

Isauro Beltran Nunez* e Otmara Gonzalez Pacheco

Facultad de Química - Universidad de la Habana - Zapata y G. C. - Habana 10400 - Cuba

Recibido em 4/10/95; aceite em 16/11/95

CAPACITY OF FORMATION: EXPLAIN THE PROPERTY OF THE SUBSTANCES. A NEW PROPOSAL. The work shows the results of a teaching procedure made for skills creating to explain some substance proprieties taking place its structure, in the subject of General Chemistry for students contents in the first year of college of mechanics at Polytechnical Superior Institute José A. Echeverría in the city of Havana, Cuba. The work has as theoretical basement the mental acting of P.Ya. Galperin, as the recent works of the cognitive psychology.

Keywords: skills; methods; Galperin.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más discutidos en el mundo entero es el relativo al perfeccionamiento del contenido y los métodos de enseñanza de las ciencias naturales y a la transformación necesaria de ambos en correspondencia con los avances de la Ciencia y la Tecnología, en constante desarrollo. Este vital problema se discute en muchas páginas de prestigiosas revistas dedicadas a la enseñanza de las ciencias.

En estas revista se analizan variadas concepciones sustentadas respecto a este problema y sobre el perfeccionamiento futuro de la enseñanza de la Química, la necesidad de variar los planes docentes y las ventajas y desventajas que llevan implícitas estas mudanzas.

En la actualidad se hace evidente que el desarrollo científico y social futuro está condicionado en gran medida por el grado de preparación que tendrá el alumno actual, para abordar con espíritu creador e investigativo la solución de las tareas prácticas intelectuales.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en el Departamento de Fundamentos Químicos del Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría en Havana, Cuba, se desarrolló una investigación pedagógica orientada al perfeccionamiento de la Química General.

Las bases teóricas de la investigación son los trabajos realizados por los teóricos de la escuela de Jarkov, (Vigotsky, Leontiev, Galperin), así como los recientes trabajos de la psicología cognitiva, especialmente los estudios comparativos entre expertos y novatos, así como el funcionamiento de las memorias de largo y corto plazo, y de la memoria sensorial, (Glaser, BassoK). En estos trabajos se destaca que el desarrollo del pensamiento debe ser concebido no como un proceso que transcurre desde dentro, espontáneamente, sobre la base de la asimilación de la experiencia individual, sino como proceso de asimilación y construcción de un sistema de conocimientos históricos-sociales, elaborados y fijados en el significado de las palabras. Este proceso puede transcurrir sólo en condiciones de comunicación del que aprende con quienes le rodea, lo que mediatiza sus relaciones prácticas y cognoscitivas.

Según Vigostky¹ el aspecto psicológico de estos procesos consiste en que se asimilan gradualmente acciones y operaciones del pensamiento cada vez más complejas, con las palabras, las cuales forman la estructura interna de los conceptos. Puesto que la asimilación tiene un carácter de

rigurosa sujeción a leyes, su dirección permite la formación activa y consciente de los procesos del pensamiento. Para Galperin este proceso de formación de acciones mentales se desarrolla según un ciclo formativo, en etapas sucesivas².

En Educación, el paradigma elaborado por el constructivismo se ha desarrollado bastante a partir de la década del setenta, (Driver³, R.; Osbone⁴, J.; Viennot, L.⁵; Cloug, E.⁶). De acuerdo con las ideas de Popper⁷, Lakatos,⁸ Toulmin⁹, Kuhn¹⁰, el aprendizaje es concebido como un proceso de construcción del conocimiento, no sólo de registro u observación, que se produce en condiciones de interacción social, dependiente del nivel de conocimientos previos que posee el alumno. El proceso de aprendizaje se coloca como centro de atención a partir del cual se proyecta el proceso pedagógico.

En correspondencia con estas ideas teóricas se elaboró un procedimiento de enseñanza para la formación de una habilidad general del programa de Química General para Ingeniería Mecánica. El procedimiento se caracterizó por:

- la definición del objetivo de enseñanza en términos de una habilidad productiva vinculada a las tareas básicas que debe resolver el futuro profesional de perfil amplio,
- la estructuración sistémica del contenido¹¹,
- la formación de conceptos como una actividad de construcción del conocimiento, aplicado en la solución de tareas que corresponden con habilidades formadas según la teoría de P.Ya. Galperin¹².
- la estructuración y desarrollo de la práctica de laboratorio relacionada con el contenido según el método investigativo¹³.

Definidos los aspectos anteriores se procedió a comprobar la efectividad del procedimiento en un experimento pedagógico organizado a tal efecto.

