

Los procesos “científicos” en los niños: una perspectiva pedagógica

Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México) Vol. XXI, No. 3, pp. 85-99

Angel D. López y Mota

Universidad Pedagógica Nacional

INTRODUCCIÓN

Vale la pena empezar este trabajo con una aclaración. Si bien está centrado en una discusión acerca de los “procesos científicos” en el contexto de la educación básica en un marco internacional, y en gran parte anglosajón, esto no le resta importancia en cuanto a su pertinencia a nivel nacional. El CONALTE (1991a, 1991b) ha resaltado recientemente la importancia de ciertos aprendizajes al considerarlos prioritarios: “aquellos que ponen al educando en situación de desarrollar su capacidad creativa, su competitividad, el dominio de lenguajes y *el dominio de metodologías de la ciencia y la tecnología*” (subrayado mío). Dichos aprendizajes quedan plasmados en los perfiles de desempeño manejados por el CONALTE que permiten, entre otras cosas, “articular y graduar progresivamente los desempeños para la educación preescolar, primaria y secundaria” (CONALTE, 1991a). Finalmente, dicho organismo considera los perfiles de desempeño como guías y parámetros de la evaluación, para poder dar cuenta de “los aprendizajes alcanzados por grados y los terminales a nivel nacional cuantificados con criterios estandarizados” (*Ibid.*). Por lo tanto, quisiéramos que se realizara la lectura de este trabajo en este contexto nacional.

Algunos de los señalamientos más comunes en la literatura referente a los procesos científicos fomentados en las escuelas de educación básica, es la falta de un marco de referencia claro para las actividades prácticas en ciencia (Doran, 1978; Hellingman, 1982; Bryce y Robertson, 1985) y la variedad de formas en que se definen los mencionados procesos (Donnelly y Gott, 1985; Millar y Driver, 1987; Jenkins, 1989; Fairbrother, 1989). En su conceptualización, tal variedad puede explicarse, al menos parcialmente, por la falta de claridad con relación a tres diferentes niveles de análisis en

los que pueden considerarse los procesos científicos, los procesos en ciencia, las habilidades científicas o los procesos investigativos. Estos pueden ser abordados desde una perspectiva filosófica, psicológica o pedagógica. La que nos interesa en este caso es la pedagógica. Esto no quiere decir que el nivel pedagógico no se traslape algunas veces con los otros dos, sino que posee una especificidad propia que lo diferencia de los demás. Los procesos científicos son considerados aquí como constructos pedagógicos que ayudan a describir, categorizar y calificar el desempeño de los alumnos en ciertas actividades “científicas” propiciadoras de algunos procesos utilizados en la ciencia. Esperamos que al explicitar nuestra concepción de los procesos científicos, ésta pueda ayudar a clarificar los mencionados problemas y dé pie a una mejor comprensión de ellos.

I. REVISIÓN SELECTA

Desde hace ya bastante tiempo (Finley 1983 y Jenkins 1989) la enseñanza y el aprendizaje de aquellos procesos utilizados por los profesionales de la ciencia, han sido uno de los mayores objetivos perseguidos en la enseñanza de las ciencias en la educación básica. Dos fuerzas, los proyectos de desarrollo curricular y los esquemas de evaluación, han estado detrás de dichos propósitos; ambos guiados por objetivos educativos que intentan introducir cierta racionalidad en la enseñanza, aunque en algunos casos suceda lo contrario debido a su cantidad y diversidad.

Nosotros consideramos que siempre están presentes cuatro elementos, explícita o implícitamente, en todo proyecto de desarrollo curricular, esquema de evaluación y construcción de tests escolares:

- 1) una fuente de la cual se extraen procesos o habilidades científicas,
- 2) un conjunto de procesos “científicos” que pueden ser considerados como objetivos educativos,
- 3) el desempeño o rendimiento de los alumnos en dicho conjunto y su consecuente evaluación,
- 4) una práctica pedagógica —en la forma de tareas o actividades de clase— que intenta promover los tan deseados objetivos educativos.

En el pasado se han elaborado diferentes listas de los procesos científicos y no siempre se ha establecido explícitamente su fuente de inspiración (Nuffield Junior Science Project; Science 5-13); ante las cuales se ha adoptado una posición pragmática (Assessment Performance Unit (APU) (DES/APU, 1987, 1988); a menudo han sido identificadas (por Finley, 1983; Millar y Driver, 1987) como derivadas de posiciones empírico-inductivistas (Science —A process approach (SAPA) (AAAS, 1967 y sus seguidores: Walbesser y Carter, 1970; McLeod *et al.*, 1975; Shaw, 1983), y en las cuales a

veces se ha mencionado abiertamente su fuente (en este caso piagetiana: Shayer y Adey, 1983; Tobin, 1984; Garnett *et al.*, 1985; Yeany *et al.*, 1986, y Adey y Harlen, 1986).

