
EL CICLO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE CAPACIDADES CREATIVAS

Segifredo L. Gonzales Bello

Nelsy P. Pérez Ponce de León

Departamento de Física

Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero

Holguín - Cuba

Resumo

En este artículo, los autores a partir de la constatación de las dificultades que tienen los profesores de Física para organizar el material docente siguiendo el ciclo del conocimiento científico, proponen un procedimiento metodológico que permite utilizarlo, lo ejemplifican con el desarrollo de algunos elementos del conocimiento, y se hace referencia a algunos aspectos personológicos, relacionados con el desarrollo de las capacidades creativas.

I. Introducción

En la preparación del material docente de Física para los alumnos de la Escuela Media, se recomienda que la organización metodológica se haga siguiendo la secuencia del ciclo del conocimiento científico (Valdés, 1983; García, 1985 y González Bello, 1994), según el esquema:

HECHOS → MODELOS → CONSECUENCIAS → VERIFICACION
 HIPOTESIS EXPERIMENTAL

En otros trabajos publicados se ha enfatizado en que más importante que aprender el significado correcto de algunos conceptos científicos, es el hecho de aprender las etapas del método científico (Moreira, 1993, p. 108).

La aplicación de algunos métodos empíricos de investigación, así como el análisis teórico de los documentos normativos y metodológicos utilizados en las escuelas, nos permitieron constatar que: En los análisis metodológicos que realizan los profe-

sores no han logrado organizar sus clases siguiendo el ciclo del conocimiento científico, porque no tienen a su alcance una metodología que los ayude para proceder con la selección de los elementos, organizarlos y relacionarlos con los métodos de enseñanza, y por último, no explotan la posibilidad que brinda esta organización metodológica para estimular el desarrollo de las capacidades creativas en los alumnos.

En el artículo, proponemos un procedimiento metodológico para organizar el ciclo del conocimiento científico y ejemplificamos cómo utilizarlo en la organización práctica del proceso de enseñanza de la Física en la Escuela Media.

II. Utilización del ciclo del conocimiento científico en la organización del proceso de enseñanza. Marco teórico

Un aspecto teórico tenido en cuenta para organizar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, es el de tratar los elementos del sistema de conocimientos según el ciclo del conocimiento científico (Razumovski, 1987).

En diferentes investigaciones realizadas, el ciclo ha sido adaptado al tipo de enseñanza (Valdés, 1983; García, 1985; Ducongé, 1990 y González Bello, 1994). Desde el punto de vista metodológico, el ciclo del conocimiento científico permite organizar el proceso pedagógico de manera más efectiva, empleando menos tiempo en presentarle el material de estudio preparado a los estudiantes; y un mayor tiempo al planteamiento y solución de tareas cognoscitivas.

En la estructuración del ciclo no siempre se le ha dado la importancia que requiere durante el establecimiento de los hechos iniciales, a la observación de hechos; y durante la deducción de las consecuencias teóricas, buscar los hechos que puedan ser explicados mediante el modelo propuesto. Estas dos etapas son decisivas dentro del ciclo porque contribuyen a desarrollar los procedimientos inductivos y deductivos del razonamiento en los estudiantes, y por otro lado en ellas se relacionan el pensamiento lógico y el intuitivo.

El ciclo es aplicable a los diferentes niveles de sistematicidad del sistema de conocimientos científicos y conduce a sistematizar los conocimientos de los estudiantes. Desde el punto de vista gnoseológico, en el sistema de conocimientos de una rama del saber, no solo como disciplina docente, sino en general como ciencia, es posible precisar cuatro niveles diferentes de sistematicidad:

- El concepto.
- La ley.
- La teoría.
- El cuadro.

El concepto es el elemento más importante del pensamiento lógico. Es una imagen generalizada que refleja la multitud de objetos semejantes por medio de sus características esenciales. En este nivel además se dan la propiedad, la magnitud y el modelo.

La ley en su forma más general, es una determinada relación necesaria entre componentes del objeto, o entre fenómenos o procesos. En el mismo nivel están los principios.

La teoría es el sistema del conocimiento que explica el conjunto de los fenómenos de alguna esfera de la realidad y que reduce todas las leyes que se encuentran en ese dominio bajo un elemento unificador.

El cuadro es una generalización a nivel de sistema conceptual de los elementos fundamentales de las diferentes teorías y que se sustentan en un modelo determinado de la materia y el movimiento.

