

Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata

INTEGRACIÓN CONCEPTUAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS A PARTIR DE UNA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DE FÍSICA

SCANCICH, MIRIAM; YANITELLI, MARTA; MASSA, MARTA

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario. Av. Pellegrini 250. 2000 Rosario. Argentina
scancich@fceia.unr.edu.ar, myanitel@fceia.unr.edu.ar, mmassa@fceia.unr.edu.ar

RESUMEN

La actividad experimental, genera un espacio para que los estudiantes tomen decisiones y desarrollen estrategias para el tratamiento científico de una situación problemática. En este sentido, los contenidos conceptuales se interrelacionan con la actividad del sujeto y orientan el proceso de resolución y el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Desde esta perspectiva esta investigación se orientó hacia el reconocimiento de los niveles de integración conceptual que alcanzan en Física I los estudiantes universitarios de carreras de ingeniería cuando resuelven una situación como problema experimental semi-estructurado en el área de la Dinámica de la partícula. Se analizan los procesos de conceptualización desarrollados y se establecen modos de razonamiento a partir de categorías y modalidades conceptuales definidas a priori. Finalmente, en base a las características detectadas se identificaron las contribuciones que emergieron de la conceptualización de la actividad experimental.

Palabras clave: estudiantes universitarios, actividad experimental, modos de razonamiento, Mecánica de la partícula, integración conceptual.

INTRODUCCIÓN

La investigación didáctica sobre el trabajo experimental en Física demostró que existen serias dificultades en el desarrollo conceptual a través de las prácticas de laboratorio (Hodson, 1994). No obstante, estudios sobre la naturaleza del aprendizaje de Física indican que no sólo es posible, sino también deseable, promover el desarrollo conceptual a través del trabajo experimental, estando éste integrado en el currículo (Bernardino Lopes, 2002). Este autor considera que sólo se alcanza un verdadero desarrollo conceptual cuando se tienen en cuenta las relaciones intrincadas entre los conceptos que son relevantes para tratar determinada situación física. Este desarrollo no puede lograrse sólo a través del lenguaje simbólico utilizado en la comunicación y en la operación sobre los propios conceptos. Tiene que basarse también en la acción de los sujetos sobre las situaciones físicas -en concreto las experimentales- y en la modelización que realizan de las mismas, en el reconocimiento de propiedades y de las relaciones establecidas entre los conceptos que se utilizan. De esta forma, llevar a cabo una actividad experimental implica movilizar conceptos, reformular algunos de ellos y, eventualmente, resignificar otros. También demanda discriminar entre información relevante o irrelevante; explicitar condiciones de trabajo y asociar un modelo conceptual a la situación física concreta. Así, el sistema real se sustituye por uno ideal con propiedades rigurosamente fijadas y sujeto a relaciones descriptas en términos lógico-matemáticos. También implica obtener datos, efectuar su tratamiento, evaluar y analizar los resultados obtenidos.

La actividad experimental, en la medida en que permite una acción del estudiante sobre un referente empírico, posibilita no sólo una re-estructuración de su cuerpo de conocimientos sino también genera un espacio para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias acordes con un tratamiento científico de la situación. En este sentido, los conceptos no son trabajados sólo en su dimensión simbólica, y operados matemáticamente, sino en interrelación con la actividad del sujeto quien los orienta en el proceso de resolución y decide los parámetros a tener en cuenta al analizar e interpretar los resultados obtenidos (Laburú, 2003; 2006).

Desde esta perspectiva, en este trabajo se indagó sobre los procesos de conceptualización desarrollados por estudiantes universitarios y sus modos de razonamiento al resolver una actividad experimental, en el área de la Dinámica de la partícula. Tal actividad se trabaja en estrecha correlación con los contenidos teóricos y las prácticas de resolución de problemas de lápiz y papel que se desarrollan en simultáneo. La presente investigación forma parte de un estudio más amplio que se ha emprendido en el marco de una Tesis de Maestría en Docencia Universitaria orientada a analizar posibles semejanzas y diferencias en el razonamiento de los estudiantes al abordar situaciones problemáticas de lápiz y papel y experimentales, como también a detectar los principales obstáculos que se pueden presentar al resolver dichas situaciones. La cuestión de interés asociada a tal problemática y sobre la que se organizó este artículo, es la siguiente: *¿Cómo orientan los estudiantes su razonamiento al abordar una situación experimental en el área de la Dinámica, en particular, sobre el Segundo Principio de Newton planteada como un problema semi-estructurado?*