Tales listas incluyen aproximaciones que están muy poco delimitadas o que poseen una visión "naturalística" de la indagación en ciencia, como en el caso de Nuffield Junior Science Project (1970), en el cual se pueden encontrar procesos tales como aislar una variable, planear un experimento, observar críticamente, discutir, representar ideas y comunicar. No muy distante de esta lista se encuentra la propuesta por Science 5-13 (Schools Council, 1972), muy similar a la anterior (observar, comunicar y formular preguntas y diseñar experimentos o investigaciones para contestarlas), y que en ocasiones introduce un mayor detalle mediante el establecimiento de jerarquías derivadas de procesos más amplios (habilidad para hacer comparaciones en términos de una variable, apreciar la necesidad de controlar variables y utilizar dicho control en investigaciones, habilidad para diseñar experimentos con controles efectivos para probar hipótesis, son procesos derivados de formular preguntas) o bien incorpora procesos diferentes a los ya mencionados (reconocer patrones de comportamiento y relaciones e interpretar críticamente). Es muy conocido el conjunto de procesos utilizados por SAPA que comprende los llamados básicos (observar, clasificar, medir, inferir y predecir) que son considerados como condicionales para dominar los llamados integrados (realizar definiciones operacionales, controlar variables, formular hipótesis verificables, llevar al cabo experimentos, e interpretar datos procedentes de experimentos) (Gagné, 1965). Es interesante notar que no aparecen en la lista de SAPA procesos como comunicar y discutir; ésta fue calificada anteriormente como empírico-inductivista. Más recientes son los procesos buscados por la APU, algunos de los cuales presentan cierto parecido con algunos de los ya mencionados (uso de aparatos e instrumentos de medición, observación, interpretación y aplicación y planeación de investigaciones), y otros que son totalmente distintos (uso de representaciones gráficas y simbólicas y realizar investigaciones) (DES/APU, 1988); siendo este último en realidad un grupo de procesos diferentes (aproximación general, control de variables, operacionalización de la variable dependiente, medición de la variable dependiente, naturaleza del resultado y registro del resultado). La posición adoptada por aquellos que han seguido las huellas piagetianas es totalmente distinta.

Esta propuesta pretende determinar las habilidades de razonamiento formal en los niños (Tobin, 1984; Garnett *et al.*, 1985; Yeany *et al.*, 1986 y Adey y Harlen, 1986). Entre las habilidades más comunes en esta dirección podemos mencionar: identificar y controlar variables y los razonamientos de carácter probabilístico, correlacional, proporcional y combinatorio, aunque algunos investigadores (Shayer y Adey, 1983) incluyen procesos

diferentes inspirados en la misma tradición piagetiana. No muy lejanos a algunos de los ya mencionados (observar, interpretar, hipotetizar, formular preguntas, registrar y comunicar y medir, así como uno nuevo denominado reflexionar críticamente), también han sido utilizados en actividades prácticas por el Science Processes and Concept Exploration Project (SPACE) (Russel y Harlen, 1990).

Se ha medido el rendimiento en estos procesos con diferentes propósitos; en el caso de Science 5-13 y SAPA, se realizaron intentos por evaluar los materiales producidos en dichos proyectos curriculares (Harlen, 1975 y American Association for Advancement of Science (AAAS), 1968) mediante la construcción de instrumentos que les permitieran detectar en qué medida se alcanzaron los objetivos educativos o los procesos científicos. Algunos investigadores (Walbesser y Carter, 1970; McLeod *et al.*, 1975; Shaw, 1983), dentro de la tradición de SAPA, fueron alentados a desarrollar tests para evaluar procesos científicos en los niños, debido a que dicha disponibilidad iba retrasada con respecto al desarrollo curricular basado en tales procesos. Los esquemas de evaluación como el del APU intentaron monitorear los niveles de desempeño en niños y jóvenes de la Gran Bretaña, mediante cuestionarios y actividades a nivel nacional.

Algunos investigadores dentro de la tradición piagetiana trataron de evaluar el rendimiento de los alumnos en el razonamiento formal para modificar los objetivos, los contenidos y los métodos de enseñanza de acuerdo con los niveles de razonamiento disponibles por los estudiantes (Garnett *et al.*, 1985). Otro propósito dentro de la misma tradición ha sido el de determinar si las habilidades de razonamiento formal se relacionan con los procesos científicos utilizados por SAPA y si lo hacen en una relación jerárquica (Padilla *et al.*, 1983; Yeany *et al.*, 1986; Adey y Harlen, 1986).

