

## LOS PROCEDIMIENTOS EN RESOLUCION DE PROBLEMAS DE ALUMNOS DE 3º AÑO: CARACTERIZACIÓN A TRAVÉS DE ENTREVISTAS

**Consuelo Escudero**

Facultad de Ingeniería.

Universidad Nacional de San Juan.

Av. Libertador 1109 (Oeste). 5400

San Juan. Argentina.

### Resumen

A partir del análisis de entrevistas individuales con alumnos de 3º año se propone una aproximación a la naturaleza de la resolución de problemas y a algunas de sus dificultades en el nivel medio. Se investiga cómo éstos estudiantes comienzan a resolver problemas, qué procedimientos usan, cómo estudian para las evaluaciones, cómo controlan su trabajo, en qué aspectos fracasan más frecuentemente y cómo enfrentan las situaciones nuevas. Se estudian dos grupos de alumnos cuyos resultados en general eran bajos, utilizando principalmente la clasificación de Flavell para analizar los conocimientos procedimentales. Los resultados muestran que la mayoría de los alumnos dispone de un reducido y pobre espectro de estrategias cognitivas y metacognitivas, que necesitan referencias externas permanentes, que no resuelven ni enfrentan situaciones nuevas, etc. Estos análisis y su interpretación se usan para discutir algunas implicaciones de interés para la comunidad educativa.

**Palabras claves:** Resolución de problemas - conocimientos procedimentales - entrevistas - aprendizaje significativo.

### Abstract

Taking into account the analysis resulting from individual interview made to same secondary school students (students attending third 3º year). Our research suggests these students approximate to the nature of problem solving and, in so doing, to the various difficulties brought about at their level of education. This research consists of studying how these students start to solve problem, the various procedures they follow, how they study for their tests, how they deal with their work, in which aspects they are more likely to fail; and finally, how they deal with new situations. Further more, it is necessary to point out that the research is carried out with two groups of students whose school marks were generally low. The knowledge of procedures is analyzed by means of the use of Flavell's classification. The results reveal that most of these students lack of cognitive and metacognitive strategies, that they need permanent external references, that they neither solve nor face new situations, etc. These analyses, together with their correspondent interpretation, are used in order to discuss some interesting pedagogical implications.

**Key words:** Problem solving - procedural knowledge - interviews - meaningful learning.

### Introducción

Desde un tiempo a esta parte la investigación en educación ha volcado esfuerzos al estudio y a la necesidad de una educación más centrada en los conceptos que en meras informaciones aisladas, siendo algunos de sus frutos los numerosos trabajos en concepciones alternativas que conocemos. No habiendo tenido sin embargo el mismo peso la investigación en conocimientos procedimentales.

Esta desatención no ha sido exclusiva de la investigación, sino que muchas veces también lo ha sido y sigue siéndolo en el aula. Pero un nuevo requerimiento en la legislación actual nos da la posibilidad de intentar rescatar la necesidad de hacer explícitos también los procedimientos, al mismo nivel que lo hacemos con los conceptos. La temática es a nuestro entender interesante y vamos a tratar de desarrollar algunos aspectos.

La pregunta de investigación que guió nuestro trabajo estuvo relacionada con la naturaleza de la resolución de problemas en el nivel medio, específicamente en 3º año. En la división de niveles propuesta por la Ley Federal de Educación 3º año se correspondería con el primer año del Polimodal.

El presente estudio forma parte de un trabajo más amplio que ya hemos emprendido sistemáticamente hace algo más de dos años desde una concepción cognitivista donde en el aula nos centramos principalmente en la interacción educativa situándonos ante la misma práctica docente (Escudero y González, 1996). En este trabajo en particular analizamos especialmente las entrevistas individuales realizadas a los estudiantes de dos terceros años en mayo de 1993 en un intento de convergencia de métodos.

En el estudio citado encontramos algunas dificultades muy elementales y a la vez profundas en los alumnos entrevistados. En nuestras primeras preguntas cuando comenzamos el trabajo pensábamos que la resolución de problemas mayormente realizada en nivel medio (3º año) era muy mecanicista: simplemente aplicación de fórmulas. Pero al introducirnos en la cotidianidad del aula y conceptualizar a partir de ella comprendimos que algunos de éstos alumnos se encuentran en una “etapa anterior” (Escudero y González, 1996).

En la clase de Físicoquímica detectamos signos de operacionalización principalmente lógico-matemáticos muy elementales además de una resistencia muy grande, sobretodo al comienzo del año, ante una propuesta de trabajo no convencional. Algunos de estos signos son los que los participantes llaman “cuentas”. Precisamente esas “cuentas” en ese contexto parecen significar que resolverlas es lo mismo que hacer el planteo de un problema. Además si los valores involucrados son pequeños, resuelven mentalmente sin formalizar. Tampoco tiene significado para ellos la igualdad, el reemplazo de una magnitud física en una expresión, etc. Esto forma parte de la cotidianidad del aula. Y de alguna manera los docentes año tras año nos renovamos y esperamos que nuestros nuevos alumnos resuelvan los problemas espontáneamente.

También son frecuentes las dificultades a la hora de planificar y de interpretar los fracasos de los alumnos frente a determinadas tareas por la especificidad e individualidad del método utilizado por cada uno de ellos. Esa diversidad en el aula suele constituir otro obstáculo, no menos relevante. Por lo expuesto marcamos la necesidad de un diagnóstico más interpretativo y profundo de lo que está sucediendo.

La posibilidad de identificar signos de actividades intelectuales relacionadas con los procedimientos que acompañan al aprendizaje de conceptos, podría tener una clara aplicación práctica.

### **Estado del arte**

El análisis del desarrollo observado en alumnos que aprenden significativamente ha permitido identificar algunas actividades mentales, que son parte de los conocimientos

procedimentales. Una clasificación de estos conocimientos es la que principalmente usaremos a lo largo de este trabajo.

Las estrategias cognitivas y metacognitivas mejoran el aprendizaje. Los buenos estudiantes invocan estrategias cognitivas al hacer progresos cognitivos e invocan estrategias metacognitivas al controlar esos progresos (Flavell, 1979; citado por Garner, 1990).

