

Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Física

CAROLINA DOUGLAS DE LA PEÑA
GUILLERMO BERNAZA RODRÍGUEZ
ROBERTO CORRAL RUSO
Universidad "José Martí", Cuba

Introducción

Hoy en día se produce un gran impacto de la ciencia y la tecnología en la producción y la vida de las personas, provocando *la necesidad apremiante de una formación científica masiva* (UNESCO, 1993), lo que conduce a que el encargo social de la escuela media y la educación superior sea desarrollar sujetos capaces de aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser.

La enseñanza de las ciencias en general y de la Física en particular, han estado signadas por diversas tendencias, entre las cuales podemos destacar diversas propuestas de innovación, algunas de ellas fundamentadas teóricamente, otras responden a intuiciones muy generalizadas, a un "pensamiento docente espontáneo" que impone sus "evidencias", escapando así a la reflexión crítica. Estos planteamientos ateóricos están dejando paso a un esfuerzo de fundamentación y evaluación que une estrechamente la innovación a la investigación didáctica (D. Gil Pérez y P. Valdés Castro, 1996).

Entre las tendencias innovadoras más extendidas en las últimas décadas en el proceso de enseñanza de la Física que estos autores valoran se encuentran:

- Las prácticas de laboratorio como base del "aprendizaje por descubrimiento".
- La transmisión-recepción de conocimientos como garantía de un aprendizaje significativo.
- La utilización de las computadoras en la enseñanza.
- Las propuestas constructivistas como eje de transformación de la enseñanza de las ciencias.

Estas propuestas se caracterizan por ponderar algunos aspectos de los que intervienen como factores importantes en el aprendizaje de la ciencia por los educandos, pero descuida otros, por lo que el resultado de su aplicación aún no es el deseado.

En opinión de los doctores Rolando y Pablo Valdés Castro¹, es indispensable hacer un esfuerzo de integración de los numerosos aportes realizados a la teoría y la práctica de la enseñanza. El núcleo de ideas

¹ VALDÉS CASTRO, P., y colectivo: El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. Ed. Academia, La Habana, 1999.

didácticas fundamentales donde encuentran unidad concepciones epistemológicas, psicológicas y pedagógicas, de validez en la enseñanza de las ciencias lo conforman:

- La necesidad de imprimir una orientación cultural a la educación científica.
- La necesidad de considerar durante el proceso de enseñanza aprendizaje las características distintivas de la actividad psíquica humana.
- La obligación de reflejar durante el proceso de enseñanza aprendizaje las características fundamentales de la actividad investigadora contemporánea.

El enfoque histórico cultural ofrece una base teórica de grandes potencialidades para el diseño de estrategias y propuestas de enseñanza en el campo de las ciencias que contemplen estas ideas y dan un margen abierto a muchas más posibilidades, ya que este enfoque asume al educando como centro del proceso de enseñanza aprendizaje, quien construye y reconstruye el conocimiento por medio de operaciones y actividades que se realizan en interacción social, proceso en el cual el objeto de aprendizaje pasa del plano interpsicológico al intrapsicológico, produciéndose el proceso conocido como “interiorización”, a la vez que promueve el desarrollo pleno del sujeto. Este proceso ocurre en un medio social y cultural determinado en el que se enraíza. En el mismo juegan un rol determinante los mediadores, que son instrumentos que transforman la realidad, propiciando la interacción objeto-sujeto y sujeto-sujeto.

Desarrollo

Según Vygotski, “...todas las funciones psíquicas superiores comparten el rasgo de ser procesos mediatizados, es decir, incluyen en su estructura, como elemento central e indispensable, el empleo del signo como medio esencial de dirección y control del propio proceso.

En lo relativo a la formación de conceptos, ese signo lo constituye la palabra, que actúa como medio de formación de los conceptos y se convierte más tarde en su símbolo”².

“La comunicación basada en la comprensión racional y en la transmisión premeditada del pensamiento y de las sensaciones exige necesariamente un determinado sistema de medios, prototipo del cual ha sido, es y será siempre el lenguaje humano, surgido de la necesidad de comunicación en el trabajo”³.