REFERENTES TEÓRICOS

Un ambiente de aprendizaje que incorpora las prácticas de laboratorio como uno de los recursos para propiciar la construcción del conocimiento, el ejercicio del pensamiento crítico, la toma de decisiones y el desarrollo de habilidades comunicacionales, debe contemplar los lineamientos esenciales que favorecen un aprendizaje significativo. Se entiende como tal un proceso cognitivo dinámico a través del cual una nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del sujeto (Ausubel *et al.*, 1998).

En el marco de la actividad experimental, comprender un evento implica relacionar la terminología científica con el fenómeno en sí, reconocer las condiciones bajo las cuales se desarrolla, analizar qué lo causa, qué resulta de él, en función de las demandas de una meta específica. Estas acciones exigen un alto nivel de comprensión del fenómeno que se estudia al traducir un evento externo en una representación interna, al razonar manipulando estas representaciones simbólicas y al convertir en acciones los símbolos resultantes.

Para Ausubel *et al.* (1998), la resolución significativa de problemas constituye un aprendizaje por descubrimiento o discernimiento de una relación significativa de medios-fines que orienta la resolución. Hay un “trascender la información dada”, es decir, hay una transformación de la información por análisis, síntesis, formulación y comprobación de hipótesis, recombinação, traducción e integración; aunque no implica necesariamente un descubrimiento autónomo absoluto. En general, la resolución de problemas en el laboratorio es una forma de descubrimiento guiado ya sea por intervención del profesor a partir de preguntas que ayuden al razonamiento de los estudiantes o a través de un programa de actividades que orientan las acciones de éstos (análisis cualitativo de la situación, emisión de hipótesis, elaboración de estrategias, análisis de resultados y formulación de nuevas perspectivas). De este modo, quien resuelve, comprende los principios, por qué se aplican en ese caso particular, cuál es la relación entre ellos y cuáles las operaciones que se han realizado. Señalan que para que estas experiencias sean genuinamente significativas es necesario que se den dos condiciones: deben fundarse en conceptos y principios claramente comprendidos y las operaciones constitutivas deben ser significativas por sí mismas.

Un aspecto importante en el proceso de conceptualización en Física es la relación entre el lenguaje y el pensamiento científico dado que este proceso se desarrolla al mismo tiempo que se construye el discurso científico. Éste, a su vez, posee una gran capacidad organizadora respecto a los procesos cognitivos que se desencadenan pues proporciona elementos para comprender e interpretar la realidad que se perciben. Cuando un estudiante se enfrenta a la resolución de un problema semi-estructurado en una actividad de laboratorio, se ve obligado a aplicar conceptos y establecer relaciones apropiadas entre ellos que involucran, necesariamente, el uso de un vocabulario específico, de determinadas expresiones matemáticas y de estrategias discursivas adecuadas. Este hecho implica desarrollar un cambio en el lenguaje desde un discurso cotidiano, característico en los estudiantes antes del inicio de la enseñanza, hacia un discurso académico asociado a estrategias de reorganización y transformación de la información (Miras *et al.*, 2000). Es preciso añadir que el uso del discurso científico va unido al desarrollo de una serie de habilidades cognitivo-lingüísticas, como son la descripción, la definición, la justificación, la explicación y la argumentación, que favorecen el razonamiento.

METODOLOGÍA

Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, basado en el reconocimiento de categorías de análisis y modalidades relevantes (Valles, 1997; Quivy y Van Campenhoudt, 1998). Las variables y los indicadores definidos se asociaron a los procesos de razonamiento puestos en juego por los estudiantes al abordar una situación experimental focalizada en el “Análisis de fuerzas y movimientos utilizando una pista de aire”.