Para hacer esta distinción imaginemos que un estudiante sabe que será evaluado mañana sobre el contenido de un capítulo de la cultura diaguíta. En preparación para esa prueba relee el capítulo y toma nota sobre los puntos que el autor ha subrayado. Dos estrategias cognitivas se han usado aquí -releer y crear un apunte (anotación externa) de la información señalada como importante-, un registro que puede ser usado para un estudio posterior. Después que ha finalizado la relectura y ha tomado nota, el estudiante se pregunta si está listo para la prueba y se examina a sí mismo usando preguntas de final de capítulo. Esa evaluación del conocimiento es una actividad metacognitiva. Si el resultado de esa evaluación es que aún no está preparado para la prueba, el estudiante puede invocar las mismas estrategias o diferentes para prepararse mejor.

Aunque exista una abundante literatura de investigación que documenta que el uso de estrategias mejora el aprendizaje (Brown et al, 1983; Paris, 1988; Pressley et al, 1989; todos citados por Garner, 1990) sabemos también que algunas veces las estrategias no son necesarias. Cuando los alumnos tienen una buena organización y conocimiento conceptual accesible, hacen poco uso de estrategias generales de rutina. Estructura de conocimiento y procesos cognitivos interactúan (Brown, 1988; Glaser, 1984; Mc Keachie, 1988; Rabinowitz, 1988; todos citados en Garner, 1990).

Pero el uso de estrategias va más allá de ser una herramienta para mejorar el aprendizaje. La práctica social actual (incluida la laboral) implica la interacción con diversos y nuevos productos de la ciencia y la tecnología por ejemplo. Una participación activa y con sentido crítico en una sociedad cambiante exige de "elementos" para que los ciudadanos puedan analizar las consecuencias de sus acciones, aportando criterios racionales para la toma de decisiones. Es decir, de sistemas de procedimientos que permitan modos particulares de otorgar significados, de producir conocimientos, de organizar informaciones, así como el desarrollo de criterios de discernimiento. La enseñanza de los contenidos procedimentales tendría que intentar que los alumnos se aproximen a formas de producir conocimiento más rigurosas y creativas. Conocimientos básicos adquiridos a través de la formación en la abstracción, generalización y transposición de sus conceptos y procedimientos a distintas áreas.

Además el uso de estrategias generales de aprendizaje en áreas donde los conocimientos son bajos es un acto de compensación (Garner, 1990; Kozulin, 1994).

Algunas de las estrategias pueden ser más efectivas en algunas áreas por lo que necesitan aplicarse condicionalmente. Estrategias débiles en un dominio pueden ser poderosas en otro (Alexander & Judy, 1988; citados en Garner, 1990).

Las estrategias mejoran el aprendizaje. Sin embargo, niños y adultos frecuentemente adolecen de falta de estrategias. Garner (1990) discute cinco razones por las que no suelen hacer uso de ellas: a) pobre control cognitivo, b) rutinas primitivas que conducen a un resultado (primitivismo), c) escasa base de conocimientos, d) los objetivos de la clase no las

incluyen y e) mínima transferencia de actividades estratégicas a situaciones nuevas relacionadas. Además Garner examina un conjunto de razones que pueden explicar por qué el conocimiento de estrategias no siempre se traduce en acciones estratégicas.

Ruth Garner se ha especializado en estrategias cognitivas y metacognitivas para la comprensión de textos. Este área es de utilidad en la resolución de problemas también. Algunos ejemplos de estrategias cognitivas extraídos de su artículo serían: releer, crear un apunte, hacer analogías, información estratégica del tema, resumir, relacionar y algunas de las segundas podrían ser: autoevaluación, por ejemplo haciéndose preguntas o usando preguntas de final de capítulo; advertir un problema o falla del sistema cognitivo; autointerrogación; etc.

Otra clasificación de los conocimientos procedimentales relacionada con el aprendizaje de la física es la dada por Sevilla (1994). Denomina destreza a la aptitud, pericia o habilidad para desempeñar una acción individual específica. Algunas de las destrezas más comunes son: comparar, clasificar, observar, informar, relacionar, codificar, analizar, interpretar, inferir, deducir, establecer analogías.

Denomina estrategia a los procesos mentales complejos que incluyen destrezas y conceptos, y cuya finalidad es encontrar solución a una situación problema. No entiende que las estrategias sean mera yuxtaposición de destrezas y conceptos, sino más bien que al articularse unas y otras en la resolución de un problema, adquieran una nueva dimensión que modifica su significado, sus relaciones anteriores, dando lugar a procesos creativos y al planteamiento de nuevas situaciones problema. No existe una separación clara entre destrezas o entre éstas y las estrategias. No se entiende tampoco que la destreza se refiera a acciones más simples (Sevilla, 1994). Algunas de las estrategias a que hace referencia son: emisión de hipótesis, análisis previos, análisis vectorial.

El trabajo de Rosa et al (1992) es un antecedente en cuanto al tipo de trabajos que relatan estudios en los que se investigan el tipo de razonamiento utilizado por estudiantes buenos y malos solucionadores de problemas de Física a través de la "técnica de pensar alto". El análisis de las entrevistas lo realizan por medio de un cuestionario de 16 items. En seis de las 16 preguntas no encuentran diferencias estadísticamente significativas al nivel 0,05 entre ambos grupos. Estas seis cuestiones se refieren a: a) si ocurre generalización a través de un proceso de inferencia inductiva, b) si predice físicamente los resultados antes de intentar resolver el problema, c) si hace alguna verificación en cuanto al resultado obtenido, d) si hace explícito el sistema de referencia utilizado desde que comienza a resolver y e) si cuando se equivoca se debe a la falta de recursos matemáticos o a que partió de un principio incorrecto para aquel problema específicamente.

Nuestro trabajo se circunscribe al estudio de algunos conocimientos procedimentales relacionados con la resolución de problemas de Física y su aprendizaje en el nivel medio. Estudiaremos las dificultades precisamente en alumnos de secundario (3º año) que en general son de bajo rendimiento. Como hemos señalado el trabajo de Rosa et al (1992) deja algunos espacios que consideramos de mucho interés cuando se intenta comprender lo que sucede con la resolución de problemas. Además lo haremos aquí desde un análisis cualitativo.

Un alumno tanto si adquiere conceptos como si resuelve problemas experimentales y/o teóricos tiene que usar toda una serie de destrezas y estrategias que mayormente aparecen enmascaradas y cuya elucidación nos parece clave para facilitar el aprendizaje significativo, la evaluación y el diagnóstico, entre otros.

