

# Conceptos y preconceptos de cinemática y dinámica en ingresantes a carreras de ingeniería



**Gloria E. Alzugaray, Claudio M. Enrique, Carlos R. Esterkin**

*Facultad Regional Santa Fe- Universidad Tecnológica Nacional,  
Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería –GIEDI,  
Lavalse 610, 3000 Santa Fe- Argentina.*

**E-mail:** galzugar@ frsf.utn.edu.ar

(Recibido el 22 de Noviembre de 2013; aceptado el 16 de Marzo de 2014)

## Resumen

Este trabajo centra su atención en el enunciado de situaciones problemáticas y aseveraciones en Cinemática y Dinámica básicas, presentadas a estudiantes ingresantes a las carreras de ingeniería en la Facultad Regional Santa Fe de la UTN. La discusión de un enunciado involucra, en primer lugar, comprenderlo cabalmente y finalmente determinar la veracidad o no del mismo. Esto le exige a los ingresantes poner de manifiesto preconceptos y conceptos en Física Básica, luego de haber asistido a un curso introductorio de Física. Se realizó el estudio de las relaciones entre las respuestas y los conceptos científicamente correctos. La muestra involucró a 187 estudiantes, que respondieron el cuestionario, provenientes de escuelas medias de gestión pública y privada de la ciudad de Santa Fe y área de influencia. La evaluación se realizó el primer día de clases sin previo aviso. El análisis de las respuestas detectó debilidades importantes que requieren de una revisión de las estrategias didácticas utilizadas en la enseñanza aprendizaje de conceptos básicos de Física.

**Palabras clave:** Física, ingresantes, aprendizaje.

## Abstract

This work focuses on problematical situations and statements on basic Kinematics and Dynamics, presented to incoming students in engineering careers at the Facultad Regional Santa Fe - UTN. The discussion of a statement involves understanding it, and also if it is correct. This requires students to reveal preconcepts and concepts in basic physics, after attending an introductory course in physics. A study between the responses and scientifically correct concepts was analyzed. The sample involved 187 students from middle schools from public and private management, from Santa Fe city and surrounding areas, which answered the questionnaire. The evaluation was performed the first day of classes without anticipating them. The analysis of the responses identified important weaknesses that require a review of the teaching strategies used in the learning of basic concepts in physics.

**Keywords:** Physics, freshmen, learning.

**PACS:** 01.40.Fk, 01.40.-d

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas es para el sujeto cualquier actividad en la que la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática, son reorganizados para alcanzar un objetivo predeterminado. En la resolución de problemas hay aprendizaje por descubrimiento y éste es significativo cuando el estudiante relaciona en forma intencionada y sustancial una proposición potencialmente significativa del planteamiento de un problema a su estructura cognitiva, con el propósito de obtener una solución que también sea potencialmente significativa. Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse

mediante procedimientos tales como la resolución de problemas.

El objetivo central del trabajo es poner la atención en el enunciado de situaciones problemáticas en Cinemática y Dinámica básicas, presentadas a estudiantes ingresantes a las carreras de ingeniería en la Facultad Regional Santa Fe de la UTN. La discusión de un enunciado involucra, en primer lugar, comprenderlo cabalmente y finalmente determinar la veracidad o no del mismo. Esto le exige a los ingresantes poner de manifiesto sus representaciones en Física Básica, luego de haber asistido a un curso introductorio de Física. Se realizó el estudio de las respuestas y los conceptos científicamente correctos, dados por los alumnos a un cuestionario con preguntas y actividades de resolución de situaciones problemáticas.

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La resolución de problemas así como la creatividad son, para Ausubel, formas de aprendizaje significativo que exigen la transformación y la reintegración del conocimiento existente para adaptarse a las demandas de una meta específica o de una relación medio-fines.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se actúa intencionalmente para producir la organización de esta estructura hacia el modelo conceptual consensuado científicamente. Esta conceptualización implica la comprensión de los significados impartidos por el docente.

‘La enseñanza se consume cuando el significado del material que el alumno capta es el significado que el profesor pretende que ese material tenga para el alumno.’ [1]

El lenguaje facilita la resolución de problemas así como la adquisición de conceptos, por lo tanto, la capacidad verbal y la disposición cognitiva general ayudan a explicar tanto las tendencias de nivel de edad como las diferencias individuales en la capacidad de resolver problemas.