Descripción de la práctica de laboratorio

Se seleccionó una práctica de laboratorio para el estudio del Segundo Principio de Newton. Desde el punto de vista del aprendizaje, el tratamiento del experimento atiende al análisis del movimiento combinado de un planeador sobre una pista de aire y una pesa unida al mismo por medio de una cuerda, Figura 1, desde dos perspectivas:

- Estudio cinemático de las variables velocidad y aceleración en función del tiempo.
- Estudio dinámico del sistema identificando las interacciones que el medio ambiente ejerce sobre él y que dan cuenta de su movimiento con relación a los fenómenos que lo causan o pueden alterarlo.

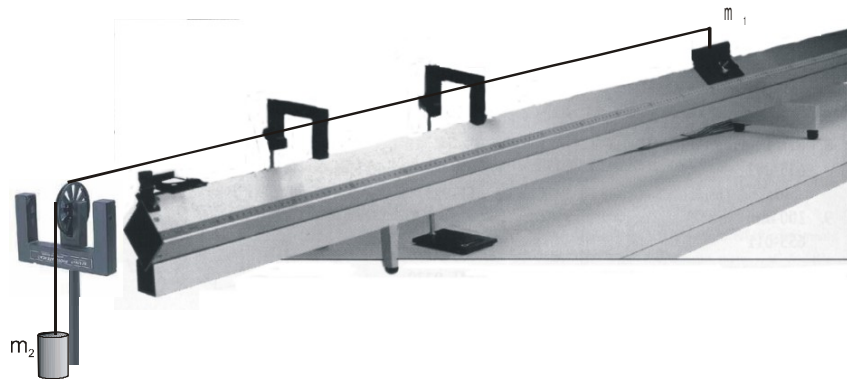


Figura 1. Dispositivo experimental; m_1 , masa del planeador; m_2 , masa del cuerpo colgante

La guía proporcionada a los estudiantes consta de un programa de actividades que los orienta, a través de preguntas, al estudio cualitativo de la situación problemática y los posiciona en relación con el marco teórico específico asociado al tema en estudio. Asimismo, para el tratamiento de la actividad experimental se proponen los siguientes ejes de trabajo:

- Enunciado de condiciones de trabajo que orientan la descripción y explicación del movimiento.
- Asociación del modelo teórico al sistema en estudio. Aplicación del Segundo Principio de Newton.
- Cálculo de la aceleración del sistema a partir de la representación gráfica de la velocidad de caída del cuerpo de masa m_2 en función del tiempo.
- Comparación entre la fuerza neta del sistema y el peso del cuerpo colgante. Cálculo del porcentaje de discrepancia.
- Enunciado de conclusiones a la luz de los resultados obtenidos.

Finalmente, el programa de actividades prevé la confección de una memoria escrita acerca de la tarea realizada. En su elaboración los estudiantes deben incluir: los contenidos conceptuales y la modelización efectuada de la situación experimental; los objetivos que se esperan lograr; el desarrollo experimental; los resultados obtenidos con el estudio de incertezas; el análisis crítico e

interpretación de dichos resultados; el enunciado de conclusiones y los comentarios que consideren oportunos.

Esto demanda la organización de una representación mental del problema, consensuada entre los integrantes del grupo (Justi, 2006), y la definición del grado de complejidad que se le otorgará al desarrollo de la situación experimental. Estas prácticas generan, así, un espacio para que los estudiantes tomen decisiones y desarrollen estrategias para enfrentar las dificultades y resolver los problemas emergentes con un matiz que los aproxime a la actividad investigadora o de desempeño profesional específico.

Participantes

En la investigación participaron 52 estudiantes que cursaban Física I, asignatura correspondiente al ciclo básico de seis carreras de Ingeniería. Se conformaron 12 grupos de trabajo, que realizaron la actividad experimental luego de desarrollar los contenidos teóricos sobre movimiento y los Principios de Newton y en la misma semana en la que procedieron a la resolución de problemas de lápiz y papel sobre este contenido.