DESARROLLO

1. Definición del objetivo de enseñanza

En nuestra propuesta el aprendizaje no se concibe en términos de reacciones o conductas que se aprenden ante situaciones estimulantes, como propugnan las corrientes conductistas y neoconductistas, sino en el lenguaje de las acciones que realiza el estudiante con el objeto de estudio.

El objetivo central de esta área de conocimientos fue definido en términos de una habilidad: "explicar las propiedades de sustancias de interés para el ingeniero mecánico". El objetivo vinculado a la tarea básica que debe resolver este tipo de profesional una vez graduado, contribuye a un aumento de la motivación del aprendizaje en los estudiantes¹⁵.

* Endereço atual: vide pág. 671

A diferencia de la enseñanza tradicional, donde los objetivos se formulan de una forma muy descriptiva, ahora el objetivo se redacta en términos de acciones productivas, intelectuales, a realizar por el estudiante, lo cual posibilita una mayor objetividad, una mejor instrumentación del proceso docente, y permite al objetivo cumplir una función rectora en el proceso de asimilación.

La nueva formulación de los objetivos, por su carácter generalizado permite una mayor apertura, una mayor posibilidad de adaptación a situaciones concretas, a ulteriores precisiones, teniendo en cuenta los intereses y particularidades de los estudiantes, lo cual se ajusta a nuestra concepción del aprendizaje como proceso activo, creador y transformador de la propia personalidad del estudiante, a su condición de sujeto activo del aprendizaje.

Un componente importante de los objetivos es la determinación de las características o indicadores cualitativos que debe tener la acción a formar¹⁶. Los indicadores definidos para la habilidad en esta área de conocimientos fueron:

- a- alto grado de generalización,
- b- alto grado de conciencia,
- c- alto grado de independencia,
- d- haber asimilado a nivel mental las acciones (metodología general) que da solución al conjunto de tareas definidas dentro de los límites de generalización.

Un alto grado de generalización significa la posibilidad del estudiante de aplicar exitosamente la metodología general a la solución no solo de tareas típicas, sino también a tareas de nuevo tipo (situaciones nuevas), lo cual está determinado por la posibilidad de transferencia del contenido.

Un alto grado de independencia significa la posibilidad de resolver las tareas sin la intervención del profesor u otro tipo de ayuda.

Un alto grado de conciencia significa responder al cómo se hace una cosa, y en general, se tiene que demostrar haciéndola, de forma correcta. Vinculada a la posibilidad de esclarecer los fenómenos, su modo de aparición, la ley, según la cual esta aparición se cumple con una necesidad contenida por el conjunto de situaciones concretas.

La forma mental de la acción exige que los estudiantes hayan asimilado en el plano mental el procedimiento general y los conocimientos necesarios para poder explicar propiedades de sustancias a partir de la estructura.

2. Estructuración de los contenidos. Organización del proceso de aprendizaje

La determinación de los contenidos de la disciplina Química General en la enseñanza experimental no parte de una derivación de objetivos de la manera tradicional, sino que asume como criterio fundamental, la definición del tipo de correspondencia de cada contenido con las tareas básicas del futuro profesional, de forma tal que evalúe y garantice el hecho de que los contenidos seleccionados se relacionen con la estructura, función o historia de las tareas del futuro profesional¹⁷.

De acuerdo con el tipo de orientación la disciplina se organizó con una estructura sistémica. Siguiendo como criterio el tratamiento metodológico el contenido se dividió en tres áreas de conocimientos:

- a- una área relacionada con la estructura de las sustancias, que comprende desde la estructura atómica, la ley periódica, hasta el enlace químico y propiedades de las sustancias,
- b- una área que se corresponde con el equilibrio de fases para sistemas binarios,
- c- una área específica para el estudio de la reacción química como sistema, sus aspectos termodinámico, cinético y del equilibrio, estudiándose el equilibrio iónico y de oxidación-reducción

La habilidad de explicar las propiedades de las sustancias teniendo en cuenta la estructura, se formó en la primera área de contenidos definida en el programa. Para ello el contenido se estructuró con un enfoque sistémico del tipo genético. En este tipo de análisis sistémico el objeto complejo de asimilación (la sustancia) se describe como el resultado del desarrollo inicial del sistema, estableciéndose relaciones del tipo genéticas, siendo la célula generadora del sistema el concepto fundamental, cuya contradicción determina el desarrollo del sistema¹⁸. El concepto célula elegido por nosotros para el análisis del sistema fue "el electrón en el átomo".

