

SOBRE LA DIVISIBILIDAD HASTA EL INFINITO

(Análisis de los experimentos usados para investigar la presencia de dicha norma en niños con edades comprendidas entre 6 y 13 años)

FERNÁNDEZ DURÁN¹, EUGENIO y SOLANO MARTÍNEZ², ISABEL

¹ Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada.

² Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

Palabras clave: Investigación; Didáctica; Experimentos; Semántica; Convenios.

1. INTRODUCCIÓN

Se trata de poner de manifiesto, que la clave para establecer una enseñanza válida para todos los individuos de cualquier sociedad, son contextos que excluyan todo convenio y supuesto.

El problema fundamental de la enseñanza actual es que quienes intentan resolver su ineficacia se encuentran anclados en sus contextos, que son los elementos clave del carácter selectivo de la enseñanza practicada por la cultura occidental. Por lo tanto, se encuentran sin posibilidad de resolver dicho problema, ya que pretenden eliminar el carácter selectivo intrínseco de los contextos con nuevas técnicas y metodologías, que potencian el carácter selectivo. La enseñanza por la investigación potencia el carácter selectivo de los contenidos, porque destaca los basados en la tecnología.

La investigación didáctica también se fundamenta en otros contextos, aparentemente lógicos, como el de Piaget; pero cuyos resultados, tanto en investigación como en la práctica de la enseñanza, vienen siendo nulos o negativos desde hace 70 años.

El uso de la información física en estas investigaciones está impuesto por su inmediatez a la información que suministra el sentido corporal de la vista (la información visual es predominante y en la mayoría de la actividades supone un tanto por ciento de hasta el 80%) y de la manipulación. Esta inmediatez se debe a que las clases de información que corresponden a los cuerpos (porciones de materia cuyas figuras y tamaños se delimitan, de manera total o parcial, por sus propias interacciones internas), son esenciales para la supervivencia. Gracias a esto, las clases de información de los cuerpos son las primeras identificadas en los registros cerebrales correspondientes y llegan a constituir la primera estructura conceptual (Huntley-Fenner, Carey y Solimando, 2002). Las identidades de los líquidos (porciones de materia cuyos tamaños están determinados por su interacción interna, pero cuyas figuras están delimitadas completamente por interacciones externas) son posteriores (Piaget, 1934; McAfee y Proffitt, 1991).

2. EXPOSICIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Uno de los experimentos es la división de un segmento lineal o superficial, en dos mitades iguales. Después dividir una de las mitades en otras dos y así sucesivamente. Se pregunta ¿llegará este proceso a un final? Y se agrega, explica tu respuesta (Holloway, 1982; Stavy y Tirosh, 1993; Tirosh y Stavy, 1996; Yair y Yair, 2004).

Otro experimento usual es la división de un trozo de alambre de cobre o de un cristal de azúcar, en dos partes iguales. Después, una de dichas mitades se vuelve a dividir por la mitad y así se vuelve a proceder de manera sucesiva. Se pregunta ¿llegará este proceso a un final? Y se agrega, explica tu respuesta (Stavy y Tirosh, 1993; Tirosh y Stavy, 1996; Yair y Yair, 2004).

Un tercer experimento usual es tomar una taza llena de agua y tirar la mitad. Después volver a tirar la mitad del agua que quedó en la taza. Continuar vaciando la mitad del agua restante de la misma forma. ¿Llegará este proceso a un final? Explica tu respuesta (Stavy y Tirosh, 1993; Tirosh y Stavy, 1996). Una variante de este experimento es la dilución del agua azucarada contenida en un vaso, tirando la mitad y rellenando con agua sin azúcar. Se pregunta ¿Habrà alguna etapa en la que no quede azúcar en el agua? (Yair y Yair, 2004).

3. OBJECIONES GENERALES A LOS ANTERIORES EXPERIMENTOS

Estos experimentos fueron sustituidos por cuestiones, lo que indica que los autores otorgan igual valor a la información que memorizan y la que memorizan los sujetos investigados. También dan el mismo valor a la información evidente y manifiesta, que se genera en el experimento, y a la que almacenan en su memoria según sus modelos de interpretación. Suponen que la transferencia oral no presenta problema alguno a la transmisión de información o que son iguales los dominios lingüísticos de autores y sujetos.

Otorgan el mismo valor a la información de distribución de la materia y a la geométrica. Esto es de suma gravedad si se trata de elementos geométricos, pues la información de distribución de la materia es evidente; mientras que la información geométrica sólo se da en la mente, está establecida por convenios y es similar a la convenida en cualquier tipo de contexto ideológico.