El lenguaje simbólico de la Física es el mediatizador por excelencia en el proceso de aprendizaje de esta disciplina; la comprensión de los signos que lo integran, su interpretación correcta e interiorización resultan esenciales para la formación de conceptos y del pensamiento teórico en los educandos; constituye el medio que hará posible la plena comunicación profesor-educando en el plano de los contenidos de la asignatura, por lo que resulta imprescindible su conocimiento para la comprensión del mensaje, de la información.

² VYGOTSKI, L. S.: *Pensamiento y lenguaje*, en Obras Escogidas, tomo 2. Editorial Visor Distribuciones S. A., Madrid, España, 1993, p. 125, p. 6.

³ Idem, p. 22, p. 2.

El educando tendrá dominio de este lenguaje si es capaz de emplearlo correctamente en la interpretación y representación de las diversas situaciones correspondientes a esta ciencia, así como operar con él al enfrentar situaciones problemáticas. Esto significa que debe identificar los signos contenidos en una representación simbólica, explicar la relación que se manifiesta entre los diferentes signos que la componen, expresando el significado de su integración como un todo (interpretación), y tener tanto una imagen de lo denotado en los símbolos como significado y representación de la realidad física, como representar por medio de símbolos la imagen de la realidad que se ha formado en su mente⁴.

El aprendizaje de este lenguaje debe comenzar una vez que el educando se inicia en el estudio de la Física, para lo cual se pueden tomar como base muchos de los conceptos, signos y representaciones propios de la matemática que ya deben resultar más afines al educando y que debe emplear o transferir a las situaciones que estudia esta asignatura, así como conceptos generales de la ciencia y hasta del lenguaje común, a los que en la mayoría de los casos debe atribuirle diferente significado al conocido hasta ese momento. Al igual que en el caso de la asignatura, la complejidad del lenguaje simbólico se incrementa a medida que el estudiante transita a niveles superiores, alcanzando su mayor complejidad y abstracción en la educación superior.

Atendiendo a esto, el aprendizaje de la Física requiere de un proceder didáctico que no puede ser el formal reproductivo o memorístico. Entre los requerimientos para su estudio debe dársele gran importancia al proceder que ha de seguirse para la formación y desarrollo del pensamiento teórico, sobre cuya base se construyen los conceptos científicos.

Una de las vías que pudiera facilitar esto sería que el aprendizaje del lenguaje simbólico de la Física tenga significado y sentido para el educando, tanto desde el punto de vista cognitivo, como de la unidad cognitivo-afectiva en la significación, es decir, que lo comprendan y tenga para ellos sentido personal.

En las carreras de ingeniería este lenguaje resulta de vital importancia tanto para la comunicación como para la actualización y el desempeño profesional, razón por la cual es de esperar que el mismo tenga significado y sentido personal para los que las cursan. Sin embargo, en la significación atribuida por los educandos al lenguaje simbólico de la Física predomina el aspecto operacional y el empleo formal de muchos conceptos, sin relación con la realidad que representan. En el ITM "José Martí", entre los factores que influyen en la construcción de significados para el lenguaje simbólico de la Física por los educandos de las carreras de Ingeniería Radioelectrónica, se valoran: los métodos de enseñanza-aprendizaje empleados, el diseño y forma de uso de los medios de enseñanza y los preconceptos que persisten en ellos y en los profesores, así como una concepción atomística de los contenidos (C. Douglas, 1999).

El problema que enfrentamos es la evidencia de una contradicción entre la necesidad de que los educandos le atribuyan al lenguaje simbólico de la Física un significado científico a la vez que tenga sentido personal para ellos y el aprendizaje formal que hasta el momento se produce de la Disciplina y de su lenguaje, de ahí que nos hemos propuesto como objetivo:

⁴ DOUGLAS, C.: Algunos factores que influyen en la construcción de significados del lenguaje simbólico de la Física por los estudiantes de los primeros años de la carrera de ingeniería. Tesis en opción del título de Master en Ciencias de la Educación Superior, CEPES, Universidad de La Habana, 1999.