P. A. Thornton coincide en la necesidad de distinguir el átomo, del electrón en el átomo, como concepto célula. Según este autor, la mayor parte de las reacciones químicas entre materiales tecnológicos, de importancia para los ingenieros mecánicos, se pueden interpretar en términos de los cambios en las configuraciones electrónicas que rodean el núcleo atómico¹⁹.

La contradicción fundamental quedó expresada por la "atracción núcleo-electrón", y "la repulsión entre los propios electrones" lo que determina, en principio, la energía de los electrones en el átomo. Esta contradicción surge de considerar:

- a- el análisis empírico del estado desarrollado del objeto de estudio,
- b- la definición de la estructura genéticamente inicial más simple: el electrón en el átomo,
- c- la distinción de la ley de desarrollo, de lo simple a lo complejo.

La contradicción señalada puede generar el desarrollo por dos vías:

- a- de un átomo a otro (cambios cuantitativos que llevan a la formación de átomos más complejos),
- b- la combinación de unos átomos con otros, que lleva a la formación de nuevas sustancias.

Las sustancias están formadas por átomos unidos o enlazados entre sí, según los átomos de los elementos de que se trate. Lo que determina que unos átomos se unan a otros, es principalmente la energía y propiedades de los electrones de valencia, y en última instancia, el comportamiento de los átomos como un todo. Este análisis es válido a este nivel cognoscitivo y para los objetivos del curso.

Para el desarrollo de los contenidos de esta área se parte, como se indicó, del concepto célula, "el electrón en el átomo". A partir de una actividad de construcción del conocimiento los alumnos deducen la distribución electrónica, la ley periódica y la formación del enlace químico.

Se trabaja con el modelo electrostático del átomo, y con conceptos cuánticos, considerando que todo lo que en esencia corresponde al movimiento químico a este nivel cognoscitivo, son los electrones en el átomo, en especial los del último nivel.

Los estudiantes pueden distinguir dos leyes a las que responde el desarrollo de lo simple a lo complejo:

- a- Ley 1.-Un aumento de la masa y la carga del núcleo (adición de un protón) implica un aumento del número de electrones en la envoltura, hasta que se iguale al número atómico.

Esto significa fuerzas de atracción del núcleo hacia los electrones, pero cada electrón no sólo es atraído por el núcleo, sino también repelido por otros electrones (contradicción principal). La energía de cada electrón depende de esta contradicción, y se cuantifica por la carga nuclear efectiva.

El desarrollo de un átomo más simple a otro más complejo se produce por la adición de un protón al núcleo y un electrón a la envoltura, según el principio de construcción, y las características energéticas de cada nuevo electrón se relacionan con los valores de los números cuánticos, y en última instancia con la contradicción principal mencionada.

- b- Ley 2.El desarrollo que implica que un átomo se combine con otro está relacionado con la contradicción principal y determinado, según este análisis que deben ir haciendo los estudiantes, por el estado energéticos de los electrones de

valencia, de manera que los electrones de los átomos pueden “transferirse” o “compartirse”, disminuyendo la energía del agregado atómico formado. A partir de estos elementos se deduce el enlace químico.

Las unidades de esta área: estructura atómica, propiedades atómicas periódicas, tabla periódica y enlace químico, se deducen a partir del hilo conductos “el electrón en el átomo”. Los conceptos y leyes se construyen en la actividad por el propio alumno. La función del profesor es dirigir la actividad de construcción del conocimiento a través de la búsqueda y de una actividad deductiva-investigativa.

Después que el estudiante adquiere los primeros esquemas o estructuras intelectuales, puede comprender los contenidos compatibles rápidamente.

La investigación-deductiva siguió el siguiente orden:

- a- concepto formador del sistema: “el electrón en el átomo”. Orbital atómico. Estos conceptos se deducen a partir de las teorías modernas de la mecánica cuántica,
- b- representación del sistema formado a partir de este concepto,
- c- estructuras electrónicas de los átomos. Se deduce teniendo en cuenta los principios y reglas generales sobre el llenado de las capas electrónicas,
- d- clasificación de los elementos químicos según la estructura electrónica. Se deduce de las estructuras electrónicas de los átomos y de la naturaleza de los elementos químicos,
- e- ley periódica. Se deduce de las configuraciones electrónicas individuales de los átomos de un grupo de elementos, descubriendo la regularidad en la configuración electrónica,
- f- propiedades atómicas periódicas. Las variaciones se deducen a partir de investigar cómo varían la carga nuclear efectiva y la fuerza con que el núcleo atrae los últimos electrones, enlace químico. Tipo de enlace. Se deduce a partir del electrón en el átomo y los tipos de elementos que interactúan. Se investigan las condiciones de formación del enlace químico sobre la base de las estructuras electrónicas de los átomos y los principios de llenado de las capas electrónicas en los átomos,
- h- compuestos químicos y sus propiedades. Se deducen las propiedades de algunas sustancias de interés a partir de investigar el tipo de enlace entre los átomos, la estructura de la sustancia, el tipo de interacciones entre las partículas. Esta actividad se realiza por los estudiantes en una actividad práctica en el laboratorio, utilizando el método investigativo y en un seminario donde se deducen propiedades.

