

RESOLUCION DE PROBLEMAS EN EL AULA DE FISICA: UN ANALISIS DEL DISCURSO DE SU ENSEÑANZA Y SU APRENDIZAJE EN NIVEL MEDIO

(Problem solving the physics classroom:
a discourse analysis of its teaching and learning at high school level)

Consuelo Escudero⁽¹⁾ [cescude@unsj.edu.ar]

Sonia Gonzalez⁽²⁾

Margarita Garcia⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Física. Fac. de Ingeniería.

Universidad Nacional de San Juan.

Av. Libertador 1109 (O). CP 5400 San Juan, Argentina

⁽²⁾ Dpto. de Física y Química. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes.

Universidad Nacional de San Juan.

Av. José I. de la Roza 230 (O). CP 5400 San Juan, Argentina

Resumen

El lenguaje ha empezado a ser estudiado como un factor importante del aprendizaje y de la enseñanza de la ciencia (Sutton, 1992; Lemke, 1990; 1997). Desde la perspectiva de la sociolingüística interaccional (Gumperz, 1988; Cook-Gumperz, 1988; CampBell, 1988) se estudian en este trabajo algunas características de la construcción discursiva de la resolución de problemas de Física que se realiza en el aula. Interesa especialmente analizar la forma en que los alumnos y los profesores contribuyen a esa construcción. El análisis conversacional (Goffman, 1970; Stubbs, 1983; Gumperz, 1986; Cazden, 1988; Gumperz & Berenz, 1991) aporta la herramienta metodológica. A partir del análisis realizado pudimos advertir que las demandas de los alumnos y las preguntas del profesor cambian en cantidad y calidad en los episodios en los que la actividad principal es la resolución de problemas. Además es importante destacar la variación que se percibe en el "clima" del aula.

Palabras Claves: Resolución de problemas; Análisis del discurso; Enseñanza & Aprendizaje; Física.

Abstract

Language has begun to be studied as a relevant factor in the learning and teaching of science (Sutton, 1992; Lemke, 1990;1997). From the interactional sociolinguistics point of view (Gumperz, 1988; Cook-Gumperz, 1988; Cambbell, 1988) this paper studies some of the characteristics of the discursive construction of problem solving in physics taking place inside the classroom. Its major interest is to analyse the way students and teachers contribute to this construction. The methodological instrument is provided by conversational analysis (Goffman, 1970; Stubbs, 1983; Gumperz, 1986; Cazden, 1988; Gumperz & Berenz, 1991). Based on the carried out analysis, it was possible to observe that the students' demands and that the teachers' questions change in quality as well as in quantity in the episodes in which problem solving is the most important activity. Furthermore it is relevant to emphasize the variation perceived within the classroom ambience.

Keywords : problem solving; discourse analysis; teaching and learning of physics.

Introducción

La escuela es un espacio social donde existen formas particulares de comunicación y donde el discurso tiene una estructura distinguible y un lenguaje específico. Este lenguaje forma parte importante de lo que es la construcción de la ciencia y necesita ser comunicado a los alumnos, por

lo que empieza a ser estudiado como un factor importante en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia (Sutton, 1992; Lemke, 1990; 1997).

Si bien la actividad experimental es importante para aprender ciencias, aprender ciencia también requiere apropiarse de una forma específica de construir con palabras el significado de la experiencia (Lemke, 1990). Y por otro lado las palabras y el discurso no sólo informan, también orientan la observación, persuaden, convencen y además ayudan a estructurar el pensamiento (Vygotsky, 1988).

Resolver problemas y ejercicios constituye uno de los ejes sobre los que se centra la evaluación en los cursos de Física de los distintos niveles del sistema educativo. Los resultados alcanzados por los estudiantes en esta actividad se utilizan como elementos para inferir juicios acerca de sus conocimientos conceptuales y de los aspectos procedimentales articulados con las técnicas y estrategias utilizados para dar respuestas a la situación. En este sentido, abundante investigación (Reif, 1981; Kempa, 1986; Gil Perez et al, 1988a y b; Contreras, 1992; Mc Dermott, 1993) da cuenta de las dificultades que tienen los estudiantes al abordar esta tarea, lo cual pone de manifiesto la necesidad de comprender mejor los procesos implicados en la resolución de problemas y diseñar adecuados espacios de instrucción.

El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio que hemos emprendido sistemáticamente desde hace algo más de cinco años. Intenta penetrar en la actuación de los contextos instruccionales formales a través del estudio de encuentros verbales que tipifican las experiencias dentro de las aulas. Se supone que muchas de las dificultades de los alumnos al resolver problemas, surgen, al menos en parte, como consecuencia de deducciones y juicios hechos en el curso de la experiencia cotidiana.

El aprendizaje en ciencias ha sido frecuentemente referenciado en términos de procesos de “cambio conceptual”, “conflicto cognitivo”, etc. El acento de tales enfoques instruccionales se coloca en las actividades de enseñanza y en las estrategias usadas, poca o ninguna atención se le atribuye al “habla” del profesor que circunda a las actividades. Scott (1997) sugiere que la vía en la cual el docente “habla acerca de” evidencias o actividades es tan importante como las evidencias o actividades en sí mismas.

Reevaluar la importancia del habla en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha sido rescatada recientemente entre otros por Sutton (1992) quien se refiere al aprendizaje de las ciencias como “aprender a hablar en una nueva perspectiva” y en ver las clases de ciencias como ofreciendo “accesos a nuevas conversaciones”.

En estudios anteriores, nuestro énfasis recaía principalmente en la interacción educativa en la clase. De la profundización de esas cuestiones fueron surgiendo indagaciones sobre las formas de producción y organización de saberes y sentidos en el espacio institucional.

Desde la perspectiva de la sociolingüística interaccional (Gumperz, 1988; Cook-Gumperz, 1988; Campbell, 1988) se estudian algunas características de la construcción discursiva de la resolución de problemas en Física que se realiza en la interacción social entre docentes y alumnos en la clase tradicional. Interesa estudiar especialmente la forma en que los alumnos y los profesores contribuyen a esa construcción. A través del análisis conversacional se busca categorizar el habla de alumnos y docentes, analizar las evidencias lingüísticas que transmitan información sobre la apropiación del conocimiento y las actividades y estrategias propuestas por el profesor, además de buscar los momentos de mayor demanda tanto de docentes como de estudiantes y del tipo de demandas.

Problemática de la enseñanza de resolución de problemas en Física

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, donde se necesita algo más que recordar e interpretar.

Si bien esta característica puede extenderse al resto de las disciplinas, puede decirse que es en la Física donde necesariamente esos procesos mentales superiores deben producirse en forma explícita.

Las estrategias son conocimiento procedimental acerca de la comprensión del discurso, y al igual que para otros procedimientos en la resolución de problemas, éstas necesitan ser aprendidas y eventualmente automatizadas (Colley, 1987). El proceso de comprensión de un texto en sí, tal como lo describen Van Dijk y Kintsch (1983; citado por Colley, 1987) es estratégico por naturaleza y tiene mucho en común con los procesos de resolución de problemas del tipo descrito por Newell y Simon (1972) y J.R. Anderson (1982).

Uno de las dificultades que tiene que enfrentar el docente es la carencia del ejercicio procedimental de elaborar estrategias frente a una situación problemática. Por esto es que, frecuentemente, la base de partida no está equipada convenientemente (conceptos, contenidos procedimentales, actitudinales) y hay grietas que conviene tener en cuenta antes de abordar el estudio sistemático de la Física.