En el pasado se enfatizó la práctica pedagógica mediante tareas o actividades de clase que intentaban promover ciertos objetivos educativos plasmados en diseños curriculares; Science 5-13 y SAPA, entre otros, han diseñado y construido materiales de enseñanza con dicho propósito. Pero las relaciones entre la práctica pedagógica, los objetivos educativos (procesos científicos) y los esquemas de evaluación de tales objetivos, han sido de alguna manera problemáticas. No ha habido una total coherencia entre ellos: mientras las actividades de clase pueden requerir usualmente que se realicen algunas actividades prácticas, los esquemas de evaluación han sido instrumentados mediante pruebas de papel y lápiz utilizando un formato de opción múltiple, y con objetivos educativos frecuentemente obtenidos de una fuente ajena a la práctica pedagógica misma. Esto ha provocado que uno de ambos elementos, los objetivos educativos (de carácter organizativo) o la evaluación (frecuentemente un elemento administrativo: acreditación), haya tenido un rol prioritario, a pesar de que la práctica pedagógica es el mayor motivo de preocupación

para mejorar el aprendizaje (como es el caso de los proyectos de desarrollo curricular). Aunque, por un lado, los objetivos educativos han intentado introducir cierta racionalidad en los sistemas educativos y han ayudado en algunos casos a guiar la práctica del maestro y, por el otro, se ha obtenido alguna información diagnóstica mediante los esquemas de evaluación, *ambos han desplazado de alguna manera la práctica pedagógica como el principal motivo de atención*. Esto ha sido reconocido recientemente por Paul Black (1990) cuando dice que fue importante fundar los trabajos del APU en el conocimiento de lo que sucede en el salón de clases. Este comentario sugiere una restitución del rol prioritario que debiera tener la práctica pedagógica y, por supuesto, el de las actividades de aprendizaje utilizadas en la escuela.

Con el objeto de exponer y precisar la naturaleza de las relaciones entre los cuatro elementos identificados al principio de este trabajo, en la siguiente sección se usarán dos modelos o instrumentos analíticos.

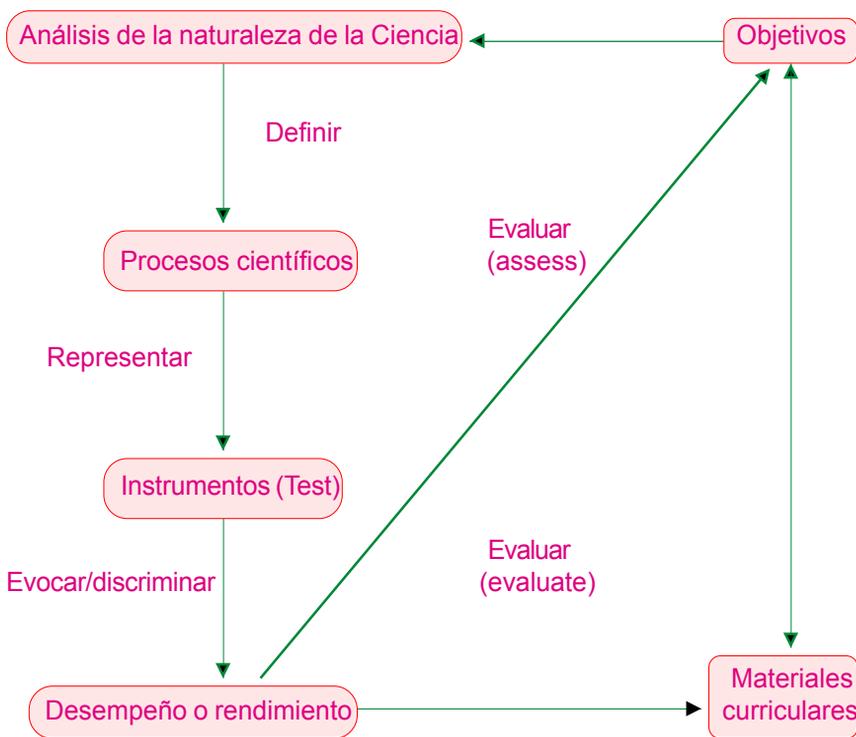
II. DOS MODELOS

Consideremos que los cuatro elementos ya mencionados constituyen el marco de referencia que vamos a proponer aquí, el cual intenta integrar los objetivos educativos, la práctica pedagógica y la evaluación, *anclados en la práctica pedagógica*. Los procesos científicos pueden ser vistos como aquellas metas que la educación básica intenta promover por medio de actividades prácticas en el salón de clases, y como sujetos de evaluación o “medición”. La característica principal del marco de referencia es la posición crítica relativa a las interrelaciones entre los constituyentes. Para resaltar mejor los problemas encontrados en el campo de estudio y la posición adoptada en nuestro marco de referencia, se ha elaborado un modelo extremo y quizás poco realista que se describe en el siguiente párrafo.

