

EXPLORACIÓN PEDAGÓGICA ACERCA DE LA ACTIVIDAD INTELLECTUAL QUE SE PROMUEVE EN LOS ESTUDIANTES DURANTE LA EXPERIMENTACIÓN CIENTÍFICA

BERNAL BUSTOS, CLAUDIO RAÚL; colaboran: ESPINOSA, HILDA; TOVAR, JULIA AMANDA; VANEGAS, JAIRO; QUIÑONES, CÉSAR; COLMENARES, JUAN C.

Fundación Universidad de América. Laboratorio de Pedagogía y didáctica de las ciencias experimentales. Bogotá, Colombia.

Palabras clave: Experimentación; Investigación, pedagogía, didáctica, enseñanza, intelecto.

OBJETIVOS

1. Explorar nuevas posibilidades y las vías para la organización de las actividades experimentales que promueven el desarrollo científico y técnico de los estudiantes. Sobre las nuevas posibilidades:
 - a. Evaluar si las acciones constructivas y de transformación se han promovido en los estudiantes en el transcurso de su proceso de formación profesional. Con respecto a las vías:
 - b. Establecer los tipos de acciones (secuencia de operaciones intelectuales externas) que emplean los estudiantes para dar solución a una determinada situación o tarea.
 - c. Incorporar a la actividad de estudio del estudiante, al interior del experimento científico, la asimilación de aquellas formas de acciones intelectuales externas que poseen un significado fundamental para todo el curso del desarrollo intelectual, las acciones de modelación. Finalmente,
 - d. Estudiar la posibilidad de la formación de las capacidades intelectuales en el proceso de enseñanza de las acciones constructivas y de transformación durante el experimento científico.

MARCO TEÓRICO

En la ingeniería química, las interacciones así como los elementos del proceso de trabajo que cumplen determinadas funciones en la actividad creadora del hombre, constituyen un *proceso constructivo* (Omelianovsky, 1985). El objeto de conocimiento no se introduce en "forma pura", requiere de *acciones constructivas y de transformación*. Teniendo presente que el hombre no es capaz de modificar la estructura del proceso de trabajo sin entrar en interacciones específicas con él y sus elementos, se estableció que el núcleo de la investigación podría estar centrado en evaluar la reproducción de situaciones (eventos) por parte de los estudiantes al interior del experimento científico; espacio donde pueden presentarse las mayores interacciones específicas. Los estudiantes muestran mucha dificultad, por un lado, para interactuar con situaciones o tareas; lo hacen de manera intuitiva y experiencial y, por el otro, no se apoyan en los cuerpos teóricos, principios metodológicos y el empleo de instrumentos y técnicas para la resolución de dicha situación.

Según Davidov (1981) se forman las estructuras intelectuales de construcción y, según Bernal (2002), se <<tejen>> durante la negociación académica, pero cuando las partes tienen la posibilidad de hacerlo, es decir, coexisten elementos simétricos de negociación; el maestro es el portador de la simetría o asimetría y posibilita las fuerzas motrices para que transiten las teorías que expresan un nivel determinado de los conocimientos en el consiguiente dominio de la realidad a otra, ello significa un nivel más elevado de esos conocimientos (Andréiev, 1984). Las *acciones constructivas y de transformación* se consideran como una consecuencia del trabajo práctico del docente ya que las acciones docentes, como proceso de instrucción, deben haber influenciado sobre las acciones internas y estructuras intelectuales a tal punto que les ha permitido obtener un producto: el concepto. Sobre la modelación (Venguer, 1977) muestra que el nivel de utilización por los estudiantes de modelos u otras representaciones está directamente relacionado con la asimilación de las acciones de elaboración y utilización de las correspondientes representaciones modélicas (internas y mentales). Planteamos la creación de la situación artificial intencionada - SAI (forma objetiva: flotabilidad de objetos) la cual debía ser desmembrada en sus partes para luego ser reproducida de manera autónoma: desmembración: las acciones constructivas y de transformación ocurren como el resultado de una búsqueda autónoma, por la vía de la solución de una tarea cognoscitiva Davidov (1981). Las acciones intelectuales internas se forman a través de la interiorización de las acciones intelectuales externas que desempeñan una acción orientadora: función de reconocimiento de la SAI (condiciones que le plantea la tarea al estudiante) y de determinación de la vía de la conducta práctica consecuente.