Las clases de Física en las que se resuelven problemas pueden llegar a tener momentos con rasgos similares independientemente que se trate de una escuela que forme bachilleres, bachilleres con orientación o técnicos. ¿Cuáles son esos momentos y para qué sirve su detección y estudio? En primer lugar hay que dejar establecido que una situación problema supone una estrategia para abordarlo en la que, explícita o implícitamente, hay una hipótesis.

La selección de problemas, debe ser coherente con el proceso que se llevó a cabo durante el aprendizaje. A partir de esta premisa se puede pretender la búsqueda de un razonamiento lógico desde lo verbal y no sólo desde lo algebraico. La carencia de la formulación de estrategias es uno de los “momentos” señalados anteriormente. Los alumnos inician su abordaje empleando un menú de fórmulas cuyo uso dependerá de los “datos” disponibles. No interesa hacia dónde se dirigen y por qué. Mucho menos suponen que exista más de un camino para resolverlo.

Otra regularidad viene dada por la escasez de alumnos que emplean gráficos que apoyen su base de datos y ayude a generar inferencias. Y finalmente es notable el interés que ponen en el resultado que provenga de una máquina calculadora, pues pareciera que su uso asegura la eficiencia del trabajo.

Una alternativa prometedora es el estudio detenido de las clases, particularmente aquellas en las que se resuelven problemas, para buscar los indicios que delaten cuál es el recorrido mental que efectúan los alumnos al tratar de resolver un planteo y las estrategias interactivas que usa el docente.

Para ello hemos elegido un enfoque apoyado conceptualmente en la sociolingüística interaccional que pensamos se adecua al tipo de estudio que se desea hacer.

Por otro lado en su enseñanza no sólo importa qué contenido se proporciona, sino también cómo expresarlos de manera comprensible para todos y de dar antes que nada instrumentos lógicos

y lingüísticos para recibirlos. Uno de los objetivos de esta contribución es subrayar la importancia del elemento lingüístico en el aprendizaje de una disciplina y la conveniencia de que este elemento no venga impuesto supraestructuralmente, sino que se desarrolle y se defina paralelamente con los conocimientos a los que da acceso. Como puede advertirse el lenguaje se entiende y se propone con un doble propósito: en la instrucción y como herramienta metodológica y conceptual en la investigación.

Marco teorico

El estudio de la resolución de problemas en alumnos de secundaria se describe desde un lugar que intenta mostrar una relación y/o integración entre dos significaciones actuales de la concepción constructivista: a) la construcción del significado y el papel del contenido y b) la integración de lo individual y lo social. La primera parte de la idea de que la educación es un conjunto de experiencias (cognitivas, afectivas y psicomotoras) que contribuyen al “engrandecimiento” del individuo, de la cual la teoría del aprendizaje significativo es parte integrante (Novak,1982; Ausubel, 1976; Gowin,1981; Moreira, 1992, 1993) y la segunda propone la integración de lo social y lo individual (Vygotsky,1979; Wertsch,1988; Newman et al,1991; Contreras,1992).

En el abordaje histórico-cultural, la construcción de conocimientos es concebida como un proceso constituido en las relaciones sociales, implicando el funcionamiento interpersonal y el lenguaje. El conocer envuelve la mediación del otro y la producción de significados y sentidos en relación a objetos culturalmente configurados.

Cuando los interlocutores inician una situación de habla comparten una cierta cantidad de “conocimientos de base” que proporciona fundamentos comunes para la comunicación. Una conducta comunicativa crea y transforma el mundo social temporalmente compartido, es decir existe un estado de intersubjetividad (Wertsch, 1988).

Coherente con esta línea de trabajo, la concepción semántico-pragmática es la que brinda los elementos teóricos. Este enfoque es un recorte que el analista realiza considerando a la semántica y a la pragmática como dos componentes de la lengua, y por consiguiente como dos niveles de análisis distintos, que se complementan entre sí en el estudio del significado.

La pragmática se refiere a un componente de la lengua que junto al semántico y al sintáctico surge de la tripartición propuesta por Morris en 1938, quien distinguía tres campos en todo lenguaje, formal o natural (Maingueneau,1999):

- 1- la sintaxis: se ocupa de las relaciones de los signos con otros signos;
- 2- la semántica: de las relaciones de los signos con la “realidad” (“referente”, más precisamente).
- 3- la pragmática: de las relaciones que se establecen entre los signos y sus usuarios, es decir de las relaciones que los enunciados y los textos establecen entre los sujetos del discurso (Alvarez,1996).

Para abordar el estudio del discurso debemos sobrepasar el análisis de oraciones aisladas, fabricadas por el lingüista, para estudiar enunciados usados en situaciones de comunicación e interacción social. Visto desde este ángulo, el lenguaje es una forma de acción, una forma de interacción humana. En efecto, el sujeto productor de discurso no habla para “producir oraciones gramaticalmente bien formadas”, sino para realizar acciones: prometer algo, rechazar o aceptar una respuesta, etc. “Decir es actuar” como diría Austin (1962). Estas acciones que se ejecutan por medio del lenguaje se llaman actos de habla (“speech acts”).

Metodologia

El análisis conversacional (Goffman, 1970; Stubbs, 1983; Gumperz, 1988; Cazden, 1988; Gumperz y Berenz, 1991) aporta la herramienta metodológica fina para recoger el detalle de la interacción discursiva en el marco de una situación institucionalizada, intencional y asimétrica como es la de las aulas de nivel medio .

Para que exista verdaderamente interacción, y no sólo presencia de individuos hablando, deben reunirse varias condiciones: los locutores tienen que aceptar un mínimo de normas comunes, comprometerse con el intercambio, asegurar conjuntamente que se sigan produciendo los signos que permitan mantenerla, sincronizando los turnos de habla, gestos, etc. (Maingueneau, 1999).

Desde una aproximación de carácter lingüístico, el estudio de la “conversación” se centra en los aspectos gramático-textuales del discurso conversacional. Pueden diferenciarse distintas posiciones, pero todas presentan ciertas coincidencias remarcables, a saber:

- a) Valorizan la conversación como un objeto privilegiado para elaborar otros problemas: orden social, comportamiento lingüístico, intercomprensión humana, relación lenguaje-contexto sociocultural, estrategias discursivas, etc.
- b) Muestran que la conversación cotidiana, aparentemente desordenada, funciona de acuerdo a ciertas normas que pueden ser descriptas.
- c) Vuelven desde el punto de vista metodológico, en cierto modo a un empirismo que guarda semejanza con las teorías estructuralistas en la medida que se parte de materiales registrados, se realizan inventarios de unidades, se buscan las regularidades y se estudian las relaciones de los elementos en la secuencia por sus compatibilidades y se los categoriza según relaciones de contraste (Berenguer, 1997).

Efectuamos el análisis del material orientando la atención hacia las características del funcionamiento intersubjetivo, en cuanto instancia que constituye modos de conocer, y hacia los procesos de significación y sentido que se establecen en los episodios interactivos. ¿Cómo transcurren los intercambios dialógicos?, ¿cómo actúa el estudiante en la resolución de problemas? y ¿cómo actúa el otro (en nuestro caso, el docente) en relación al estudiante? son algunas de las preguntas que nos planteamos en este estudio.

Interacción docente-alumno y segmentación de la clase en episodios.

Este trabajo se basa en tres meses de estudio de la secuencia del programa de Física de 4º año en dos cursos de dos colegios ubicados en el gran San Juan. Las clases analizadas corresponden a un 4º año de una escuela pública, ubicada en el barrio General San Martín. Se trata de un grupo de características socio-culturales homogéneas, compuesto por 18 alumnas y un alumno.