La estructura sistémica de los contenidos reviste gran importancia en el proceso docente actual. Investigaciones realizadas por Z. A. Reshetova²⁰ y N. G. Sálmina²¹ han demostrado la contribución que ello puede ofrecer al desarrollo del pensamiento teórico de los alumnos.

R. Glaser²² confiere gran importancia al trabajo con procedimientos generales, a través de la posibilidad de resolver problemas con un plan general, característica de los estudiantes que él considera “expertos”. Para Glaser, las personas muy inteligentes se distinguen de las demás personas, entre otras cosas, por la superioridad de sus métodos generales, considerando que la inteligencia sobresaliente de una persona puede obedecer a rasgos específicos y locales de su capacidad de organizar el conocimiento, y no a la cualidad general de su pensamiento.

La psicología cognitiva ha demostrado que los “expertos” no manejan fragmentos, sino segmentos coherentes de información para la formación de sus estructuras cognitivas.

Con la estructuración sistémica de los contenidos se asegura además que los conocimientos se vuelvan significativos, en la medida en que se relacionan o están asociados con otros conocimientos ya asimilados y comprendidos. Para los estudiantes es más fácil aprender contenidos que tengan alguna relación significativa, que aprender contenidos en el contexto de una relación más o menos arbitraria.

Una vez que los estudiantes se apropian de todos los conocimientos teóricos de esta área se procede a formar la habilidad de explicar las propiedades de las sustancias teniendo en cuenta la estructura y viceversa.

El proceso de formación de la habilidad se estructurará según los momentos funcionales de la actividad (orientación, ejecución y control)²³. Ello permitió concebir este proceso en su integridad como ciclos formativos que se concatenan de forma secuencial en una espiral de conocimientos. En cada ciclo pueden considerarse los siguientes momentos:

En una primera etapa se crean las motivaciones para el estudio del contenido. Se plantean situaciones problemáticas vinculadas a la actividad profesional. La motivación debe mantenerse durante todo el proceso de aprendizaje.

En una segunda etapa se construye con el estudiante la orientación para la ejecución de las acciones que supone la habilidad a formar. El estudiante estructura un esquema de orientación general del sistema de tareas propuestas, procesando paulatinamente la información que se le entrega para organizarla en función de la solución de los problemas planteados. Se elabora una metodología general para explicar propiedades de sustancias teniendo en cuenta la estructura. Se escribe en una tarjeta el conjunto de acciones que presupone esta habilidad así como los conocimientos básicos necesarios, la cual será un apoyo durante la próxima etapa.

En esta se conocen las condiciones de trabajo y los medios para el control del trabajo. Esta etapa se conoce como Base Orientadora de la Acción, (BOA)²⁴ y ofrece al estudiante una imagen más completa de la realidad que enfrenta y una suposición o hipótesis que encamina el proceso de solución de las tareas planteadas.

La Base Orientadora de la Acción de nuestro procedimiento de enseñanza es conocida como BOA Tipo III, caracterizada por ser completa, generalizada e independiente²⁵. Este tipo de orientación constituye un procedimiento generalizado para la solución de una amplia clase de tareas, por lo que contribuye al desarrollo del pensamiento teórico de los estudiantes. De esta forma los estudiantes aprenden a buscar principios generales de solución de tareas análogas, con posibilidades de transferencia, dirigiéndose a distintas fuentes de conocimientos, todo lo cual ayuda a su propia autoeducación.

R. Glaser²⁶ señala que los estudiantes de bajo rendimientos docentes “novatos”, operan sobre la base de rasgos superficiales al abordar una situación o un problema de trabajo. Esta explicación confirma la importancia de tercer tipo de orientación en el proceso de aprendizaje.