## Descripción del estudio

Hacia finales del ciclo 1992 se realizaron entrevistas piloto en una población similar a la que seleccionaríamos al año siguiente para el estudio definitivo. El objetivo era buscar aspectos relevantes en el nivel (3º año) que nos permitieran precisar lenguaje, contenido, tiempos, etc sobre las entrevistas.

Se estudió a alumnos cuyos resultados escolares en general eran bajos. Acordamos con Newman et al (1991) que estos estudiantes son importantes a causa de los serios problemas prácticos que suponen para los educadores y porque las diferencias en la realización de las tareas escolares a menudo tienen que ver con las diferencias sobre cómo las interpretan los alumnos.

El estudio se realizó en una escuela secundaria del gran San Juan cuya modalidad es bachiller. Una misma profesora enseña Fisicoquímica en los dos 3º años del turno mañana. Las edades de los estudiantes oscilan entre 14 y 16 años.

En 3º 1º el idioma que se dicta es inglés y en 3º 2º es francés. Siendo el primero todos los años más numeroso que el segundo dadas las preferencias del alumnado. Los grupos son bastante uniformes en lo relativo a edad e intereses. Pero existe un desnivel en cuanto a: capacidad económica, medios de comunicación, servicios y rendimiento escolar. Los alumnos de 3º 1º tienen acceso en general a mejores servicios que influyen en la información que diariamente reciben.

Habiendo detectado que los alumnos de 3º 2º tienen mayor necesidad de apoyo para desarrollar sus capacidades, los elegimos para aplicar el macroproyecto, aunque fueron observados y entrevistados una muestra de sus integrantes en ambos grupos.

La problemática de la resolución de problemas es muy compleja y está sujeta a múltiples interpretaciones. Algunos investigadores ligados a este área han utilizado la entrevista como un modo de distinguir el buen solucionador de problemas de Física (o especialista) del novato. Parte de estos trabajos (Larkin y Reif, 1979; Gabel et al, 1984; Rosa et al, 1992) usan la "técnica de pensar alto" (think aloud) para caracterizar la manera en que el especialista resuelve un problema determinado y la forma en que el novato resuelve el mismo problema. La técnica utilizada entonces consiste en la explicación por parte de quien está resolviendo un problema de los razonamientos utilizados durante la resolución.

A través de entrevistas grabadas, pretendemos acercarnos a la comprensión de nuestro objeto de conocimiento: la resolución de problemas en la clase de Fisicoquímica. En este caso al comenzar las mismas se les solicitó a los estudiantes que explicaran cómo comienzan a resolver problemas, qué procedimientos usan, cómo estudian para las evaluaciones que incluyen resolución de problemas, cómo controlan su trabajo, en qué aspectos fracasan más frecuentemente; entre otros. Lo que nos diferencia en términos de los trabajos citados arriba es que aquí vamos a circunscribirnos a los conocimientos procedimentales con que los alumnos cuentan al llegar al curso de Fisicoquímica. Nos interesa fundamentalmente cómo dicen hacer progresos cognitivos y si los controlan o no, y cómo.

El número total de alumnos entrevistados fue de 21: 14 pertenecen a 3º 1º y 7 a 3º 2º. Respetamos aproximadamente la relación que la población total guarda en los grupos. Las entrevistas duraron alrededor de 15 minutos cada una. Después de transcribirlas fueron

analizadas a través de seis núcleos principales. Se prepararon también fichas de cada alumno discriminando los contenidos fundamentales de su entrevista.

### El análisis de las entrevistas

El contenido de las entrevistas definitivas fue básicamente conceptual, lo que nos permitió utilizar un esquema como guía en la selección de preguntas.

Dicho esquema es el que mostramos en la Figura N° 1. En estas entrevistas intentamos identificar: a) ¿Cómo comienzan a resolver?, b) ¿Qué procedimientos utilizan?, c) Para las evaluaciones, ¿cómo se preparan?, d) ¿Controlan resultados, por ejemplo? y e) ¿En qué suelen equivocarse con más frecuencia?. El sexto núcleo: resolución de situaciones nuevas surgió sólo en algunas entrevistas como mostraremos más adelante. Si bien el análisis fue realizado para todos los núcleos, la riqueza de la descripción, el análisis, la interpretación de este trabajo se ha puesto en los conocimientos procedimentales que dicen poner en juego a la hora de hacer progresos científicos y al controlar esos progresos cuando resuelven problemas de Física.

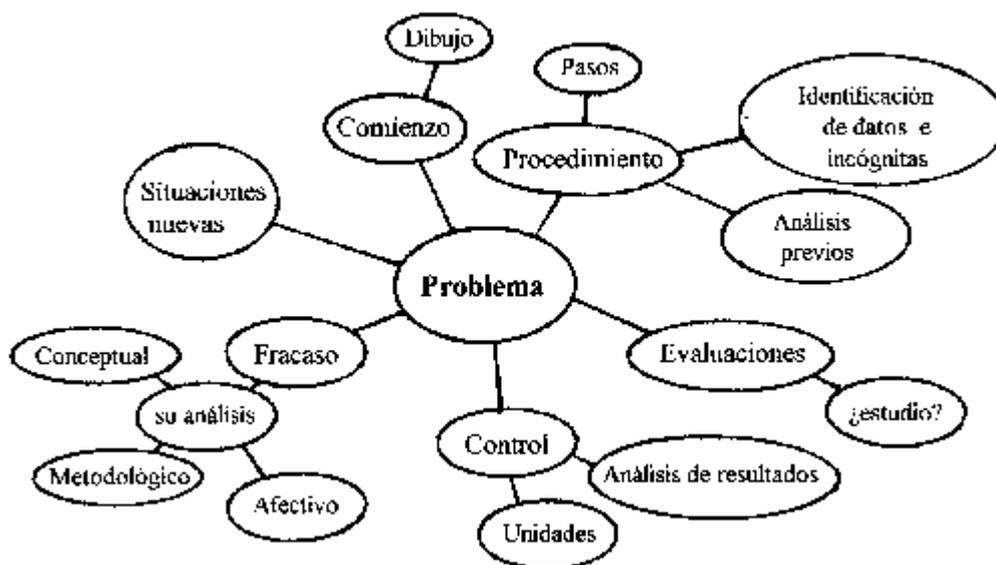


Figura N° 1: Un esquema sobre el contenido principal de las entrevistas realizadas a alumnos de 3° año.