Se han registrado una variedad de datos a través de observación participante, notas de campo y de documentos (trabajos prácticos de aula, individuales y grupales, cuestiones y ejercicios, evaluaciones, etc.).

Contestar las preguntas planteadas implicó situar dentro de la clase una secuencia de episodios y repasar la transcripción de las interacciones docente-alumno varias veces para producir una segmentación de episodios importantes de actividad.

El corpus es un conjunto de catorce observaciones de clases. En cada sección registrada (de 80 minutos de duración) se puso énfasis en cómo se organiza la materia a sí misma durante “la clase de Física”. Las notas de campo contienen el desarrollo de tópicos, la proyección de videos, resolución de ejercicios y problemas, evaluaciones y tareas para la casa. Finalmente las notas de campo muestran reflexiones analíticas, teóricas y metodológicas.

La observación y el análisis de los registros efectuados nos han llevado a seleccionar dos clases del corpus original como aquellas que “encarnan” o corporizan una especie, en este caso la clase tradicional de resolución de problemas de nivel medio, parafraseando a Samaja (1996). Estas clases exhiben los atributos que la especie “entreteje” con sus especímenes. En una figuran los elementos fundamentales que caracterizan al “alumno en interacción” y en la otra al “profesor en interacción”.

Las clases seleccionadas son la sexta y la séptima respectivamente de una serie de diez que fueron ocupadas al desarrollar el tópico dinámica de las traslaciones. El criterio de selección se basó en la reconstrucción de patrones de clases (González, 1997) en los ambientes observados desde donde se infirió rigurosamente a partir de descripciones detalladas de prácticas actuales y de la interpretación de una pequeña muestra de registros comportamentales.

Del examen del corpus de datos se puede apreciar el incremento del compromiso del alumno cuando debe resolver una situación que para él, es nueva. Estos momentos son aquellos en que el alumno es el que pregunta, y no sólo lo hace sino que las demandas adquieren el significado que otorga el contexto. De donde se puede inferir que se está produciendo aprendizaje.

Así también se puede observar un incremento de la tutela del profesor principalmente a través del formato pregunta que él utiliza con distintas intencionalidades pero convergentes en la indagación constante de la acción del educando. Los momentos en los que se resuelven problemas en gran grupo son aquellos en los que el profesor decididamente solicita contenidos, demanda organización procedimental, permanentemente revisa, repite conceptos confiando en que de esta manera una situación problemática va a ser entendida por el alumno.

A continuación se presentan ambos análisis y se discuten con mayor profundidad algunos hallazgos.

? Análisis de las intervenciones del alumno.

La segmentación de la clase seleccionada para estudiar la intervención del alumno produjo seis episodios para su análisis cuya denominación aparece en la tabla N°1. Particularizamos el estudio de la dinámica del estudiante en interacción en cada uno de los episodios a través de preguntas y respuestas que fueron los dos tipos predominantes de intervención hallados.

En la clase seleccionada se registraron 190 turnos de habla, correspondiéndole 96 al profesor y 94 al alumno de los cuales 86 (45%) pertenecen al alumno en interacción con el docente y 8 en interacción con sus pares. 73 (84%) representan respuestas dadas por los alumnos y sólo 13 son preguntas formuladas al docente.

De la observación de la tabla N° 1 se desprende claramente que el “momento” de mayor demanda de información en la clase ocurre cuando se resuelve un problema. Son importantes tanto el número de preguntas como el de respuestas. Mayormente en los episodios la frecuencia de respuestas supera a la frecuencia de preguntas. Sólo es significativo el número de preguntas en el momento de trabajar en resolución de problemas. Hecho por demás revelador. En todas las clases registradas se ha encontrado esa relación.

Para efectuar la valoración de los registros, en este caso la observación de una clase, se tuvo en cuenta no sólo el número sino la calidad de las intervenciones relativas de los alumnos, tanto preguntas como respuestas.

Se realizó una categorización aproximativa de las mismas de acuerdo a un criterio de desarrollo del pensamiento desde el más simple hacia el más complejo. Ambos tienen una cosa en común: el ser procesos mediadores que se interponen entre la situación estímulo y las respuestas que emiten los alumnos. Es decir, que son conexiones que se ponen en marcha cuando otras modalidades de respuesta más directas e inmediatas no nos proporcionan una solución satisfactoria a la situación con que nos enfrentamos (Cerdá, 1978). Las categorías así construidas van desde una menor a una mayor demanda tanto de contenido conceptual específico como de estrategias cognitivas y metacognitivas.

Tabla N°1: Episodios en una clase de resolución de problemas y frecuencias de los turnos de habla del “alumno en interacción” con el docente, discriminadas en respuestas y preguntas.

Episodios	Respuestas	Preguntas	Total de intervencio-nes
1- Revisión con un hecho experimental	17	0	17
2- Explicación dialogada	13	2	15
3- Ejercitación	10	3	13
4- Resol. de problemas en grupo	21	7	28
5- Cálculo con análisis de result.	12	0	12
6- Cierre con tarea pendiente	0	1	1
Total	73	13	86

Las categorías elaboradas para las **preguntas** son dos: protocolares y de contenido. Dentro de las intervenciones del alumno, sólo el 14% son preguntas y hay que tener en cuenta que únicamente tres de ellas requieren un contenido, el resto, son protocolares.

Para las **respuestas** se encontraron mayor número de posibilidades, resultando siete categorías :

[P: profesor ; A: alumno ; AE: alumno escribe]

- Forma: Puede abarcar comentarios superficiales.

Ej₁ A: Todavía no lo hago señora.

Ej₂ A: ¡Qué largo!.

- Observación: Respuesta sin explicación a un fenómeno observado.

Ej. A: Y baja. (a coro)

- Con información: Respuesta que requiere un conocimiento previo de base.

Ej₁: P: ¿Qué unidades le pondré?. (a la aceleración de la gravedad)

A: Newton.

Ej₂: P: ¿Cuál es la masa de una pelota?.

A: Medio kilo.

Ej₃: P: ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad?.

A: 9,8.

- Resolución de ejercicio: Implica la realización de un algoritmo que supone un cambio de código, una serie de operaciones matemáticas básicas y trabajo con unidades, entre otros.

Ej. P: Varas pase.

AE: (Se levanta del banco, toma la tiza y escribe)

$$P = m \cdot g$$

$$P = 54\text{Kg} \cdot 9,8\text{m}^2/\text{s}$$

- Gráfica: La respuesta es una representación pictórica.

Ej. AE:

↑
↑
↑

- Inferencias: La respuesta requiere un conocimiento y una operación lógica. El alumno debe encontrar sentido a la información disponible en cada paso y utilizarla para generar una comprensión nueva. Muy a menudo esto implica lo que Jerome Bruner (1974) ha llamado “ir más allá de la información dada”.

Ej. P: Cuando un auto frena: ¿qué movimiento lleva?.

A: Movimiento rectilíneo retardado.

- Con argumento: Respuesta que incluye una explicación más profunda, la justificación de un hecho, proceso o fenómeno. Las intervenciones argumentativas ponen en juego conocimientos previos y los relacionan en formas variadas, modificando variables y situaciones para articular razones que convengan.

Ej. P: ¿Dónde perdió la masa?. (Un astronauta en la Luna y en la Tierra)

A: No, porque la Luna no lo atrae de la misma forma.

La tabla N° 2 muestra la descripción de las categorías y las frecuencias de las respuestas del alumno en los distintos episodios.

El tipo de respuestas más frecuentemente encontradas fueron aquellas que contienen información e inferencias, lo cual es indicativo del nivel de actividad mental de los alumnos. “La posibilidad de identificar signos de actividades intelectuales relacionadas con los procedimientos que acompañan al aprendizaje de conceptos, podría tener una clara aplicación práctica” (Escudero, 1996).