La tercera etapa (material o materializada), es una etapa de razonamiento teórico. En esta etapa los estudiantes resuelven las tareas típicas con un apoyo materializado, (tarjetas de estudio) construidas en la etapa de orientación y transformadas durante todas las próximas etapas en un contenido más reducido. Se organiza el trabajo por pares (peer teaching), y se pide reflexionar sobre el trabajo, argumentar las acciones utilizando los recursos del lenguaje, con el objetivo de ayudar a concientizar las acciones y los conceptos. Aplican los conocimientos a la solución de tareas donde deben explicar propiedades de sustancias conociendo la fórmula del compuesto, ejercicios donde propone a modo de hipótesis la estructura de una sustancia conociendo propiedades. Se utilizan ejercicios del tipo lógicos, donde para la identificación se presentan situaciones determinadas (aparecen todas las propiedades necesarias y suficientes), situaciones negativas (la sustancia no se corresponde con el tipo de estructura) y situaciones indeterminadas (faltan elementos para hacer la identificación).

En una cuarta etapa se retira el apoyo externo (tarjetas de estudio) y se trabaja utilizando el lenguaje. Es también una etapa de razonamiento. En esta etapa los estudiantes verbalizan sus conocimientos y el proceso de solución de los problemas. Es en esta etapa donde los estudiantes deben redefinir la comprensión

de los conceptos y procedimientos en diferentes situaciones, articular su pensamiento mientras resuelven los problemas al asumir el rol de crítico o monitor en la actividad grupal o de pareja.

En esta etapa se utilizan ejercicios del mismo tipo, pero utilizando las nuevas posibilidades que brinda el uso del lenguaje. La solución de la tarea en el plano del lenguaje externo garantiza el tránsito a la etapa mental²⁷.

En un quinto momento, conocido como etapa mental, la solución de las tareas es de forma independiente. Se utilizan los mismos tipos de ejercicios, pero haciendo énfasis en ejercicios de mayor complejidad que implique la transferencia del conocimiento a situaciones nuevas. En esta etapa las acciones que implica resolver las tareas de explicar propiedades de las sustancias son ya un hecho del pensamiento, donde sólo se revela el producto final de la actividad.

En el proceso de formación de la habilidad el sistema de tarea tiene un importante papel. Las investigaciones han demostrado que cuando los expertos acceden al conocimiento, este es de carácter funcional, unido a las condiciones de su aplicación. El conocimiento de experto está continuamente vinculado a sus concepciones sobre la estructura de la meta en una situación problemática. Los expertos fijan la información en su memoria en una secuencia de causa-efecto, que relacionan las metas y submetas de la solución del problema y utilizan esta información para posteriores acciones.

El tránsito de las acciones por estas etapas garantiza la transformación de acciones externas, desplegadas, con apoyo del profesor, a acciones internas, reducidas, independientes y generalizadas. De esta forma, en un tiempo menor el estudiante puede construir y asimilar un procedimiento racional para la solución de tareas de una clase con las características indicadas en los objetivos de enseñanza.

En el proceso de formación de la habilidad se presta atención a la formación del autocontrol, a través de ofrecer a los estudiantes los indicadores de cualidad de la actividad desde el primer momento de su realización, de modo que posibilite su funcionamiento como autorregulación de la actividad práctica. El estudiante podrá ajustar su trabajo sobre la base de la reflexión y valorización crítica de lo logrado con relación a lo planificado.

Los estudios de la ejecución de expertos, los trabajos en psicología del desarrollo y los modelos de solución de problemas de la inteligencia artificial han revelado la importancia del autocontrol. Los expertos son capaces de realizar un monitoreo superior de la ejecución de sus acciones, lo cual refleja la eficiente representación mental de las acciones, todo lo que contribuye a la utilización de los conocimientos.

3. El Experimento Pedagógico

Con la intención de comprobar la efectividad del procedimiento de enseñanza propuesto, se organizó un experimento pedagógico. Para tal efecto se seleccionó un grupo experimental y un grupo de control, cada uno con veinte estudiantes. La muestra corresponde a estudiantes del primer año de la Facultad de Ingeniería Mecánica en Ciudad Habana.

La hipótesis de trabajo planteada fue: "La nueva metodología contribuye a la formación de habilidades con un mayor nivel de asimilación".

La nueva metodología significa:

- a- la organización del contenido con el enfoque sistémico del tipo genético, para la construcción del conocimiento,
- b- la formación de la habilidad de interpretar propiedades de las sustancias siguiendo el ciclo formativo de la teoría de P. Ya. Galperin.

La formación de habilidades a un mayor nivel de asimilación significa:

- a- haber formado la habilidad en los estudiantes con alto grado de generalización, alto grado e independencia, alto grado de conciencia y haber asimilado a nivel mental las acciones generales para la solución de las tareas.

El trabajo con los dos grupos se realizó en tres etapas: diagnóstico inicial de conocimientos previos, aprendizaje, control final.

