que no generan ningún tipo de dudas ni exigen tentativas. Destacamos también que los estudiantes manifiestan que intentan repetir procedimientos explicados por el profesor. Esto podría deberse a que los profesores, en el intento de que los estudiantes comprendan los pasos que siguen en la resolución, pretendan convertir el problema en un no-problema (Gil Pérez *et al.* 1999). Así, los estudiantes aprenderían una solución tipo y la repetirían ante situaciones parecidas, pero no aprenderían a abordar un verdadero problema y cualquier pequeño cambio se constituiría en un obstáculo insuperable.

El análisis realizado nos moviliza para buscar soluciones que favorezcan tanto la formación actual como el futuro desempeño docente de los estudiantes de la muestra. Esto hace necesario un replanteo por parte de los formadores de docentes de Ciencias. Respecto a la forma de introducir algunas mejoras tendientes a favorecer un aprendizaje significativo, podemos considerar lo expresado por Leonard *et al.* (2002), quienes afirman que cuanto más fomentemos que los estudiantes hagan análisis cualitativos al resolver los problemas, más mejorarán su habilidad para resolverlos. Estos autores también proponen algunas características para la conducta del experto al resolver problemas que podrían favorecerse en las clases de Ciencias en forma explícita. Algunas de estas se han puesto en evidencia en nuestro estudio, como la relación con el conocimiento conceptual o la verificación de una respuesta usando un método. Sin embargo, sería necesario favorecer otras conductas propias del experto, de las cuales no obtuvimos indicios en este estudio, como son: realizar un análisis cualitativo especialmente cuando está atascado, tener una variedad de métodos para solucionar la dificultad o pensar acerca de la resolución de problemas mientras los resuelve, entre otras.

Desde esta perspectiva, adherimos a la propuesta de Becerra Labra *et al.* (2004), quienes sugieren que el proceso de resolución de problemas se asemeje a la metodología científica imitando lo que hacen los científicos cuando se enfrentan a verdaderos problemas. Esto podría lograrse presentando enunciados no directivos, enfrentando la resolución como indagación científica, realizando planteos cualitativos de las situaciones, formulando hipótesis, elaborando estrategias de resolución antes de aplicarlas, analizando los resultados obtenidos, entre otros indicadores. Si bien las respuestas de los estudiantes que intervinieron en este estudio muestran indicios de algunos de estos procesos, la mayoría de las respuestas nos llevarían a pensar la necesidad de un replanteo de la forma en que se lleva a cabo la tarea de resolver problemas.

Para finalizar, podemos decir estamos de acuerdo con lo que Becerra Labra *et al.* (2005) indican cuando expresan que el fracaso constatado en la resolución de problemas no puede ser fruto de la casualidad o sólo de fallas en las estrategias usadas por los estudiantes, sino que

debe relacionarse con lo que se hace en clase. Para mejorar esta situación, habría que proponer situaciones interesantes y abiertas en las aulas y, en consecuencia, enseñar a resolver problemas como tales, como situaciones que implican formas de pensamiento propias del trabajo científico y no, como surge a partir de nuestro estudio, como ejercicios de aplicación de la teoría que los estudiantes deben asimilar y reproducir.

## Referencias

- Becerra Labra C., Gras-Martí A., Martínez-Torregrosa J. (2004) Análisis de la resolución de problemas de Física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias* 22(2), 275-286.
- Becerra Labra C., Gras-Martí A., Martínez-Torregrosa J. (2005) ¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de «lápiz y papel» en cuestión. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 27(2), 299-308.
- Calzada J. (2004) La técnica de las frases incompletas: revisión, usos y aplicaciones en orientación vocacional [\[En línea\]](#).
- Gil Pérez D., Furió Más C., Valdés P., Salinas J., Martínez-Torregrosa J., Guisasola J., González E., Dumas-Carré A., Goffard M., Pessoa de Carvalho A. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias* 17(2), 311-320.
- Guisasola J., Ceberio M., Almudí J., Zubimendi J. (2011) La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en cursos introductorios de Física. *Enseñanza de las Ciencias* 29(3), 439-452.
- Leonard W., Gerace W., Dufresne R. (2002) Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias* 20(3), 387-400.
- Marcelo C., Vaillant D. (2009) *Desarrollo profesional docente. ¿Cómo se aprende a enseñar?* Madrid. Narcea.
- Mazzitelli C., Guirado A. (2010) *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Estudios de las representaciones sociales de docentes y futuros docentes en Ciencias*. San Juan, Argentina. Editorial FFHA-UNSJ.
- Oñorbe A. (2003) Resolución de problemas, en Jiménez Aleixandre, M. (Coord.). *Enseñar Ciencias*. Barcelona. Graó.
- Perales F. (2000) La resolución de problemas, en Perales F. y Cañal, P. (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy. Marfil.
- Salim R., Lotti de Santos M. (2010) Aprendizaje en el primer año de estudios universitarios: motivaciones, estrategias y enfoques. *Revista Iberoamericana de Educación* 52(5), 1-11.
- Young H., Freedman R. (2009) *Física Universitaria*, vol. 1, 12ª ed. México. Pearson Education.