Será interesante encontrar no sólo la manera de facilitar el acceso hacia actividades mentales superiores sino de potenciar las que se encuentran aún sin desarrollar plenamente.

Tabla N° 2: Episodios en una clase de resolución de problemas de Física y frecuencias de las categorías de las respuestas del “alumno en interacción” con el docente.

Categoría Episodio	Forma	Observación	Con información	Resolución de ejercicio	Gráfica	Inferencia	Con argumento	Total
1- Revis. con hecho exp.	---	1	3	---	5	7	1	17
2-Explic. dialogada	2	---	7	---	---	3	1	13
3-Ejercitación	3	---	6	1	---	---	---	10
4-Resolución de prob. grupal	4	---	7	1	---	8	1	21
5-Cálculo c/ anál. de result.	2	---	8	1	---	1	---	12
6- Cierre con tarea pendiente	---	---	---	---	---	---	---	---
Total	11	1	31	3	5	19	3	73

El episodio cuatro refleja la solución de un problema que tiene una gran carga conceptual. Se necesitan hacer inferencias, que es fundamental para la enseñanza de la Física. De un total de 19 respuestas de inferencia en la clase, 8 se hicieron en el episodio cuatro y una de las respuestas con argumento figura en este episodio. Además se observa un nivel similar de calidad de la participación en el episodio donde hay un hecho experimental, tema que desarrollaremos en otro trabajo.

? Análisis de las intervenciones del profesor

La división de la clase arrojó cuatro episodios que denominamos: 1º) Revisión con un problema, 2º) formalización matemática de un fenómeno físico, 3º) enseñanza del principio de acción y reacción y 4º) comprobación del principio de acción y reacción con trabajo experimental, respectivamente (Tabla N°3).

De las consideraciones de las marcas lingüísticas en el proceso de análisis se encontraron otros tipos de intervenciones en el habla del profesor respecto de las ya encontradas para el del habla del alumno (Escudero et al, 1998 y González et al, 1998). Además de los tipos: preguntas y respuestas se hallaron en el discurso del profesor, explicaciones y directivas.

Elaboramos una categorización de estas intervenciones especialmente en lo que respecta a las que **preguntas** por ser las que presentaban mayor frecuencia de aparición. Manejamos la

hipótesis de que éste hecho tendría su razón de ser en la búsqueda constante por parte del docente de la acción del educando.

En la clase seleccionada fueron registrados 164 turnos de habla, correspondiéndole 86 al alumno y 78 al profesor de los cuales en 61 (78%) se hacen preguntas. El total de preguntas formuladas por el profesor es 90. La presencia de turnos de habla con hasta cuatro preguntas explican la superioridad del número de preguntas frente al de turnos de habla del docente. Concretamente tres turnos de habla cuentan con cuatro preguntas. Al parecer el profesor utiliza el formato pregunta como modo principal de interacción buscando mediar su intervención/intercambio con el alumno.

La distribución de turnos de habla que pertenecen a la categoría “pregunta” según la secuencia de episodios es: 28, 19, 6 y 8, siendo que la cantidad de preguntas del profesor en cada episodio es 31, 23, 9 y 15, respectivamente. Si hacemos la relación entre éstos dos grupos de registros se evidencia la disminución de demandas al alumno por parte del profesor a medida que se desarrolla la clase.

Las preguntas fueron categorizadas por inducción analítica usando un criterio de tipo funcional que pretende un carácter unificador como parte del proceso de abstracción. Si bien los mensajes pueden cumplir múltiples funciones (Cazden, 1990) realizamos un recorte de los mismos priorizando el aspecto didáctico. Pero, sin dejar de concebir a la emisión o acción particular como parte del subsistema ecológico llamado “contexto” y no como el producto o el efecto de lo que queda tras haber separado de él la pieza que queremos explicar. El habla es intrínsecamente sensible al contexto, y el contexto no es obra exclusiva de los participantes. Sabemos “lo que significa” por la posición que ocupa en una cadena de emisiones.

En este trabajo se elaboraron siete categorías para la intervención **pregunta** que se definen en forma preliminar e ilustran a continuación:

- Solicita contenido: Se solicita una información que ya supuestamente forma parte de los conocimientos del alumno.

Ej. Se está efectuando un análisis de las fuerzas que actúan sobre una paracaidista que acaba de tocar tierra y la profesora pregunta:

85- P: ... *¿La fuerza neta estaría hacia ...?*

86- A: Abajo.

87- P: Una aceleración hacia abajo entonces *¿qué significaría?*

- Organización procedimental: El docente trata de delinear el camino por el que el alumno debe transitar para poder resolver una situación.

Ej: Se ha dibujado en el pizarrón un sistema de fuerzas en el que una de ellas es el peso y la otra es una fuerza opuesta a la que se le ha llamado normal.

30- P: ... a la “normal” *¿qué signo?*

31- A: Positivo.

32- P: *¿Y al peso?*

- Organización de la clase: El docente trata de generar un clima de orden en el aula, o de llamar la atención para trabajar en el tema.

Ej₁: Se ha terminado de resolver el ítem “a)” de un problema.

65- P: Fíjense en la parte “b)” del problema *¿qué dice?*

Ej₂: El docente ingresa al curso y comienza:

1- P: Alguien que borre el pizarrón. *¿Recuerdan que ayer quedamos con un problema escrito?*

- Invitación a responder: Son preguntas que generalmente apoyan a otra pregunta en la que se solicita contenido u organización. Actúa como reparación frente a la “agresión” de otra pregunta. Su ubicación en el turno de habla siempre es posterior a la pregunta principal.

Ej₁: El docente ha hecho una descripción de la situación que se plantea en el problema.

7- P: Tenemos la situación problema ... *¿Qué fuerzas actúan sobre esta niña? ¿qué les parece?*

Ej₂: Hay un intercambio en el que discuten si determinada información es masa o peso.

46- P: *¿Cuál es el peso? A ver ¿qué opinan? ¿Está dado el peso?*

- Iniciación al diálogo: Son preguntas que generalmente se formulan al comenzar una actividad. En ellas no se solicita una información precisa, acotada, sino que apunta a una respuesta en la que se describe una situación a grandes rasgos como para “iniciar la conversación”. Inclusive, a veces no se explicita una respuesta verbalmente, sino que puede manifestarse a través de algún gesto.

Ej₁: Un alumno ha leído el enunciado de un problema. La profesora trata de indicar algunos indicios para comenzar su abordaje.

3- P: ... primero trata de representar la situación problema ... Dejen de dormir ... *¿De qué trata?*

Ej₂: El docente comienza a trabajar con un ejemplo para desarrollar el principio de acción y reacción.

111- P: ... A ver Oliva, dele un puntapié fuertísimo a la pared. *¿Qué va a pasar?* (Risas)

- Solicita el resultado de un cálculo: Es una demanda que apunta exclusivamente a un control numérico, al producto de un algoritmo.

Ej: Se trabaja en el cálculo de un peso, tras haber realizado un análisis de un sistema de fuerzas.

56- P: Ahora tenemos la masa, la aceleración y el peso. Ya podemos calcular *¿cuánto vale la fuerza normal?*

- Solicita un análisis: Demanda explicación de una situación nueva tomando como base información previa.

Ej. Los alumnos experimentan subidos a una balanza. Se apoyan en una mesa o ejercen una fuerza opuesta al peso en la misma mesa y observan la indicación en la balanza.