El diagnóstico inicial tuvo como objetivo establecer el nivel de entrada de los estudiantes, con relación a sus concepciones previas sobre los conceptos fundamentales del tema, y de las acciones que implica explicar propiedades de las sustancias, partiendo de que el proceso de construcción del conocimiento es personal e idiosincrático. Las estructuras cognitivas que tiene el estudiante son la base para la asimilación e los nuevos contenidos.

Se comprobó la no evidencia de diferencias significativas en el dominio de los conocimientos previos y de las acciones entre los estudiantes de los grupos experimental y de control.

La etapa de aprendizaje estuvo orientada a formar la habilidad de explicar propiedades de las sustancias en los estudiantes de los dos grupos. En el grupo experimental según la nueva metodología de aprendizaje diseñada, mientras que en el grupo control se utilizaría la metodología tradicional, basada en exposición del profesor, solución de ejercicios por el estudiante y la demostración experimental en el laboratorio.

Finalizada la etapa de aprendizaje se aplicó en los dos grupos de estudiantes un control final (Anexo 1), dirigida a diagnosticar la calidad de la asimilación. La prueba se caracterizó por el empleo de dos situaciones típicas y una situación nueva., para la transferencia. En el curso experimental los estudiantes estudiaron las propiedades de las sustancias: estado de agregación en diferentes condiciones, facilidad para fundir y ebullición, solubilidad en diferentes solventes, conductividad de la corriente eléctrica, propiedades de los metales. La situación nueva en el control correspondió a la propiedad calor de vaporización.

Anexo 1. Control Final.

1. En el laboratorio se hicieron un conjunto de experimentos para determinar las propiedades de sustancias, cuyos resultados se anotaron en el siguiente cuadro:

sust	Estado de agregación	solubilidad		Conductividad		Temp. fusión
		H ₂ O	CCl ₄	puro	solución	
E	solido	no	no	si	-	alta
F	solido	no	si	no	no	baja
G	solido	si	no	no	-	-
H	solido	si	no	no	si	alta

Complete el siguiente cuadro:

sust	tipo de enlace entre los atomos	tipo de particulas en el solido	tipo de interacción entre las particulas	tipo de solido
E				
F				
G				
H				

Argumente su respuesta en los casos E y F.

Los indicadores cualitativos planteados en los objetivos sirvieron como criterio para la valoración del grado de coincidencia de la actividad formada con los objetivos de la actividad.

La forma de la acción se estableció mediante la presentación de la tarea para la aplicación del procedimiento general de

solución asimilado a nivel mental, o con apoyo de la tarjetad de estudio (forma materializada). La posibilidad de resolver la tarea de una u otra forma es un indicativo del carácter del grado en que fue interiorizada la acción.

El grado de generalización se estableció por medio de la tarea de transferencia y la utilización de las otras tareas que constituyen los casos típicos fundamentales en los límites que se exige de generalización. El estudio del material sobre la base de una metodología general de las acciones facilitó el control de esta cualidad, pues no se hizo necesario controlar muchos casos particulares, sino la esencia contenida en los casos particulares. La habilidad de aplicar lo esencial a la situación nueva fue un indicador de la asimilación de esta esencia.

Sirvió de índice de grado de conciencia de la acción asimilada la capacidad del estudiante para argumentar su trabajo.

El grado de independencia se valoró a partir de la posibilidad que tiene el estudiante de resolver la tarea por sí sólo, sin ayuda del profesor.

4. Resultados y Comentarios

Para el grado de generalización se establecieron cuatro niveles en correspondencia con las respuestas de los estudiantes. Los niveles fueron:

Nivel	Características
1	A partir de las sustancias puede establecer la estructura de la en los casos típicos. Transfiere correctamente el conocimiento a solución de la situación nueva.
2	Resuelve las situaciones típicas correctamente. La solución de la situación nueva es parcialmente correcta.
3	La solución de las situaciones es parcialmente correcta. La solución de la situación nueva es correcta.
4	Resuelve de forma incorrecta todas las situaciones.

Los resultados de la evaluación de esta cualidad aparecen en la tabla 1. El análisis de estos datos evidencian una mayor generalización en los estudiantes del grupo experimental. El 60% de los estudiantes de este grupo están ubicados en el nivel 1 y el 20% en el nivel 2. Alrededor del 70% de los estudiantes de este grupo pueden hacer una transferencia correcta de sus conocimientos para resolver una situación nueva, lo que demuestra una asimilación de los contenidos con una mayor calidad.

Tabla 1. Grado de Generalización.