Una manera de relacionar los elementos constituyentes es mediante la definición de determinados objetivos educativos que corresponden a algunos procesos o habilidades científicas (desde cualquier fuente que uno quiera utilizar para extraerlos), la representación de dichos procesos en un instrumento adecuado (comúnmente mediante tests de lápiz y papel con un formato de opción múltiple), su evocación (“elicit” en inglés) en forma válida (validez aparente juzgada por expertos) y su evocación confiable (estudio correlacional), “midiendo” como consecuencia la medida en la que el alumno exhibe o no los pretendidos procesos o habilidades, como parte de la evaluación de los materiales curriculares o de los objetivos perseguidos con tales tareas o actividades. Una representación gráfica de tal modelo, llamado *test independiente de la tarea o actividad*, se encuentra en la Figura 1.

En este modelo el énfasis se pone en los objetivos educativos y en la intención de evaluar a los estudiantes o los materiales curriculares, dejando la práctica pedagógica (representada, en una parte muy importante, por los materiales curriculares mismos, los cuales inspiran la actividad del maestro en las aulas) sin un papel relevante en el delineamiento de las relaciones entre los constituyentes; la pretendida racionalidad (principalmente organizativa y administrativa) para el proceso educativo se origina en el establecimiento de objetivos y en su evaluación, pero no en la práctica pedagógica misma; *práctica en la que los objetivos toman realidad y se vuelven alcanzables*.

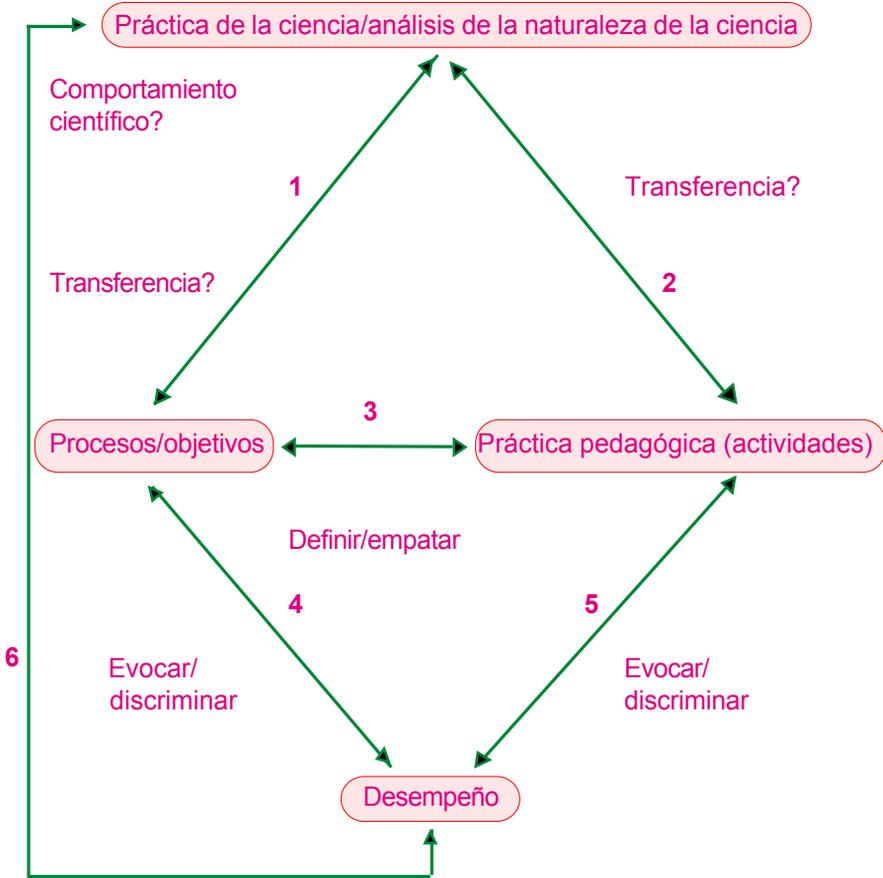
Este modelo representa como una secuencia lógica la derivación de los objetivos de enseñanza de alguna fuente que define la naturaleza de los procesos científicos, por medio de un instrumento que evoca ("elicit") tales comportamientos o habilidades y "mide" el desempeño de los niños. Este es precisamente el problema principal: que se toma como dada la relación entre los constituyentes, esto es, no se considera como problemática aunque puede serlo. Hay, por ejemplo, diferentes análisis de la naturaleza de la ciencia, los cuales han sido tomados como punto de partida para definir y establecer procesos científicos como objetivos educativos. Puede haber diferencias acerca de la naturaleza básica del instrumento (tests de lápiz y papel vs actividades prácticas; formatos de opción múltiple vs preguntas abiertas). Hay también diferencias en la perspectiva adoptada al juzgar el desempeño de los alumnos (tener o no una determinada habilidad definida *a priori* vs mostrar su propia manera de razonar). Dada la unidireccionalidad del modelo, estos temas requieren un tratamiento y una solución secuencial, por lo que se debe resolver uno antes de abordar el siguiente. Adicionalmente, el modelo no tiene manera de empezar por actividades pedagógicas deseables, aceptables e interesantes, como pueden existir en un salón de clases. No permite derivar una racionalidad para la práctica escolar existente.