153- P: ... *¿Esperaban estos resultados? ... Cuando estaba en reposo. El análisis que habíamos hecho era que lo que marcaba la balanza es el peso. ¿Y ahora?*

La tabla N° 3 muestra los cuatro episodios en que se dividió la clase. Se describen las categorías elaboradas para las preguntas que formula el profesor y sus frecuencias.

El mayor número de demandas se registra en la categoría en la que se solicita contenido. Esta solicitud de contenido se realiza con el objeto de poder continuar un desarrollo teórico o la realización de un ejercicio o problema. En general, hay una permanente revisión, repetición de conceptos, que hace pensar que el docente confía que replicando una situación va a ser entendido por el alumno.

Tabla N° 3: Episodios de la clase sobre la secuencia de dinámica de las traslaciones y frecuencia de las categorías elaboradas para las **preguntas** del “profesor en interacción”.

Episodios Categorías	1- Revisión con problema	2- Formaliza- ción matem.	3- Princ. de Acc. y Reac.	4- Comprob. Experim.	To- tal
Solicita contenido	13	19	3	11	46
Organ. procedim.	17	1	---	1	19
Organ. de la clase	6	2	1	2	11
Invitac. a responder	4	1	1	---	6
Iniciac. al diálogo	3	1	1	---	5
Solicita result. cálc.	1	---	---	1	2
Solicita análisis	---	---	---	1	1
Total	44	24	6	16	90

Hay escasa demanda de información en la explicación del principio de acción y reacción, lo que hace suponer que no se han rescatado ideas previas ni hubo una importante interacción en este episodio, que haga presumir una construcción del conocimiento.

Es muy notable la cantidad de demandas de organización procedimental en la realización de un problema. Prácticamente el 40% apuntan a marcar el camino que supuestamente “deben” recorrer los alumnos para resolver una situación problemática. No se deja margen suficiente para el desacierto y la posterior reconstrucción del conocimiento. Hay una actitud exageradamente tutelar.

Este es uno de los aspectos más relevantes para destacar, por el interés que tiene para los docentes el hecho de saber de alguna manera si está administrando dentro de márgenes razonables los tiempos de los alumnos.

Únicamente surge una pregunta de análisis en el desarrollo de una actividad experimental. Sería interesante pensar en la formulación de este tipo de preguntas cualquiera sea la actividad que se concrete. Es decir, elevar el nivel cualitativo de las demandas.

Las invitaciones a responder y la iniciación al diálogo son categorías presentes en casi todos los episodios. Esto indica la existencia de una inercia por parte de los alumnos para participar en las actividades de la clase.

Es muy notable que cuando se presenta una propuesta interesante y activa, en la que hay que “poner el cuerpo”, no hay necesidad de invitarlos a participar, quieren hacerlo espontáneamente.

¿Será muy arriesgado pensar en este momento en propuestas de situaciones problemáticas más activas, con la introducción de componentes netamente prácticos? Basta en comparar los episodios 3 y 4 en los que:

- por un lado hay demandas intrascendentes en las que el alumno casi no existe.
- mientras que es en el episodio 4 donde surge la única pregunta de mayor profundidad. Inclusive con la posibilidad de que se generen muchas más.

Conclusiones

El análisis muestra la intensa labor interaccional a que deben entregarse alumno y profesor para conseguir lecciones que sean contexto para el aprendizaje y la enseñanza de la resolución de

problemas. Los alumnos contribuyen de manera importante con sus interrogantes, razonamientos y versiones alternativas que hacen de la ciencia en el aula una ciencia viva, en construcción y negociación. El docente propone, pregunta, cuestiona, sugiere; no solo por la necesidad de orientar el proceso, sino de generar las conclusiones en el aula que favorezcan la profundización conceptual y la organización procedimental.

A su vez los alumnos dan muestras de entender las demandas de información relacionadas con la lección. Sin embargo, su dificultad radica fundamentalmente en saber cuáles son las respuestas y en cómo producirlas. Naturalmente, el no saber las respuestas es común a todas las clases de cualquier lugar, ya que el objetivo principal de la enseñanza es precisamente impartir información que los alumnos no conocen. Sin embargo, lo que ya no es tan evidente es de qué manera contribuyen a la construcción discursiva de la resolución de problemas de Física.

Un rasgo característico que pudimos advertir en los episodios en los que se resuelven problemas es que las demandas de los alumnos aumentan notoriamente respecto de otros momentos de la clase. Mientras que el docente a su vez trata de evitar el tratamiento superficial de los problemas buscando evidenciar procesos internos del pensamiento de los alumnos, empleando preguntas cuya dificultad va graduando a medida que avanza en las respuestas. Por eso se advierte que aumenta no sólo la cantidad de respuestas de los estudiantes al intercambio que propone el docente sino también la frecuencia de preguntas. Aunque podemos decir que estas demandas no son de alta calidad, lo que se aprecia es que el “clima” del aula cambia cuando se trata de la resolución de problemas. La dirección en que el conocimiento escolar se manifiesta a través de las interacciones se modifica significativamente. Se hace más patente la bidireccionalidad del intercambio, aumentan las peticiones de ayuda y de más tiempo para realizar una tarea. Además, se evidencia cierta ansiedad en el docente al buscar la explicitación del pensamiento, solicitando el empleo de algo gráfico (lenguaje no verbal) para el que supone que el alumno está preparado. Hay en esta acción una pista que delata la existencia de un “libreto” en la mente del docente que muchas veces provoca cierta rigidez en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en lugar de favorecer el aprovechamiento de los emergentes del aula. Este “libreto” casi siempre actúa con la atención en objetos de conocimiento configurados disciplinariamente, orientados por la concepción de tarea del docente.

Más allá de estas consideraciones es en el proceso de resolución de problemas donde se nota que la interacción del alumno con el material de trabajo provoca la demanda. Esas demandas difícilmente superan el nivel de la información. Lo cual da cuenta de un aprendizaje superficial, protocolar y reforzado por un sistema educativo poco flexible y dirigido casi exclusivamente por un eje conceptual.

De esta manera se ha buscado estudiar los modos de participación del otro en el funcionamiento del estudiante, intentando explorar la afirmación de Vygotsky, según la cual “el camino del objeto hasta el niño y de éste al objeto pasa por otra persona” (Vygotsky, 1988).

La experiencia del trabajo cotidiano, aunque reflexivo, hace intuir al docente que el mayor número de demandas se registra en la categoría en la que el alumno solicita “contenido”. Este trabajo contribuye a confirmar esa sospecha y nos pone en alerta frente a un panorama en el que prácticamente no existen preguntas de análisis o de argumentación.

Se rescata la importancia del cuestionamiento del docente y la necesidad de más estudios en el área.

Hay mucha variación que no se capta mediante el mero cómputo de las frecuencias de los tipos de preguntas y respuestas aisladas. También se intenta destacar además la utilidad de

combinar formas cuantitativas y cualitativas de análisis, valorando la realización de cómputos en contextos.

Limitaciones

No queremos dejar de mencionar algunos de los peligros que conlleva la manera propuesta en este trabajo de enfrentarse a los datos. Presupone que las aulas escolares son algo familiar y que los lectores tienen un prototipo de aula de resolución de problemas al que se pueden referir. El peligro que plantean estos estereotipos lógicos es que se pueden transformar en una barrera para el análisis que nos impida observar lo que realmente esté sucediendo.

No hay forma de evitar este conocimiento cultural que se da por sentado, pero aunque tengamos que partir de esta competencia asumida, el objetivo fue hacerla explícita.