### Resultados

#### *¿Cómo comienzan a resolver? y ¿Qué hacen para resolver un problema?*

El referente continuo que da el estudiante es el problema de primaria a pesar de haber ya empezado a cursar 3° año. Los alumnos evocan ejemplos mayormente de geometría (cálculos de perímetros, superficies) o bien de “ecuaciones” (sumas algebraicas) como ellos las llaman, vistas en 1° año del bachillerato. Narran la secuencia de resolución como los pasos a seguir para llegar a un resultado, habiendo sacado cuentas, números ... Sólo un alumno usa la división de polinomios que están viendo en ese momento en matemáticas para explicitar la

necesidad de usar reglas. Con poca frecuencia usan el término “fórmula” o hacen referencia de alguna manera al mismo.

Resolver problemas para ellos implica un esfuerzo muy grande (ver entrevistas de Luis y Daniel S.). Les resulta difícil. Además son aún dependientes y rígidos a la hora de resolver problemas por su cuenta: “Porque le tienen que dar una buena explicación”, “Es como ellos (los profesores) lo dan”.

Aparecen algunos aspectos de carácter lingüístico muy interesantes como frecuentes alusiones a la necesidad de leer y comprender para resolver problemas. Además parece que algunos estudiantes operan sólo con pensamiento verbal y no con simbólico-matemático: ¡Si tuviera que expresarlo así como uno lo entiende! expresa Gastón en su entrevista. Al parecer opera mentalmente con cálculos sencillos pero aún no lo expresa en símbolos y relaciones lógico-matemáticas. Además se resiste a ello, ¡es que implica un esfuerzo!

Realizar un esquema o dibujo a este nivel no parece ser relevante. El papel de las representaciones, incluso las imágenes, aún no es importante, ni siquiera el de las mentales. Sólo un alumno de los entrevistados expresa: “...Pero también al empezar el problema, cuando “ves” el problema ya se tiene una idea sobre qué tipo de solución puedes tener, y qué puede salir.”

A continuación presentamos algunos trozos seleccionados de entrevistas que ilustran lo que suelen hacer cuando tienen que resolver problemas.

“Comienzo por leerlo y ... interpretarlo bien y tratar de razonarlo...Razonarlo es leerlo bien, interpretar el problema y tratar de resolverlo. Plantearlo bien...Si averiguo la superficie de un cuerpo... 1º me fijo en el cuerpo, en las medidas y el planteo es casi sacar la superficie: base por altura y plantear eso...Antes de comenzar hago el plano de los datos que me dan. 1º trato de hacer el plano así me sale más fácil...el problema.” Yonatan, 3º 1º.

“Si me gusta resolver problemas pero lo que no me gusta es hacer el planteo. Yo los saco así sin planteo...Cuando ya entramos en el tema del planteo se me complica...Por ejemplo yo muchas cosas las entiendo mentalmente. Cuando tengo que hacer pasos, ahí se me complica todo...¡Si tuviera que expresarlo así como uno lo entiende!” Gastón, 3º 2º.

En algunos casos identifica fácilmente datos e incógnitas. Pero le resulta difícil: “Cuando dan pocos datos y uno tiene que sacar los datos que le faltan para comenzar a resolver.” Luis, 3º 2º.

“El planteo...Lo resuelvo, lo pienso como es...Me acuerdo de las fórmulas, me las tengo que estudiar bien, para saber cómo es el problema para poder plantearlo bien...Sí, hay una serie de pasos... ¿Mentales?...Bueno, para mí es como lo dicen los profesores. Es como ellas lo dicen, me lo estudio así como ellos lo dan.” Silvana, 3º 1º.

“Y leerlo,...y entenderlo y hacerle un planteo. Y luego sacar las cuentas...Sacar el resultado...Bueno hay algunos casos en que el dibujo me puede hacer falta, en caso de superficies, perímetros...Pero, comúnmente no.” Daniel F., 3º 1º.

“El planteo...razono...razono de qué se trata...Uno de geometría...1º paso averiguo el perímetro, 2º resolver lo que me pide el problema y 3º paso hacer la cuenta...Hago 1º el

dibujo, represento los m, cm... Y si fuera de ecuaciones...Separar términos, resolver cada término.” Daniel S., 3° 2°.

“1° tratar de buscar el problema que se plantea en ese ejercicio. Después razonarlo bien, leerlo, ...intentar hacerlo...plantearlo, si...Una serie de pasos...Por ejemplo sumas algebraicas...por ej. tenemos que seguir pasos para llegar al resultado, por ej. eliminar corchetes, llaves, ...” Andrés, 3° 1°.

Al menos en el discurso dicen seguir la siguiente rutina: \* Leer atentamente el problema. \* Tratar de analizarlo. \* Empezar a plantearlo. \* Comenzar a resolver: sacar cuentas, poner el resultado.

Aparece sólo muy esporádicamente a: \* Identificar una serie de pasos. \* Aplicar fórmulas, escribir ecuaciones. \* Identificar fácilmente datos e incógnitas.

Son pocos los estudiantes que muestran un modo más “evolucionado” de concebir la resolución de problemas. En general no modelizan como detectamos en otro trabajo (Escudero y González, 1996) al analizar las observaciones de las primeras clases.

### *¿En qué suelen equivocarse?*

Si analizamos las causas de fracaso mayormente señaladas por los entrevistados aparecen repartidas en tres tipos que denominaremos conceptual (o teórica), metodológica (o procedimental) y afectivo-actitudinal. Esta última incluye respuestas como distracción, apresuramiento, nerviosismo, necesidad de ayuda, no estudio, observándose algo más marcada en 3° 2°, coincidiendo con la observación realizada por la viñeta que transcribimos en ibíd (1996).

| Tipo de error | Conceptual | Metodológico | Actitudinal |
|---------------|------------|--------------|-------------|
| Grupo         |            |              |             |
| 3° 1° (N1=14) | 6          | 7            | 6           |
| 3° 2° (N2=7)  | 3          | 4            | 5           |
| Total (N=21)  | 9          | 11           | 11          |

Figura N° 2: Frecuencia de equivocaciones al resolver problemas.