La resolución de la SAI conlleva a la posibilidad de utilizar eficazmente la llamada exposición de carácter problemático de los conocimientos al interior de la tarea cognoscitiva y está estrechamente ligada con el empleo en la enseñanza del método investigativo y asegura a través de método el desarrollo de los conceptos científicos (Skatkin, 1981). La esencia consiste en que el docente comunica a los estudiantes las conclusiones finales de la actividad que deben cursar y sugiere reproducir el camino de su descubrimiento. Ir de las SAI hacia las reales, se consideran los medios para dominar el sistema de conocimientos correspondientes a una u otra disciplina y, al mismo tiempo, debe contribuir al desarrollo del pensamiento creador autónomo (Kursánov, 1963). Como se trata de observar el desarrollo intelectual del estudiante, Luria y Tsvetkova (1981) afirman que la actividad intelectual se puede definir como la *resolución de problemas de modo organizado*. La actividad intelectual posee una estructura característica y se divide en una serie de fases distintas; en general, la actividad intelectual viene determinada por un cierre *objetivo*, una cierta pregunta a la que es imposible dar una respuesta inmediata. Los trabajos de Leontiev (1983) y otros sobre la actividad intelectual integral definen los siguientes componentes: *necesidad ↔ motivo ↔ finalidad ↔ condiciones para obtener la finalidad* (la unidad de la finalidad y de las condiciones para obtener la finalidad conforman la *tarea de transformación y de construcción*) y los componentes, correlacionables con aquéllos: *actividad ↔ acción ↔ operaciones*. Leontiev prestó especial atención al cambio y la transformación de la estructura misma de la actividad como sistema integral en el proceso de su realización. Según la ley general de interiorización, la forma inicial de las acciones de estudio es su cumplimiento desplegado en objetos exteriormente representados. <<... El dominio de las acciones mentales –escribió A. Leontiev (1931)- que están en la base de la apropiación, de la <<herencia>> por el individuo de los conocimientos, de los conceptos elaborados por la humanidad, requiere indispensablemente el pasaje del sujeto desde las acciones desplegadas externamente (acciones intelectuales externas) a las acciones en el plano verbal y, finalmente, la paulatina interiorización de éstas últimas, como resultado de lo cual adquieren el carácter de operaciones mentales desplegadas, de actos mentales (acciones internas).

Según Shardakov, en la dependencia causal que manifiestan ciertos fenómenos, por ejemplo los químicos, físicos, existe no sólo la dependencia directa de causa a efecto, sino también la contraria de efecto a causa. A partir de lo anterior, la tarea cognoscitiva que se formuló tiene como fundamento la *reversibilidad de situaciones a partir de las acciones de construcción y de transformación*. Sin embargo, la reversibilidad fue tratada según Bernal (2002), no como la reversibilidad del fenómeno de manera autónoma, sino como las operaciones intelectuales que realiza el estudiante frente al proceso de resolución de dicha tarea y, que dicha resolución es la expresión material de unas acciones intelectuales internas. A esto nos referimos como la reversibilidad intelectual. Según Bernal (2002), la reversibilidad intelectual se pone de manifiesto en que a una SAI le corresponde su simétrica y que ambas pueden considerarse equivalentes; este es el

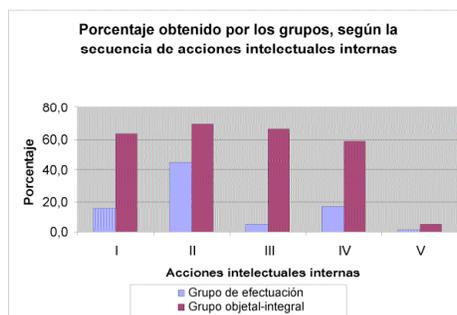
mayor logro que puede obtenerse de las acciones que desempeña el docente con respecto a la simetría. El punto de partida teórico más general de este trabajo lo constituye la teoría de la comprensión y asimilación de nexos y relaciones, en particular, la reversibilidad y algunas contradicciones en los nexos y relaciones, enunciadas por Shardakov. Además, se complementa el estudio con la teoría de la actividad de estudio, enunciada por Davidov; la construcción de los conceptos científicos propuesta por Vigotsky y sus seguidores y la resolución de problemas y sus trastornos enunciada por Luria y Tsvetkova. Hemos entendido como premisas de la resolución de problemas las primeras manifestaciones de sus elementos estructurales estudiadas por Luria y Tsvetkova.

