

## Capítulo II

# INSTRUMENTOS DE FORMACION

Mariela Orozco Hormaza

Los instrumentos de formación utilizados en el Programa se diferencian en función del tipo de práctica a la cual sirven: aquellos que los/las maestros/as deben incorporar a la enseñanza para convertirlos en instrumentos al servicio de su práctica cotidiana, de aquellos que se emplean en la formación propiamente dicha. En la primera categoría se incluyen instrumentos como el análisis de tareas, la observación y el registro, que por supuesto contribuyen a la formación, pero que los/las maestros/as deben incorporar a las rutinas diarias, si efectivamente quieren transformar sus prácticas de enseñanza, en el aula. El segundo tipo de instrumentos - rejillas que permiten registrar la manera como aplican las tareas en el aula y la interacción de los/las maestros/as con los alumnos, así como el instrumento de evaluación final - permiten a cualquier formador/a hacer seguimiento a la actividad de maestros y maestras durante el proceso de formación. El primer tipo de instrumentos esta ampliamente desarrollado, el segundo, se encuentra en su fase de experimentación y son susceptibles a cambios posteriores. A continuación el lector encontrará una descripción detallada de cada uno de ellos.

### El análisis de tareas

El modelo de análisis de tareas que proponemos es una adaptación del análisis metasubjetivo de tareas, propuesto por Pascual-Leone (1991). Como su nombre lo indica, el método permite analizar cualquier tarea y como resultado de su análisis, especificar un modelo de los procesos ideales que permiten solucionarla. “Estos modelos siempre son relativos a una estrategia específica en una situación específica.” (Pascual-Leone, J., Johnson, J., 1991, p. 163). En el modelo original, el método propone cuatro niveles diferenciados de análisis: objetivo, subjetivo, ultrasubjetivo y metasubjetivo. Por razones de la dificultad que el método entraña y de los requerimientos de la enseñanza, totalmente diferentes al análisis de procesos mentales, óptica desde la cual se formula, en este texto solamente incluyo los dos primeros niveles de análisis: el objetivo y el subjetivo.

El análisis objetivo exige una descripción detallada de la tarea y el análisis de su estructura; el subjetivo, el análisis del proceso de solución ideal y de las producciones de los alumnos al resolverla. La utilización del análisis de tareas como instrumento de trabajo exige que el/la maestro/a asuma como mínimo las siguientes acciones: describa la tarea; la analice, desde la doble perspectiva de su estructura y de las exigencias que su solución crea y analice el carácter de las producciones efectivas de los/las alumnos/as al resolverla.

### Análisis objetivo

Como su nombre lo indica, el **análisis objetivo** consiste en describir la tarea y especificar las características estructurales y sustantivas de la misma, con el propósito de objetivarla y entender su complejidad.

Para adelantar el análisis objetivo, el primer paso que el/la maestro/a debe asumir es la descripción más completa posible de la tarea: las instrucciones, su formato, los materiales y medios que utiliza. Por ejemplo, en el caso de un problema, no es suficiente describir su enunciado, o en el de un ejercicio de suma, los sumandos; en uno y otro caso, el/la maestro/a debe especificar las instrucciones que da a sus alumnos, así sea, “resuelvan este problema” o instrucciones más complejas, como: “recuerden que ayer trabajamos fracciones equivalentes, hoy vamos a resolver algunos ejercicios relativos a este tema”. Igualmente, debe describir las modalidades de presentación que utiliza, por ejemplo, si utiliza un texto escrito y como lo presenta: en un texto, en el tablero o en una hoja fotocopiada. Por supuesto, se necesita describir el con-

junto de elementos que la configuran, la composición de los mismos y si facilita a los alumnos objetos concretos para trabajar con ellos.

Cualquier cambio en los elementos que constituyen la tarea puede generar procesos de solución diferenciados. Los/las maestros saben que para los alumnos no es lo mismo resolver una suma que se ha ordenado verticalmente, a resolverla, cuando los sumandos se presentan horizontalmente. No es lo mismo, resolver una suma, cuyos términos el/la maestra dicta, a resolver una suma que se escribe en el tablero. Cada variación en la presentación genera en el estudiante nuevos tipos de demandas y por supuesto, procesos diferenciados de solución.

Una buena estrategia para describir la tarea es tratar de contársela a otro/a maestro/a, para que el o ella la puedan utilizar de la misma manera. Otra estrategia que puede servir es tratar de contestar de la manera más completa posible, las siguientes preguntas:

- ¿En que consiste la tarea?
- ¿Cómo la presento?
- ¿Qué instrucciones utilizo?
- ¿Qué preguntas formulo?
- ¿Qué material utilizo?

A continuación se incluye la descripción que una maestra hace de una tarea que permite trabajar con alumnos/as de 6o y 7o grado

### ***La tarea***

“Mi tía compra una tela que cuesta \$7.500 el metro. Para hacerse un vestido necesita 3.50 metros de tela. ¿Cuánto debe pagar?”

### ***Las instrucciones***

Las instrucciones que el maestro imparte intentan orientar a los alumnos para que hagan una lectura cuidadosa del mismo y consignen por escrito las operaciones que realicen para resolverlo. El maestro les dice: “van a leer cuidadosamente el problema que está en la hoja; resuélvanlo como crean conveniente; quiero que escriban todas las operaciones que realicen, si se equivocan, no borren y continúen resolviéndolo en otra parte de la hoja”.

### ***Las preguntas***

Como veremos más adelante, al consignar los registros de la interacción de los maestros con los alumnos y analizar las respuestas de cuatro de ellos al resolver este problema, las preguntas que el maestro utiliza son variadas y diferenciadas y tienen que ver con la manera como los alumnos abordan y resuelven el problema.

### ***Los materiales:***

Se trata de una tarea de papel y lápiz, que se presenta por escrito.