Referencias

- ALVAREZ, G.; 1996; *Textos y Discursos. Introducción a la lingüística del texto*. Universidad Nacional de Concepción, Chile.
- AUSTIN, J. L.; 1962; *How to do things with words*. Ed. J.O.Ormson. Londres, Oxford University Press. (Trad. cast.: “¿ Cómo hacer cosas con palabras?”). Ed. Paidós, Barcelona, 1982).
- AUSUBEL, D. P.; 1976; *Psicología educativa*. Mexico, Ed. Trillas.
- BERENGER, J. ; 1997; “Análisis del discurso conversacional”, UNSJ. (Comunicación personal)
- BRUNER, J.; 1974; *Beyond the information given*, Londres, Allen and Unwin. [Trad. cast.: “Más allá de la información dada”, en J.S. Bruner: desarrollo cognitivo y educación, Madrid, Morata, 1995, 2º de.; pp. 25-44].
- CAMPBELL, D; 1998; “Desarrollo de la alfabetización en matemáticas en una clase bilingüe”. En: *La construcción social de la alfabetización*. Paidós, Barcelona.
- CAZDEN, D; 1990; “El discurso del aula”. En: Wittrock,M.; *La investigación de la enseñanza, III*. Paidós Educador.
- CAZDEN, D; 1991; *El discurso en el aula*. Paidós, Barcelona.
- CERDÁ, E. ; 1978; *Una psicología de hoy*. Ed. Herder.
- COLLEY, A.; 1987; Text comprehension”. En: Beech, J.R. & Coley, A.; *Cognitive approaches to reading*. John Willey & Sons.
- CONTRERAS, A ;1992; “Physics problem solving and its social context in escondary school”. Paper presentado en la LXV Reunión anual de la National Association for research in science teaching, USA.
- COOK - GUMPERZ, J ; 1988; *La construcción social de la alfabetización*. Paidós, Barcelona.
- Escudero, C.;1996; “Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de tercer año: caracterización a través de entrevistas”. *Investigações em Ensino de Ciências*. Brasil, Vol 1,nº 3.
- ESCUADERO, C. y GONZÁLEZ, S.; 1996; “Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social”. *Investigações em Ensino de Ciências*. Brasil, Vol 1, nº 2.
- ESCUADERO, C.; GONZÁLEZ, S.; GARCÍA, M.; y MASSA, M.; 1998; “ Las leyes de Newton: problemas y ejercicios propuestos en los libros de nivel medio”. *Actas del II Simposio: La docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, Madrid (España).

- GIL PEREZ, D.; DUMAS CARRÉ, A. et al; 1988a; “La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación”. *Investigación en la Escuela*, 6: 3-20.
- GIL PEREZ, D.; MTNEZ TORREGROSA, J. y SENENT PEREZ, F.; 1988b; “El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp 131-146.
- GOFFMAN, E ; 1970; *Ritual de la interacción*. Buenos Aires, Tiempo Contemporáneo.
- GONZÁLEZ, S ; 1997; “Las interacciones en el aula del alumno residente”. Publicación interna. Cátedra: Práctica de la enseñanza de Física. Departamento de Física y de Química, FFHA, UNSJ.
- GONZÁLEZ, S. et al ; 1998; “Un análisis del aprendizaje de la resolución de problemas de Física en el aula desde el discurso conversacional”. IV SIEF (Simposio de Investigadores en Educación en Física); La Plata, Argentina.
- GOWIN, D. B.; 1981; *Educating*. Ithaca N. Y., Cornell University Press.
- GUMPERZ, J ; 1988; “La sociolingüística interaccional en el estudio de la escolarización”. En: *La construcción social de la alfabetización*. Paidós, Barcelona.
- GUMPERZ, J y & BERENZ, N ; 1991; *Transcribing Conversational Exchanges en Transcribing and Coding Methods for Language*. Lampert, M.D.(eds.).
- KEMPA, R. ; 1986; “Resolución de problemas de Química y estructura cognoscitiva”. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), pp. 99-110.
- LEMKE, J ; 1990; *Talking Science: Languaje, Learning and values* . New Jersey: Ablex.
- LEMKE, J ; 1997; *Aprender a hablar ciencia*. Paidós, Barcelona.
- MAINGUENEAU, D.; 1996; “*Les termes clés de l’analyse du discours*”. Editions du Seuil. (Trad. cast: “*Términos claves del análisis del discurso*”.1999. Ed. Nueva visión, Bs. As).
- MCDERMOTT, L. ; 1993; “Como Enseñamos y Como Aprenden los Estudiantes, ¿ Un Desajuste?”. *Revista de Enseñanza de la Física*, 6 (1) , pp. 19-32.
- MOREIRA, M.A.; 1992; “Aprendizaje significativo, conocimiento científico y cambio conceptual”. Conferencia dictada en la V RELAEF, Porto Alegre, Brasil.
- MOREIRA, M.A.; 1993; “A teoria de Educação de Novak e o modelo de Ensino-Aprendizagem de Gowin”. Conferencia en la II ELAPEF. Porto Alegre. (Canela) Brasil.
- NOVAK, J.D.; 1982; *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Universidad, Madrid.
- NEWMAN, D ; GRIFFIN, P; COLE, M; 1991; *La zona de construcción del conocimiento*. Ed Morata.
- REIF, F. ; 1981; “Teaching problem solving. A scientific approach”. *The Physics Teacher*, mayo 1981, pp. 310-316.
- SAMAJA, J.; 1996; “Elementos para una tónica de las inferencias racionales”. Segundas Jornadas Nacionales Cátedras de Neurociencias, Univ. Nac. de Luján, agosto.
- SCOTT, P.; 1997; “Teaching and learning science concepts in the classroom: talking a path from spontaneous to scientific knowledge”. *Anais Encontro sobre teoría e pesquisa em ensino de Ciências. Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino de Ciências*. Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, MG.
- STUBB, M; 1983; Cap 6 “Inicios y Respuestas”. En: *Análisis del discurso*. Madrid, Alianza.
- STUBB, M; 1983; Cap 3: “En la misma onda: análisis de datos etnográficos”. En: *Análisis del discurso*. Madrid, Alianza.

SUTTON, C.; 1992; *Words, science and learning*. Buckingham: Open University Press.

VYGOTSKY, L.S.; 1988; *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona. Crítica.

WERTSCH, J; 1988; *Vygotsky y la formación social de la mente*. Paidós.

Nota: El presente trabajo forma parte del proyecto I002 que ha sido subsidiado por CICITCA de la UNSJ (Argentina).

Recebido em: 28.05.99

Aceito em: 28.02.00

ANEXO 1

Clase del día 7-8-97, 4º 1º, Bachillerato Gral. San Martín.

P: profesor ; A: alumno ; (...) pequeña pausa ; PE: profesor escribe ; AE: alumno escribe

Episodio 4: Resolución de problemas en grupo grande

Se trata de una clase de 4º año con cinco horas semanales de Física. Hace dos semanas que se ha comenzado con el tema de dinámica de las traslaciones. El grupo ha estado resolviendo un ejercicio relativo al cálculo del peso de cada alumno en San Juan. Un alumno ha pasado al pizarrón y escribe su resolución algorítmica. La profesora rectifica y confirma unidades explicitando la vinculación entre peso y fuerza. La docente comienza a dirigirse a sus alumnos:

111- P: Vamos a hacer otro problema, se los voy a dictar.

112- A: Espere.

113- P: Un astronauta con su traje adecuado para descender en la superficie lunar, fue pesado en la Tierra

114- A: ¿Cómo?.

115- P: Fué pesado en la Tierra, resultando un peso de 980N para el conjunto astronauta-traje.

116- A: No le escuché sra.