DESARROLLO DEL TEMA

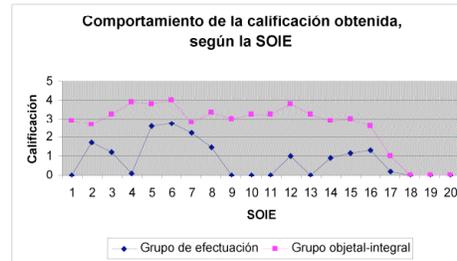
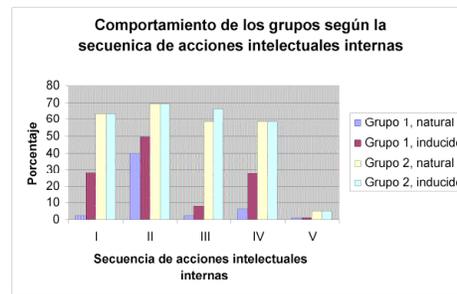
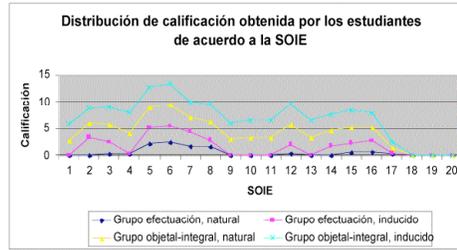
Para el **objetivo a**, la evaluación se realizó a través de la reproducción de un experimento <<a imagen y semejanza>>. Este experimento consistió en presentar a los estudiantes un conjunto de probetas (4) en las cuales se encontraba un objeto sumergido en un líquido, pero la particularidad del objeto consistía en encontrarse a diferentes alturas en el seno de dicho líquido. Se dejaba unos minutos para que observaran la forma objetual de la situación y luego se les entregaba un material orientador o, hojas en blanco. Para el **objetivo b**, la evaluación se llevó a cabo durante el procedimiento que el estudiante proponía para cumplir con la tarea propuesta. Para ello se contaba con una matriz de análisis que cruzaba, tanto las acciones externas, como las internas. Tanto las acciones intelectuales internas, como las externas, se organizaron de manera jerárquica. Las acciones intelectuales internas fueron cinco (5) principales y dos (2) secundarias que corresponden a las de control y evaluación. Las operaciones externas se mantuvieron en cuatro (4) para cada acción interna. En total fueron veinte (20) operaciones externas más las ocho (8) de control y evaluación. La tarea se resolvía en las veinte operaciones intelectuales externas. Para el **objetivo c**, teniendo en cuenta que en el proceso de modelación, el eslabón mediato, el modelo podía actuar como representante – sustituto – del objeto, se planteó una nueva actividad que pudiera ser reflejada por un modelo empírico. Se procedió a definir una forma gramatical contraria a la forma objetual del evento. La forma gramatical sugería establecer una semejanza mecánica del fenómeno de contaminación entre la realidad y el modelo. Para el **objetivo d**, las acciones constructivas y de transformación, por su propio carácter son actividades que incluyen formas externas de modelación de la realidad. En tal sentido, al buscar una semejanza mecánica de la realidad y el modelo, se planteó producir un instrumento material que diera fe acerca del grado de contaminación de las aguas.

Para actividad se planteó un resultado:

Para el objetivo **a** y **sus actividades**, para **a**, tomamos una muestra de estudiantes que venían desarrollando sus actividades académicas, las experimentales en particular, por un lado, bajo las consideraciones técnico-administrativas regulares y se restringían a ello, es decir, a resolver una actividad experimental propuesta a través de una guía; en la comunicación oral presentada, se definieron como actividades de efectación G1. Por otro lado, un grupo de docentes se apartaban un tanto de tales consideraciones y proponían una nueva estructura de la actividad de estudio; éstas fueron definidas como actividades objetuales-integrales G2. En tal sentido, el resultado que se presenta a continuación muestra una diferencia entre uno y otro grupo.



Para **b** y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores sobre la muestra, evaluar el tipo de acción del estudiante, es hacer una representación esquemática de cómo resuelve la tarea propuesta, en tal sentido, se presentan las gráficas sobre aspectos de cómo se aproxima al conocimiento el estudiante como una persona que cuenta con conocimientos científicos y técnicos-experimentales y no como una persona regular, desprovista de tal arsenal científico.