Para la enseñanza de la Física en la Escuela Media Cubana se recomienda en el ciclo de Secundaria Básica llegar hasta el nivel de leyes empíricas, y en el Preuniversitario (bachillerato) tratar hasta el nivel de teoría.

El ciclo del conocimiento científico, utilizado como recurso metodológico en el proceso de enseñanza aprendizaje, tiene gran valor, porque permite al alumno seguir los modos de actuación de un investigador. En este punto si le damos un enfoque científico al proceso de enseñanza aprendizaje, irremediamente nos aproximamos al proceso creativo.

El proceso creativo consta de diferentes fases o etapas, que tienen su génesis en Poincaré (1913) y Wallas (1926). Estas etapas han sido estudiadas por el psicólogo e investigador cubano F. Chibás (1992), que las caracteriza de esta manera:

1. Planteamiento del problema: Se identifica y plantea el problema. El individuo se percató de que existe una situación no resuelta, un hueco en el conocimiento de una esfera específica, y esto le provoca una nueva inquietud. Puede adoptar la forma de pregunta.

2. Preparación: Se acumula información respecto al problema.

3. Incubación o procesamiento de la información: En esta fase aparentemente el pensamiento no está trabajando en la solución, sin embargo, de manera inconsciente se están efectuando conexiones y relaciones tendentes a solucionar el problema.

4. Visión o iluminación: Puede ocurrir o no, y se caracteriza porque de forma súbita, el individuo toma conciencia de la idea que soluciona al problema, porque conecta elementos y aspectos que antes parecían inconexos (es el eureka! de Arquímedes, la manzana que vió caer Newton).

5. Producción: Transcurre a veces simultáneamente con la iluminación. En esa etapa priman la ejecución y realización de operaciones concretas encaminadas a solucionar el problema.

6. Verificación: Consiste en la comprobación, el examen y la posterior configuración de la nueva visión o idea que soluciona el problema. La idea se elabora o enuncia de modo que pueda ser transmisible y comunicable a los demás.

7. Distanciamiento: En esta fase el individuo se distancia de la solución hallada para evaluar su dimensión y alcance de la forma más objetiva posible, intentando pulir sus errores y defectos. En este período el pensamiento lógico desempeña un gran papel.

El ciclo además permite al docente, explotar el material de estudio para ayudar a desarrollar aspectos de la personalidad del alumno, íntimamente relacionados con el desarrollo de capacidades creativas. Entre estos aspectos se encuentran los factores relacionados con la producción divergente, según Guilford (Olea, 1993):

- Fluidez.
- Flexibilidad.
- Originalidad.
- Elaboración.

La fluidez se expresa en la cantidad, en el número de ideas o producciones que el individuo puede generar o utilizar en un contexto determinado.

La flexibilidad se manifiesta en la variedad de recursos que el sujeto es capaz de emplear en las situaciones que enfrente, en su posibilidad de generar diferentes alternativas de solución a los problemas, diferentes modos de contemplar un fenómeno; en la posibilidad de modificar el rumbo de su actividad intelectual cuando la situación lo requiere.

La originalidad se expresa por la cantidad de ideas y de opciones inusuales, no comunes, que el individuo puede ofrecer y generar ante un hecho, situación, problema; por la posibilidad para elaborar soluciones, estrategias y productos novedosos.

La elaboración se evidencia en la posibilidad para producir gran riqueza de detalles en el análisis de una idea o situación, de llevar hasta las últimas consecuencias la elaboración de un proyecto o de una idea desarrollada, clarificándola y descubriendo deficiencias.

III. Procedimiento metodológico para utilizar el ciclo del conocimiento científico en la organización del material docente

Para la organización del material docente siguiendo la lógica del ciclo del conocimiento científico, proponemos un procedimiento metodológico que debe tener en cuenta, los siguientes aspectos:

1. Tener previamente la estructuración metodológica que se le ha dado a cada una de las unidades, temas o capítulos del programa. Entre otros aspectos a tener en cuenta están:

a) La distribución del número de horas/clases, por forma de la organización de la enseñanza (clases de tratamiento de nuevo contenido, de ejercitación, de actividades experimentales, de control y evaluación, ...).

b) Las ideas científico-metodológicas básicas del material de estudio.

c) Los elementos fundamentales del sistema de conocimientos físicos a desarrollar según el programa.