La resolución de problemas es para el sujeto cualquier actividad en la que la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática, son reorganizados para alcanzar un objetivo predeterminado. En la resolución de problemas hay aprendizaje por descubrimiento y éste es significativo cuando el estudiante relaciona en forma intencionada y sustancial una proposición potencialmente significativa del planteamiento de un problema a su estructura cognitiva, con el propósito de obtener una solución que también sea potencialmente significativa. Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la resolución de problemas.

Las estrategias de la resolución de problemas muestran las mismas características que la formación de conceptos, reflejan la influencia del tipo de problema en cuestión y de las condiciones en que ocurre la resolución del mismo, así como aspectos idiosincrásicos de desempeño cognoscitivo [2].

### A. Diferentes enfoques en resolución de problemas en ciencias

La literatura sobre la resolución de problemas muestra diferentes enfoques para su análisis e interpretación. Entre éstos cabe mencionar los trabajos orientados a estudiar las acciones desarrolladas por los sujetos al resolver. En esta línea se sitúan los estudios comparativos sobre la resolución de problemas de los expertos (investigadores, científicos y profesionales) y los novatos (en general, estudiantes o adultos en contextos nuevos). En estos estudios se busca detectar las diferencias sobre los modos de abordaje y de resolución de los problemas propuestos.

Este trabajo se sitúa dentro de una orientación que considera que el aprendizaje es básicamente un proceso de

construcción de conocimientos, en el que las representaciones de los alumnos juegan un papel importante, y se ponen de manifiesto cuando se razona, se explica y se desarrollan actividades que comprometen respuestas para resolver una situación problemática. En este sentido, la resolución de problemas tiene lugar en cualquier nivel del proceso de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante encuentra una dificultad que se le presenta como un desafío y que lo incentiva para superarla y entenderla.

La resolución de problemas reúne tareas extremadamente diversas según se ha establecido anteriormente, de la cual dan cuenta los resultados emergentes desde la investigación [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Algunos de estos trabajos han señalado que, más allá de la existencia de algunos procedimientos generales, se evidencia una marcada dependencia del contenido en las tareas de resolución que demandan estudiar los procesos realizados por el sujeto que resuelve en distintos entornos de trabajo.

La resolución de problemas se ha considerado como parte esencial de la enseñanza de la Física. Los problemas son entendidos como situaciones que plantean, a la persona que quiere resolverla, dificultades para las cuales no posee soluciones hechas o no conoce medios o caminos evidentes para obtenerla [11, 12]. Gil los llama ‘problemas abiertos’ y Garret los denomina ‘verdaderos problemas’.

Sin duda existe un amplio consenso en reconocer que uno de los fines educativos deseables en cualquier institución educativa, es la preparación de los estudiantes para que sean capaces de resolver gran parte de los problemas que surgen, no sólo en las asignaturas que estudian, sino también los problemas de la vida cotidiana cada vez más dependiente de la tecnología [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Esos problemas cotidianos se acercan más a las situaciones problemáticas abiertas que a los ejercicios tradicionales [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]. Otro aspecto a considerar es el momento de la enseñanza en que se resuelven las situaciones problemáticas en el aula. A este respecto, los distintos investigadores han expuesto el interés que presenta en el aprendizaje la resolución de estas situaciones inmersas en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas situaciones sirven, entre otras cosas, como un proceso de construcción entre la teoría y la práctica –que aparecen perfectamente interrelacionadas y mediando una sobre otra- hasta el punto que se argumenta destruir la distinción entre ambas [29].

Distintos autores [30, 31, 32, 33] que han investigado en resolución de problemas proponen modelos de resolución, que se puede denominar como de investigación, con procedimientos que se asemejan a lo que se considera el modo de proceder en la ciencia. Lo presentan como una alternativa para el desarrollo de desempeños más complejos y creativos frente a la resolución de problemas cerrados, en la que el alumno se limita a aplicar procedimientos conocidos y aprendidos, fundamentalmente de tipo matemático, que llevan a la obtención de la solución.