El tratamiento colectivo de las actividades de resolución de situaciones experimentales como investigación orientada, promovió la incorporación activa de los estudiantes a través de una tarea de reflexión compartida, bajo la orientación del profesor.

Procesamiento de los datos

Las memorias escritas elaboradas por los estudiantes se constituyeron en los instrumentos de recolección de datos. Posteriormente, se realizaron entrevistas grupales para profundizar en aspectos emergentes del análisis de los razonamientos y/o argumentaciones presentes en dichas memorias.

El análisis de contenido, los procesos de codificación y de categorización se constituyeron en las operaciones centrales en la transformación y reducción de los datos textuales. Las categorías teóricas se fijaron a priori, no obstante se dejó abierta la posibilidad de incorporar otras en el curso de la investigación. Las modalidades conceptuales, concebidas éstas como aspectos significativos de las categorías, resultaron del procesamiento de los datos.

En relación con los ejes de trabajo propuestos en la guía, indicados anteriormente, se definió el siguiente conjunto de categorías:

Enunciado de condiciones de trabajo. Atiende a los supuestos explicitados por los estudiantes para establecer una correspondencia entre las propiedades del sistema real y los conceptos físicos involucrados, las relaciones que se establecen entre los mismos y la aplicación de leyes y principios físicos.

Representación de fuerzas. Se consideran las interacciones que los estudiantes tienen en cuenta en la construcción del Diagrama de Cuerpo Aislado (DCA).

Procesos asociados a la resolución. Atiende a los procedimientos puestos en juego en la resolución de la situación experimental. Durante esta tarea se amplían y re-estructuran los conocimientos elevándolos a niveles superiores de abstracción y generalización.

Lenguaje. Hace referencia a las funciones cognitivo-lingüísticas que aplican los estudiantes al elaborar la memoria escrita.

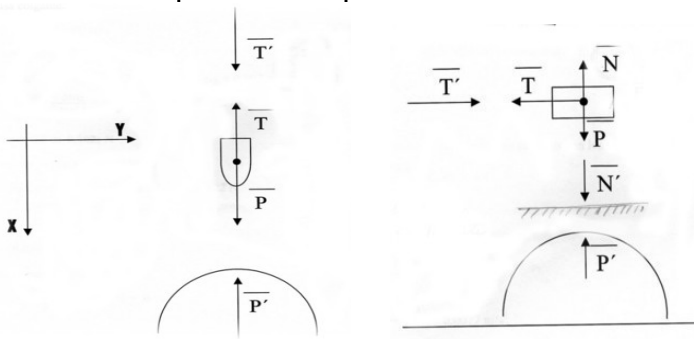
Para el procesamiento de las memorias, identificadas por una sigla: Gi (donde i corresponde a un número asignado a cada grupo) se recurrió al análisis interpretativo textual (Bernárdez, 1995) basado en la identificación de expresiones en los documentos escritos por los estudiantes que

pueden ser interpretadas en términos de las representaciones activadas. Los contenidos y aspectos relevantes identificados en cada protocolo en función de las categorías definidas y de las modalidades emergentes se sintetizaron en formato tabla.

Finalmente, se procedió a reconocer los grupos de trabajo que comparten las mismas modalidades para cada una de las categorías definidas y se identificaron los modos de razonamiento desarrollados por los estudiantes al resolver la situación experimental.

RESULTADOS: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

La transformación de cada protocolo en una tabla que sintetiza el contenido del informe, como se muestra en la Tabla 1 para el grupo G1, constituye un primer resultado. Para cada una de las categorías mencionadas se señalan los aspectos relevantes de la producción del grupo de acuerdo a la modalidad detectada.