2. Precisar los niveles de sistematicidad (conceptos, leyes, teorías, cuadro) que se van a tratar en cada una de las unidades, temas o capítulos, porque de acuerdo con estos niveles, así será la profundidad con que se tratará el material docente.

3. Analizar qué parte del ciclo se va a desarrollar en cada clase, a partir de la dosificación dada a la unidad de que se trate. Es necesario considerar que no siempre se logra completar el ciclo del conocimiento científico en una clase, por el contrario, su despliegue en muchas ocasiones, se extiende a varias clases.

4. Seleccionar, dentro del conjunto de hechos experimentales, cuáles de ellos van a ser iniciales, y cuáles van a servir para la verificación experimental de las consecuencias teóricas. Al iniciar cada una de las unidades, el estudiante ya tiene los conocimientos que le han llegado en clases anteriores del grado, o de otros grados; y existen además los hechos acumulados en el desarrollo de la humanidad. Entre ellos, el profesor debe seleccionar adecuadamente, cuál o cuáles le servirán para iniciar el ciclo o para verificar las consecuencias teóricas deducidas del modelo propuesto.

Varios autores reflejan la relación que existe entre proceso creativo e imaginación (Shardukov, 1978; Petrovski, 1978; Bertoglin, 1990; González Valdés, 1990 y Martínez, 1990). Todo acto de imaginación se inicia en las percepciones. Las imágenes que se acumulan en este proceso siguen un complejo camino de transformación (asociaciones y disociaciones), por lo tanto, la actividad creativa de la imaginación depende directamente de la riqueza y diversidad de la experiencia anterior.

Las huellas dejadas en el cerebro por esas vivencias son la base de la actividad combinatoria de la mente humana. Es precisamente esa capacidad combinatoria, la que es llamada por los psicólogos imaginación (Petrovski, 1978 y Weinert, 1990).

Estas combinaciones de imágenes tienen un marcado carácter emocional, toda emoción, todo sentimiento, trata de cobrar forma en imágenes. La imaginación permite seleccionar las impresiones, ideas o imágenes que estén de acuerdo con nuestro estado de ánimo. Las emociones o imágenes que tienen un signo común (Sharukov, 1978 y Vigotski, 1987), tienen la tendencia a unirse entre sí, lo que permite que surjan asociaciones inesperadas. Esta es la causa por la que la imaginación, del mismo modo que el pensamiento, se origina en una situación problemática.

De aquí, que la riqueza de hechos iniciales y la emoción que logre despertar el maestro en cada alumno, al revelar que estos hechos no pueden ser explicados con los conocimientos que tienen, influyen en gran medida en la riqueza de proposiciones (fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración) que los alumnos puedan hacer para resolver el problema planteado.

La presentación de los hechos iniciales y el establecimiento de la situación problemática (pregunta a contestar), sobre la base de los conocimientos anteriores, recoge aproximadamente las tres primeras etapas del proceso creativo: planteamiento del problema, preparación e incubación (Chibás, 1992). De la cantidad y calidad de las imágenes acumuladas y de la información que se posee, depende la mayor o menor productividad en el resto de las etapas. Esto confiere a esta primera fase del ciclo del conocimiento, una notable importancia.

5. Tener presente que los hechos iniciales seleccionados, den las razones suficientes para proponer las hipótesis y los modelos. La producción de hipótesis por parte de los alumnos es el reflejo del desarrollo del pensamiento divergente (fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración) en ellos (Estrella, 1987; Bertoglin, 1990 y González Valdés, 1990). Visto de esta manera, el profesor debe abstenerse de proponer hipótesis, por el contrario, debe propiciar a toda costa, que sean los alumnos los que propongan soluciones adelantadas. Lo más importante no es que el alumno dé la idea acertada, sino que produzca la mayor cantidad posible de ideas. La formulación de hipótesis corresponde a las etapas cuatro y cinco del proceso creativo: iluminación y producción (Chibás, 1992).

6. Las hipótesis y los modelos deben permitir la deducción de las consecuencias teóricas, que deben verificarse, refutarse o desarrollarse, en la medida en que sean ciertas o no.

7. Los hechos tomados en calidad de verificadores de las consecuencias teóricas, deben aportar argumentos que verifiquen, nieguen o refuten en parte las hipótesis propuestas.