Una vez descrita la tarea, el/la maestro/a debe asumir el **análisis objetivo** propiamente dicho, que consiste en delimitar los elementos más significativos de la tarea, las relaciones existentes entre ellos, estableciendo la estructura matemática de la misma, en función del contenido que intenta enseñar. Como más adelante ejemplificaré, el análisis objetivo permite al/a la maestro/a establecer los elementos más significativos y relevantes de la tarea y delimitar las exigencias que su solución genera.

Para llevar a cabo este primer nivel de análisis, el/la maestro/a se puede preguntar:

- ¿A qué tipo de contenido matemático está referida la tarea?
- ¿Cuáles son los elementos matemáticos más significativos en ella?
- ¿Cuál es la relación existente entre estos elementos?
- ¿Cuáles sus propiedades?

El análisis objetivo de la tarea permite al/a la maestro/a entender la complejidad de las tareas que propone a sus alumnos y su adecuación al contenido que trabaja. A continuación incluyo un análisis de la tarea previamente descrita.

Para asumir este nivel de análisis, el/la maestro/a debe utilizar una teoría que efectivamente permita describir la estructura de la tarea. Es en este paso, las nuevas teorías sobre educación matemática y psicología de la educación matemática entran a desempeñar un papel fundamental.

En el caso de la tarea que nos ocupa, utilizamos las teorías sobre las estructuras multiplicativas, propuestas por Vergnaud (1983) y la diferenciación que Berh y otros (1988) proponen entre la aritmética de la cantidad y la de los números.

De acuerdo con la teoría de Vergnaud (1983)<sup>1</sup> sobre la estructura multiplicativa, este problema pertenece a los llamados isomorfismos de medidas y se pueden representar con el siguiente esquema que pone en relación cuatro cantidades en dos espacios de medida, el de la tela a comprar y su precio. La unidad de medida utilizada para determinar la cantidad de tela es el metro, en el sistema métrico decimal; el precio de la tela se expresa en pesos; la  $x$  designa la cantidad cuyo valor se busca.

Metros	Pesos
1	7.500
3.50	$x$

Desde la perspectiva de los valores numéricos, la tarea maneja números enteros en el rango comprendido entre 7.500 y 26.250 (el resultado correcto) y el número decimal 3,50, referido a los metros de tela que se compran; el .50 representa una fracción de metro, es decir, una fracción de unidad.

La relación metro de tela, precio es una relación funcional isomórfica entre valores numéricos diferenciados  $1 \leftrightarrow 7.500$ . Para resolver esta tarea los alumnos deben realizar una operación multiplicativa directa, aplicando un operador funcional " $\times 7.500$ ", a los metros que se deben comprar; o, el operador escalar " $\times 3.50$ ", al precio de la tela.

### **Análisis subjetivos: los procedimientos de los/las alumnos/as**

Como su nombre lo indica, el **análisis subjetivo** permite la descripción de la tarea desde la perspectiva de las exigencias que su solución crea a quien la resuelve. En el análisis subjetivo se pueden distinguir dos momentos: la identificación y descripción del proceso de solución ideal y el análisis de los procesos que efectivamente posibilitan las soluciones variadas y diferenciadas que los alumnos dan a la tarea. El análisis subjetivo permite al/a la maestro/a reconocer las demandas que la tarea genera a cualquiera que la resuelva y el desfase existente entre los procedimientos de los alumnos y los procedimientos expertos y algorítmicos, propios de la matemática.

---

<sup>1</sup> Un resumen de esta teoría se presenta en el capítulo 6, en el cual se trabajan los problemas multiplicativos.

Es necesario señalar, que el análisis incluye las soluciones correctas e incorrectas de los alumnos y que a pesar de las variaciones que estas pueden presentar, raras veces se encuentra en un grupo, más de cinco tipos de respuestas<sup>2</sup>; de otra manera, la utilización del análisis de tareas en la enseñanza no resulta viable.

La identificación del proceso de solución ideal, permite al/a la maestro/a establecer la secuencia de pasos que cualquiera debe realizar para resolver la tarea, de manera óptima. Los pasos identificados, que describen el proceso de solución ideal, se convierten en los criterios que permiten a maestros y maestras analizar los procedimientos que sus alumnos/as utilizan para resolver la tarea en cuestión. En otras palabras, el proceso de solución previamente identificado se utiliza como modelo para analizar las producciones de los alumnos.

Para efectuar este segundo nivel de análisis, inicialmente se utiliza la introspección, un método que generalmente el/la maestro/a emplea de manera intuitiva, pero que el análisis de tareas exige manejar de manera rigurosa y explícita. Para hacer introspección se puede preguntar:

- Qué tipo de pasos debo dar para resolver esta tarea?

Explicitar los pasos necesarios para resolver la tarea, permite describir el proceso de solución que un sujeto experto, el/la maestra, debe realizar para llegar a la respuesta correcta. Sin embargo, la introspección, el método utilizado, resulta excesivamente subjetivo e individual e impone restricciones, que es necesario superar. Para que la descripción del proceso de solución sobrepase el plano individual e incluya una mayor generalización, es necesario que el/la maestro/a se pregunte:

- Qué haría un sujeto cualquiera para resolver correcta y eficientemente la tarea?

Para responder esta pregunta, el/la maestro/a puede confrontar los pasos identificados a partir de la introspección inicial, con la estructura de la tarea, previamente analizada y completar los pasos que permitan describir en toda su extensión el proceso que posibilita su solución, teniendo en cuenta la totalidad de las exigencias que se generan a partir del análisis exhaustivo de su complejidad.