CATEGORIA	MODALIDAD	SINTESIS DE CONTENIDOS DEL PROTOCOLO
Enunciado de condiciones de trabajo	Referidas a elementos teóricos	De simplificación: “El roce con la pista es despreciable.” “Como la masa de la cuerda y de la polea son despreciables, entonces $T_1 = T_2 = T$ ”
		- DCA del planeador y del cuerpo colgante, con identificación de fuerzas y pares de acción y reacción. Explicitación del sistema de coordenadas. Ausencia de DCA de la polea, si bien se analizó los rozamientos presentes en la misma: “...existen rozamientos entre el hilo y la polea, en el eje de rotación de la polea...que no pueden eliminarse...” Cuerpo colgante Planeador 
		-La interacción película de aire-planeador se simbolizó con N extendiendo una notación usualmente empleada para superficies sólidas. Se reconoció el rozamiento con la masa que rodea al planeador, argumentado: “...existen rozamientos con el aire...que no pueden eliminarse...”.

Procesos asociados a la resolución	Interpretar modelo subyacente y calcular	- No se realizó un esquema del dispositivo experimental, sólo se incluyó la modelización del planeador y el cuerpo colgante. - Identificación y medición directa de datos relevantes: masa del planeador y del cuerpo colgante. - Aplicación del Segundo Principio de Newton para el estudio independiente del movimiento del planeador y del cuerpo colgante. - Cálculo de la aceleración del sistema, en forma analítica y gráfica. - En el desarrollo de la metodología gráfica se incluyeron tablas y representaciones gráficas de velocidad y aceleración en función de tiempo. - Comparación de los valores de aceleración obtenidos analítica y gráficamente. - Contraste de la fuerza neta obtenida y el peso del cuerpo colgante a través del cálculo del porcentaje de discrepancia. - Determinación de la tensión en la cuerda. - En las conclusiones se explicitó la validación de la modelización realizada en función de la ausencia de discrepancia entre los valores obtenidos: "... el cálculo de la aceleración, gráfica y analíticamente arroja iguales resultados, implicando que las ecuaciones usadas son válidas...".
Lenguaje	Describir	Operatoria experimental.
	Comparar	Aceleración gráfica y analítica. Módulo de la fuerza neta y peso del cuerpo colgante.

Tabla 1. Síntesis de contenidos identificados en el protocolo del Grupo 1 en función de las categorías definidas y modalidades emergentes.

El análisis de las tablas que sintetizan los contenidos de cada memoria, permitió reconocer para cada categoría los grupos que comparten las mismas modalidades. En la Tabla 2 se consignan las modalidades detectadas y los protocolos en las que fueron identificadas.

Categoría	Modalidad	Identificación protocolo
<i>Enunciado de condiciones de trabajo</i>	Basadas en elementos concretos.	G2, G3
	Referidas a elementos teóricos.	G1, G4, G5, G6, G8
	No enuncia condiciones.	G7, G9, G10, G11, G12
<i>Representación de fuerzas</i>	Representación avanzada cuando presenta un importante nivel de organización y orientación hacia la resolución.	G1, G2, G3, G4, G5, G8, G10
	Representación de interacciones y pares de acción y reacción.	G9
	Representación incompleta.	G6, G7, G11, G12
<i>Procesos asociados a la resolución</i>	Interpretar modelo subyacente y calcular.	G1, G2, G3, G4, G5, G8, G9, G10
	Aplicar conceptos y calcular.	G6, G7
	Aplicar conceptos y principios.	G11, G12
<i>Lenguaje</i>	<i>Describir.</i> Se relaciona con la observación de un sistema, de un proceso o de un fenómeno. Contribuye a ordenar la información percibida y a diferenciar las características y	G1, G2, G5, G7, G8, G9, G11

	variables significativas a fin de hallar regularidades y realizar una clasificación para interpretar los hechos en función de una teoría o un modelo.	
	<i>Comparar.</i> Se establecen semejanzas y diferencias entre las variables. En este proceso al identificar elementos comunes emergen generalizaciones sobre las variables y particularidades al detectar elementos únicos.	G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12
	<i>Justificar.</i> Implica validar un razonamiento utilizando reglas o principios para relacionar unos datos con la conclusión, recurriendo a la estructura de conocimientos científicos la que incluye contenidos afines que permiten fundamentar el razonamiento.	G2, G3, G4, G5, G6, G7, G9, G10, G11, G12

Tabla 2. Identificación de los protocolos correspondientes a cada modalidad.