Figura 1: Modelo de test independiente de la tarea o actividad

Si uno hace un análisis crítico de las relaciones entre los elementos en cuestión poniendo el énfasis en la práctica pedagógica y no en los objetivos o en la evaluación, es posible obtener un modelo como el representado en la Figura 2. Este modelo, llamado *interrelacionado*, nos permite poner bajo escrutinio los principales supuestos cuando se trata de seleccionar, definir, evocar y “medir” o evaluar (“assess”, “evaluate”) los procesos científicos entendidos como objetivos educativos, los cuales toman cuerpo en la práctica pedagógica.

El modelo de la Figura 2 muestra, esencialmente, los mismos elementos que aquellos desplegados en el modelo de test independiente de la tarea o actividad pedagógica, además de las mutuas interacciones entre ellos, *la incorporación de la práctica científica como fuente de referencia y el establecimiento de tareas en el contexto de la práctica pedagógica.*

Figura 2: Modelo interrelacionado



Para su análisis, la elaboración de este punto de vista puede dividirse en dos áreas principales, una teórica y otra empírica. La teórica incluye las relaciones de la filosofía y la práctica de la ciencia con los procesos ("científicos") y con la elección de tareas o actividades pedagógicas.

La empírica concierne a las relaciones entre los procesos científicos y a las tareas o actividades pedagógicas, a las relaciones de ambos con el desempeño real y no supuesto de los alumnos, y a la relación del rendimiento de los estudiantes con la práctica científica. Las tareas ofrecidas a los niños deben estar justificadas desde ambos puntos de vista. Utilizando la principal característica del modelo, el ser orgánico, pueden identificarse los principales problemas en relación con los aspectos teóricos de los procesos científicos en el contexto escolar; considerando así únicamente las relaciones 1 y 2 del modelo interrelacionado, y dejando para una ocasión posterior el análisis de las otras cuatro, es decir los aspectos empíricos.

III. PROBLEMAS DE LA TRANSFERENCIA DE LOS PROCESOS Y TAREAS CIENTÍFICAS AL ÁMBITO ESCOLAR

El modelo interrelacionado toma como problemáticas la transferencia de la naturaleza y la práctica de la ciencia a los procesos “científicos” definidos como objetivos educativos y de aprendizaje, así como la transferencia de dichos ámbitos de la ciencia a tareas o actividades “científicas” que pueden desarrollarse en el salón de clases.

A. Relativos a los procesos (relación 1, Figura 2)

Si se acepta que es deseable promover el involucramiento de niños y jóvenes en actividades “científicas” (algo que parece ser el caso desde que por primera vez aparecieron los proyectos “Science-A Process Approach” en EUA y “Nuffield” en la Gran Bretaña), particularmente aquellas que conciernen al método (o más bien dicho a los métodos de la ciencia), hay que enfrentar dos problemas. La cuestión de si la ciencia puede ser caracterizada por sus métodos, y el problema de decidir qué análisis de la ciencia se utiliza para derivar procesos científicos al contexto educativo.

La cuestión de si la ciencia puede ser caracterizada por sus métodos (y si ellos aseguran un conocimiento verdadero) está más allá del alcance del presente trabajo. Para nuestros propósitos, la cuestión de qué tan válido es representar la actividad científica mediante los procesos científicos en el salón de clases, es una pregunta más apropiada. Los procesos científicos en la escuela pueden considerarse como elementos de aprender a averiguar, pero esta línea de desarrollo sólo es una entre otras como lo indica Jon Ogborn (1988): cómo son las cosas o de qué están hechas, cómo es que las cosas funcionan, qué es lo que ellas significan y qué podemos hacer con ellas.