Si la tarea se analiza teniendo en cuenta las características del contenido que se enseña, los elementos significativos que la constituyen y las relaciones entre ellos, entonces, el proceso de solución que se propone debe regirse por los cánones del conocimiento que la tarea ejemplifica y establecer los pasos necesarios para abarcar todos y cada uno de los elementos significativos de la misma y sus correspondientes relaciones. Se trata de describir, en la mejor forma posible, cada uno de los pasos que especifican el proceso óptimo. Examinemos inicialmente una posible solución ideal a la tarea previamente analizada:

Para que un sujeto cualquiera pueda resolver la tarea necesita:

- establecer los dos espacios de medida, el de la tela y el de su precio
- establecer las magnitudes en los dos espacios de medida: metros y pesos
- establecer una relación funcional entre los valores numéricos correspondientes a los metros de tela y su precio,
- establecer el operador funcional y aplicarlo multiplicativamente al número de metros que se quieren comprar; o, establecer el operador escalar y aplicarlo multiplicativamente al precio de la tela.
- utilizar el algoritmo de la multiplicación y multiplicar un número entero por un número decimal.

Para asumir el análisis de las producciones efectivas de los alumnos al resolver la tarea, es necesario que el/la maestro/a establezca una unidad de análisis. Los procedimientos que los alumnos utilizan para resolver la tarea, constituyen la unidad que se propone adoptar. La descripción de las producciones de los

---

<sup>2</sup> Así, para resolver una multiplicación, en una clase con 40 o 50 alumnos, el/la maestro/a no va a encontrar más de tres o cuatros tipos de producciones que llevan a soluciones correctas e incorrectas.

alumnos/as, en términos de procedimientos, intenta captar las regularidades y los pasos que describen el proceso que les permite obtener o llegar a la respuesta, cualquiera que esta sea.

Para inferir lo procedimientos diferenciados que los alumnos utilizan para resolver la tarea que analizamos, el/la maestro/a debe registrar lo que los alumnos hacen para resolverla. A continuación presento ejemplos de los registros<sup>3</sup> de las producciones de sus alumnos, realizados por una maestra:

M<sup>4</sup>: Que operación debes hacer?, Realiza todas las operaciones que tu crees debes hacer en la hoja.

J<sup>5</sup>: (Multiplica 5.200 por 3.50 sin tener en cuenta la coma. El resultado que obtiene es 1'820.000. La maestra la confronta preguntándole si tres metros y medio de tela pueden costar ese precio.

M: Quiero que me digas que has entendido del problema?

J: No, no he entendido nada (lee el problema).

M: Que crees que dice allí? (señalando el problema en la hoja)

J: Que, ( pausa, releo el problema, pausa ) Yo pienso que hay que restar este (señala 5.200) con este (señala 3,50). Primero necesito restar ... y ... (pausa), y ahí ... no, no se bien eso, (pausa). Es que yo no sé si sumando o restando

M: Dime con tus palabras que te dice el problema.

J: (pausa, silencio prolongado, vuelve de nuevo a leer el problema, pausa).

M: Dime en voz alta lo que estás pensando.

J: Tendría que hacer una suma (pausa), valdría 8.700, porque sumando los 5.200 con los 3,5 metros me da eso, 8.700, espere... (pausa) ah no, no.

M: Vamos por partes, cuánto cuesta el metro de tela?

J: Ah! Ya sé, vale \$5,200, (escribe en la hoja: 1 metro 5.200), entonces valen 15.000 pesos los tres metros.

M: Cómo hiciste eso?

J: Sumando 5.000 y 5.000 y 5.000

M: Y cuesta a \$5.000 pesos?

J: No! 5.200 (pausa), voy a multiplicar por 3 estos 5.200 (hace la multiplicación sobre la hoja), .... me da 15.600 los 3 metros.

M: Y son tres metros?

A: No, faltan 50 , (pausa),. voy a multiplicar estos 15.600 por 50...

Las preguntas que permiten avanzar en el análisis se formulan en función de los pasos propuestos, así:

- Qué características presenta la actividad del alumno en relación con los pasos identificados en el proceso de solución ideal?
- En cuál/es paso/s presenta dificultades?
- En qué consiste la dificultad que ese tipo de procedimiento revela?

Examinemos como podemos interpretar o analizar la producción de esta alumna. Inicialmente, Juana comprende el problema y multiplica el precio de la tela por el número de metros que la tía necesita; el resultado, sin embargo, no es correcto. Como veremos más adelante, ella no maneja adecuadamente los decimales y por lo tanto no la coma para señalar que ha multiplicado por un decimal y entonces el resultado resulta incorrecto. Cuando la maestra le llama la atención sobre el monto obtenido para comprar la tela se confunde y aventura todo tipo de operaciones, sin mucho éxito.

---

3 En la siguiente sección de este mismo capítulo se presentan algunas indicaciones para seguir en el registro.

4 M: Maestra

5 J: Juana

Posteriormente, la pregunta de la maestra: ¿cuanto cuesta el metro de tela? Que sugiere la relación funcional (1, 7.500), genera un procedimiento de tipo aditivo que resulta más adecuado para la resolución de la tarea: suma reiteradamente el precio del metro (que lo aproxima a 5.000). Como la maestra se da cuenta de su error, le pregunta, que si ese es el precio? Entonces corrige y utiliza un procedimiento multiplicativo que le permite encontrar el precio de 3 metros.

Finalmente confunde el carácter del resultado y no logra entender “.50” como fracción de metro y para multiplicar lo maneja como un número natural. Después de este análisis, la maestra puede estar segura que necesita trabajar con la alumna, la noción de decimal y las operaciones con decimales (al menos la multiplicación y supongo que todas las demás).

M: Quiero que me digas todo lo que vas a hacer, de acuerdo?.

A<sup>6</sup>: (Lee el problema), Voy a multiplicar por tres para que me quede mas fácil el procedimiento, (escribe  $7.500 \times 3$  en forma vertical y realiza la multiplicación de 7.500 por 3 obteniendo como resultado 36.500) (Ver Producción 1).

A: Este lo parto (señala en la hoja 3.50), para ver cuanto vale medio metro, o sea que estos 3.50 metros son 3 metros y 50 centímetros.