De los valores puede observarse que algunos alumnos han señalado más de una razón como causa de equivocación.

### *¿Cómo se preparan para resolver*

Buscábamos “elementos” a través de sus verbalizaciones acerca de cómo se preparan (si se preparan) para las evaluaciones en las que tendrían que resolver problemas. A continuación presentamos algunos trozos seleccionados de entrevistas que intentan sólo dar cuenta de la variedad de respuestas encontradas. Más adelante nos referiremos también a la frecuencia con que se han presentado las mismas.

“Repaso los ejercicios, veo los pasos que hay que dar, ...observo bien para no equivocarme cuando esté en la prueba.” Claudia, 3º 1º.

“Presto mucha atención a la profesora y trato de resolver todos los ejercicios y problemas que dan en clase.” Paolo, 3º 1º.

“Estudiando las fórmulas, haciendo problemas y resolviéndolos ...copiaba algún problema y lo resolvía.” Luis, 3º 2º.

“Resolviendo los mismos problemas, los que nos dan para la ejercitación de la prueba y resolviendo los que ya teníamos en el cuaderno porque también nos dan. Saco los mismos, los que no he entendido los saco y los resuelvo ... Como nos dan el resultado justo, los hago otra vez, los controlo entonces y veo si es el mismo.” Rosa, 3º 2º.

“Para prepararme, en general la profesora hace una ejercitación sobre lo que has visto y va en la evaluación. Yo ahí lo tomo como si fuera la prueba ... Trato de hacerlo bien, ahí trato de hacer todo bien. No de ir a último momento después, el día que es la prueba estudiar porque está escrito todo en el cuaderno, alomejor está bien o está mal, y estudias algo que está mal. Estudiar de memoria, no, no porque no estás estudiando de verdad sino unas palabras que dicen que la regla es tal o cual. Yo trato de entenderlo y ... lo que la profesora ha dado ... y meterlo adentro del problema.” Guillermo, 3º 1º.

“Me hago preparar ... para cada prueba.” Martín, 3º 1º.

“Si es algo que no entiendo consulto con algún compañero que lo entienda mejor que yo, o a la profesora. O me voy fijando detenidamente en que es lo que tengo duda y lo reviso hasta entenderlo.” Daniel F., 3º 1º.

Entendiendo estrategia cognitiva como una herramienta para hacer progresos científicos (Garner, 1991) es que encontramos que el 79% de los alumnos entrevistados utilizan una o dos estrategias ( Figura N° 3). Precisamente las más invocadas ( Figura N° 4) son: 1º) Releer o repasar ejercicios o problemas (48%); 2º) Pedir ayuda para progresar y practicar resolución de problemas (ambas 38%) y 3º) Trabajo conciente en clase (30%). De lo que se infiere que en general usan estrategias “primitivas”.

| Nº de estrategias | f | Porcentaje |
|-------------------|---|------------|
| 1                 | 7 | 37%        |
| 2                 | 8 | 42%        |
| 3                 | 3 | 16%        |
| 4                 | 1 | 5%         |

Figura N° 3: Número de estrategias cognitivas y sus frecuencias para el grupo total.

La mitad de los alumnos necesita “releer”, en el sentido de “ver los pasos que hay que dar”. También un porcentaje importante pide ayuda para progresar llegando en unos pocos casos al extremo de prepararse para cada prueba, lo que muestra una gran dependencia de lo externo que además es culturalmente aceptada. Ahora sería muy interesante que los docentes nos sensibilizáramos más acerca de las peticiones de apoyo que nos hacen nuestros estudiantes, como una manera de comenzar a bucear en sus dificultades.

De la misma forma es importante el grupo que considera que la práctica para la resolución es fundamental. ¿De qué le sirve al alumno la práctica? Bruner (1984) argumenta que la práctica durante media hora no sirve para mejorar la eficacia. Entonces ahí, no se produce aprendizaje. Una vez que se produce una versión primitiva o torpe, la práctica sólo tiene el efecto de conducir a la modulación, diferenciación y finalmente a la sustitución. Lo importante es que se produzca un cambio cualitativo de estrategias.

Aunque la capacidad de comprensión y organización depende sobre todo de los conocimientos conceptuales disponibles, puede verse facilitada si se recurre a procedimientos adecuados. Por tanto un grupo de procedimientos estaría directamente relacionado con la comprensión del discurso, tanto escrito como oral. Aunque algunos de estos procedimientos tienen un especial protagonismo en áreas del currículo como Lengua, son esenciales en el proceso de solución de problemas (por ejemplo, en la comprensión del enunciado del problema o de la información recogida para la resolución del problema), (Pozo et al, 1994). Algunos alumnos entrevistados señalan esa necesidad (Figura N° 4).

Un alumno además le da valor a la resolución en clase prestando atención sobre todo a los repases que le plantean las profesoras, hasta llegar a pensarlos como la prueba misma. Se examina a sí mismo para la prueba, es decir está usando estrategias metacognitivas.

| Estrategias Cognitivas        | 3° 2°<br>N2=7 | 3° 1°<br>N1=14 | Total<br>N=21 | Porcentaje |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------|
| Releer, repetir, repaso       | 3             | 7              | 10            | 48%        |
| Practicar resol. de problemas | 2             | 6              | 8             | 38%        |
| Trabajo conciente en clase    | 2             | 4              | 6             | 29%        |
| Solicita ayuda                | 2             | 6              | 8             | 38%        |
| Comprender                    | 1             | 2              | 3             | 14%        |
| Se inventa prob. parecidos    | 0             | 2              | 2             | 9%         |
| Estudia fórmulas              | 1             | 0              | 1             | 5%         |

Figura N° 4: Estrategias cognitivas y sus frecuencias discriminadas por grupo.

### *¿Cómo controlan su tarea de resolución?*

La escuela le pide al alumno una cosa muy importante: un nivel muy alto de regulación de sus propios procesos mentales. Que sea capaz de controlarlos. Pero contradictoriamente muchas veces no le brinda las oportunidades que necesita: procedimientos para controlar si van bien encaminados hacia un conocimiento autónomo.

A este respecto seleccionamos algunos trozos de entrevistas que presentamos a continuación.