Si se supone que los procesos científicos pueden, en cierta medida, representar válidamente la actividad científica en el salón de clases aparecen dos problemas:

- a) suponer que es posible una simple y directa transferencia de una reconstrucción lógica de la actividad científica (ya sea desde el contexto del descubrimiento o de la justificación en la filosofía de la ciencia (Ziman, 1984)) hacia la práctica educativa en el salón de clases.
- b) la pertinencia de que los procesos científicos puedan ser identificados principalmente, como a menudo ha sucedido, desde una sola visión de la ciencia; es decir desde la tradición empírico-inductivista.

El primer problema reside en la suposición de que lo que es válido en un contexto (filosofía de la ciencia) es necesariamente válido en uno diferente (actividades científicas en las aulas). Esto es, que la práctica y las

justificaciones utilizadas por los profesionales de la ciencia tienen la misma naturaleza que las actividades científicas desarrolladas por los niños en el salón de clases; descuidando sus diferencias en naturaleza, propósito y restricciones: Martinand (1983, 1986) hace explícita la diferencia entre tales contextos mediante el uso del término práctica de referencia para referirse a un contexto (el de la práctica de los científicos profesionales) diferente al de la práctica educativa.

Si se acepta la diferencia entre ambas prácticas o contextos, los procesos científicos no pueden solamente ser transferidos de una a otra. Lo que involucra esta transferencia es lo que Chevillard (1985) ha llamado transposición didáctica. Esta transposición implica que la práctica original sufrirá un proceso de descontextualización —porque cambia de contexto— y un proceso de recontextualización —debido a su adaptación a uno nuevo—, si se desea realizar una transferencia apropiada. Puede ser que ambas prácticas sean hasta cierto punto similares, pero analíticamente son cualitativamente diferentes. Es obvio que aún queda por decidir sobre qué actuará la transposición didáctica (cuáles son los procesos científicos apropiados para niños y jóvenes), y el de encontrar empíricamente qué tan efectivos y apropiados son dichos procesos científicos en diferentes edades de los alumnos.

El segundo problema, el de si la tradición empírico-inductivista debiera de ser la principal fuente de ideas acerca de los posibles procesos científicos en el contexto educativo, nos lleva a considerar que al menos dos tradiciones más debieran ser reconocidas: la racionalista y la social-constructivista. Una tradición más racionalista pudiera quizás enfatizar procesos tales como el cambio conceptual, (Carey, 1985), y una tradición social-constructivista debiera ofrecer procesos tales como “intercambio de información” (implicado en la interacción discursiva en la construcción del conocimiento de Knorr-Cetina, 1981), en el “control de calidad” en la ciencia de Ravetz, 1971, y en “negociando el conocimiento” de Millar, 1987. Es evidente que los procesos o patrones de razonamiento (conservación, razonamiento proporcional, razonamiento combinatorio, etc.) identificados dentro de la tradición piagetiana no pueden dejarse de lado como fuente alternativa de procesos, dadas las diferencias mostradas por la epistemología genética con otras tradiciones. Estos pocos ejemplos muestran claramente que la fuente para derivar procesos científicos no está limitada a una sola tradición, y que parece no haber razones *a priori* de que ellas no debieran mezclarse en un mismo modelo en el contexto educativo. Aún más, también se puede admitir que procesos científicos válidos pueden encontrarse en la práctica pedagógica misma (como el de búsqueda, el cual describe la medida en la que el alumno indaga en una investigación o como el de realizar anotaciones espontáneamente (López, 1991)), y no en la ciencia.

B. Relativos a las tareas o actividades evocadoras (relación 2, figura 2)

En el modelo del test independiente de la tarea o actividad, el test o instrumento evocador básicamente deriva su naturaleza de su intención de evaluar el desempeño de los alumnos de una manera económica (en tiempo y recursos materiales), para detectar si existe evidencia de que los estudiantes utilizan o no ciertos procesos científicos ya predeterminados (definidos *a priori*). Si se toma como problemática la naturaleza de la tarea o actividad, esto permite la posibilidad de dirigirse hacia valiosas prácticas escolares como fuente de tareas o actividades. Hacer esto supondría apoyarse en criterios pedagógicos; es decir, lo que sería apropiado pedir a los alumnos como tareas a realizar. Desde luego este criterio no debiera ser el único: la cuestión del modelo interrelacionado es exactamente que tal posibilidad exista, pero también que las actividades diseñadas de este modo puedan verse con relación a un análisis de la ciencia y su práctica con relación a posibles procesos científicos. La ventaja, ahora, es que los temas permiten sugerir procesos o seleccionar aspectos de la ciencia a ser incorporados en ellas. Más aún, como en el caso de los procesos científicos, hay diversas maneras de interpretar la esencia de la empresa científica, las cuales pueden procurar distintas inspiraciones para construir tareas o actividades pedagógicas tales como descubrir las leyes de la naturaleza, como una reconstrucción histórica del conocimiento, como un proceso de indagación o como una actividad de solución de problemas.