Elaborar una propuesta didáctica que promueva, en los educandos de las carreras de Ingeniería Radioelectrónica del ITM “José Martí”, la significación personal del lenguaje simbólico de la Física en correspondencia con su significado científico, a la vez que lo emplea como instrumento para su aprendizaje.

Esta propuesta se basa en los presupuestos teóricos del enfoque histórico cultural de L. S. Vygotski y sus seguidores, especialmente los referidos al aprendizaje, la teoría de la actividad y la comunicación, los procesos de interiorización y mediatización, la relación pensamiento-lenguaje y la formación del concepto, valorando también algunos presupuestos de la psicología cognitiva en los que se han basado hasta el momento numerosas propuestas para el aprendizaje de las ciencias, en particular de la Física, que resultan de utilidad e interés para este propósito.

El aprendizaje de la Física tendrá significado y sentido para el educando de las carreras de Ingeniería Radioelectrónica si se produce tomando como base o referencia para la apropiación de los conocimientos los que ya forman parte de la estructura cognitiva del que aprende y tiene una base vivencial afectiva que encamina al sujeto al logro del objetivo que se ha trazado, el cual responde a su vez a sus intereses y necesidades no solo personales, sino también como parte de la sociedad y el papel que en ella le corresponde desempeñar. Se produce por medio de la actividad con el objeto del aprendizaje, concebido como producto histórico-cultural de la sociedad y en interacción social con otros sujetos, donde el intercambio y las relaciones sociales juegan un papel afectivo muy importante en la connotación personal de lo que se aprende y en el desarrollo de las habilidades que viabilizan el intercambio con los demás y el desarrollo del propio sujeto.

La propuesta didáctica

El centro de esta propuesta consiste en cómo orientar la actividad del educando en función del aprendizaje de la Física con significado y sentido personal, empleando el lenguaje simbólico de la disciplina como instrumento. Estas actividades están encaminadas a la apropiación de conocimientos, desarrollo de habilidades y valores en el contexto de la enseñanza de la Física que contribuyan a su desarrollo cultural integral.

Estas tareas deben ser desarrolladas por los educandos preferentemente de forma grupal, siguiendo la dinámica del aprendizaje: de la reflexión individual, a la grupal y de esta, a la individual enriquecida, asumiendo el tratamiento individual acorde con el desarrollo personal de los educandos. Para ello se parte del diagnóstico del desarrollo potencial de los educandos por medio del planteamiento y resolución de problemas.

Tanto para la orientación como para la ejecución y control se cuenta con medios de diverso tipo y soporte, según las exigencias de la actividad a desarrollar y de las posibilidades materiales reales.

Se debe potenciar que la solución de las tareas orientadas por el profesor se presente por los educandos por medio de informes orales y/o escritos, según la actividad prevista para darlas a conocer en el grupo, con lo que se podrá valorar la evolución en el significado atribuido y el dominio del lenguaje de la Física por los educandos.

¿Cómo lograr que el educando se apropie de los conocimientos de Física con significado y sentido personal empleando el lenguaje como instrumento?

Para lograrlo las actividades de aprendizaje y las tareas orientadas deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Partir del hecho de que los estudiantes tienen criterios y concepciones sobre los fenómenos que se analizarán.
2. Partir de estas concepciones y experiencias propias, así como de la observación de experimentos y fenómenos para revalorar dichas concepciones a partir del análisis de lo observado.
3. Tener en cuenta el nivel lingüístico y de razonamiento de los educandos y que promuevan un desarrollo de los mismos.
4. Propiciar, a partir del conocimiento por parte del profesor de la forma en que el educando percibe los fenómenos y razona sobre ellos, pasar a un razonamiento cada vez más abstracto sobre los mismos, de modo que pueda expresarlos y describirlos, es decir, representarlos, por medio del lenguaje simbólico de la Física.
5. Hacer explícitas las concepciones y razonamientos de los educandos y promover los cambios deseados, para lo que es necesario propiciar su expresión verbal, tanto en forma oral como escrita, siendo el diálogo un elemento de vital importancia en este proceso, por lo que el método de discusión es uno de los que juega un papel fundamental en la propuesta y se indicará la entrega de resúmenes, monografías y otros trabajos escritos por ellos.
6. Aclarar y complementar el correlato mental que haga el educando entre signo y significado, hasta que este coincida con el que tiene en la ciencia.
7. Facilitar el trabajo consciente e intencional de los educandos en función de los objetivos propuestos con la ayuda de medios materiales (prácticas, demostraciones, literatura docente, vídeos, programas de computación, multimedia, etc.) que él mismo manipulará y le dará la posibilidad de corregir sus hipótesis y concepciones previas.