“Reviso los resultados y el procedimiento más que nada, para fijarme si está bien ... Reviso las cuentas.” Luis, 3° 2°.

“Me doy cuenta que salió bien porque no tuve problema al ir resolviendo ... No reviso. Pocas veces me equivoco.” Daniel S., 3º 2º.

“Bueno, si es importante si y trato de ... saber con otro planteo si está bien o no ... como por ejemplo las pruebas de las cuentas que se hacen auxiliariamente.” Paolo, 3º 1º.

“Siempre cuando me equivoco me voy al principio, adonde planteé la situación, cómo me organicé para hacer el plan, si la falla es ahí, bueno ya es el principio de la falla ... y no se alomejor la falla fue algo del final: que la conclusión no la saqué bien o una falla matemática así en el sentido de sumar, restar, ... ” Guillermo, 3º 1º.

“ Si lo suelo comparar con otra persona por ej cuando lo hacemos en clase. Lo hago yo y lo comparo con el problema que hizo mi compañero. Podemos tener el mismo resultado pero yo lo planteé diferente al problema que él.” José, 3º 1º.

“ No lo controlo.” Martín, 3º 1º.

“ Sí lo reviso. Aunque no me haya alcanzado el tiempo, lo reviso en mi casa. Hago la prueba de la cuenta a ver si está bien hecha.” Silvana, 3º 1º.

Los procedimientos que usan más generalizadamente son la revisión de la tarea (“relee”, “ revisa rápidamente”, “una miradita al planteo”) y el control del resultado (compara con lo resuelto en clase, pregunta el resultado, se fija en el pizarrón). El resto de los procedimientos prácticamente son usados en forma más personalizada. Inclusive algunos alumnos dicen no realizar el control.

Entre esos criterios particulares hay uno muy singular que es el que considera “la fluidez” con la que resuelven como referencia de que lo han hecho bien. Es como si confiaran en una especie de hilo mágico que les permita llegar al final. Usan lo que Garner (1990) denomina rutinas primitivas que producen un producto, mejor dicho algún producto, pudiendo inhibir el uso de estrategias. Pero algunos han dado un paso más, comienzan a desconfiar de ese criterio ( “cuando hago algo que me sale muy rápido, a veces lo hago mal ...por no revisarlo ”).

Para controlar también suelen consultar a otra persona (compañero, profesor, etc.). Buscan un referente externo porque aún no se han desarrollado los internos. “La escuela tiene una función metacognitiva muy importante, además de proporcionar instrumentos simbólicos y culturales que no se obtienen por interacción natural y espontánea con otras personas” (Riviere, 1994). No sólo es importante el “qué” y el “cómo” sino también el “cuándo”. “ Si es importante, si controlo”, expresa un alumno.

En las figuras Nº 5 y 6 se muestra respectivamente que los alumnos usan mayormente dos o tres estrategias metacognitivas y que las más frecuentemente utilizadas son: la revisión y el control del resultado. La prueba de las cuentas, la fluidez con que resuelve y la consulta para ver si está bien les siguen, pero con una frecuencia mucho menor.

La falta de control ocurre más frecuentemente entre los más jóvenes entre los menos hábiles, pero de todas maneras es bastante frecuente en educandos de todas las edades y niveles de competencia lingüística (abundante bibliografía cita Garner para documentar). Baker (1984) demostró que particularmente en la comprensión de textos los jóvenes y los

lectores “pobres” frecuentemente confían en un único criterio para la comprensión: la comprensión de palabras individuales.

| N° de estrategias metacognitivas | f | Porcentaje |
|----------------------------------|---|------------|
| 0                                | 2 | 11%        |
| 1                                | 3 | 17%        |
| 2                                | 6 | 33%        |
| 3                                | 6 | 33%        |
| 4                                | 1 | 6%         |

Figura N° 5: Número de estrategias metacognitivas y sus frecuencias para el grupo total.

| Estrategias Cognitivas          | 3° 2°<br>N2=7 | 3° 1°<br>N1=14 | Total<br>N=21 | Porcentaje |
|---------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------|
| Revisa                          | 3             | 9              | 12            | 57%        |
| Controla el resultado           | 4             | 6              | 10            | 48%        |
| Hace la prueba a las cuentas    | 1             | 2              | 3             | 14%        |
| Lo resuelve otra vez completo   | 0             | 2              | 2             | 9%         |
| Fluidez con la que resuelve     | 2             | 1              | 3             | 14%        |
| Pregunta si está bien           | 2             | 1              | 3             | 14%        |
| Trata de hacerlo de otra manera | 1             | 1              | 2             | 9%         |

Figura N° 6: Estrategias metacognitivas y sus frecuencias discriminadas por grupo.

### **Situaciones nuevas**

A medida que se fueron desarrollando las distintas entrevistas se fueron dando las condiciones para advertir un aspecto muy importante en la resolución de problemas como es el caso de tener que enfrentar situaciones nuevas.

Los extractos de entrevistas que a continuación se transcriben se han logrado como respuestas a preguntas como las siguientes: ¿Qué te parece que es importante para resolver un problema?, y si tienes que resolver un problema un poco diferente, ¿qué pasa?

“Pienso que uno debe entender bien el tema para poderlo resolver. Y saberlo resolver bien. Entender el tema y manejarlo bien ... Y haberlo practicado y haberlo entendido. No es que esté segura del todo, pero ya se que lo se resolver y se seguir los pasos y entonces ya es cuestión de saberlo resolver.” Mónica V., 3° 1°.

“Cuando me están enseñando temas nuevos que me cuesta aprender un poquito, resuelvo mal.” Paolo, 3° 1°.

“Es fundamental saber resolver este “tipo” de problemas ... Saber bien el tema, saber sacar ese tipo de problemas ... Porque un problema nuevo que nos dan y nunca lo hemos

visto, no lo sabría resolver ... Como ser un problemas de fracciones, distintas cosas ... que no fueran los mismos pasos que en los otros problemas. “ Luis, 3º 2º.

“Para encarar un problema de matemáticas por ej hay que saber el tema que se esté tratando, porque todo lo anterior te sirve para eso. Todas las reglas, todos los temas porque es una materia como acumulativa. Si no entendés algo ya no podés analizar un tema nuevo sin entenderlo. Entonces, si o si tenés que tener una idea general, no tampoco saberlo si o si porque memorizarte las reglas para después adaptarlas al problema ... Tenés que “ver” el problema primero ... buscarle una forma de empezar a resolver, ... un fundamento.” Guillermo, 3º 1º.