1. Grupo	% de Estudiantes			
	nivel 1	nivel 2	nivel 3	nivel 4
Experimental	60	20	10	10
Control	30	40	10	20

En el grupo control sólo el 30% de los estudiantes puede transferir correctamente los conocimientos a la situación nueva. Esto es una consecuencia de que la enseñanza tradicional no prepara a la mayor parte de los estudiantes para una generalización que le permita orientarse en los casos particulares estudiados. El mecanismo básico del aprendizaje en la enseñanza tradicional se fundamenta en un proceso de condicionamiento

operante al presentarsele de forma repetida un estímulo que acaba por producir una respuesta terminal más o menos exitosa donde el signo queda asociado (y confundido con) su significado, si bien la estructura cognitiva del estudiante no se modifica sustancialmente²⁸.

Este resultado tiene notable importancia. Los estudiantes con posibilidades de reesolver problemas creativos son muchas veces aquellos capaces de ver las semejanzas entre una situación nueva y otra en la que tuvo experiencia, por eso puede transferir lo que sabe.

En la enseñanza experimental los estudiantes logran orientarse en los datos asequibles, relevantes, lo cual también ofrece grandes posibilidades de transferencia del conocimiento.

La enseñanza experimental garantiza que los estudiantes puedan esclarecer el origen de los aspectos particulares del sistema a partir de su base universal y al mismo tiempo comprenderlos y explicarlos. Este ascenso mental de lo universal a sus manifestaciones cada vez más variadas, se llama en la lógica dialéctica, modo de ascenso de lo abstracto a lo concreto, y es un método que actúa como método correcto en el sentido científico de construcción de la realidad, contrinuyendo a la formación en los estudiante de un pensamiento teórico.

El grado de conciencia fue otra cualidad controlada para un grupo de sustancias, los estudiantes debían deducir la estructura de estas sustancias, a modo de hipótesis, y el tipo de enlace, así com el tipo de partículas presentes y sus posibles interacciones argumentando cómo y por qué llegaban a esas conclusiones. De acuerdo con el grado de profundización de las respuestas se establecieron los siguientes niveles:

Nivel	Características
1	Define correctamente a partir de las propiedades observadas la estructura de las sustancias y la argumentación de las respuestas es correcta.
2	Define correctamente la estructura de las sustancias. La argumentación de es parcialmente correcta.
3	La definición de la estructura de las sustancias es parcialmente correcta. La argumentación se corresponde con los errores presentados.
4	La determinación de la estructura de las sustancias y la argumentación son incorrectas.

En la tabla 2 aparecen los resultados del grado de conciencia. Los estudiantes del grupo experimental se ubican en los primeros niveles y los estudiantes del grupo de control en los niveles más bajos. Los estudiantes del grupo experimental pueden establecer la estructura de las sustancias a partir de sus propiedades, apoyándose en los modelos teóricos estudiados y argumentar sobre esa base.

Tabla 2. Grado de Conciencia.

Grupo	% de Estudiantes			
	nivel 1	nivel 2	nivel 3	nivel 4
Experimental	70	20	10	0
Control	20	60	10	10

Si bien en la enseñanza del grupo de control se plantea como una exigencia el argumentar el trabajo, los procedimientos empleados para ello no obedecen a ninguna regularidad

Tabla 3. Resultados Estadísticos

Cualidad	V	Z	Probabilidad Calculada	Probabilidad da Tabla	Diferencias
Generalización	171	2,464	0,00687	0,0069	si
Conciencia	171	0,224	0,4129	0,4129	si

específica del proceso de asimilación y construcción del conocimiento. En el grupo experimental se establecen momentos específicos donde se consolida la formación de esta cualidad, teniendo en cuenta las leyes de la asimilación.

La propia organización sistémica de los contenidos hace que los estudiantes tomen conciencia de los procedimientos orientados a construir por deducción-investigación el objeto de asimilación.

Con estos resultados se evidencia que cuando el estudiante puede transferir lo que aprendió para la comprensión del contenido relacionado o a la solución de un nuevo problema, eso significa que los conocimientos que el estudiante asimiló tienen significado para él²⁹.

El procesamiento estadístico de los datos permitió poner a prueba la hipótesis de la investigación, para establecer la existencia o no de diferencias significativas entre los resultados de los estudiantes de los dos grupos. La prueba estadística utilizada fue la prueba de rangos señalados y pares de Wilcoxon. Los resultados de la tabla 3 indican la existencia de diferencias significativas, lo que reafirma la superioridad de los resultados los estudiantes del grupo experimental en relación a los del grupo control.