En algunos casos, durante la verificación experimental de las consecuencias teóricas extraídas de los modelos, aunque no se logren verificar totalmente, estos no se rechazan del todo, sino que se desarrollan.

Lo expresado en los aspectos 6 y 7, se corresponde con las etapas seis y siete del proceso creativo: verificación y distanciamiento (Chibás, 1992). En estas se realiza la comprobación, examen y posteriormente, la configuración de la nueva visión de la idea, elaborada ya de forma que pueda ser comunicable y se evalúan las dimensiones del nuevo conocimiento.

Además de estos aspectos metodológicos que hemos planteado, se debe tomar la relación existente entre el desarrollo del material docente con esa secuencia cíclica y los métodos de enseñanza.

Durante el paso de los hechos a las hipótesis y los modelos se sigue la vía inductiva, de acuerdo con los procesos del pensamiento que se producen en los estudiantes; mientras que las consecuencias teóricas se extraen de las hipótesis y los modelos, siguiendo la vía deductiva.

Durante el análisis de los hechos iniciales, se aprovechan las contradicciones que surgen en los estudiantes para su explicación, lo que permite introducir los métodos problémicos. Lo mismo ocurre en la fase de verificación de las consecuencias teóricas.

IV. Utilización práctica del ciclo del conocimiento científico en la organización del proceso de enseñanza

El ejemplo que desarrollamos, corresponde el contenido de Física Moderna que se imparte en la Escuela Media.

Ejemplo del contenido de una clase de la unidad Introducción a la teoría cuántica:

Para ilustrar la aplicación del ciclo del conocimiento científico, hemos seleccionado la siguiente clase: Efecto fotoeléctrico externo. Leyes empíricas.

En esta clase, lo aplicaremos al nivel de sistematicidad de los conceptos, particularmente para el de efecto fotoeléctrico.

La organización metodológica del material de estudio, según el ciclo del conocimiento científico, es la siguiente:

Hechos iniciales

En calidad de hechos iniciales, tomaremos el experimento de Hertz, cuyos resultados son: Entre dos esferas metálicas, sometidas a una diferencia de potencial, saltaba con más facilidad una chispa eléctrica, si eran iluminadas con rayos ultravioleta.

Si el profesor realiza la presentación del hecho inicial, sobre la base de una descripción o lectura, se desarrolla, en primer lugar, la llamada imaginación restituyente

o de memoria (Petrovski, 1978), que tiene por base la creación de un sistema de señales que se corresponde con la descripción o la lectura.

Si se realiza a través de experimentos, las imágenes se forman del propio proceso perceptivo. Independientemente del medio empleado, se forman imágenes que permiten asociaciones que conllevan a la formulación de preguntas.

El experimento tiene la ventaja de dar mayor riqueza de imágenes y la seguridad de que estas se correspondan con la realidad física. La descripción o lectura puede no llevar a la formación de imágenes que se correspondan con la realidad, si el alumno no tiene experiencias anteriores con los equipos que se describen. Esto puede remediarse con la observación de un esquema del montaje del experimento.

Una vez planteado el hecho inicial, surge inmediatamente la situación problémica, mediante las preguntas:

¿ Qué influencia ejercen estos rayos sobre los metales cargados eléctricamente, para favorecer su descarga?

¿ Qué tipo de carga eléctrica se desprende de esas esferas metálicas?

La formulación de preguntas relacionadas con la observación o representación de un proceso dado, es un indicio de lo que algunos autores llaman pensamiento problémico (Estrella, 1987; Razumovski, 1987 y González Valdés, 1990) que se define como un pensamiento que produce preguntas. Encontrar un problema representa un acto creativo perfectamente distinguible y de igual o mayor valor que encontrar la solución.

De la maestría del profesor depende que las preguntas que los alumnos formulen, luego de breves discusiones queden redactadas próximas a como el desea.

Estas preguntas introducen los elementos problémicos que se pueden explotar en el desarrollo de la clase.

Hipotesis

A partir del hecho inicial seleccionado, la hipótesis es la siguiente: Bajo la acción de los rayos ultravioleta, se desprenden partículas con carga negativa de la superficie del metal.