En esta línea, Gil Pérez (1993) y Ramírez Castro, Gil Pérez y Martínez Torregrosa (1994) fundamentan el modelo

de resolución de problemas por investigación, considerando que el alumno sigue pasos que se acercan al trabajo de un científico novel: partir de un problema, acotarlo, emitir hipótesis, buscar formas de dar respuesta a las mismas, etc. Aunque esta forma de proceder se planteaba únicamente para los denominados “problemas de lápiz y papel”, en posteriores trabajos Gil Pérez y Valdés Castro, 1996 unifican la resolución de estos problemas con la realización de trabajos prácticos, llevando a cabo los alumnos un proceso que incluye partir de situaciones problemáticas abiertas, reflexionar sobre el interés de las mismas, potenciar el análisis cualitativo de esas situaciones, plantear hipótesis, elaborar diseños que permitan dar respuesta a esas hipótesis, analizar los resultados obtenidos, reflexionar sobre el proceso llevado a cabo, etc.

Otros autores que siguen esta misma línea de investigación son Perales Palacios (1993) y Martínez Aznar (1990). El primero habla de resolución como “del proceso seguido para clarificar el problema planteado, implicando dicha resolución la aplicación de conocimientos y procedimientos y de un aprendizaje por parte de quien resuelve” [34] (Cabrera Rodríguez y Bordas Alsina, 2003, p. 29).

La resolución de problemas abiertos supone un proceso de aprendizaje significativo de los conceptos y teorías científicas [35, 36] y también un entrenamiento en habilidades que, sin duda, influyen en esa mejor resolución [37] tales como plantear hipótesis, poner en cuestión resultados, comparar entre resultados o soluciones, separar variables y elaborar modelos.

Al plantearse la resolución de un problema, el sujeto pone en juego una serie de habilidades o capacidades intrínsecas a la persona y de carácter general. En este sentido, la psicología provee de investigaciones que buscan conocer cuáles son estas habilidades, si existen diferencias notables entre expertos y novatos a la hora de resolver qué mecanismos cognitivos se ponen en juego en la resolución, etc. [38, 39, 40, 41].

En el contexto universitario de las carreras de ingeniería, la resolución de problemas en Física es un tema siempre presente en la enseñanza, ya sea como metodología aplicada, como objetivo a conseguir o, simplemente, como actividad puntual de fijación de conceptos.

### III. METODOLOGÍA

La muestra involucró a 187 estudiantes, que respondieron el cuestionario, provenientes de escuelas medias de gestión pública y privada de la ciudad de Santa Fe-Argentina y área de influencia. La evaluación se realizó el primer día de clases sin previo aviso.

La alumnos de la muestra, son ingresantes a las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería Civil, pertenecientes a la cohorte 2012 que respondieron el cuestionario.

Los ingresantes han realizado previamente un curso introductorio que incluye tópicos de Cinemática y Dinámica, habiéndose realizado una evaluación del mismo

y no siendo condición necesaria haberlo aprobado para comenzar el cursado del primer año. El cuestionario consta de 4 ítems, el mismo fue entregado el primer día del comienzo del dictado de la asignatura Física I (Mecánica).

#### A. Cuestionario

**1- Indique en que institución completó sus estudios secundarios**

**2- Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:**

- a) La velocidad y aceleración de un objeto representan conceptos distintos.
- b) En el vacío, se sueltan dos cuerpos de distinto peso desde una misma altura llegando primero al suelo el más pesado.
- c) Si la velocidad de un objeto es nula, la aceleración también lo es.
- d) Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula, su velocidad instantánea es nula.

**3- Resuelva las siguientes situaciones problemáticas fundamentando sus respuestas.**

- a) Un auto se desplaza en una carretera horizontal con aceleración constante no nula. ¿La gráfica de velocidad en función del tiempo será una recta horizontal, una con pendiente o una curva?
- b) Un péndulo puesto a oscilar realiza oscilaciones de amplitudes decrecientes hasta detenerse. ¿Cómo explica este comportamiento con claros argumentos físicos?