“Recordar cómo se resuelve.” Daniel F., 3º 1º.

“ ... Y saber. Lo principal también es saber cómo resolverlo porque no puedo resolver un problema sino se cómo resolverlo.” Armando, 3º 2º.

Los alumnos están habituados aún en la Facultad a resolver dos o tres problemas pensando que ya saben resolver todos los del tema. En general la idea de problema “tipo” es la que flota en el aula, en el lenguaje de profesores y de alumnos. Desde la perspectiva émica el aula nos dice que “practicando sobre eso no va a ver problema que se resista”.

La generalización del uso de estrategias se ha convertido en objeto de debate en la literatura de investigación en psicología y en educación. Tanto profesores como investigadores han observado la ausencia de estrategias entre los estudiantes. Generalmente sólo aplican una rutina a la “situación” en la que la instrucción fue inicialmente suministrada. En otras palabras, la estrategia parece estar aún unida al contexto instruccional original.

Perkin y Solomon (citado en Garner, 1990) sugirieron que la extensión de esa transferencia a otros campos es muy específica y debe ser selectiva y guiada. En otras palabras, rara vez ocurre espontáneamente.

### *Caracterización de prototipos*

También realizamos otra lectura cuando analizamos los datos obtenidos en las entrevistas sobre resolución de problemas en los terceros años. Es decir que las fuentes siguieron siendo las expresiones verbales de los estudiantes pero usamos otro método de análisis. En base a ellas las clasificamos en dos categorías de conocimiento que denominaremos momentáneamente: A y B.

*Categoría A:* Sólo operan con los números que les provee el enunciado y/o usan rígidamente una regla. No usan herramientas metacognitivas o sólo aquellas muy primitivas. Sus acciones y verbalizaciones están fuertemente asociadas con su cotidianeidad.

*Categoría B:* Identifican dos fases en interacción en la resolución de problemas: una declarativa (elabora conceptos y es indicadora y generadora de los mismos) y otra procedimental. Muestran flexibilidad en el uso de reglas. Pueden realizar el control de sus progresos científicos (herramientas metacognitivas). Sus acciones y verbalizaciones se tornan más precisas.

A continuación transcribimos una caracterización de las respuestas prototípicas de dos alumnos que pertenecen a las categorías A y B respectivamente. Esta caracterización fue realizada en las primeras “lecturas” de las entrevistas.

- “Hago lo que puedo, lo que está a mi alcance”.
- Estudia una regla.
- Recuerda revisando si son muchos temas.
- Memorista.
- No sabe expresar lo que puede ser conveniente para resolver bien los problemas.
- Se le hace difícil la práctica (el planteo) y operar con números. “Se me va toda la onda”.
- “Lo más fácil es lo que a la vista está, lo que más se habla en clase. Lo que no se necesita pensar tanto”.

Martin

- “Las materias que no me gustan las estudio más como materias con las que hay que cumplir”.
- Le gusta matemáticas.
- “Primero hay que saber el tema porque todo lo anterior te sirve ... Es como acumulativa.”
- “Hay que tener una idea general de las reglas para después adaptarlas al problema”.
- “Hay que buscarle un fundamento al problema”.
- “Cuando termino hago una revisión general”.
- “Antes de comenzar un problema hay algunas “pistas” que te ayudan”.
- “Para resolver un problema bien es condición tener conocimientos anteriores, de teoría y de práctica”.
- “Es conveniente tener una idea general básica de la materia porque lo más básico después te sirve”.
- “No estudiar a último momento para una prueba sino que la voy llevando día a día”.
- “Cuando me equivoco me voy al principio, donde planteé la situación y sino al final: conclusión u operaciones”.
- “Lo más difícil en un problema es plantear la situación”.
- “Lo más fácil es una vez planteado es sólo seguir. Y ya es un problema de matemáticas simples”.

Guillermo

## Conclusiones

En la resolución de problemas escolares, no se suele tratar ni con objetos ni con espacios ni tiempos reales, sino con representaciones del mundo real, con independencia de cómo pueden estar codificados. La representación supone la simbolización de los acontecimientos, liberándolos de la acción y permitiendo operaciones lógicas y lingüísticas sobre ellos en lugar de físicas y manipulativas (Bruner, 1984).

Para enseñar Física y aprender, se tiene que producir una verdadera revolución (Riviere, 1993). En la resolución de problemas aparecen dificultades fundamentales como el salto cualitativo aritmética-álgebra, la interpretación de consignas y enunciados, el uso de específicas representaciones simbólicas, entre otras. Todas ellas relacionadas con el lenguaje. “El hombre sólo por el lenguaje puede hacer comprensible cuál es el objeto deseado” (Seiffert, 1980).

Creemos que el principal resultado cualitativo es el no haber encontrado diferencias significativas entre ambos grupos al solicitárseles que expliquen cómo comienzan a resolver problemas, qué procedimientos usan, cómo estudian para las evaluaciones que incluyen resolución de problemas y cómo controlan su trabajo. Usan las mismas estrategias, con frecuencia muy parecidas y en el mismo orden de popularidad. El carácter afectivo-social es más fuerte en 3º 2º. Se ha puesto de manifiesto reiteradamente en sus respuestas. Las excepciones las constituyen algunas individualidades que no lograron pasar inadvertidas. Pero, en general no usan estrategias de calidad ninguno de los grupos.

En este estudio pudimos determinar que la mayoría de los alumnos dispone de un reducido y pobre espectro de estrategias cognitivas y metacognitivas. Un número importante de alumnos necesita de referenciales externos permanentes (compañeros, profesores, etc.) para realizar la tarea y/o controlarla, no recurren de manera espontánea a estrategias metacognitivas. El sistema educativo en general parece no proporcionarles o no formarlos en el desarrollo de herramientas o mecanismos internos de control.