Para diseñar las tareas y actividades el profesor debe:

- Identificar las concepciones y razonamientos propios de los educandos.
- Promover el análisis de los fenómenos sobre los cuales se tienen estas concepciones, reafirmando los aspectos adecuados y evidenciando las contradicciones cuando existan.
- Reajustar las concepciones y formas de razonar por medio del procedimiento científico, recorriendo el camino de la teoría a la práctica y viceversa y teniendo como meta el pensamiento teórico.

Cómo diseñar estas tareas y actividades

- 1º. Plantear situaciones problema, naturales o experimentales para que sean explicadas por los educandos. Esto se puede hacer por medio de experimento directo, video o descripción oral o escrita que se le presentará a los educandos de forma sencilla, accesible y atractiva.
- 2º. Promover una discusión para el análisis de la situación, tomando como base sus propios planteamientos e introduciendo preguntas y reflexiones por parte del profesor que provoquen nuevos puntos de vista, razonamientos y preguntas. Valorar el posible modelo físico y las condiciones límites y de frontera.

El análisis de las situaciones implica:

- Describir con sus palabras lo que ocurre.
 - Valorar las condiciones en que ocurre y en las que no (todas las variantes posibles).
 - Valorar las posibles causas o consecuencias de lo que sucede.
 - Valorar si lo que ocurre responde o no a un patrón que permita proyectar una ley.
 - Identificar el modelo que permite representar lo que ocurre o la ley que se cumple.
 - Representar la situación que se valora por medio del modelo o ley.
 - Aplicar el modelo para la descripción del fenómeno y para la solución de los problemas que se pueden plantear a partir de la situación inicial.
 - Interpretar el resultado obtenido, comprobando su validez para los límites establecidos.
 - Reajustar el modelo.
 - Proponer al educando como estudio individual o para el trabajo experimental responder a preguntas que lo obliguen a elaborar los conceptos esenciales y a realizar inferencias o deducciones.
- 3º. Complementar por medio de material impreso o la opinión del profesor aquellos aspectos a los que el educando no pueda llegar por desconocimiento o confusión. Esto se puede hacer en el momento o dejar las incógnitas planteadas para promover la búsqueda por parte del educando, según el objetivo de la actividad desarrollada. Para esto se valorarán los niveles de ayuda que sean necesarios.
 - 4º. Reajustar la fundamentación del fenómeno analizado, dejándolo por escrito y expresado en el lenguaje simbólico de la Física, identificándolo como la representación abstracta de lo que se analizó.
 - 5º. En el caso de las prácticas de laboratorio, a partir de lo que se quiere comprobar, el educando elaborará un diseño experimental que incluya la hipótesis a comprobar, los objetivos de la práctica, diseño del experimento y listado de materiales, método y procedimiento para la comprobación de la hipótesis y el procesamiento de los datos obtenidos, así como la forma de dar a conocer los resultados. Este diseño será discutido con el profesor (antes de proceder a la práctica), quien tendrá una propuesta elaborada que sirva como referencia y comparación.

Proponer la elaboración de reportes de estos trabajos experimentales donde usen el método de investigación científico estructurado en:

- Formular los objetivos.
- Establecer hipótesis.
- Identificar las variables dependiente, independiente y las constantes.
- Conducir (o diseñar) un experimento para verificar la hipótesis.
- Fundamentar el diseño propuesto.
- Listar con detalle los materiales a utilizar.
- Medir cambios en la variable dependiente.
- Analizar los resultados obtenidos en las mediciones y valorar su concordancia con la hipótesis establecida.
- Valorar las habilidades a desarrollar (conducción de un experimento controlado).