El papel del maestro es propiciar reflexiones que conduzcan a la formulación de hipótesis por los alumnos, no obstante, en muchos casos, ellos proponen algunas que de antemano conocemos que son falsas. Las propuestas deben discutirse con la mayor seriedad, y rechazarlas sobre la base del resultado del experimento. Aprovechar esta situación en el aula tiene un alto valor “científico y metodológico”.

En dependencia del tiempo de que se disponga, el profesor podrá discutir una o más hipótesis falsas. Es importante mantener el criterio de que la producción de

una de ellas, generalmente es un signo de que el alumno está pensando en el problema. De la discusión para su comprobación o refutación y del método seguido en cada caso, depende que el alumno aprenda o no a formularlas.

Consecuencias teoricas

Como consecuencia teórica, se deduce de la hipótesis que: Si se desprenden partículas con carga negativa de la superficie del metal, entonces, con el diseño de algún dispositivo conveniente, debe registrarse una corriente eléctrica, cuando sobre este incida una radiación. Este dispositivo resultó ser el fotoelemento de vacío.

En esta etapa y en la siguiente juega un papel importante el pensamiento lógico. Es importante que el alumno se percate de que la hipótesis puede ser verificada, refutada o desarrollada.

A partir del análisis de las consecuencias, se pide a los alumnos que propongan vías de solución para comprobar la hipótesis. Las propuestas acertadas son un indicio del desarrollo del pensamiento lógico.

Verificación experimental

Las consecuencias teóricas se verifican con la utilización de un montaje experimental, que incluye entre sus componentes un fotoelemento de vacío.

Con estos experimentos se llega finalmente al concepto de efecto fotoeléctrico externo.

La acertada dirección del proceso, el análisis de las propiedades esenciales, necesarias y suficientes, deben llevar a la definición correcta del concepto.

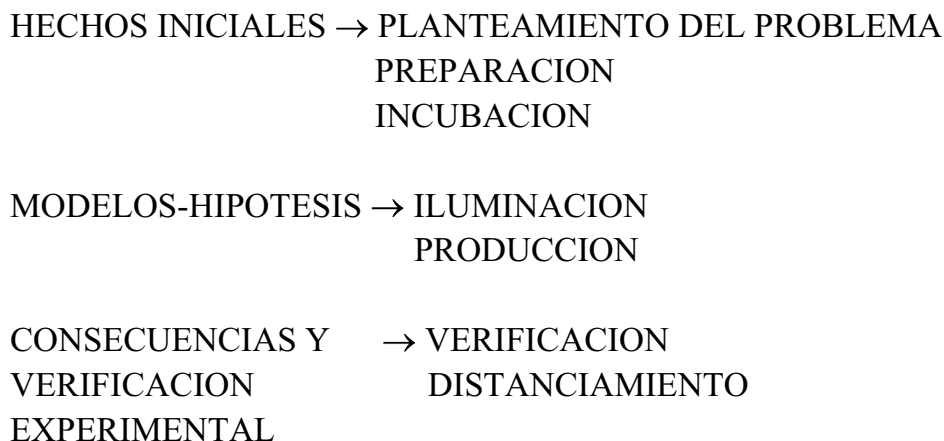
El docente con su conducción, puede en esta etapa, a partir de los juicios que se forman en cada fase del experimento, enseñar a los alumnos a razonar y a llegar a conclusiones lógicas.

V. Conclusiones

La práctica pedagógica que realizamos a través de nuestro trabajo como docentes de una institución que se ocupa de la formación de profesores de Física, y las investigaciones que realizamos con el objetivo de perfeccionar la Didáctica de la Física, nos han llevado a obtener algunas conclusiones que si bien no son definitivas, si nos permiten orientar las direcciones futuras para el tratamiento didáctico del material docente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la Escuela Media.

El ciclo del conocimiento científico es una de las estrategias didácticas que pueden utilizar los profesores de Física para que los alumnos comprendan las etapas del método científico, evidenciadas en el proceso que siguen los modos de actuación de un investigador.