La integración de las categorías y las modalidades se constituyó en la base de los criterios para la conformación de los modos de razonamiento desarrollados por los estudiantes. De este análisis, resultaron tres modos de razonamiento: *Integración significativa*, *Integración débil* y *Sin integración* que se consignan en la Tabla 3.

Modo de razonamiento	Criterios	Identificación protocolo
<i>Integración significativa</i>	Enunciado de condiciones de trabajo: -Basadas en elementos concretos -Referidas a elementos teóricos Representación avanzada de fuerzas Interpretar modelo y calcular Lenguaje académico Los grupos avanzan en el proceso de comparación de módulos de fuerzas y/o aceleraciones La mayoría elabora descripciones y justificaciones	G1, G2, G3, G4, G5, G8
<i>Integración débil</i>	Enunciado de condiciones de trabajo: -Referidas a elementos teóricos -No enuncia Representación de fuerzas incompleta Aplicar conceptos y calcular Lenguaje académico Ambos comparan módulos de fuerzas y aceleraciones y justifican	G6, G7

	No enuncia condiciones de trabajo Representación de fuerzas: -Avanzada -Interacciones y pares acción y reacción Interpretar modelo y calcular Ambos comparan módulos de fuerzas y aceleraciones y justifican	G9, G10
<i>Sin integración</i>	No enuncia condiciones de trabajo Representación de fuerzas incompleta Aplicar conceptos y principios Ambos comparan módulos de fuerzas y aceleraciones y justifican	G11, G12

Tabla 3. Modos de razonamiento y protocolos en los que fueron identificados.

A continuación se presentan las características relevantes detectadas que corresponden a los modos de razonamiento resultantes.

Integración significativa (50%). Las producciones de estos estudiantes evidencian un proceso de investigación activa que se tradujo en términos de esquematización y de modelización de la situación experimental. No se limitaron solamente a responder a las consignas sino a satisfacer una necesidad personal de apropiación que los llevó a consensuar en el grupo tanto la formulación de condiciones de trabajo como la elaboración de un procedimiento de operaciones coordinadas con el fin de obtener los objetivos propuestos. Se observó que los grupos muestran un nivel de comunicación académico en donde se manifiesta un estilo formal con cierto dominio de vocablos específicos. Estos estudiantes articularon permanentemente los significados atribuidos a los términos disciplinares tanto en la elaboración de condiciones como en la representación simplificada del sistema en estudio, fijando claramente los atributos esenciales del mismo. Esto derivó en un adecuado y satisfactorio enunciado de conclusiones lógicas.

Todos los grupos formalizaron el cálculo de la aceleración gráficamente. Sólo los grupos G1 y G4 avanzaron en la comparación de la aceleración obtenida en forma gráfica y analítica. La mayoría de los grupos efectuó una descripción de la operatoria experimental mientras que las operaciones de comparación entre las magnitudes físicas involucradas -aceleración del sistema y aceleración de la gravedad; fuerza neta y peso del cuerpo colgante; fuerza neta y tensión en la cuerda - fueron establecidas por todos los grupos. La validación de las comparaciones efectuadas, apelando a la justificación de las mismas, fue formalizada por la mayoría de estos grupos. Los aspectos mencionados dan cuenta del modo en que los estudiantes estructuraron el conocimiento asimilado durante el desarrollo de la experiencia, en función de los contenidos asociados al Segundo Principio de Newton, favoreciendo un aprendizaje significativo.

Integración débil (33%). Fue reconocido en aquellos grupos de estudiantes que denotaron procedimientos de modelización incompletos. Activan ideas antecedentes y conceptos previos, se detecta la sistematización de una secuencia de operaciones, como esquema de resolución tipo, que les permitió determinar experimentalmente las magnitudes buscadas. Las conclusiones explicitadas, en forma de proposiciones aisladas, evidencian un análisis limitado de los

resultados obtenidos derivado de la acotada formulación de condiciones de trabajo o de la representación incompleta del sistema en estudio. Sólo el grupo G6 utiliza un nivel de comunicación académico en el enunciado de las condiciones, ubicándolas en la introducción teórica. Los grupos G7 y G9 efectúan una descripción de la operatoria experimental que les permitió tomar acciones para el desarrollo de la experiencia a partir de la observación del sistema en estudio. Si bien todos los grupos formalizaron el cálculo de la aceleración gráficamente, se limitaron a emplear dicho valor sin un cuestionamiento previo y sin desarrollar un análisis de la aceptabilidad del resultado obtenido. Los procesos de comparación y justificación, establecidos por la mayoría, dan cuenta de los criterios que utilizaron al elaborar las conclusiones a partir de los resultados obtenidos y de los contenidos teóricos pertinentes.