**4- Mora y Benito se encuentran en la línea de largada de una carrera de 100m llanos. Mora le termina ganando a Benito por 10m y ella le propone repetir la carrera para darle una ventaja, arrancando Mora a una distancia de 10m antes de la línea de largada.**

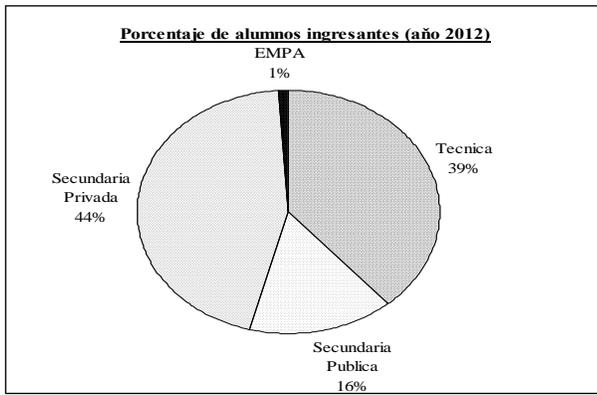
- 1) Haga un esquema de las dos situaciones planteadas utilizando un sistema coordinado
- 2) Obtenga la relación entre las velocidades de ambos con la información que tienen
- 3) Se anima a determinar quién gana la carrera?

### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### A. Análisis de los resultados del cuestionario

##### Ítem 1

Respecto al ítem 1 del cuestionario referido a la institución de donde provienen los alumnos, se han clasificado en cinco categorías: Escuelas Técnicas, Escuelas Secundarias Públicas, Escuelas Secundarias Privadas, Escuelas de Enseñanza Media Para Adultos (EMPA) y Recursantes. En la figura 1 se muestran los resultados, sólo uno de los alumnos no respondió a la consigna.



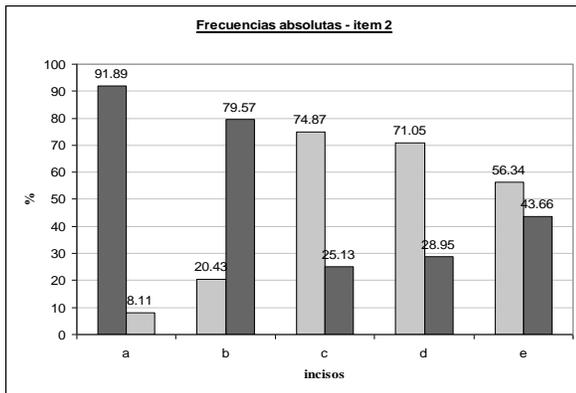
**FIGURA 1.** Cantidad vs. Procedencia de alumnos de la muestra en porcentajes.

De acuerdo al procesamiento de los datos el 54% proviene de escuelas secundarias y técnicas de gestión pública y el 44% de escuelas secundarias de gestión privada. Habiéndose elevado en un 10% la cantidad de ingresantes de escuelas de gestión privada en relación a años anteriores.

### Ítem. 2

Respecto al análisis de las preguntas que corresponden al ítem. 2, los resultados de todas las comisiones se clasificaron de acuerdo al siguiente código de colores: gris oscuro, respuesta correcta; gris claro, respuesta incorrecta (Figura 2).

Las opciones correctas a los incisos correspondientes al ítem 2 del cuestionario son: a) V (verdadero); b) F (falso); c) F (falso); d) F (falso).



**FIGURA 2.** Frecuencias relativas a respuestas correctas e incorrectas

El análisis indica que la respuesta correcta con mayor cantidad de aciertos es la correspondiente al inciso a) y representa casi un 92%. Luego la b) con casi un 80%. Por el contrario, la d) fue respondida de manera acertada sólo por casi el 30%, y la c) con un 25%.

Se puede inferir de los resultados que los alumnos ingresantes correspondientes a las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas de Información, e Ingeniería Civil, tienen asumido mayoritariamente que la

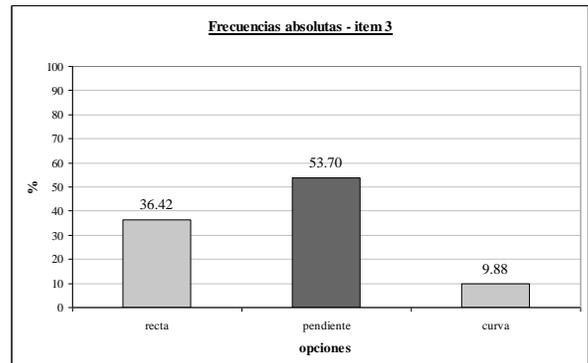
velocidad y la aceleración de un objeto representan conceptos distintos y que no es correcto que en el vacío, si se sueltan dos cuerpos de distinto peso desde una misma altura, llega primero al suelo el más pesado. No obstante ello, les resulta dificultoso a la mayoría interpretar la situación de que es falso que *si la velocidad de un objeto es nula, la aceleración también lo es*. Lo mismo ocurre respecto con la pregunta d), donde es falso que *si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula, su velocidad es nula*.