A: Bueno, ahora son 7.500 (pausa, levanta la cabeza y mira hacia el techo), la mitad son...(pausa)... tres mil, uhm...(pausa)... setecientos cincuenta; voy a sumarlo aquí con esto (señala 36.500 en la hoja de papel), da 40.250.

(Anota resultado a un lado de la operación realizada).

Andrés entiende inmediatamente que el problema exige una multiplicación y para realizarla utiliza como operador escalar la descomposición en metros y centímetros de la cantidad de tela que debe comprar, se equivoca al multiplicar por 3, encuentra mentalmente la mitad de 7.500 y el resultado que obtiene lo suma al resultado errado previamente obtenido. A pesar de que su procedimiento es correcto, el resultado que obtiene es incorrecto porque se equivoca en el manejo algorítmico de la multiplicación.

$$\begin{array}{r} 7500 \\ \times 3 \\ \hline 36500 \\ 3750 \\ \hline 40250 \end{array}$$

R= El Mi Tica le cuesta el vestido  
\$40.250

### Producción 1

Catalina y Sandra copian el problema y luego proceden de la siguiente manera:

C: Como son tres metros de tela y medio, multiplico 7.500 que vale cada metro, por 3 y me da 22.500 (Ver producción 2) y como un metro vale \$7.500, entonces medio metro vale (mirando hacia el techo) \$3.750, entonces sumo. Entonces debe pagar, \$26.250. (Ver Producción 2)

M: Catalina, sería esta la única forma de resolver el problema?

C: Pero es que tendría que multiplicar por ese número con coma (señalando 3,5 en la hoja)

$$\begin{array}{r} 7500 \\ \times 3 \\ \hline 22500 \end{array} \quad + \begin{array}{r} 22.500 \\ 3.750 \\ \hline 26.250 \end{array}$$

Yo lio debe pagar por la tela  
26.250

### Producción 2

S: (lee el problema mentalmente) debo hacer una resta.

M: Porqué una resta?

S: Ah! No profe, para yo saber cuanta plata tiene que pagar tengo que hacer es una suma.

M: Y que vas a sumar?

S: Pues como la tela son 3,50 metros y cada metro vale 7.500, entonces sumo 3 veces 7.500.

(Ver Producción 3)

M: Pero esa operación para que no salga tan larga la puedes reemplazar por otra.

S: Ya se, por una multiplicación.

M: Y cómo la harías?

S: Pues 7.500 por 3, me da \$22.500 pesos. (No realiza la operación)

M: Cómo harías para saber cuanto valen los 50 centímetros?

S: Debo dividir lo que vale 1 metro en 2.

M: Y porqué en 2?

S: Porque 50 centímetros y 50 centímetros hacen 1 metro.

M: Listo! Haz la operación.

S: (Hace la división) (Ver producción 3)

M: Bueno, ahora que ya tienes lo que valen 3 metros y lo que valen 50 centímetros, que debes hacer para saber cuanto tienes que pagar por todo?

S: (Hace la suma) Por todo debo pagar \$26.250.

$$\begin{array}{r} 7500 \\ + 7500 \\ + 7500 \\ \hline 22500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7.500 \\ 15 \\ \hline 10 \\ 00 \end{array} \left| \begin{array}{r} 2 \\ 3.750 \end{array} \right. \quad \begin{array}{r} 22.500 \\ 3.750 \\ \hline 26.250 \end{array} \quad R \text{ ¿debe pagar?} \\ 26.250$$

### Producción 3

Catalina establece la relación funcional “7.500 valor de cada metro de tela”, descompone el operador escalar  $\times 3.50$  en 3 y la mitad. Multiplica el precio de la tela por 3 y luego saca la mitad del precio de la tela (3.750) y lo suma al resultado obtenido anteriormente. Por supuesto, su respuesta es correcta, aunque su procedimiento para multiplicar no es del todo convencional; sin embargo, denota una gran comprensión del decimal, “.50”, pues lo iguala a la mitad y utiliza la fracción como operador. Sin embargo, Catalina opera en los naturales y no opera con números racionales, de los cuales los decimales son un subconstruc-

to. Inicialmente, Sandra no entiende el problema y propone hacer una resta. Cuando la maestra le pide que explique “porque una resta”, Sandra reconoce que se trata de un problema de suma y realiza una suma

reiterada de 7.500, maneja correctamente el algoritmo, y posteriormente enuncia la multiplicación y el resultado y entiende que las dos operaciones producen el mismo resultado. La maestra nuevamente orienta el proceso de solución, preguntándole cómo haría para saber cuánto valen los 50 centímetros. Ante la exigencia de explicación, por parte de la maestra Sandra descompone el metro en 50 y 50 centímetros y divide por 2. Una nueva orientación de la maestra le permite sumar los dos subtotales que ha obtenido, alcanzando el resultado correcto. Las preguntas de la maestra y el seguimiento que ella hace de la actividad de esta alumna, posiblemente, facilitan la situación y le permiten a Sandra encontrar una solución correcta.

En los anexos correspondientes a este capítulo incluyo otros registros para que los lectores los analicen.<sup>i</sup>

El análisis de esta tarea me ha permitido mostrar de que manera cualquier maestro/a puede utilizar el análisis objetivo y subjetivo de tareas y así, realizar un análisis exhaustivo del tipo de contenido que trabaja y que la tarea ejemplifica, establecer su estructura y las exigencias que su solución genera, creando, de esta manera, un modelo que permite analizar las producciones efectivas de los/las alumnos/as al resolverla. En otras palabras, la resolución del conjunto de preguntas y acciones generan un modelo que al/a la maestro/a utiliza para diagnosticar el estado del conocimiento de sus alumnos/as.

Igualmente, el/la maestra puede diferenciar los procedimientos óptimos de solución, de aquellos que los alumnos utilizan y encontrar que a pesar de las respuestas correctas los procedimientos no siempre son adecuados y viceversa. En otras palabras, el análisis provee un diagnóstico sobre el tipo de procedimientos que los alumnos utilizan para resolver la tarea y por lo tanto, sobre la comprensión y el significado que los alumnos tienen sobre el contenido con el cual se trabaja. Por ejemplo, estos niños manejan indistintamente la suma reiterada y la multiplicación, pero ella igualmente reconoce que los alumnos deben manejar procedimientos multiplicativos y cuando puede, se los exige.