En clases posteriores, analizar con el educando lo que realizó en una sesión de trabajo conjunta o conversación, de modo que de una forma muy libre él sea capaz de hablar de lo que hizo, para desarrollar su seguridad en la expresión con lenguaje científico:

- Relacionando conceptos.
- Describiendo y analizando datos.
- Realizando conclusiones.
- Haciendo predicciones.

Dar la libertad al educando de que converse ampliamente sobre lo que le interesó y sobre detalles del experimento que le resultaron curiosos, desconocidos y cuya profundización puede llevarlos a incursionar en los campos de otras materias, incentivando cualquier idea creativa, por pequeña o no lógica que parezca y tratando de encontrar en ella lo original. Destacar que en los experimentos no sólo lo positivo lleva a resultados, sino lo negativo también.

Este tipo de actividad sistemática acercará al estudiante al profesor y viceversa, de manera tal que se conviertan en una especie de colaboradores científicos que están descubriendo un mundo de fenómenos ya descritos, pero además, perciben que también son capaces de aportar cosas nuevas, propiciando que el educando haga suya esa labor de aprendizaje, siente que es algo que le pertenece y con lo cual puede ir más allá de lo que está aprendiendo, estimulando la satisfacción personal por los resultados alcanzados y los avances logrados.

En estas discusiones podemos proponer búsquedas en Internet, bibliotecas, centros especializados, visitas a estos centros coordinando actividades con especialistas.

Esto elimina barreras al educando y le descubre su posibilidad de moverse en este mundo de información e investigación científica, elevando su autoestima.

Estas acciones se orientarán por medio de tareas para la clase o para su cumplimiento en el estudio independiente. En cada tarea desarrollada el profesor debe promover que el educando realice una autovaloración tanto de la labor realizada por él como de su utilidad, tanto en el plano del conocimiento en sí y del significado asumido para el lenguaje simbólico de la física por medio de la interpretación y comprensión de los contenidos, como de las potencialidades que pudo desarrollar por medio de su cumplimiento, como puede ser la búsqueda y selección de información, la identificación de las ideas esenciales, la habilidad para resumir ideas y redactar informes, el empleo de idiomas extranjeros, entre otros.

Con los resultados e informes de estas tareas, el profesor podrá valorar la significación asumida por los educandos para el lenguaje simbólico de la Física, pues la forma en que expresen la comprensión, las relaciones, inferencias y transferencias permitirá apreciar la significación asumida para sí, lo que debe confirmarse, refutarse o reajustarse por medio de entrevista personal a los educandos, cada cierto tiempo, en la que se contraste su opinión respecto al desarrollo de su aprendizaje y de la significación atribuida al lenguaje con la percibida por el profesor.

Esta propuesta es la integración de otras anteriores, que constituyen el resultado de varios años de trabajo en la aplicación de elementos que promueven cambios en la didáctica de la Física, que toma como base el enfoque histórico cultural y las experiencias de profesores e investigadores en la didáctica de la Física, labor en la que se han observado resultados positivos con la introducción progresiva e integrada de métodos de participación grupal sustentados en la realización de tareas que promueven el pensamiento reflexivo, la aplicación de la autoevaluación y la coevaluación, no sólo de los aprendizajes de conocimiento, sino también de aspectos tales como la orientación para la búsqueda de información, la colaboración y su papel en el aprendizaje propio y de los demás, las habilidades instrumentales y para el estudio, el empleo de la literatura docente, entre otros.

Conclusiones

- El aprendizaje de la Física tendrá significado y sentido para el educando de las carreras de Ingeniería Radioelectrónica si se produce tomando como base o referencia para la apropiación de los conocimientos los que ya forman parte de la estructura cognitiva del que aprende y tiene una base vivencial afectiva que encamina al sujeto al logro del objetivo.
- Una propuesta didáctica que promueva la significación personal del lenguaje simbólico de la Física en correspondencia con su significado científico a la vez que lo emplea como instrumento de aprendizaje con significado y sentido para los educandos, promueve el desarrollo del pensamiento teórico y la autosatisfacción por el estudio de la asignatura.