En las respuestas de los alumnos ingresantes se observa escasa reflexión sobre los conceptos físicos implicados y científicamente aceptados e insuficiente empleo de estrategias lectoras para contribuir a la comprensión del enunciado que se evidencia en una falta de interpretación de las consignas.

La tendencia en los alumnos es la de eludir argumentaciones implicando el significado físico de velocidad, aceleración y fuerza observándose una pobre conceptualización de los mismos aún cuando se lo pueda expresar adecuadamente en forma simbólica.

### Ítem 3

En el ítem 3-a, de la figura 3 un 53,70%, respondió correctamente. Más de un 46% lo hizo de manera incorrecta, considerando la gráfica de la recta horizontal y la curva.



**FIGURA 3.** Representa las frecuencias absolutas ítem 3-a.

En la consigna de la pregunta se pide la gráfica de la velocidad en función del tiempo para el caso de un movimiento de un objeto con aceleración constante. Esta conceptualización implica la comprensión de los significados impartidos previamente, ya que los conocimientos previos son el puente y la organización para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos.

En el ítem 3-b la mayoría de los estudiantes no responden, se transcriben a continuación algunas de las respuestas de los alumnos que manifiestan desorientación y desconcierto, no obstante algunos alumnos hacen un análisis correcto de la situación:

*“La velocidad comienza a disminuir, al no ejercer fuerza el péndulo”*

“Tuvo una aceleración al principio pero luego desapareció, en ese momento la fuerza de gravedad actúa en una parte. Al no haber aceleración, la velocidad disminuye”

“La inercia”

“El péndulo tendería a detenerse por la fuerza de la gravedad y como oscila se pierde fuerza al rozamiento del aire”

“Las amplitudes son decrecientes y luego se detienen por la fuerza de rozamiento”

“Esto se podría explicar por el movimiento circular uniforme:  $V = 2\pi r/\Delta T$ ”

“No lo sé explicar”

“El péndulo se detiene ya que cuando oscila, la altura máxima adonde llega su velocidad es nula. Partiendo con  $v_i = 0$  el péndulo comienza su viaje de regreso, no llegando a su  $x_0$  sino a una distancia menor por el efecto de la gravedad que lo desacelera poco a poco. Al continuar con este ciclo de desaceleramiento el péndulo se detendrá inevitablemente”

“El radio de las oscilaciones, depende de la velocidad tangencial, al disminuir ésta, las oscilaciones se van achicando hasta llegar a un punto central con una velocidad cero”

“Esto se explica debido a que el rozamiento del aire produce una disminución de la fuerza y la velocidad del péndulo”

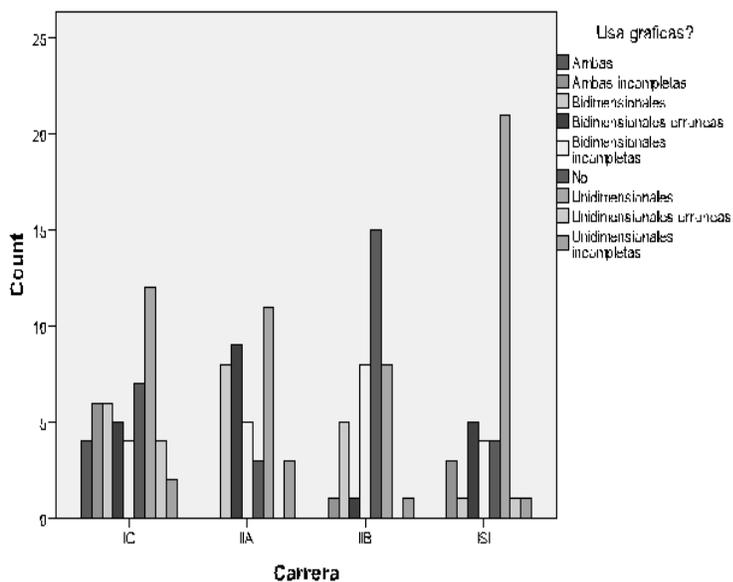
La variedad de explicaciones muestran la falta de conceptualización para la explicación correcta de la situación problemática.