La reflexión sobre la estructura del contenido permite al/a la maestro/a entender la complejidad del conocimiento matemático que enseña y hacia donde debe orientar su enseñanza; el análisis sobre las exigencias de solución le permite entender los límites del conocimiento de sus alumnos/as. En general estos alumnos comprenden problemas multiplicativos de este tipo, pero no manejan la multiplicación con decimales.

Finalmente, la descripción y análisis de la tarea y de la producción de los/de las alumnos/as, solamente arroja datos sobre el punto de partida y de llegada del proceso de enseñanza, pero no sobre el camino a seguir. El análisis de tarea da luces sobre el punto de llegada en la medida en que se analiza la estructura del contenido y las exigencias que el mismo crea a quien la soluciona. Igualmente, aporta información sobre el punto de partida porque permite diagnosticar las dificultades y logros de los/las estudiantes. Sin embargo, poco aporta y poco se sabe aún sobre cómo se puede apoyar la transformación de estas dificultades para lograr que cualquiera acceda al conocimiento matemático socialmente convenido, fin último de la enseñanza.

Los criterios que de este análisis deriva, permiten al/a la maestro/a adaptar los contenidos a enseñar pero no a definir las estrategias a implementar para lograr que el conocimiento matemático de sus alumnos se transforme. Solamente la comparación y balance de los procedimientos variados que encuentra le permite intuir el camino a seguir y proponer o adoptar y probar estrategias de enseñanza novedosas que permitan resolver la pregunta pedagógica fundamental: ¿Cómo intervenir para que el/la alumno/a avance en la construcción del conocimiento matemático?

## **Observación y registro**

La observación y el registro constituyen categorías generales para designar métodos que permiten recoger información sobre la actividad que cualquiera realiza<sup>7</sup>; sin embargo, en los contenidos de esta sección, estos términos se utilizan para ejemplificar la observación y el registro que los/as maestros deben hacer de la actividad y las producciones de los alumnos al resolver las tareas, en el aula. La información que la observación y el registro arrojan sirven de poco si no se interpreta. El modelo que el análisis de tareas genera, permite llevar a cabo tal interpretación y son los resultados de la misma, los que orientan las estrategias de enseñanza a seguir. La interpretación de los registros de las observaciones y la manera como se puede usar en la enseñanza, se incluyen en la sección anterior.

### **¿Qué es observar?**

La observación es el método básico para adquirir información, acerca del mundo que nos rodea. La observación no es solamente una de la más sutiles actividades de la vida diaria; es un instrumento para que el maestro logre información objetiva sobre sus alumnos. No importa el lugar donde nos toque trabajar, en la ciudad o en el campo, tendremos que hacer uso de la observación para poder explicarnos los comportamientos diferenciados de los alumnos.

La observación que comúnmente realizamos, nos lleva por dos caminos: el primero, cuando se formulan juicios valorativos que sirven para generalizar y juzgar los comportamientos de los otros y el segundo, cuando hacemos la descripción de los comportamientos, actividades, hechos o situaciones que observamos; este segundo tipo de observación es el que aquí nos interesa.

El/la maestro/a ocupa un lugar privilegiado en relación con la observación de sus alumnos. Puede participar activamente en el grupo que esta observando, puede reducir su participación al mínimo, o puede pasar desapercibido para el grupo.

En general el grado de participación varía según el propósito de la observación. Un/una maestro/a pueden estar en clase tomando nota mientras los alumnos desarrollan una tarea o simplemente pueden pasar de puesto en puesto haciendo preguntas a cada alumno en función de los resultados que va alcanzando para luego consignar las respuestas que le han dado.

Cualquiera que sea el propósito del estudio, el observador se encuentra con cuatro tipos de preguntas:

- ¿Qué debo observar?
- ¿Cómo registrar lo que observo?
- ¿Qué procedimientos debo utilizar para tratar de asegurar la exactitud de la observación?

### ***¿Qué y cómo observar a los alumnos?***

El primer interrogante con que nos encontramos es: ¿Qué debe ser observado?. En el transcurso de una clase de aritmética en un aula, una gran parte de la lección se desvanece. El profesor se halla ocupado en un cierto número de actividades. Cada uno de los 40 alumnos esta haciendo algo ligeramente distinto. Es de suponer que esta realizándose el aprendizaje, pero también tienen lugar movimientos y charlas no relacionadas directamente con el tema de la clase.

Sin embargo, el maestro debe focalizar su atención en el tipo de actividad que los alumnos realizan para resolver el problema, en la manera como resuelven los algoritmos o en las respuestas que dan a sus preguntas.

---

7 Por ejemplo, la observación es el elemento metodológico de los etólogos.

Por ejemplo, recuerdo una clase en la que un maestro había dado a sus alumnos una definición de ángulo. Después, a manera de ejemplo, señaló el ángulo superior del tablero y les preguntó: Esto cómo se llama? Sus alumnos respondieron “la punta” mientras el gritaba “el ángulo”. El maestro no se dio cuenta del desfase existente entre la respuesta que el quería escuchar y la que efectivamente repetían sus alumnos. Por supuesto, si se hubiera percatado de la respuesta, entonces se habría dado cuenta que los alumnos no habían comprendido el concepto de ángulo.

### **La observación en el aula**

Si pretende enseñar matemáticas o cualquier otro contenido, el/la maestro/a debe ser un excelente observador de la actividad de sus alumnos al resolver las tareas. Se preguntarán cómo puede observar un/a maestro/a a sus cuarenta o más alumnos. Seguramente creen que no es posible utilizar la observación sistemática para conocer los logros y dificultades de sus alumnos.