(Repite lo dictado)

117- P: a) ¿Cuál es la masa del conjunto?.

b) En la Luna: ¿Cuál sería la masa del conjunto?.

c) ¿Cuál sería en la Luna el peso del conjunto?.(La aceleración de la gravedad en la Luna es: $1,6\text{m/s}^2$).

118- A: ¿1.....?.

119- P: $1,6\text{m/s}^2$... Ese es todo el problema.

120- A: Qué largo!

121- P: Bueno, cada uno sólo trata de resolverlo ... Las dudas que surjan, me van consultando.

(El profesor pasea por los bancos, ellos resuelven, se miran, comentan).

122- A: Sra.

123- P: Sí.

124- A: ¿Puede venir?.

(El profesor se acerca)

125- P: Sí está bien. Ese dato es de la luna ... Fíjate qué dice: fué pesado en la Tierra.

(Siguen resolviendo)

Tal vez de esa expresión puedes deducir una para la masa.

(Siguen resolviendo)

Vamos a ver si lo planteamos entre todos, han aparecido ya las primeras dudas. (Borra el pizarrón) ... La primera parte veo que está resuelta en casi todas partes ... Tienes que hacer una división de fracciones (Le dice a una alumna). Ojo! ¿qué estás poniendo ahí?. A ver Vega, la primera parte decía ...(Lee el enunciado). Ese dato Vega, póngalo.

126- Vega E: $P = 980\text{N}$

127- P: La aceleración de la gravedad. ¿Cuánto vale “g” para nosotros?.

128- Vega: 9,8

129- P: Anote ese dato allí.

130- Vega E: $g = 9,8\text{m/s}^2$

131- P: Calcule la masa.

132- Vega E: $m = P/g$

$$\frac{980\text{N}}{9,8\text{m/s}^2} = 100 \text{ Kg} \quad ; \quad \frac{\text{Kg.m/s}^2}{\text{m/s}^2} = \text{Kg}$$

- 133- P: Ha llegado a 100N. ¿Están de acuerdo?.
- 134- A: ¿Pero no ha hecho?.
- 135- P: Teniendo en cuenta $P = m g$... Ahora ¿qué decía la parte b)?
(Silencio)
- ¿Cuál sería la masa del conjunto en la Luna? ... Cuando veíamos la masa y la inercia ... ¿qué considerábamos? ... La cantidad ...
- 136- A: De materia
- 137- P: La cantidad de materia ... El astronauta-traje tiene una masa de 100Kg es decir: ¿qué cantidad de materia tiene en la Luna? ... ¿Tendría menos masa allí?
- 138- A: No. (En voz baja)
- 139- P: Si tiene ...
- 140- A₁: Menos.
- 141- A₂: Menos masa.
- 142- P: ¿Dónde la perdió?.
- 143- A₁: No, porque la Luna no lo atrae de la misma forma.
- 144- A₂: Tiene menos masa. (La Luna)
- 145- P: ¿Estará más flaco?.
- 146- A: La masa es más chica.
- 147- Garay: La fuerza de la gravedad ...
- 148- P: Si tenía 100Kg aquí. ¿En la Luna cuántos tiene?
- 149- A: Menos.
- 150- P: Yo que soy gordita me voy y me peso allá.
- 151- A: ¡No! La cantidad de materia...
- 152- Garay: Lo que pasa es que la cantidad de materia ... Pero el peso ...
- 153- P: (Explicación) Tenemos una confusión. La aceleración de la gravedad es distinta, eso significa que mi peso es diferente pero la cantidad de materia es la misma. ¿Se dan cuenta?
- 154- A: Si.
- 155- P: Como la Luna es más chiquita ...
- 156- A: Sra ¿puede venir?.
- 157- P: Si(Se acerca) ... Vos has calculado la masa que tiene en la Tierra. ¿Y luego? ... Entonces, en la b).
- 158- A: La misma.
- 159- P: ¿Qué valor?
(Silencio)
- 160- A: El mismo.
- 161- P: ¿Cuánto?
- 162- A: 100Kg
- 163- P: Que quede claro que la masa es constante. La respuesta en la parte b)
PE: b) 100Kg

ANEXO 2

Clase del día 8-8-97, 4º 1º, Bachillerato General San Martín.

P: profesor ; A: alumno ; (...) pequeña pausa ; PE: profesor escribe ; AE: alumno escribe

Episodio 1: Revisión con un problema

Esta es la clase de Física siguiente a la presentada en el Anexo 1. En ella la profesora había alcanzado a dictar un problema que dejó pendiente para esto. El grupo está comenzando a apaciguarse. La docente trae a colación la tarea pendiente dirigiéndose a sus alumnos en la siguiente forma:

1- P: Alguien que borre el pizarrón ... ¿Recuerdan que ayer quedamos con un problema escrito en el cuaderno? Ahora entre todos lo resolvemos ... ¿Alguien lo lee, por favor ...?

(Buscan en sus notas)

¿A ver Robledo ?.

2- Robledo: Una paracaidista de 52 kg de masa llega al suelo con las piernas flexionadas y se detiene con una aceleración de $29,4 \text{ m/s}^2$ hacia arriba. a) Hallar la fuerza ejercida por el suelo sobre ella. b) Cuando la paracaidista se pone de pie, queda un instante en reposo mirando el paracaídas tendido en el suelo; calcula ahora, la fuerza que hace el piso sobre ella.

3- P: Bien, entonces ¿ qué es lo primero que hacíamos al empezar un problema ?

... (Silencio) ...

Primero tratar de representar la situación problemática ... Dejen de dormir ... ¿ De qué trata ?

4- A: De una paracaidista de 52 Kg.

5- P: ¿ Qué pasó?

6- A: Llega al suelo con las piernas flexionadas.

7- PE: $m = 52\text{Kg}$



En ese instante llega al suelo ... ¿ Qué nos dice el problema ? ... (lo lee) ...

(Silencio)

Tenemos la situación problemática ... ¿ Qué fuerzas actúan sobre esta niña ? ... ¿ Qué les parece ? Arriesguen alguna.

8- A₁: Fuerza. (Silencio)

9- A₂: La de atracción.

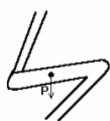
10- P: ¿ Por qué se cayó? ... ¿ Cómo se llama la fuerza que hace ...

11- A: Gravedad.

12- P: ¿ Así llamamos la fuerza que vimos ayer ?

13- A: Peso.

14- PE:



Cuando se detiene con una aceleración hacia arriba ¿ qué hay asociado?

15- A: Una fuerza.

16- P: ¿ Quién ejercerá la fuerza?

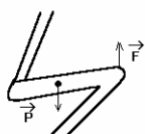
17- A: La Tierra.

18- P: La Tierra ... ¿ Alguien quiere dibujar la fuerza que la Tierra hace sobre la niña ?

19- A: Nooo ... (a coro)

20- P: A ver, pase ... (señalando a una niña)

21: AE:



22: P: A esa fuerza la vamos a llamar “normal”. Significa que es perpendicular a ese punto donde se produjo el contacto de la niña con la Tierra ... ¿ Habrá otra fuerza ?

(Silencio)

De acuerdo al problema (lo lee) ... Por lo que el problema nos dice parece que no se puede inferir que haya otra fuerza. Ahora vamos a hacer el diagrama de fuerzas, ¿ alguien quiere pasar?

(Silencio)

A ver Montaña.

23- MontañaE:



24- P: Bien, póngale los nombres.

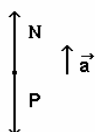
25- MontañaE:



26- P: La de arriba es la que le hace el piso y la de abajo la que le hace la Tierra. Ahora vamos a ver ¿ cuál sería la fuerza neta ? ... ¿Qué opinan Uds? ... Si resulta la aceleración hacia arriba ¿cuál será mayor? ... ¿ Hacia dónde apuntará la fuerza ?