#### Ítem 4

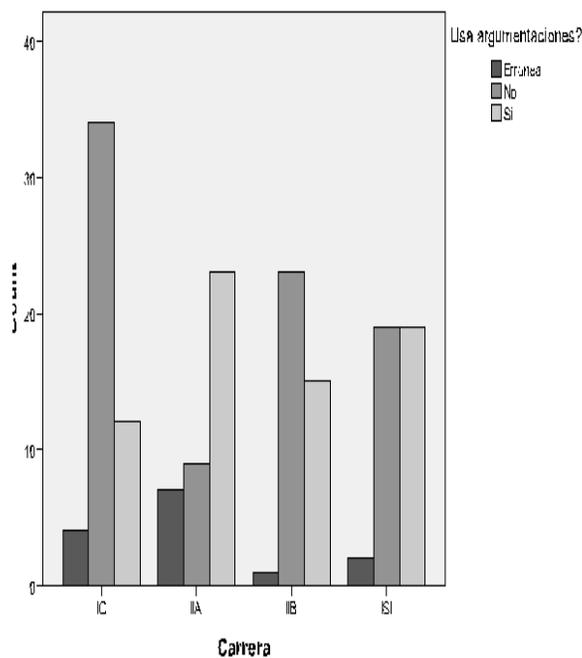
En este último ítem se formula un enunciado de problema, el mismo fue respondido por 137 alumnos de los 187 de la muestra, en el procesamiento de la información se tomó en cuenta si usaron gráficas, ecuaciones y argumentaciones para su solución. Se detalla en la tabla I las categorías y las modalidades asociadas.

**TABLA I.** Categorías y modalidades en la resolución del ítem4.

Categoría	Modalidad
Uso de ecuaciones	Correctamente
	Parcialmente
	No usa
Representación gráfica	Avanzada (en una y dos dimensiones)
	Parcial ( en una y dos dimensiones )
	Incompleta
	No representa
	No usa
Usa argumentaciones	Correctamente
	No argumenta
	Incorrectamente



**FIGURA 4.** Categoría “Usa Gráficas?”.



**FIGURA 5.** Categoría “Usa argumentaciones?”

”

Del procesamiento de la información surgen los siguientes resultados explicitados en las Figuras 4, 5 y 6

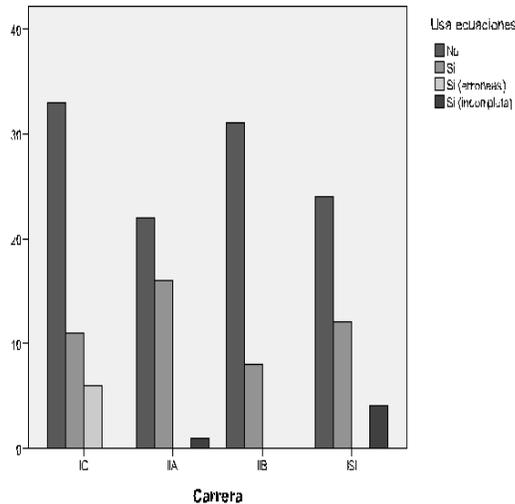


FIGURA 6. Categoría "Usa ecuaciones?".

Se consideró en el análisis el uso de texto escrito en la resolución del problema como argumentación de los alumnos. De la figura 4 se aprecia que sólo el 2,9% resuelve el problema usando las gráficas en una y dos dimensiones, mientras el 23,4% no respondió. En cuanto a las argumentaciones el 33,6% están fundadas en un modelo científico adecuado (Figura 5). El 23% usa las ecuaciones correctamente para su solución mientras el 43,1% lo hace parcialmente (figura 6).

Teniendo en cuenta que estos alumnos han realizado un curso de nivelación los resultados son un llamado de atención ya que hay que ahondar en los mecanismos de la comprensión de las situaciones físicas. Se manifiesta una integración débil e incompleta denotando procedimientos y argumentaciones incompletos.

Se otorga reducido espacio para la construcción del significado físico de los conceptos y de expresiones simbólicas asociadas. Los procedimientos en las clases de resolución de problemas en el curso introductorio se orientan básicamente al cálculo, sin atender a la comprensión de la situación física. La resolución de problemas-tipo aparece, como modelo didáctico hegemónico, sin embargo aquellos alumnos que estructuraron el conocimiento adquirido en forma significativa, en el curso introductorio, dan cuenta del modo en que estructuraron el conocimiento adquirido, favoreciendo el aprendizaje significativo de los conceptos de cinemática y dinámica básicas.