En cada momento el maestro determina a quien va a observar y qué es lo que quiere saber acerca de él o ella. Puede ser, por ejemplo, que el maestro hizo una evaluación de matemática y encontró que quince niños obtuvieron una respuesta errada al restar. El maestro quiere saber como restan estos niños. Empieza a llamar a su pupitre a cada niño y les pide que realicen en el tablero la resta (la misma que realizó “mal en la evaluación”. El maestro registra todo lo que el alumno dice y hace. Es muy seguro que no todos los alumnos procedan de igual forma. A lo mejor tienen distinto tipo de dificultades para llegar a la respuesta correcta. El registro de la manera como ellos resuelven la resta, le facilita una información muy valiosa acerca de cómo restan sus alumnos y que tipo de dificultades tienen. El maestro analiza sus observaciones y toma decisiones al respecto. Puede por ejemplo separar los quince niños en grupos según el tipo de dificultad de cada uno y plantearles distinto tipo de situaciones según el caso. En otro momento, se propone observar 2 o 3 alumnos diariamente. Al finalizar la 5a semana los ha observado a todos y tiene una información valiosísima sobre ellos.

La observación de los alumnos pequeños resulta más complicada que la de los mayores. Los pequeños generalmente manipulan material concreto para resolver las tareas, aunque sean los dedos y los movimientos de la cabeza. Es muy importante que el/la maestro/a observe y registre lo que hacen y dicen mientras la resuelven; por ejemplo, los movimientos de los dedos de los pequeños nos permiten inferir su comprensión del número.

El registro de lo observado se utiliza como una memoria adicional que posteriormente facilita su interpretación. Pero igualmente es necesario reconocer que la interpretación de una situación esta presente en la mente del observador durante el acto de la observación. En otro caso sería imposible percibir las relaciones entre los movimientos, los gestos, las afirmaciones y las condiciones objetivas de la situación.

Existen diferentes versiones del registro. Para realizar un buen registro de lo observado, muchas veces nos ayudamos con cierto tipo de medios, por ejemplo grabadores y en algunas ocasiones filmaciones que nos permiten seguir estrictamente lo que los niños hacen y dicen. Estos medios se utilizan fundamentalmente en las etapas de formación y en estudios sistemáticos que se realicen en el aula de clase.

Las grabaciones y filmaciones constituyen una memoria adicional de la situación observada. Posteriormente si se quiere tener un registro escrito, en el caso de las filmaciones, entonces se transcriben las verbalizaciones y se registran las acciones que los alumnos realicen al resolver la tarea que se observe; cuando se graba, se toman apuntes adicionales del tipo de actividad que los alumnos realizan.

Los formatos utilizados para el registro descriptivo, la descripción de las manipulaciones del material y de la escritura lo llamamos acciones y lo que dice lo llamamos verbalizaciones. Cuando los niños son mayo-

res y ya no utilizan materiales concretos, entonces muchas veces su producción escrita y la manera como la lleva a cabo, por ejemplo, el orden de las operaciones, pueden resultar suficientes.

Existe otro tipo de registro que llamaremos categorial. En rejillas de observación se consignan la actividad que tradicionalmente realizan para resolver una tarea. Si estas categorías se cruzan con el tipo de representación que utiliza: simbolismos convencionales o propios, entonces tenemos una buena descripción del tipo de actividad que el/los alumno/os han realizado, sin embargo, cuando se trata de los procedimientos que utilizan para resolver la tarea, la descripción del mismo es necesario hasta tanto el/la maestro/a no tengan un buen conocimiento de las diferencias que se presentan en los procedimientos que sus alumnos utilizan para resolver cualquier tarea.

La observación detallada permite una atención individual a los estudiantes. Recordemos que el método que proponemos esta centrado en el alumno, en sus logros y dificultades para acceder al conocimiento matemático y no en el contenido como tradicionalmente se ha hecho.

Por supuesto, que en la práctica diaria la observación individualizada de todos y cada uno de los alumnos no es posible. Pero si el/la maestro/a adopta un método sistemático, por ejemplo, cada día observar 3 alumnos al final de 3 semanas ha observado individualmente a sus 40 alumnos.

A continuación presento un modelo muy sencillo que permite registrar la manera como cada alumno procede al resolver cualquier tipo de tarea. La rejilla incluye información sobre el/la alumno/a y la tarea que resuelve y se formula en función de las actividades que realiza: tipo de trabajo que realiza, de material que utiliza, de tarea y de logros que alcanza.

**Ver Rejilla en archivo REJILLAS.PDF**

## **Seguimiento y evaluación**

Como ya se mencionó, para la formación de maestros/as se utiliza una estructura jerarquizada, en la cual, un grupo seleccionado de profesionales y de maestros y maestras de Risaralda realizan el proceso de formación de los/las maestros/as de base. El trabajo de los profesionales del grupo de apoyo y de los/las maestros/as formadores/as se diferencia porque los primeros dirigen el seminario de reflexión para el grupo de formadores y los acompañan y les hacen seguimiento a lo largo del proceso de formación, específicamente en las sesiones dedicadas a aplicar las tareas en el aula. En cambio, los formadores, en algunas sesiones acompañados por algún miembro del grupo de apoyo, desarrollan todo el programa con los maestros de base, o sea, orientan los seminarios talleres, acompañan a los maestros y maestras de base en la aplicación de la tarea en el aula, hacen seguimiento de sus actividades a lo largo del Programa y orientan los seminarios de reflexión.