El control final permitió además hacer algunas reflexiones conclusivas con relación a las cualidades forma de la acción y grado de independencia. El resolver satisfactoriamente las tareas asignadas indica que las acciones han sido asimiladas a nivel mental, o sea, el procedimiento general para explicar propiedades de sustancias es operado en el plano mental. No precisar de ayuda para la solución correcta de las tareas es un indicativo de la independencia. Los resultados observados permiten concluir que estas cualidades fueron se manifiestan a un nivel de desarrollo superior en los estudiantes del grupo experimental.

Otras observaciones realizadas durante las actividades de aprendizaje en los grupos experimental y de control, revelaron que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron a un nivel superior la capacidad de discutir, argumentar defender y criticar sus propios puntos de vista. Esta nueva organización del proceso de aprendizaje tuvo una influencia en el cambio de actitudes de los estudiantes pues contribuyó al desarrollo de la personalidad reflexiva y crítica, además de ser un medio para eliminar el carácter mecanicista y formal del aprendizaje, creando confianza mutua, buena voluntad, y la identificación y el trabajo por las metas grupales, fue una actividad de mayor productividad.

CONCLUSIONES

El cambio de paradigma en la Educación es un acontecimiento. Los viejos modelos, inconsecuentes con la práctica pedagógica actual, van cediendo su espacio a modelos basados en paradigmas constructivistas y los que consideran el aprendizaje como un proceso que ocurre sujeto a determinadas regularidades.

Con el experimento pedagógico realizado se pudo establecer la importancia de organizar el proceso de asimilación teniendo en cuenta las regularidades psíquicas del proceso de asimilación y considerando el aprendizaje como un proceso de construcción de significados. Si estas condiciones están presentes puede lograrse en los estudiantes la formación de habilidades productivas generalizadas, independientes y con alto grado de conciencia. Esta forma de aprendizaje representa una contribución significativa a la posibilidad de formar en los estudiantes un pensamiento creativo y teórico.

REFERÊNCIAS

1. Vigotsky, L.; *Pensamiento y lenguaje*. Pueblo y Educación. Habana, 1989.
2. Galperin, P.; *Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales*. En Antología de la Psicología Pedagógica y de las edades. Pueblo y Educación. La Habana, 1986.
3. Driver, R.; *School Science Review* **1986**, 67, 443.
4. Osborne, R.; *European Journal of Science Education* **1983**, 5, 1.
5. Viennot, L.; *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Tesis Doctoral. Hernan París. París, 1976.
6. Clough, E.; *Science Education* **1986**, 11, 59.
7. Popper, K.; *La lógica de la investigación científica*. Tecnos. Madrid, 1962.
8. Lakatos, I.; *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza. Madrid, 1989.
9. Toulmin, S.; *Human Understanding I: The collective use and evolution of concept*. Alianza. Madrid, 1977.
10. Kuhn, T.; *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México, 1971.
11. Beltrán, I.; *Revista Cubana de Educación Superior* **1991**, XI. N. 1-2, 45-56.
12. Galperin, P.; *Los tipos fundamentales de aprendizaje*. Universidad de la Habana. La Habana, 1974.
13. Beltrán, I.; *Revista Cubana de Educación Superior* **1991**, XI. N.3, 79-84.
14. González, O.; *La Planificación Pedagógica de la enseñanza*. Universidad de la Habana. La Habana, 1990.
15. Talízina, N.; *La actividad cognoscitiva como objeto de dirección*. Pueblo y Educación. La Habana, 1982.
16. Galperin, P.; *Revista Cuestiones de Psicología* **1980**, 1, 45.
17. Beltrán, I.; *Perfeccionamiento de la Química General*. ISPJAE. La Habana, 1992.
18. Salmina, N.; Reshetova, Z.; *Enfoque sistémico estructural en la asignatura de Química*. Universidad de la Habana. Habana, 1983.
19. Thornton, P.; *Ciencias de los Materiales para Ingeniería*. Prentice Hall. México, 1987.
20. Reshetova, Z.; *Análisis sistémico aplicado a la Educación Superior*. Universidad de la Habana. La Habana, 1989.
21. Salmina, N.; *La actividad cognoscitiva de los alumnos y modos de construir la asignatura*. Universidad de la Habana. Habana, 1988.
22. Glaser, R.; *Revista Internacional de Ciencias Sociales* **1988**, Mar., 115.
23. Ref. 1.
24. Galperin, P.; *Revista Cuestiones de Psicología* **1969**, 1, 14.
25. Talízina, N.; *Revista Psicología y Educación* **1968**, Año V, N. 10, 33.
26. Ref. 22.
27. González, O.; *Aplicación del enfoque de la actividad al perfeccionamiento de la Educación Superior*. Universidad de la Habana. Habana, 1989.
28. Ausubel, D.; *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. México. 1982.
29. Ref. 28.