## V. CONCLUSIONES

La enseñanza – aprendizaje de la Física en los cursos básicos a nivel universitario demanda la atención de docentes e investigadores.

Siendo la resolución de problemas, para el estudiante una actividad en la que la representación cognoscitiva de la experiencia previa debe ser organizada para que el estudiante reflexione junto al docente y pueda resolver la

situación problemática; y de esa manera apropiarse de los conocimientos científicos.

El análisis de las respuestas detectó debilidades conceptuales que demandan de una revisión de las estrategias didácticas utilizadas en la enseñanza aprendizaje de conceptos básicos de Física.

En las carreras de ingeniería, los cursos básicos de Física, como el de Física Mecánica, dictado en los primeros años de formación, tienen una importante función en el desarrollo de las habilidades cognitivas implicadas en los procesos de conceptualización y formalización requeridos en la resolución de problemas.

En particular en este análisis se han detectado debilidades importantes que requieren la implementación de una propuesta didáctica, en especial con la formación y actualización de los docentes del área de ingreso y una revisión de las estrategias didácticas utilizadas, sobre todo en relación con aquellos conceptos físicos básicos que constituyen modos de razonamientos de mayor nivel de abstracción.

## REFERENCIAS

- [1] Gowin, D. B., *Educating*. Ithaca, (Cornell University Press., Nueva York, Trad. cast., 1985). *Hacia una teoría de la educación*, (Ediciones Aragón, Argentina, 1981).
- [2] Ausubel, D., Novak, J., Hanesian H., *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, (Trillas, México, 1991).
- [3] Buteler, L. y Coleoni, E., *Una estrategia de enseñanza para la resolución de problemas en Física a partir de lo que los estudiantes sí saben*, 92ª Reunión de la Asociación Física Argentina, Salta, Argentina, (2007).
- [4] Cabral da Costa, S y Moreira, M. A., *Resolução de problemas IV: Estratégias para Resolução de problemas*, *Investigações em Ensino de Ciências* 3(2), (1997)
- [5] Cabral da Costa, S. y Moreira, M. A., *A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa*, *Cad. Cat. Ens. Física* 18, 263-277 (2001).
- [6] Cabral da Costa, S., *Modelos Mentais e Resolução de Problemas em Física*. Tesis realizada bajo la dirección del Dr. Marco Antonio Moreira para la obtención del título de doctor en Ciencias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2005).
- [7] Favero, M. H y Soares Gomes de Sousa, C. M., *A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica*, *Investigação em Ensino de Ciências* 6 (2) (2001).
- [8] Gangoso, Z., *Resolución de problemas en Física y Aprendizaje significativo (primera parte: revisión de estudios y fundamentos)*, *Enseñanza de la Física* 12, 5-21 (1999).
- [9] Massa, M., Sánchez, P., Llonch, E., D'amico, H., *Modos de comprensión lectora de enunciados de problemas*, *Actas del III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, 379-382 (Portugal) (2000).
- [10] Scanchich, M., Yanitelli, M., Massa, M., *De los problemas de lápiz y papel a las situaciones*