Las etapas del ciclo del conocimiento pueden ser relacionadas con las etapas del proceso creativo que propone Chibás (1992), lo cual queda resumido en el siguiente esquema:



La utilización del ciclo del conocimiento científico en la organización del proceso de enseñanza de la Física es muy importante porque: favorece el proceso de asimilación y sistematización de los conocimientos y las habilidades de los estudiantes; los prepara para comprender el camino que sigue la Ciencia en su desarrollo, mediante las etapas del método científico, y contribuye a desarrollar las capacidades creativas vistas a través de los indicadores relacionados con la calidad procesal (factores relacionados con el pensamiento divergente), de forma simplificada las relaciones serían:

CICLO DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO (ETAPAS DEL METODO CIENTIFICO) →	INDICADORES DE CALIDAD PROCESAL: – FLUIDEZ – FLEXIBILIDAD – ORIGINALIDAD – ELABORACION
PROCESO CREATIVO (ETAPAS)	

La efectividad del procedimiento metodológico descrito y ejemplificado, ha sido comprobada en la práctica del proceso pedagógico de la Física Moderna por González Bello (1994), al aplicarlo en las condiciones de la Provincia de Holguín en el

desarrollo de una investigación pedagógica, en la cual se encontraron algunas relaciones significativas entre:

– La organización del ciclo del conocimiento científico y la efectividad de los métodos de enseñanza.

– La sistematización de los conocimientos de los alumnos y el desarrollo de las habilidades fundamentales, al aplicar los principales conceptos y leyes a la solución de preguntas y problemas de Física.

En investigaciones posteriores estamos trabajando en la búsqueda de posibles correlaciones entre: Enfoque didáctico del material docente → Indicadores de calidad procesal → Niveles de efectividad de la actuación y habilidades intelectuales.

Referências

BERTOGLIN RICHARDS, L. Psicología del aprendizaje Antofagasta: Ed. Universidad de Antofagasta, 1990. 156 p.

CAMPOS, A. y GONZALEZ, M.A. Is imagery vividness a determinant factor in creativity? Bulletin of the Psychonomic Society, V.31, n.6, p. 560-562, 1993.

_____. Vividness of imagery and creativity. Perceptual and Motor Skills. V. 77, p. 923-928.,1993.

_____. Imagen, Inteligencia y Creatividad. Psicothema, V.6, n.3, p. 387-393,1994.

CHIBAS ORTIZ, F. Creatividad + dinámica de grupo = ¿ EUREKA! La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1992. 61 p.

ESTRELLA, J. Teoría de la acción libertad y conocimientos. Santiago de Chile: Ed. de la Universidad de Chile, 1987. 108 p.

GARCIA RAMIS, L. El perfeccionamiento del contenido y los métodos de enseñanza de la Física Molecular en la Escuela Media. p. 25-42. En Ciencias Pedagógicas. Año VI, n.10. La Habana, ene-jun. 1985.

GONZALES BELLO, S.L. Perfeccionamiento de la Metodología de la enseñanza de la Física Moderna en la Escuela Media Cubana. 190 h. Tesis (Doctor en Ciencias Pedagógicas). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, Holguín, 1994.

GONZALEZ VALDES, A. Cómo propiciar la creatividad. La Habana: Ed. de Ciencias Sociales, 1990. 173 p.

MARTINEZ LLANTADA, M. La creatividad en la escuela. Pedagogía 90, 1990.

- HERNÁNDEZ, J. D. et al Metodología de la enseñanza de la Física en el preuniversitario. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1990. 260 p.
- MITJANS MARTINEZ, A. La escuela y el desarrollo de la creatividad, Curso 9, Pedagogía 95, 1995. 14 h.
- MOREIRA, M.A. Sobre o ensino do método científico. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 10, No. 2, Agosto 1993. pp. 108-117.
- OLEA, J. La evaluación de la creatividad: revisión y crítica. Tarbiya, n.3, p.81-98, 1993.
- PETROVSKI, A.V. Psicología General. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1987. 497 p.
- RAZUMOVSKI, V.G. Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza de la Física. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1987. 263 p.
- SHARDUKOV, M.N. Desarrollo del pensamiento en el escolar. La Habana: Ed. de libros para la Educación, 1978. 384 p.
- VALDES CASTRO, P. Activación del proceso cognoscitivo de los escolares durante el estudio de la Física. p. 18-29. En Ciencias Pedagógicas. Año IV, n. 7, La Habana, jul-dic, 1983.
- VIGOTSKI, L.S. Imaginación y creación en la edad infantil. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1987. 85 p.
- WEINERT, F.E. Estado actual de la investigación psicológica de la creatividad. Traducción de dinámica generacional e innovación en la investigación básica. Munich: Berichte und Mitteilungen n.3, 1990.