Para realizar el trabajo de acompañamiento y seguimiento de uno y otro grupo, en las sesiones dedicadas a la aplicación de las tareas en el aula, se diseñaron el conjunto de instrumentos que presentamos en esta sección. Sin embargo, inicialmente quisiera establecer la diferenciación que en el Programa se hace entre acompañamiento y seguimiento. El primero, permite al formador intervenir en el momento en que considere oportuno para servir de modelo al/a la maestro/a sobre la manera más adecuada de trabajar con los alumnos, mostrándole como preguntar<sup>8</sup>, proponiendo variaciones de la tarea que tengan en cuenta sus dificultades, mostrando al alumno su error, solicitándole que piense de que manera puede corregirlo; para suscitar posibles cambios en la práctica del/de la maestro/a. En el acompañamiento el/la formador/a igualmente puede señalar a maestros y maestras algún elemento significativo en la producción de uno o varios alumnos que permite encausar la orientación que le/les puede dar, facilitando la adecuación de las

---

<sup>8</sup> Ver Anexo., el trabajo que un maestro presenta en la sesión final del programa, sobre la importancia de la pregunta en la enseñanza de la matemática.

estrategias de enseñanza a sus dificultades. Por el contrario, el seguimiento permite al formador registrar la sesión de aplicación en el aula con fines de evaluación.

Cualquier persona encargada del proceso de formación - que en términos generales llamo formador - debe registrar la sesión producto de una y otra práctica. El instrumento que permite registrar el acompañamiento es el diario de campo, un registro a posteriori para el cual el formador se vale de su memoria o de cualquier tipo de grabación que haya hecho de la sesión, fílmica o de audio, para consignar los elementos más significativos de la misma.

Para el seguimiento se pueden utilizar dos tipos de registro: un registro descriptivo de lo que sucede en el aula, consignando tanto las preguntas del maestro/a como las respuestas de uno o varios alumnos (ejemplos de este tipo de registro se presentan en este mismo capítulo en la sección de Observación y Registro); o utilizar rejillas de observación, que contenga descriptores precisos sobre lo que ocurre en el aula: modos de presentar la tarea y tipos de interacciones que se generan entre el maestros y los alumnos.

El análisis de uno u otro tipo de registro informa sobre el nivel de desarrollo y de cambio que el/la maestro/a ha alcanzado en su práctica, sin embargo, el primero permite al formador registrar más información sobre la dificultad de los alumnos y la manera como el/la maestro/a la entiende y maneja y en consecuencia, evaluar el carácter de la intervención que realiza. (Ver en las páginas siguientes los instrumentos correspondientes: Observador de la aplicación de la tarea en el aula y Observador de la interacción en el aula)

Para la elaboración del instrumento que permite hacer seguimiento a la aplicación de la tarea a un grupo o a todos los alumnos, en el aula, se distingue el tipo de contenido al cual esta referida la tarea: situación problema, conceptos o manejo de algoritmos. En relación con la manera de presentar la tareas, se utilizan criterios relativos a:

- el medio que el maestro/a utiliza: textos, tablero y oralmente
- el tipo de intervención que realiza, algunas tradicionales como: volver a leer el problema, narrarlo, plantear situaciones nuevas o ejercicios complementarios y dejar tareas para la casa
- tipo de ayudas que utiliza: audiovisuales o materiales concretos
- actividades no tradicionales que realiza una vez presenta la tarea: tipo de registro que utiliza, como interpreta las respuestas de los alumnos y las modalidades de intervención que adopta.

Todos los instrumentos permiten especificar el nombre del maestro/a, la escuela en la cual trabaja, la fecha de la sesión y una breve descripción de la tarea propuesta. Igualmente, todos incluyen una columna para consignar, de manera descriptiva, observaciones aclaratorias de la casilla marcada.

Igualmente diseñamos otra rejilla de observación que permite hacer seguimiento al tipo de interacción que el/la maestra realiza con sus alumnos. La rejilla permite especificar:

- El tipo de contenido al que esta referida la tarea
- Tipos de actividades que realiza para presentarla: lee el problema o pide que el alumno lo lea y señala los términos del mismo, lo repite, pregunta a los alumnos que deben hacer para resolverlo o por las operaciones a utilizar
- Exigencias que plantea a los alumnos para la solución de la tarea. Por ejemplo, en los casos de solución de problemas les exige utilizar el esquema pregunta – respuesta – explicación.
- Actividades generales que lleva a cabo en el aula: corrige el trabajo de los alumnos y modera discusiones del grupo.
- Aplicación de estrategias que permiten centrar la enseñanza en el alumno y asumir los principios del constructivismo al realizar actividades tales como: tener en cuenta las ideas de los alumnos, permitirles utilizar sus propios procedimientos y confrontándolos con sus errores; adaptar las estrategias de enseñanza a la manera como los alumnos resuelven las tareas, llevarlo a reflexionar

sobre la actividad que realiza y apoyándolo para que establezca relaciones entre conceptos y operaciones.

Si después de hacer seguimiento, el/la formador/a encuentra que el/la maestro/a trabaja algoritmos y utiliza modalidades de aplicación de la tarea y de interacción con sus alumnos que se marcan mayoritariamente con “si” en la primera página de las dos rejillas; entonces, puede concluir que ese maestro no ha entendido la metodología que se le propone. Por el contrario, si el/la formador/a evalúa que el/la maestro/a observado/a obtiene una mayoría de “si” en la segunda página de las dos rejillas, entonces puede concluir que el/la maestro/a se ha apropiado del método propuesto. Por supuesto existen muchas situaciones intermedias.

### ***Rejillas de seguimiento***

Otros instrumentos de formación, que los formadores utilizan para trabajar con los maestros, son la rejilla de seguimiento que permite evaluar la manera como ellos/as planean y analizan la tarea y el formato de evaluación de maestros y maestras a través del proceso de formación.

Los criterios utilizados para el diseño de la rejilla que permite hacer seguimiento al análisis de tareas que el maestro efectúa, corresponden con los pasos del análisis. El observador debe marcar si el/la maestro/a observado los asume y consignar cómo los realiza en los espacios reservados a las observaciones.