En rigor resulta difícil establecer una diferencia entre los entes matemáticos y los de cualquier contexto ideológico, pues todos ellos se basan en convenios y supuestos, que extrapolan la información suministrada por los sentidos y acaban siendo considerados superiores e independientes de ésta. En la materia no se dan alineamientos de partículas, porque ninguno de sus tipos de partículas admite conexiones binarias y ninguna de las conexiones binarias entre partículas distintas es repetitiva. Se puede dibujar un segmento lineal, pero no una línea; se puede dibujar un segmento superficial, pero no una superficie. El dibujo de un segmento lineal no es un segmento lineal, sino una porción de materia finita, compuesta de un número finito de partículas materiales y cuya distribución se asocia al ente geométrico segmento lineal. Si se eliminan las partículas materiales, desaparece su distribución y el dibujo del segmento lineal. Dos dibujos de segmentos lineales serán iguales si así se conviene; porque los conjuntos de partículas materiales que subyacen a dichos dibujos no tienen por qué serlo.

La “divisibilidad hasta el infinito” de los elementos matemáticos es una propiedad contraria a la identidad del punto y similar a la “penetrabilidad de los cuerpos”. Si un punto no posee dimensiones geométricas no se puede dividir; si las partículas de un cuerpo se pueden separar, el cuerpo es penetrable.

Los elementos geométricos sólo existen en la mente y nadie puede avalar que los elementos geométricos que imaginan dos mentes, a partir de la distribución de un mismo dibujo o de la distribución de una misma porción de materia, sean iguales. Lo único común a dichas mentes es la misma porción de materia a la que dan identidad.

No es lo mismo la división de una pera que la división de la materia, porque el conjunto de propiedades con el que se identifica a la materia depende de las partículas, mientras que el de la pera depende de la estructura de dichas partículas. Éste de la pera es inmediato a la información que suministran los sentidos corporales, mientras que el conjunto de propiedades con el que se identifica a la materia depende de los tipos de identidades logradas (cuerpos rígidos, cuerpos deformables, líquidos, cuerpos sólidos, porciones de materia pastosas como mieles y gases). A este respecto cabe señalar que los contextos elaborados para los cuerpos

sólidos rígidos, se han transferido de manera inadecuada para todo tipo de cuerpos, a los líquidos y a los gases, a pesar de que sus predicciones llevan a contradicciones flagrantes. La identidad de los gases y su aportación al concepto de materia, es un logro de ayer en la cultura occidental (para Robert Boyle los distintos gases eran “aires artificiales” (Mason, 2001, pg. 55)). Lo anterior pone de manifiesto, que en cada etapa de la evolución mental y que en cada paradigma, se adopta un concepto de materia, pues éste debe ser coherente con los principios, convenios e identidades que corresponden a cada etapa y a cada contexto.

Entre los materiales utilizados para estas investigaciones hay diferencias capitales que no parecen ser consideradas por los investigadores. Un trozo de alambre posee una figura, un tamaño y una cantidad de sustancia determinadas. Una porción de arcilla posee determinación en su tamaño y en su cantidad de sustancia, mientras que su figura está delimitada, pero no determinada. Una porción de azúcar está determinada en su cantidad de sustancia, su tamaño está delimitado, pero no determinado (depende de la disposición y acoplamiento de las partículas que la componen) y su figura la delimita una interacción externa (recipiente o superficie que la contiene). Una porción de líquido posee un volumen y una cantidad de sustancia determinadas, pero su figura queda rigurosamente determinada por la interacción externa (el recipiente en que está). Estas diferencias son fundamentales para que el niño pueda ir estableciendo sus identidades en una serie progresiva que va desde los sólidos rígidos hasta los gases. Si se tiene en cuenta lo dicho anteriormente sobre la identidad de los gases, se comprenderá que son muchas las personas que usan los gases sin poseer de ellos otras identidades que las que se derivan de su uso, que es algo parecido a lo que ocurre con la electricidad, los coches y tantos productos de la tecnología.