- experimentales: obstáculos que se pueden presentar durante su resolución, Memorias Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física – SIEF 9 Rosario, Argentina (2008).
- [11] Garrett, R. M., *Resolver Problemas en la enseñanza de las Ciencias*, Alambique **5**, 6-15 (1995).
- [12] Gil Pérez, D., *Contribución de la historia y filosofía de la ciencia al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación*, Enseñanza de las Ciencias **11**, 197-212 (1993).
- [13] Campanario, J. M. y Otero, J., La comprensión de los libros de texto. En Perales, F. J. y Porlan, R., (Eds.) *Didáctica de las ciencias experimentales*, (Editorial Marfil, Alcoy, 2000), pp. 323-338.
- [14] Furió Mas, C. J., Iturbe Barrenetxea, J., Reyes Martín, J. V., *Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias*, Investigación en la Escuela **24**, 89-100 (1994).
- [15] Jiménez-Liso, M. R., Sánchez, M. A. y De Manuel, E., *Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía?*, Educación Química **4**, 259-266 (2002).
- [16] Jiménez-Liso, M. R. y De Manuel, E., *El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación?*, Enseñanza de las Ciencias **27**, 257- 272 (2009).
- [17] Oliva, J. M. y Matos, J., *La ciencia recreativa como recurso para la enseñanza de las ciencias y el desarrollo profesional docente*, Perspectiva CEP **1**, 89-102 (2000).
- [18] Perales, F. y Cañal, P., *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (Editorial Marfil, España, 1999).
- [19] Sánchez, I., y Flores, P., *Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física*, Journal of Science Education **2**, 77-83 (2004).
- [20] Sánchez, I., *Aprendizaje Significativo a través de resolución de problema integradores y contextualizado por investigación* (ASARPIC), Panorama Científico: Conicyt, **21**, (2007).
- [21] Sánchez, I., *Influencia de la resolución de problemas por investigación; en el pensamiento crítico, estrategias y calidad del aprendizaje*, Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 503-3507 (2009).
- [22] Cañal, P. y Porlán, R., *Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo*, Enseñanza de las Ciencias **2**, 89-96 (1987).
- [23] Gallego, A., *Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics*, Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **4**, 141-151 (2007).
- [24] Jiménez-Liso, M. R. y De Manuel, E., *El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación?*, Enseñanza de las Ciencias **2**, 257- 272 (2009).
- [25] Manrique Del Campo, M. J., *Noticias para plantear problemas*, Alambique **5**, 59-65 (1995).
- [26] Membiela, P., (Ed.) *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva CTS*, (Narcea, Madrid, 2001).
- [27] Tárraga, P., Bechtold, H., Pro, A., El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España”. En *Educatio Siglo XXI*. Universidad de Murcia, Murcia, **25**, 145-166 (2007).
- [28] Gil-Pérez, D. y Valdés Castro, P., *La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo*, Enseñanza de las Ciencias **14**, 155-164 (1996).
- [29] Carrascosa, J., Gil-Pérez, D. y Vilches, A., *Papel de la actividad experimental en la educación científica*, Cad. Bras. Ens. Fis. **23**, 157-181 (2006).
- [30] Ibañez Orcajo, M. T. y Martínez Aznar, M., *Solving problems in Genetics II: Conceptual restructuring*, International Journal in Science Education **27**, 1495-1519 (2005).
- [31] Martínez Aznar, M. M., Bárcena, A. I., Ibañez, M. T. y Varela, M. P., *Herencia, Biomasa y energía. Tres campos para investigar resolviendo problemas*, VI Congreso Internacional sobre investigaciones en la Didáctica de las Ciencias, 133-134 (2001).
- [32] Villarreal Hernández, M. E., Salcedo Torres, L. E., Zapata Castañeda, P. N., Colmenares, E., Moreno, S. P. y Rivera Rodríguez, J. C., *Incorporación de NTIC en prácticas de laboratorio de química desde la enseñanza y aprendizaje por investigación*, Enseñanza de las Ciencias, 2005, número extra. VII Congreso, 1-5 (2005).
- [33] Cabrera Rodríguez, F. A., Bordas Alsina, M. I., *Estrategias de evaluación de los aprendizajes centradas en el proceso*, Revista Española de Pedagogía **59**, 25-48 (2003).
- [34] Lopes B. y Costa, N., *Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas*, Revista Enseñanza de las Ciencias **14**, 45-61(1996).
- [35] Garret, R., *Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículum de ciencias*, Enseñanza de las Ciencias **6**, 224-230 (1988).
- [36] Garrett, R. M., *El resolver problemas y la creatividad*, Enseñanza de las Ciencias **6**(3) (1989).
- [37] Lock, R., *Open-ended, problem-solving investigations*, School Science Review **71**, 63-72 (1990).
- [38] Dufresne, R., Gerace, W. J., Hardiman, P. T. and Mestre, J. P., *Constraining novice to perform expert-like problem analyse: effect on schema acquisition*, Journal of the Learning Science **2**, 307-331(1992).
- [39] Chi, M., Feltovich, P. J. and Glaser, R., *Categorization and representation of physics problems by experts and novices*, Cognitive Science **5**, 121-152. (1981).
- [40] Kindfield, A. C. H., *Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis*, Science Education **78**, 255-283 (1994).
- [41] Snyder, P. J., *Evolutionary bases for cerebral localization of higher cognitive functions*, Brain Lang **73**, 127-131 (2000).