El formato de evaluación final del maestro lo llenan cada uno de los profesionales que han hecho seguimiento a su trabajo a lo largo de toda la fase de intervención. En el formato se consigna una explicación de los criterios utilizados para su diseño y sus correspondientes indicadores, a saber: asistencia, participación y compromiso. La evaluación de los indicadores del cumplimiento de cada maestro con las exigencias del Programa se expresan como: siempre, algunas veces y nunca. Si un maestro obtiene más de 5 nunca, su cumplimiento con el programa se considera insuficiente. El cumplimiento se considera bueno cuando obtiene 5 puntos en algunas veces y excelente cuando obtiene entre 4 y 5 puntos en siempre.

**Ver Rejilla en archivo REJILLAS.PDF**

### **Bibliografía**

BERH, M. J., HAREL, G., POST, T., LESH, R. (1992) Units of quantity: A conceptual basis common to additive and multiplicative structures. In G. Harel, J. Confrey *The Development of Multiplicative Reasoning in the Learning of Mathematics*. Albany: State University of New York Press. La traducción de este texto se incluye como anexo a este informe.

PASCUAL-LEONE, J., JOHNSON, J. (1991) The Psychological Unit and its Role in Task Analysis: A reinterpretation of Object Permanence. In Chandler, M. & Chapman, M. (Eds.) *Criteria for Competence: Controversies in the Conceptualization and Assessment of Children's Abilities*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, 151-187.

VERGNAUD, G. (1983) Multiplicative structures. In R. Lesh and M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics: Concepts and Processes*. New York: Academic Press, 128-174.

---

i[i] M: Lea el problema

Rubén: (En voz alta) Mi tía compra una tela a \$7.500 el metro; para hacerse un vestido necesita 3.50 mts de tela. Cuanto debe pagar?

M: Que debes hacer?

R: Yo creo que una suma.

M: Porque dices que una suma?

R: Porque me están preguntando cuando debo pagar

---

M: Y que vas a sumar?  
R: Estos dos números (señala 7.500 y 3.50)  
M: Y 7.500 que son?  
R: Pues plata  
M: Y los 3.50 que son?  
R: Tela  
M: Y tu puedes sumar plata y tela?  
R: No  
M: Entonces que debes hacer?  
R: Puedo leer el problema otra vez? (Lee de nuevo el problema en silencio) Debo hacer una resta  
M: Porque una resta?  
R: Ah, no profe; para yo saber cuánta plata debo pagar entonces tengo que hacer una suma.  
M: Y que vas a sumar?  
R: Pues como la tela son 3.50 mts y cada metro vale \$7.500 entonces sumo tres veces \$7.500 (escribe en forma vertical 7.500 mas 7.500 mas 7.500 y escribe como resultado 22.500).  
M: Pero esa operación para que no me salga tan larga la puedo reemplazar por otra?  
R: (Pausa), ya se, por una multiplicación  
M: Y como lo harías?  
R: Pues, 7.500 por tres  
M: Y cuánto te da?  
R: Me da 22.500  
M: Pero eso es de 3 metros nada mas, como harías para saber cuánto valen los 50 centímetros?  
R: Debo dividir lo que vale 1 metro en 2  
M: Y por que en 2?  
R: Por que 50 cms y 50cms hacen 1 metro.  
M: Listo, haz la operación  
R: (Divide 7.500 entre 2 y escribe como resultado 3750), Sumo lo que me dio de los tres metros que fue 22.500 y los 3.750 de los 50 cms (escribe 22.500 y debajo 3.750, el resultado que obtiene es 26.250).  
M: Que entiende de la tarea?  
Fernando: Que la señora necesita 3,50 metros para hacerse el vestido (pausa), profe hay que hacer una división?  
M: Porque duda y pregunta si es o no una división?  
F: Porque entiendo que es una división (divide 7.500 entre 3,50), ya me dio, me dio 19 metros. Después de una pausa dice "yo hago una multiplicación".  
M: Porque va hacer una multiplicación?  
F: Para comparar el resultado de la división y la multiplicación, (realiza la multiplicación), dice: "debe pagar 2625.000"  
M: Esa será la respuesta de la tarea?  
F: Sí  
M: Ud. Dijo que luego había que comparar, que está comparando?  
F: El resultado de la multiplicación con la división.  
M: Que resultado obtuvo?  
F: Que la señora necesita 3,50 metros de tela y la tarea nos pregunta cuánto debe pagar y son 2'625.000; entonces acá (señala la división), no puede pagar 19, entonces yo hice la multiplicación.  
M: (Le formula, de forma oral, un problema con kilos de carne pero con las mismas cifras para que el alumno entienda el problema inicial), ahora como resolvería la tarea?  
F: Con una multiplicación  
M: Resuélvala y deme la respuesta  
F: (Realiza una suma), vale 26.250 pesos.  
M: La tarea se resuelve con una suma o con una multiplicación?  
F: Con cualquiera da lo mismo.  
L: Luisa

---

La profesora le entrega el ejercicio escrito en un papel. La alumna lee el problema en silencio por largo rato.

M: Que piensa del ejercicio?

L: Tengo que multiplicar un metro por 7.500, (escribe  $7.500 \times 1$ , obtiene como resultado 7.500).

M: Ud. Cree que el ejercicio está bien hecho?.

L: (pausa), está malo (pausa), tengo que restar estas dos cantidades \$7.500 menos 3,5; esto me da 7.565. Tengo que pagar lo que me dio la resta.

M: Porque hizo una resta?.

L: (Pausa, lee y después de un rato prosigue), La tía tiene que dar \$7.500 por el metro, tiene que comprar mas tela para poder hacer el vestido, (pausa), tengo que hacer una multiplicación.

M: Porque una multiplicación?

L: Por que los números de abajo tengo que multiplicarlos por los de arriba, me tiene que dar mas del resultado de la resta.

M: Realiza la operación.

L: (Escribe 7.500 por 3,5; obtiene como resultado 26.250,0)

M: Cuál es la respuesta del problema? L: Mi tía para comprar 3 metros y medio de tela para hacerse el vestido necesita \$26.250.