En las metodologías seguidas para desarrollar y presentar los experimentos, así como para recabar la información, el investigador introduce numerosas clases de información ambiguas que luego no son consideradas. ¿Qué debe entender un niño de 6 años cuando se le dice: considerar un segmento lineal AB? ¿Tal segmento se debe dividir o partir? ¿Qué son partes iguales? ¿Por qué se toman como equivalentes la manualidad, partir por la mitad, y la operación mental, dividir en dos partes iguales? ¿Es que dos partes iguales en longitud también lo son en materia? ¿Dónde y cuándo se contrastó la regularidad de sección del trozo de alambre y su homogeneidad física y química? ¿Cuál es el proceso sobre el que se pregunta si llegará a un final, la partición o la división? ¿Por qué suponen los investigadores que cuando se alcanza el final de la materia el proceso debe finalizar (aunque se acabe el agua del pozo la bomba seguirá funcionando a menos que se pare o se coloque un mecanismo que la pare cuando falte el agua. En todo proceso cíclico el estado inicial coincide con el final y, por ello, se repite, repite, repite, ...)? ¿Qué información puede llegar al niño del azúcar diluido en el agua, si no le dan a gustar el agua en todos y cada uno de los estados de dilución? ¿Por qué se describe la acción de tirar la mitad del agua azucarada y no se dice que se vaciará la mitad del vaso? ¿Por qué se dice que se reemplaza la disolución tirada con agua pura y no que se rellena el vaso con agua pura? ¿Se introduce la información de tirar como elemento para distraer y que el conjunto informativo no quede limitado a lo que ocurre en el vaso? ¿Por qué en vez de decir que se continúa dividiendo de la misma forma, no se ejecuta dicho proceso? ¿Es que los investigadores suponen que todos los sujetos poseen la habilidad mental para ejecutar dicho proceso o piensan que es lo mismo pensarlo que ejecutarlo? ¿Por qué se toman como equivalentes las particiones mecánicas y las disoluciones? ¿Por qué se pregunta si quedará azúcar en el agua y no en el agua del vaso o en el vaso? Si la mente de los niños tuviese la correspondencia, que esta pregunta supone, con la manipulación descrita, no necesitarían de la enseñanza, aunque por desgracia, estos niños no soñarían ya con hadas ni duendes.

Las técnicas de tratamiento de los datos obtenidos son estadísticas y por mucho valor que a las mismas se les atribuya, lo único que pueden avalar es si los supuestos del investigador se cumplen o no. Su contribución para avanzar en el conocimiento del progreso, del funcionamiento y de la evolución mental del niño, es prácticamente nula. Esto es lo que confirman los resultados de más de medio siglo de investigación, el fracaso de la enseñanza a nivel mundial y los fracasos flagrantes de las reformas de los sistemas educativos. En algunos experimentos se proponen cosas imposibles o que poseen información nula para el niño. Así por ejemplo, es imposible, mediante un martillazo, partir un terrón de azúcar por la mitad ni siquiera la primera vez. El niño ha podido ver un terrón de azúcar, pero es poco probable que hay visto un cristal de azúcar. En la descripción de la experiencia con la disolución de azúcar, la información predominante para el

niño es la correspondiente a la manipulación y no la que supone el investigador de que el niño imagine partículas o moléculas de azúcar. Aquí el investigador supone que la memoria del niño posee la suficiente experiencia de su sentido del gusto, para haber disociado y estructurado la información evidente correspondiente, pues sólo así podrá responder a la cuestión. Aunque también puede estar valorando la habituación del niño a los modelos impartidos por la enseñanza; pero estas habituaciones poco aportan al conocimiento del progreso de la evolución mental del niño.

4. CONCLUSIONES

- 1) Se estima correcto el proceder en estos tipos de investigación mediante el uso de las clases de información física.
- 2) Se estima incorrecto el supuesto que estima como iguales los observables de una misma clase de información que proceden de cuerpos, líquidos y gases.
- 3) Se estima incorrecto el proceder que incluye junto a las clases de información física, clases de información química, así como su valoración como equivalentes.
- 4) Se estima incorrecto suponer, que los niños de cualquier edad pueden identificar las mismas clases de información física o química, así como el supuesto de que estas clases son las mismas que identifica el investigador.
- 5) Se estima incorrecto el proceder que suplanta los experimentos por descripciones de los mismos y no reduce el uso de vocablos a un mínimo, cuyo dominio por los sujetos de investigación esté contrastado.

El presente trabajo ha sido financiado por la DGICYT como parte del proyecto BSO2001-0496 del Programa de Promoción General del Conocimiento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOLLOWAY, G. E. T. (1982). *Concepción del espacio en el niño según Piaget*. Barcelona: Paidós.
- HUNTLEY-FENNER, G., CAREY, S. y SOLIMANDO, A. (2002). Objects are individuals but stuff doesn't count: perceived rigidity and cohesiveness influence infants' representations of small groups of discrete entities. *Cognition*, Vol. 85 (3), pp. 203-221.
- MASON, S. F. (2001). *Historia de las ciencias*. Tomo 3. Madrid: Alianza Editorial.
- MCAFEE, E. A. y PROFFITT, D. R. (1991). Understanding the surface orientation of liquids. *Cognitive Psychology*, Vol. 23 (3), pp. 483-514.
- PIAGET, J. (1934). *La causalidad física en el niño*. Madrid: Espasa-Calpe.
- STAVY, R. y TIROSH, D. (1993). Subdivision processes in mathematics and science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30 (6), pp. 579-586.
- TIROSH, D. y STAVY, R. (1996). Intuitive rules in science and mathematics: the case of "everything can be divided by two". *International Journal of Science Education*, Vol. 18 (6), pp. 669-683.
- YAIR, Y. y YAIR, Y. (2004). "Everything comes to an end": An intuitive rule in physics and mathematics. *Science Education*, Vol. 88 (4), pp. 594-609.