El énfasis en la práctica pedagógica —en vez de en la evaluación— nos enfrenta con un problema. En el modelo de test independiente de la tarea requerimos de un instrumento que posea unas características psicométricas adecuadas antes de considerarlo funcional. En el modelo interrelacionado, las propiedades estadísticas derivadas de las tareas son sólo uno de los tipos de evidencia requeridos para realizar una discusión crítica del significado y del valor de los procesos que reflejan la indagación científica tal y como están plasmadas en las tareas o actividades escolares y que poseen alguna validez pedagógica.

Otro problema radica en que una tarea o actividad de clase escogida como pedagógicamente válida para los alumnos, no está necesariamente bien adaptada para generar cortes claros en el desempeño de los estudiantes en todos los procesos científicos (como debiera suceder con los test tradicionales) que deseamos investigar en niños y jóvenes (López, 1991).

Como una consecuencia de este cambio de énfasis, de la evaluación a la práctica pedagógica, se podría esperar que la evaluación sumativa fuera más coherente con la manera como los niños trabajan en el salón de clases; más válida al utilizar actividades pedagógicas (sencillas investigaciones prácticas) como medios de realizar la evaluación (como aquellas —Standard Assessment Tasks— desarrolladas por el Task Group on Assessment and Testing

(DES/TGAT, 1987)) que permitiera a los maestros disponer de la información diagnóstica para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

IV. CONCLUSIONES

Nos parece que hasta ahora los intentos por dar cierta racionalidad a la práctica pedagógica han sido impuestos desde afuera: los diseños curriculares al estilo bloomiano, la mayoría de los proyectos de desarrollo curricular y los esquemas sumativos de evaluación. Es posible que en todos ellos el motivo de preocupación haya sido el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, pero también es posible que en realidad hayan tenido más impacto como acciones de carácter organizativo y administrativo, que como intentos mejoradores de la práctica pedagógica misma. Los objetivos educativos han sido importados desde fuera y la evaluación sumativa ha sido sobreemfatizada; dichos objetivos no han emergido de una práctica pedagógica inteligente, ésta ha sido pasada por alto.

Recientemente se han realizado intentos (como los proyectos APU, SPACE y STAR) por empezar con actividades semejantes a las del salón de clases que evocan ciertos objetivos educativos y que muestran algunas características evaluativas como validez y cierto grado de confiabilidad. Dichos intentos parecen revalorizar la práctica pedagógica y hacen posible definir objetivos educativos que reflejan más nítidamente las restricciones y necesidades de las condiciones del salón de clases y permiten instrumentar esquemas de evaluación que intentan dar información más útil a los maestros. Establecer objetivos que correspondan a la naturaleza del desempeño de los alumnos, designar e instrumentar actividades de clase que evocan tales objetivos, y construir instrumentos de evaluación que compartan características similares a las mostradas por las actividades pedagógicas, permiten la oportunidad de integrar orgánicamente objetivos educacionales, práctica pedagógica y esquemas de evaluación; aunque por todas las consideraciones realizadas, el otorgar un papel primordial a la práctica pedagógica no hace las cosas más sencilla, como podrá verse cuando se analicen los aspectos empíricos en una ocasión posterior. La cuestión de definir y evocar procesos científicos mediante actividades que se puedan utilizar en el salón de clases es una cuestión empírica que requiere una buena dosis de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEY, P. y W. Harlen. "A Piagetian analysis of process skill test items", en *Jour. of Res. in Sc. Teach.*, Vol. 23, No. 8, 1986, pp. 707-726.

AMERICAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Science- a Process Approach, part six* (4th experim. ed.), Washington, D.C. AAAS Miscellaneous Publication, 1967, pp. 67-11.

_____. *Science- a Process Approach. An Evaluation Model and its application.* (Second report), AAAS Miscellaneous Publication, 1968, pp. 68-4.

BLACK, P. "APU Science - the past and the future", en *School Science Review*, Vol. 72, No. 258, Septiembre, 1990.

BRYCE T. y Robertson, I. "What can they do? A review of practical assessment in science", en *Studies in Science Education*, Vol. 12, 1985, pp. 1-24.

CAREY, S. *Conceptual change in childhood*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1985.

CHEVELLARD, Y. *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée Sauvage, Editions Juin, 1985.

CONALTE. *Perfiles de desempeño para preescolar, primaria y secundaria.* México, CONALTE, 1991a.

_____. *Hacia un nuevo modelo educativo.* México, CONALTE, 1991b.

DEPARTMENT OF EDUCATION AND SCIENCE (DES/IGAT). *National Curriculum. Task Group on Assessment and Testing*, London, HMSO, 1987a.