Para **c**, en realidad ya no se trabajó con la muestra de estudiantes anunciada en **a** y en **b**; consideramos que el propósito principal se había cumplido. Contábamos con una muestra de estudiantes que nos permitieron el control y avanzar mucho más que lo que esperábamos. Con este grupo de estudiantes y con los cuales no habíamos tenido contacto alguno, procedimos a plantearles la forma gramatical del fenómeno que queríamos estudiar, sobre la contaminación de aguas. El comportamiento de este grupo se pudo definir, quizá con mayores problemas que los analizados en **a** o en **b**, debido a que se consideraba como un grupo de rezago académico y sus conflictos académicos de rezago, fue considerado como una variabilidad que podía controlarse. Se analizó de la misma manera que la otra muestra, sin embargo y de acuerdo a la posibilidad de trabajar más cercanamente posible el investigador, se dio comienzo con la siguiente fase. Es decir, sobre esta muestra control realizar los tratamientos necesarios para encontrar, sobre la línea base definida en la primera fase y relacionada con la determinación de un patrón de conducta estable, unos patrones de cambio, tanto entre las acciones intelectuales internas, como en las acciones externas. La representación de las gráficas muestran tales patrones, tanto de cambio de nivel, como cambios de pendiente. Cuando hay cambio de nivel, se muestra una discontinuidad de las observaciones o serie, que se produce en el punto de intervención o aplicación del tratamiento. Los registros son abruptos, cambio retardado, cambio temporal y de decaimiento progresivo. Con respecto al cambio de pendiente, en muchos

casos nos interesan las tasas de incremento o decremento. Es decir en un cambio de pendiente o tendencia de las observaciones entre fases. Bajo este segundo supuesto, puede darse, también, cuatro formas diferentes de cambio: abrupto en la pendiente, cambio demorado o retardado en la pendiente, cambio temporal en la pendiente, y cambio acelerado en la pendiente. El resultado que se muestra de acuerdo a los patrones de conducta indicados, toma toda la muestra de control.

CONCLUSIONES

- Muchos de los estudiantes que llegan a determinar los elementos de reproducción de la tarea propuesta se basan en las experiencias o vivencias personales y en la explicación de hechos aislados (inducción), no eran capaces de explicar otros casos semejantes (deducción). Es decir, que en su labor mental falta aún la unidad entre la inducción y la deducción y, por lo tanto, la reversibilidad para la simetría no se manifiesta.
- Los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos por inducción a los razonamientos deductivos de que se servían para explicar otros casos de aplicación de las leyes generales. Pero esto sucedía únicamente cuando presenciaban el experimento realizado por el profesor durante la aplicación de la SAI. Por consiguiente, en esta etapa comprendían la reversibilidad únicamente cuando el estudio y la actividad mental se desarrollaban en forma visual.
- Los estudiantes al comprender la reversibilidad en conexión con el empleo, en su labor mental, de las actividades de construcción y de transformación, la reproducción de la tarea se concretaba, aunque faltaba la relación teórica.
- La tarea cognoscitiva (forma objetiva) que se debía resolver abarcaba varios aspectos de trabajo; ello sugería ser organizada en calidad de unidad didáctica experimental a razón de los conceptos que la constituyen, el campo de aplicación que subyace, los principios metodológicos y los instrumentos y técnicas involucrados.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANDRÉIEV, I., *Problemas lógicos del conocimiento científico*. Moscú: Editorial Progreso, 1984.
- BERNAL, B., C. R. *Sistemas químicos experimentales – experimentos de constatación, formación y control – química y fisicoquímica experimental*. Bogotá: Edición sin publicar – Corporación Uruk. 2003
- DAVIDOV, V. (1988) *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Moscú: Editorial Progreso.
- KONSTANTINOV, N.A. (1964) *Problemas fundamentales de la pedagogía*. La Habana: Editorial Nacional de Cuba.
- LURIA, A.R., TSVETKOVA, L.S. (1981). *La resolución de problemas y sus trastornos*. Barcelona: Editorial Fontanella.
- OMELIANOVSKY, M.F. (1965) *La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación*. La Habana: Editorial de ciencias sociales.
- SHARDAKOV, M.N., (1977) *Desarrollo del pensamiento en el escolar*. Mexico: Editorial Grijalbo, S.A.
- SKATIN M. (1971) *El perfeccionamiento del proceso de enseñanza*. Moscú: Editorial pedagógica Moscú.
- VOGOTSKY, L.S. (1982). *Obras escogidas*. Moscú: Editorial Pedagógica Moscú.