27- A: Arriba. (Un alumno)

28- PE:



Vamos a decidir cuál es positivo y cuál es negativo ... Decidan Uds. ... Apliquemos entonces la segunda ley de Newton. A ver, ¿ cuál es la expresión matemática para calcular la fuerza?

(Hojas que dan vuelta)

A ver, González. ¿ Cómo hago yo para calcular ...

29- A: Fuerza igual a masa por aceleración.

30- P: Fuerza igual a masa por aceleración ... Una vez que hemos hecho la fuerza, entonces vamos a ver la fuerza neta. Dijimos que íbamos a elegir un sentido positivo y otro negativo.

$$F = m \cdot a$$

A la “normal”, ¿ qué signo?

31- A: Positivo.

32- P: ¿ Y al peso?

33- A: Negativo.

34- P: Entonces, la suma será una suma algebraica. Voy a sacar la fuerza total como una suma algebraica. Voy a ver cuál de las dos es la que gana. O sea la suma total de las fuerzas es la que provoca la aceleración.

$$N - P = m a$$

Quiero saber la fuerza que hace el suelo sobre la niña.

(Silencio)

El suelo hizo una fuerza hacia arriba ¿ cuál es?

35- A: Normal.

36- P: ¿ Cómo podemos hacer allí para encontrar la normal. ¿A ver, Ud?

37- A: ¡Otra vez !

38- P: ¡Ah!, ya pasó ... A ver, Sanchez.

(Silencio)

Si quiere dejar la normal solita, ¿ qué va a hacer ? ... Si de este lado está restando ¿qué pasa en el otro?

39- A: Sumando. (Dos o tres)

40- P: Entonces,

$$N = m a + P \text{ (Escribe)}$$

Ahora, Uds solitas calculen cuanto vale la normal. Ya tienen todo.

41- A: ¿Hacemos el dibujo?

42- P: Si. (La profesora pasa al pizarrón y escribe)

a)

(Luego se sienta. Mientras los alumnos copian)

43- A₁: ¿Cuál es el peso?

44- A₂: 52kg.

45- A₃: ¡No, es la masa !

46- P: ¿Cuál es el peso? ... A ver, ¿ qué opinan ? ¿Está dado el peso?

47- A: No.

48- P: Está la masa y la aceleración. ¿ Pueden calcular el peso?

49- A: Si. (Tres o cuatro responden)

50- P: Ahí está la trampita. No lo tienen, pero tienen ¿cómo llegar?

51- A: La aceleración.

52- P: ¿ Qué aceleración ? ... Entonces para llegar al valor de la normal necesitamos el peso de la niña. ¿ Quién quiere calcularlo?

(Silencio)

(La profesora le da la tiza a la alumna que le preguntó primero)

53- AE:

$$P = m g = 52\text{Kg} \cdot 9,8 \text{ m} / \text{s}^2 = 509,6 \text{ N}$$

54- P: ¿ Llegaron a este valor?

(Silencio)

Kg. m / s² ¿da?

55- A: Newton. (Un alumno)

56- P: Ahora tenemos la masa, la aceleración y el peso. Ya podemos calcular ¿cuánto vale la fuerza normal?

(En silencio trabajan)

A ver, ¿quién hace ese cálculo en el pizarrón? ... A ver. (Pasa otra niña)

57- AE: (Debajo de "N" como figura en el turno 40)

$$N = 52\text{Kg} \cdot 29,4 \text{ m} / \text{s}^2 + 509,6 \text{ N}$$

$$N = 1042,4 \text{ N}$$

58- P: Ya tenemos el peso más la masa por la aceleración. A esta expresión matemática ¿ cómo la resolvieron? ... Separaron términos y a este resultado recién se le suma 509,6N. ¿Coinciden en el resultado?

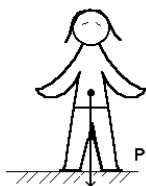
- 59- A: No. (Dos o tres alumnos)
60- P: ¿ Cuánto te da ?
61- A: 2038,4N.
62- P: ¿Primero multiplicaste y luego sumaste?
63- A: Si.
64- P: (La profesora hace la operación en la calculadora)
Si, les da 2038,4N.
(Ella borra el resultado anterior y anota)

Episodio 2 : *Formalización matemática de un fenómeno físico*

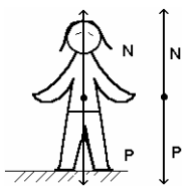
- 65- P: Fíjense en la parte b) del problema ¿qué dice?
66- A: (Lee)
67- P: Entonces ella cae, luego se pone de pie. Está en reposo cuando está quieta. Nos preguntan ¿qué pasa?
(Ella escribe en el pizarrón)
b)
¿Quién quiere hacer los dos esquemas?
68- AE: (Pasa al frente)



- 69- P: Dictenlé Uds, ¿qué fuerzas actúan?
70- A: Para abajo.
71- P: ¿Quién la hace?
72- A: La Tierra.
73- P: ¿Cuál es esa fuerza?
74- A: El peso.
75- P: Dibújela.
76- AE:



- 77- P: ¿Cuál otra?
78- A: (Respuesta no registrada).
79- P: ¿Qué sienten Uds cuando están parados? ... Dentro de un ratito lo van a entender mejor. Dibújelas.
80- AE:



- 81- P: ¿Cuál de las dos es
82- A: ¿Mayor?
83- P: ¿Cuál ganará?

84- A: El peso.

85- P: ¿Qué significa? ... Que estuviera pegada. ... ¿La fuerza neta estaría hacia ...?

86- A: Abajo.

87- P: Entonces una aceleración hacia abajo. Entonces, ¿qué significaría? ... Que su velocidad estaría ...

88- A: Cambiando.

89- P: ¿Cómo está la niña?

90- A: En reposo.

91- P: Entonces tiene (explica).

Si la niña está en reposo, ¿está variando la velocidad?

92- A: No.

93- P: ¿Tiene aceleración?

94- A: ¿No?

95- P: ¿Hay fuerza neta?

96- A: ¡No!

97- P: ¡Son iguales! Están en equilibrio. A ver si a esto lo logramos poner en una expresión matemática.

98- A: Peso.

99- P: A ver, ¿quién se anima?

(Pasa un alumno)

Escriba “normal menos peso igual”. Tendría que ser igual a “masa por aceleración” y hacemos la aclaración de que la aceleración es “igual a cero”. Entonces póngale que

100- AE: $N - P = m \cdot a = 0$

101- P: Entonces, ¿cuánto vale la normal?

102- A: Cero.

103- P: ¡Ah! ¡si!, dedúzcalo de allí. ... Oliva, ¿cómo lo pone?

104- AE: $N = P$

105- P: ¿Por qué no había fuerza neta? ... Porque una se anula con la otra ... Fíjense que están actuando fuerzas y la niña no está acelerada. ... Las fuerzas están equilibradas. La fuerza neta vale cero. ¿Qué es lo que pasa cuando viene cayendo? (La profesora se responde) En este momento Uds tienen una fuerza neta igual a “cero” porque no está acelerada.

(Escribe debajo de $N = P$; $N =$)

¿Cuánto vale la normal?

(Silencio)

Aquí, fíjense ¿cuánto vale el peso?

106- A: 509,6N.

107- P: Entonces (escribe)

$$N = 509,6N$$

Alguien que borre el pizarrón.

(Pasa un voluntario)

108- A: ¿Borro todo?

109- P: Sí.

110- A: No.