Bibliografía

- BRAGA, G. M. (1991): "Apuntes para la enseñanza de la geometría. El modelo de enseñanza aprendizaje de Van Hiele", en *Signos, teoría y práctica de la educación*, n.º 4, pp. 52-57, julio-diciembre, ISSN 1131- 8600.
- BERNAZA, G.; DOUGLAS, C., y VALLE, M. del (2000): "Orientar para un el aprendizaje significativo", en *Revista Avanzada*, Universidad de Medellín, Colombia.

- BERNAZA, G., y DOUGLAS, C. (2001): "El planteamiento y resolución de problemas como una vía para el diagnóstico de la Zona de Desarrollo Próximo del estudiante", en *Revista Avanzada*, Universidad de Medellín, Colombia.
- CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C., y VALDÉS, P. (1996): "Las concepciones alternativas de los estudiantes y sus implicaciones didácticas", en *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana.
- COLECTIVO DE AUTORES, CEPES (1995): *Los métodos participativos: ¿Una nueva concepción de la enseñanza?* Universidad de La Habana.
- COLECTIVO DE AUTORES, CEPES (1999): *Comunicación educativa*. Universidad de La Habana.
- COLECTIVO DE AUTORES, CEPES (1999): *Tendencias pedagógicas contemporáneas*. Universidad de La Habana.
- COLECTIVO DE AUTORES, ITM "José Martí" (1997): *Un proyecto hacia el desarrollo de la personalidad*, selección de artículos. Impresión ligera, ITM, Ciudad de La Habana.
- CORRAL, R. (1999): "Las 'lecturas' de la Zona de Desarrollo Próximo", en *Revista Cubana de Psicología*.
- DOUGLAS, C.: *Algunos factores que influyen en la construcción de significados del lenguaje simbólico de la Física por los estudiantes de los primeros años de la carrera de ingeniería*. Tesis en opción del título de Master en Ciencias de la Educación Superior, CEPES, Universidad de La Habana, 1999.
- FARIÑAS LEÓN, G. (2004): *Maestro. Una estrategia para la enseñanza*. Promet, Editorial Academia.
- GIL PÉREZ, D., y VALDÉS CASTRO, P. (1996): "Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física", en *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
- GIL PÉREZ, D. (2002): "El modelo constructivista de enseñanza/aprendizaje de las ciencias: una corriente innovadora fundamentada en la investigación", en <<http://campus-oei.org/oeivirt/ciencias.htm>>.
- : "Propuestas alternativas para la introducción de los conceptos científicos: del aprendizaje como cambio conceptual al aprendizaje como investigaciones", en <<http://campus-oei.org/oeivirt/ciencias.htm>>.
- GONZÁLEZ CABANACH, R. (2002): "Concepciones y enfoques de aprendizaje", en <<http://www.unicor.es>>.
- GOÑI GRANDMONTAGNE, A.: "Variables psicológicas y aprendizajes", en <<http://www.unicor.es>>.
- Pozo, J. I.: "La psicología cognitiva y la educación científica", en <<http://www3.unileon.es/dp/ado/lectura/web/pozo/HTML>>.
- UNESCO (1993): Proyecto 2000+, International Forum of Scientific and Technological Literacy for All, París.
- VALDÉS CASTRO, P., y otros (1999): *El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*. Ed. Academia, La Habana.
- VYGOTSKI, L. S. (1999): *El problema de la conciencia*, en *Obras Escogidas*, t-1, vol. LXXIV, colección Aprendizaje, Editorial Visor Dis, Madrid, España.
- : *Pensamiento y lenguaje*, en *Obras Escogidas*, t-2, vol. LXXIV, colección Aprendizaje, Editorial Visor Dis, Madrid, España.
- : *El desarrollo del pensamiento del adolescente y la formación de conceptos*, en *Obras Escogidas*, t-IV, Ed. Aprendizaje Visor, Madrid, tomado de la Editorial Pedagógica, Moscú, 1984.
- : *Desarrollo de las funciones psíquicas superiores en la edad de transición*, en *Obras Escogidas*, t-IV, Editorial Aprendizaje Visor, Madrid, tomado de la Editorial Pedagógica, Moscú, 1984.

Correo electrónico: bernaza@reduniv.edu.cu