_____. *National Curriculum Task Group on Assessment and Testing: A report*, London, HMSO, 1987b.

_____. *Science in schools. Age 11. A review of APU Survey Findings 1980-1984*, London, HMSO, 1988.

DONNELLY, J. y R. Gott. "An Assessment-led approach to process in the science curriculum", en *Eur. Jour. of Sc. Ed.*, Vol. 7, No. 3, 1985, pp. 237-251.

DORAN, L. "Assessing the Outcomes of Science Laboratory Skills", en *Science Education*, 6(3), 1978, pp. 401-409.

FAIRBROTHER, R. "Problems in the assessment of scientific skills", (Ed.). Wellington, J., en *Skills and Processes in Science Education. A Critical Analysis*. London, Routledge, 1989.

FINLEY, N. "Science Processes", en *Jour. of Res. in Sc. Teach*, Vol. 20, No. 1, 1983, pp. 47-54.

GAGNE, R. *The psychological bases of science - A Process Approach*. Washington D.C., American Association for the Advancement of Science, Miscellaneous Publication, 1965, pp. 65-68.

GARNETT, P. et al. "Reasoning abilities of secondary school students aged 13-16 and implications for the teaching science", en *Eur. Jour. of Sc. Ed.*, Vol. 7, No. 4, 1985, pp. 387-397.

HARLEN, W. *Science 5-13: A Formative Evaluation*, London, Mcmillan Education, 1975.

HELLINGMAN, C. "A Trial List of Objectives of Experimental Work in Science Education", en *Eur. Jour. of Sc. Ed.*, 4(1), 1982, pp. 29-43.

JENKINS, E.W. "Process in science education: an historical perspective". Wellington, J. (Ed.), en *Skills and Processes in Science Education. A Critical Analysis*, London, Routledge, 1989.

KNORR-CETINA, K.D. *The manufacture of knowledge. An essay on the constructivist and contextual nature of science*, Oxford, Pergamon Press, 1981.

LOPEZ, A.D. *Problems in defining and eliciting "scientific" processes using practical tasks with primary school children*, Unpublished PhD thesis, Institute of Education, University of London, 1991.

MARTINAND, J. L. "Questions for research: Referring to a practice and possible types of scientific activities in schools", en *International summer workshop: Research on Physics Education*, La Londe les Maures, Editions du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), 1983.

_____. *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*, Berne, Peter Lang, 1986.

MCLEOD et al. "The development of criterion-validated test items for four integrated science processes", en *Jour. of Res. in Sc. Teach.*, Vol. 12, No. 40, 1975, pp. 415-421.

MILLAR, R. "Towards a role for experiment in the science teaching laboratory", en *Studies in Science Education*, 14, 1987, pp. 109-118.

MILLAR, R y Driver, R. "Beyond processes", en *Science Education*, 14, 1987, pp. 33-62.

NUFFIELD JUNIOR SCIENCE PROJECT. *Teachers Guide 1*, London, Collins, 1970.

OGBORN, J. "The nature of science and its implications for science for all", en Sequeira, M., Leite, L. y Freitas, M. (Eds.). *Actas de I Encontro sobre Educaçao em Ciecias*, Braga, mayo, 1987, Universidade do Minho, Portugal.

PADILLA, M. et al. "The relationship between science processes skills and formal operational thinking abilities", en *Jour. of Res. in Sc. Teach.*, 20(3), 1983, pp. 239-246.

RAVETZ, J. R. *Scientific knowledge and its social problems*, Oxford, Oxford University Press, 1971.

RUSSELL T. y Harlen, W. *Practical tasks*, London, Paul Chapman Publishing 1990.

SCHOOLS COUNCIL. *With Objectives in Mind. Guide to Science 5-13*, London, Mcdonald Education, 1972.

SHAYER, M. y P. Adey *Towards a science of science teaching*, London, Heinemann Educational Books, 1983.

SHAW, T. "The effect of a process-oriented science curriculum upon problem solving ability", en *Science Education*, Vol. 67, No. 5, 1983, pp. 615-623.

TOBIN, K. "Reasoning ability of upper primary science pupils", en *The Australian Science Teachers Jour*, Vol. 30, No. 1, 1984, pp. 75-81.

WALBESSER, H. y H. Carter. "The effects of test results of changes in task and response format required by altering test administration from an individual to a group form", en *Jour. of Res. in Sc. teach.*, 7, 1970, pp. 1-8.

YEANY et al. "Analyzing hierarchical relationships among modes of cognitive reasoning and integrated science process skills", en *Jour. Res. in Sc. Teach.*, Vol. 23, No. 4, 1986, pp. 277-291.

ZIMAN, J. *An introduction to science studies; the philosophical and social aspects of science and technology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.