En general, no saben resolver ni enfrentar situaciones nuevas. Lo fundamental para los alumnos es saber resolver “ese tipo de problemas”. Entonces sólo se trataría de practicar. “La práctica puede perfeccionar lo que uno ya sabe hacer. Y gracias a éste perfeccionamiento se libera la capacidad para un procesamiento más elaborado, y podrán aplicarse a la tarea habilidades nuevas o soluciones nuevas, cualitativamente diferentes de las existentes” (Bruner, 1984). La profesora-investigadora del proyecto expresaba de los alumnos en su informe: “No aplican método alguno para resolver un problema. Aquellos que resuelven situaciones “nuevas” en general, lo hacen por capacidad propia (o externa a la escuela) y no porque el sistema educativo les haya proporcionado herramientas”.

Hemos encontrado algunos “elementos” que nos dan a entender que son signos (dimensión sintáctica), es decir configuraciones espaciotemporales que están en lugar de algo distinto y que apuntan más allá de sí mismos como objeto (Seiffert, 1980; Riviere, 1994; Kozulin, 1994). “El papel de los signos es un concepto central vigotskyano, no sólo de los significados, sino también de los significantes de los códigos mismos y de los instrumentos simbólicos en el desarrollo del niño. Esto tiene consecuencias didácticas muy concretas. El lenguaje tiene siempre un fondo comunicativo, pero acaba sirviendo para pensar ... Expresar y pensar no son cosas tan distintas como creemos” (Riviere, 1994). Y además de sus dimensiones sintáctica y semántica, los signos poseen también una dimensión pragmática que tendría que incitar a una determinada acción. No sólo he de entender lo que él significa, sino que debo hacer lo que se me encarga por su mediación (Seiffert, 1980).

### **Implicaciones educativas**

Es preciso estimular al profesorado para intentar su incorporación a un proceso de transformación que cuestione y revalorize su profesionalidad. Esto requiere una política a largo plazo, ambiciosa y valiente. Un proyecto de reforma complejo, en palabras de Gimeno Sacristá (1989).

“Habría que prestar especial atención a los períodos denominados “sensibles” durante los cuales incluso una modesta inversión de aprendizaje produce un generoso dividendo de desarrollo mental” (Kozulin, 1994). Aunque todavía no estén bien exploradas sus implicancias pedagógicas, los 16 años aproximadamente que suelen coincidir con el 4º año de la escuela media (próximamente 2º año del polimodal) parece ser uno de los llamados períodos sensibles.

No deberíamos olvidar que educar es comunicarse. Sterben y Wilson (citados por Riviere, 1994) sostienen que toda nuestra actividad comunicativa está ligada a un intento de ser relevantes. Ser relevantes es modificar más el mundo mental del otro con menos recursos. Esta es en realidad, la acción fundamental que está guiando toda la labor del profesor... Desde ese punto de vista, el planteamiento que estamos trabajando tiene implicaciones educativas a muy largo plazo.

Pero el profesor no está aislado, está inmerso en un sistema escolar que puede además tener una tendencia a extenderse hacia abajo. Se tiende entonces a que los niños lleguen a estar preparados para las funciones que tienen que desarrollarse después. Eso responde mucho más a

una lógica externa de selectividad que a la lógica interna de los niños. La educación tiene por tanto dos discursos.

Si la educación es anticipación y racionalidad, reflexionemos juntos con éstos datos e ideas.

## Referencias

- BAKER, L.;1984; "Children's effective use of multiple standards for evaluating their comprehension". *Journal of Education Psychology*, 76, pp 588-597.
- BRUNER, J.;1984; *Acción, pensamiento y lenguaje*. Alianza Psicología.
- CONTRERAS, A.; 1992; "Physics problem solving and its social context in secondary school". Paper presentado en la 65 Reunión Anual de la National Association for research in research in science teaching, USA.
- ESCUADERO, C.; 1995; "Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados". *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Brasil, Vol 12, nº 2*.
- ESCUADERO, C. y GONZALEZ, S.;1996; "Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social". *Investigações em Ensino de Ciências, Brasil, Vol 1, nº 2*.
- GABEL, D. L. et al; 1984; "Problem solving skills high school chemistry students". *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (2), pp 221-233.
- GARNER, R.; 1990; "When children and adults do not set use learning: toward a theory of settings". *Review of Educational Research*, Vol 60, nº 4, pp 517-529.
- GIMENO SACRISTA, J. y PEREZ GOMEZ, A.; 1989; *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Akal Universitaria, 3º Edición, Madrid.
- KOZULIN, A.; 1994; *La psicología de Vygotsky*. Alianza Editoria l.
- HALBWACHS, F.; 1975; "La physique du maître entre la physique du physicien et la physique de l'élève". *Revue Française Pédagogie*, 33, pp 19-29.
- LARKIN, M.J. & REIF, F.; 1979; "Understanding and teaching problem-solving in physics". *European Journal of Science Education*, 1 (2), pp 191-203.
- MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION DE LA NACION; 1994; "Contenidos básicos comunes para la E.G.B."
- MOREIRA, M.A. y DOMINGUEZ, M.E.; 1989; "A entrevista clínica como técnica de pesquisa em ensino". Parte de la disertación de maestría . UFRGS.
- NEWMAN, D.; GRIFFIN, P. y COLÉ, M.; 1991; *La zona de construcción del conocimiento*. Ediciones Morata.
- NOVAK, J. y GOWIN, D.; 1988; *Aprendiendo a aprender*. (Barcelona, Martínez Roca).
- POZO, J. et al; 1994; "La solución de problemas". *Aula XXI*, Santillana, Madrid.
- RIVIERE, A.; 1993; "Psicología cognitiva y modelos de conocimiento". *II Escola Latino-Americana sobre pesquisa em ensino de Física, Porto Alegre (Canela), Brasil*.
- RIVIERE, A.; 1994; "Teoría de la mente. ¿Se puede hablar de educación sin pensar en la comunicación". *Novedades Educativas*, Nº 48 y 49, pp 26-28.
- ROSA, P.; MOREIRA, M.A. y BUCHWEITZ, B.; 1992; "Alunos bons solucionadores de problemas de Física: Caracterização a partir de um questionário para análise de entrevistas". *Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol 14, nº 2*.
- SEIFFERT, H.; 1980; *Introducción a la teoría de la Ciencia*. Editorial Hertler.
- SEVILLA, C.; 1994; "Los procedimientos en el aprendizaje de la Física". *Enseñanza de las Ciencias, Vol 12, nº 3, pp 400-405*.

Recebido em 23.06.95.

Revisão recebida em 12.07.96.

Aceito em 19.12.96.