Sin integración (17%). Los grupos de estudiantes abordaron el proceso de resolución considerando aspectos parciales del modelo conceptual asociado a la situación. Sólo apelaron a las magnitudes definidas previamente en las clases teóricas limitándose a la determinación experimental de los datos numéricos, lo cual da cuenta únicamente de las habilidades de medición y de cálculo alcanzadas. Uno de los rasgos que caracteriza a esta clase es la ausencia de enunciado explícito de las condiciones en las que se realizó el trabajo experimental y de los supuestos que se establecieron para modelizar la situación, organizar la resolución y formalizar el cálculo de la aceleración en forma gráfica. Otro aspecto propio de estos grupos es la elaboración de comparaciones y sus correspondientes justificaciones a través de expresiones conceptuales confusas denotando un conocimiento frágil que implica carencia de una auténtica comprensión. Esto sugiere que las ideas elaboradas no han podido relacionarse, es decir, no han logrado en términos de Ausubel *et al.* (1998) una reconciliación integradora.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos muestran que la mitad de los estudiantes, caracterizados por el modo “*Integración significativa*”, generó su propio método de actuación al describir los procedimientos a seguir, es decir, fueron capaces de diseñar y desarrollar el experimento a partir de la información disponible. El enunciado de condiciones de trabajo no fue un hecho mecánico sino que emergió de las reflexiones en el grupo ante el dispositivo experimental y el movimiento registrado. La conceptualización se afianzó tanto en este proceso como durante la modelización y la contrastación de los resultados obtenidos.

Los estudiantes diferenciados por el modo “*Integración débil*” operaron con una tendencia hacia la medición inmediata de las variables requeridas y un posterior proceso de cálculo sustentada en condiciones de trabajo incompletas o implícitas, sesgadas fuertemente por supuestos teóricos de situaciones ideales. Los casos restantes, correspondientes al modo “*Sin integración*”, evidenciaron debilidades conceptuales importantes que los llevaron a procedimientos desarticulados.

La indagación ha permitido avanzar en el estudio de los procesos cognitivos de orden superior -organizar, analizar e internalizar información específica-, potenciada por la situación semi-estructurada planteada. Se han podido precisar las demandas de esfuerzo intelectual y de mayor compromiso en el grupo de trabajo en el momento de abordar el análisis de la misma. Asimismo la activación de procesos como describir, comparar y justificar propiciaron el desarrollo y

aplicación de funciones cognitivo-lingüísticas fundamentales en la transformación e integración de los contenidos teóricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1998). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

Bernárdez, E. (1995). El papel del léxico en la organización textual. *Publicación de la Universidad Complutense de Madrid*.

Bernardino Lopes, J. (2002). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. *Enseñanza de las ciencias*, 20(1), 115-132.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.

Laburú, C. E. (2003). Problemas abertos e seus problemas no laboratório de Física: Uma alternativa dialética que passa pelo discursivo multivocal e univocal. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(3), 1-26.

Laburú, C. E. (2006). Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23, 383-405.

Miras, M., Solé, I. y Castells, N. (2000). *Niveaux de difficulté des tâches d'évaluation de la composition y de la compréhension écrites*. Comunicación presentada en el XXVIIème Symposium de la l'Association de Psychologie Cientifique de Langue Francaise (APSLF).

Quivy, R. & Van Campenhoudt, L. (1998). *Manual de Investigaciones en Ciencias Sociales*. México: Editorial Limusa.

Vallés, M. (1997). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis.