

El desarrollo del pensamiento teórico en la enseñanza de la física: una propuesta desde el enfoque histórico-cultural¹

O desenvolvimento do pensamento teórico no ensino de física: uma proposta a partir do enfoque histórico-cultural

Rafael García Cañedo²

Eliéte Zanelato³

Carolina Douglas de la Peña⁴

RESUMEN

El objetivo de este artículo es explicar un esquema orientador para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física general, que permita el desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes de ingeniería. La fundamentación teórica se basa en la Teoría Histórico-Cultural y utiliza, en particular, autores como Vygotski (1996), Davidov (1981, 1988, 1999) y Galperin (1973) para comprender el desarrollo del pensamiento teórico y los principios para que la enseñanza sea desarrolladora. El esquema orientador, propuesto a partir de estudios teórico-bibliográficos, se traduce en un instrumento eficaz con la participación activa de los alumnos y del grupo en la construcción del conocimiento de la Física, apropiándose de los conceptos esenciales y comprendiendo los diferentes objetos de esta ciencia, lo que posibilita la construcción de nuevos significados y del pensamiento teórico.

Palabras clave: Proceso de enseñanza y aprendizaje; Enseñanza de la Física; Enseñanza superior

RESUMO

Este artigo objetiva explicar um esquema orientador para o processo de ensino e aprendizagem de física geral, que possibilite o desenvolvimento do pensamento teórico de estudantes de engenharia. A fundamentação teórica está pautada na Teoria Histórico-Cultural e se utiliza, em especial, de autores como Vygotski (1996), Davidov (1981, 1988, 1999) e Galperin (1973) para compreender o desenvolvimento do pensamento teórico e os princípios para que o ensino seja desenvolvimental. O esquema orientador, proposto a partir de estudos teórico-bibliográficos, se traduz em um instrumento que se efetiva com a participação ativa dos estudantes e grupo na construção do conhecimento de física, se apropriando dos conceitos essenciais e compreendendo os distintos objetos dessa ciência, o que possibilita a construção de novos significados e do pensamento teórico.

Palavras-chave: Processo de ensino e aprendizagem; Ensino de física; Ensino Superior.

¹ Versión em español por: Margot Eliane Gaebler. E-mail: margotgaebler@yahoo.com.br.

² Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverra, Cuba. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6994-2675>. E-mail: rafaelgarciaCANEDO@gmail.com.

³ Programa de Pós-graduação em Educação Escolar – Mestrado e Doutorado Profissional, Universidade Federal de Rondônia, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2157-2492>. E-mail: eliete@unir.br.

⁴ Programa de formación doctoral de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría y Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8850-7134>. E-mail: cdouglas@fcom.uh.cu.

1 Introducción

El desarrollo del pensamiento teórico, proceso estudiado y deseado por el Enfoque Histórico-Cultural (EHC), está directamente relacionado con los procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en la educación escolar. Al tratarse de un proceso, puede potenciarse en mayor o menor grado, dependiendo de las tareas propuestas y de las acciones mentales movilizadas por los alumnos para llevarlas a cabo.

El pensamiento teórico (Davidov, 1991) se basa en la lógica dialéctica y pretende comprender las relaciones y conexiones presentes en la dinámica de la realidad. El proceso de enseñanza y aprendizaje, desde esta perspectiva, aboga por potenciar el desarrollo mental del alumno para superar el pensamiento empírico.

Como señalan Cañedo (2013, 2022), Rodríguez (2014) y Moreira (2018), en las universidades, especialmente en la enseñanza de la Física, aún persiste la lógica formal sustentada por la escuela tradicional, lo que conduce a un predominio del pensamiento empírico, generando deficiencias en el desarrollo del pensamiento teórico de los estudiantes. Sin embargo, esto no significa que no se fomente de alguna manera el trabajo con esencias y, en consecuencia, en cierta medida, también contribuye al desarrollo del pensamiento teórico, pero no de una manera científicamente orientada.

La situación problemática se manifiesta debido a que, por el desarrollo alcanzado en la sociedad, se exige al profesional, de niveles altos en su desempeño, y para ello, es conveniente un desarrollo del pensamiento teórico, con lo cual puede contribuir, entre otras asignaturas, la física. Pero las vías utilizadas para lograrlo, aunque puedan estimularlo de manera indirecta durante el trabajo con las esencias del contenido que se imparte no propician intencionalmente su formación y desarrollo.

Ante ello, se plantea la siguiente pregunta orientadora: ¿cómo potenciar el desarrollo del pensamiento teórico en clases de laboratorio de la física general no curso de ingeniería para que puedan aplicar las esencias de los conceptos en situaciones prácticas y dar mejores soluciones a los problemas de su campo de acción, a partir de un esquema orientador?

Para esto en este artículo se aplica una concepción didáctica por medio de una

instrumentación centrada en crear situaciones que potencian la zona de desarrollo próximo para el desarrollo del pensamiento teórico. También se define el pensamiento teórico (complejo-dialéctico) en forma de constructo, a partir de la lectura de Davidov (1981) y Leon (2019), y la base orientadora de acciones de tipo III (Galperin, 1973).

Cabe aclarar que la base rectora de las acciones tipo III, propuesta por Galperin (1973), es un modelo teórico basado en principios que guían el desarrollo de acciones dirigidas al desarrollo de acciones mentales que impliquen la resolución de problemas nuevos y complejos.

En este sentido lo objetivo de lo presente artículo es explicar un esquema orientador para la enseñanza de la física general en clases de laboratorio, que oriente a la búsqueda de las esencias del objeto de estudio, mostrándolo en su génesis y evolución, de manera que propicie el desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes de ingeniería.

Se argumenta que la física puede ser un medio propicio para el desarrollo del pensamiento teórico, si se crean condiciones para que el estudiante construya con ayuda, su conocimiento, al formársele una base orientadora de acciones de tipo III (Galperin, 1973), si no se les dan los conceptos elaborados, aplicando el método de la ascensión de lo abstracto a lo concreto (Davidov, 1991).

En este trabajo, desde una posición filosófica dialéctica materialista, se asume el EHC como fundamento psicológico, para acercarse a la complejidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, en especial, en las clases de laboratorio. Se entiende que el hombre se desarrolla en medio de una situación social del desarrollo, peculiar en cada sujeto, y la educación ha de propiciar al estudiante las exigencias para potenciarlo, de modo que al manifestarse la ley evolutiva del desarrollo este se eleve por encima de su tiempo.

La educación se entiende como el espacio donde se integra lo social, en un sistema de determinaciones sobre el individuo y la formación del individuo; a través del proceso de interiorización de lo social al individuo mediado por la zona de desarrollo próximo con ayuda del otro.

Con base en lo anterior, se construyó un esquema orientador para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en las clases de laboratorio para

estudiantes de ingeniería, con base en estudios teórico-bibliográficos como Davidov (1981), Leon (2019), Galperin (1973). En el siguiente tema se presentará el esquema orientador y las explicaciones para su construcción.

2 Directrices generales para la enseñanza de la física general a estudiantes de ingeniería

La construcción propuesta del esquema rector se basa en categorías que se interrelacionan para promover la abstracción generalizadora, el análisis esencial y la síntesis integradora de propiedades mediadas por el significado de la palabra, para apoyar su pensamiento en la elaboración de conceptos siguiendo el método de ascenso del pensamiento abstracto al concreto.

Según Davidov (1988, p. 141), "la reproducción teórica de lo real concreto como unidad de lo diverso se realiza mediante el procedimiento de ascenso de lo abstracto a lo concreto". El pensamiento teórico es complejo en esencia, porque emana de la filosofía dialéctico-materialista, que lo ve todo interrelacionado y concatenado. Fortalece el pensamiento crítico porque ofrece la posibilidad de trabajar con la génesis, esencias y conexiones esenciales del objeto, lo que le da mayor solidez y profundidad a la hora de emitir criterios y juicios de valor. Favorece el surgimiento de la creatividad, una vez establecida la relación entre lo general, lo particular y lo singular, lo que le permite aplicar las esencias y conexiones esenciales del objeto a casos particulares y singulares.

Para Davidov (1999), el pensamiento teórico sustenta una determinada actitud hacia el conocimiento de la realidad, que se expresa en la capacidad del sujeto para resolver las tareas cotidianas de la vida, con la combinación dialéctica de lo abstracto y lo concreto (práctico).

Davidov (1981) afirma que entre los fundamentos del pensamiento teórico se encuentra la experimentación mental, que opera a través de conceptos científicos, lo que hace que el sujeto atribuya mentalmente a los objetos una u otra interacción, interrelación dialéctica vista como una totalidad, una determinada forma de movimiento.

La construcción y aplicación de las bases orientadoras de la acción (BOA) del tipo III de la teoría de Galperin (1973) es lo que posibilita la

formación del pensamiento teórico, pues tiene las siguientes características: integración entre los conocimientos y las ciencias; síntesis esencial; logro de la generalización esencial en relación a los contenidos estudiados; orientación hacia el análisis; abstracción de lo esencial trascendiendo lo fenoménico, lo concreto, lo empírico. Sin perder la relación dialéctica entre lo general y lo particular en el análisis, para poder reconocer la complejidad natural del objeto de estudio, que se verá en la formación.

Durante la construcción del conocimiento, el trabajo en grupo promueve la formación de un aprendizaje activo que fomenta valores como la independencia, la responsabilidad, la solidaridad, el esfuerzo y el rigor científico; valores que responden al modelo de hombre que queremos formar. Aquí, pedagogía y didáctica se integran al mostrar cómo se forma el pensamiento teórico de los alumnos a través de un recurso didáctico: el esquema orientador.

Valdés et al. (1999) proponen una serie de pasos para formar el concepto de magnitud física, estableciendo relaciones entre propiedades y magnitudes, lo que contribuye al pensamiento teórico y a encontrar sentido y significado a los contenidos de esta ciencia.

La secuencia de pasos propuesta por Valdés et al. (1999) incluye, en primer lugar: demostrar en la práctica la existencia de la propiedad que se desea caracterizar cuantitativamente. A continuación, demostrar en la práctica que no todos los objetos presentan el mismo grado o forma de la propiedad en cuestión. A continuación, definir los procedimientos para asociar una cantidad a la propiedad estudiada. Por último, demostrar la validez del concepto establecido. Otros autores también hablan de la formación de conceptos en física, como Lago, Ortega y Mattos (2018).

Por lo tanto, es necesario estructurar el contenido, apoyado en una célula para la comprensión, dentro de un esquema orientador que integre lo diverso a partir de lo único, esencial y, por lo tanto, general. Con la construcción del conocimiento siguiendo el método de ascensión de lo abstracto a lo concreto, se logrará la interrelación-estructuración-sistematización del objeto de estudio y se potenciará la formación del pensamiento teórico (Cañedo, Zanelato y Douglas, 2019), (Campelo, 2003), (Bernardes, 2016) y (Santos, 2018).

La física proporciona a los estudiantes métodos científicos y les guía en la configuración de acciones sensoriales-objetivas-cognitivas vinculantes en la naturaleza. Puede formar competencias y capacidades para el pensamiento teórico dependiendo de cómo se materializa el proceso para permitir la percepción de lo que no está explícitamente dado en la naturaleza: las funciones de los componentes estructurales de la propiedad del objeto de estudio.

El pensamiento teórico refleja los hechos que pueden ser posibles, cristalizándolos y haciéndolos realidad para descubrir la "frontera cualitativa entre el contenido de la realidad sensorial y el del pensamiento teórico" (Davidov, 1981, p. 325). A continuación, postula:

[...] El pensamiento desarrolla con frecuencia su actividad cuando ya ha transcurrido el desarrollo real del objeto [...] puede adelantarse "a la naturaleza" y realizar en la industria lo que en la "naturaleza" no es más que una posibilidad [...]. Las condiciones de su transformación en realidad las encuentra cabalmente el pensamiento [...] el pensamiento teórico lo hace con lo que cristaliza como posible y gracias a lo cual ese posible deviene realidad (Davidov, 1981, p. 325).

Para que esto sea posible en las clases de laboratorio de física, es necesario un plan de enseñanza coherente y fundamentado teóricamente. La propuesta de un esquema orientador como medio de enseñanza e instrumento, una herramienta específica para el aprendizaje de esta ciencia con el objetivo de formar una forma de pensar imprescindible para que los ingenieros puedan cumplir con su tarea social.

El esquema que guía el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física se presentará en temas, a saber: 1. Caracterización y descripción analítica; 2. Problematización; 3. Planteamiento de hipótesis; 4. Análisis esencial, simbolización y asignación de unidades; 5. Realización del trabajo (Medidas); 6. Registro y tabulación de datos; 7. Modelización y síntesis; 8. Aplicaciones y diseño experimental; 9. Evaluación y control.

1. Caracterización y descripción analítica

Es necesario la caracterización y descripción analítica mediante la argumentación y la atención dirigida desde el principio para hacer una

representación correcta de la situación física a la que te enfrentas. Así como encontrar las condiciones, propiedades y unidades de medida.

Es necesario argumentar y determinar las características esenciales y fenoménicas del hecho físico observado. Establecer la relación entre el objeto de estudio y sus aplicaciones en la ciencia, la tecnología y la sociedad. En el contexto de su formación científica escolar y la contribución de los medios a su formación científica previa, tomar en cuenta la información y cultura acumulada por el estudiante en su historia de vida, sus conocimientos previos, sus preconcepciones (o conceptos cotidianos) como nivel de partida, para problematizar e introducir el tema y objeto de estudio a través del laboratorio.

Es importante relacionar el laboratorio y el contenido del experimento a realizar con la futura profesión, para que ello contribuya a la construcción de sus significados y significantes, que se logran cuando los objetivos de la actividad coinciden con las necesidades.

El estudiante se enfrenta primero al hecho físico, que será el objeto de estudio, del cual debe desentrañar sus esencias para promover la formación de su pensamiento teórico. Lo importante para la formación y desarrollo de este tipo de pensamiento es no quedarse en el estudio del hecho por el hecho mismo, lo que ayuda a que lo concreto y directamente perceptible por los órganos de los sentidos forme parte del contenido del pensamiento, ya que esto es lo que fomenta el empirismo y el pensamiento que de él se deriva.

Se basa en la acción sobre el objeto para comprenderlo, en el estudio de la determinación de las condiciones que lo originan, en el análisis genético-histórico que lo hace científico. Esto permite transformarlo encontrando sus esencias, explicando los procedimientos en la construcción del conocimiento, las causas y consecuencias de los diferentes fenómenos en estudio, la creatividad de los sujetos a partir de la definición de conceptos teóricos, y estableciendo la base científica del pensamiento teórico como reflejo de la dialéctica del objeto. La relación propiedades-magnitudes-unidades se identifica como la célula central y unidad de análisis para la construcción-comprensión del conocimiento físico y la formación del pensamiento teórico.

2. Problematización

Este momento debe aprovecharse para ejemplificar aplicaciones del fenómeno estudiado, para sensibilizar al alumno sobre las misiones y funciones de la ciencia en la sociedad, que deben incluirse en el problema mediante preguntas, descubriendo contradicciones durante la problematización. Así como sensibilizar mediante la argumentación, expresando dudas a raíz de sus observaciones.

Debe realizarse un estudio de las posibles expectativas de resultados y previsiones. Es el proceso donde se encuentran las características esenciales y no esenciales para hacer consciente lo conocido y lo desconocido y establecer sus relaciones. Hacer consciente lo esperado y lo inesperado, a través de la argumentación, de los conflictos cognitivos derivados de los hechos físicos objeto de estudio y sus detalles.

Desde el punto de vista del estudiante en la fase de orientación, debe identificar que el planteamiento del problema representa una aplicación del objeto de estudio que, dadas ciertas condiciones particulares y generales que permiten su existencia, engendra cierta contradicción entre lo conocido y lo desconocido.

3. Planteamiento de Hipótesis

Los problemas son propuestos por los alumnos y se dan posibles respuestas a las preguntas, contradicciones y conflictos cognitivos, sus posibles soluciones, descubriendo las relaciones que puedan existir entre propiedades, que se expresan por sus respectivas magnitudes, se revelan las expectativas y se argumentan presentando los argumentos que los llevan a tales posiciones. También se plantean hipótesis en el diseño de experimentos, a partir de la inducción de necesidades de investigación.

El profesor no es un maestro, sino que les ofrece niveles de ayuda en función de sus zonas de desarrollo próximo en cada momento. Pasa de ser el tutor, el ejecutor principal, el organizador, el estructurador, el ilustrador de contenidos, a ser el guía, el conductor, el observador, el promotor, el facilitador, el motivador, el controlador, el clarificador y el evaluador del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Con esta metodología, en todo tipo de lecciones, las tareas reproductivas que inducen a la pasividad de los alumnos se sustituyen por tareas que fomentan la investigación, la elaboración, el análisis complejo, la problematización, el desarrollo de hipótesis, la integración, la creación, el discernimiento, la resolución, la modelización, la autoevaluación y la coevaluación que favorecen un comportamiento activo.

4. Análisis esencial, simbolización y adjudicación de unidades

Se observa el hecho físico (que sirve de demostración), en el que se expresan sus propiedades y las relaciones entre ellas. Los alumnos deben ser capaces de utilizar la abstracción analítica para identificar estas propiedades y sus relaciones y expresarlas después a través de sus argumentos, que discuten con el profesor y los demás alumnos del equipo.

Una vez identificadas las propiedades, se asigna a cada una de ellas una cantidad que la simboliza, mediante un signo. El significado del signo representa y expresa el grado en que se manifiesta la propiedad, que puede cuantificarse a través de la unidad de medida. Esto permite asignarle un valor cuando se realiza la medición sobre el suceso físico observado durante el experimento.

Entonces hay que determinar la unidad, la cantidad más pequeña del conjunto, la menor cantidad convencionalizada de la propiedad que se puede determinar, sin dejar de existir como tal, y en función de las posibilidades del nivel de precisión de los instrumentos de medida disponibles para la medición, es decir, la comparación con otra propiedad cuantificada y calibrada en un instrumento.

De este modo, se puede determinar cuántas veces se encuentra en el experimento la cantidad más pequeña de una propiedad cuantificada a través del número de veces que aparece la unidad de medida que la representa, y así se puede contar el grado en que se expresa esta propiedad. De este modo, se determina una medida de su valor a través de la cantidad, lo que permite analizar y encontrar relaciones entre propiedades a través de los valores de las cantidades obtenidas en las mediciones del fenómeno.

Deben especificar y distinguir entre propiedades simples y complejas para determinar las cantidades y las unidades simples y complejas que les corresponden.

Las propiedades simples son las características esenciales del objeto de estudio que aparecen directamente y son independientes de otras propiedades.

Las propiedades complejas son las que se configuran a través de una cierta relación entre varias propiedades, de modo que pueden integrarse y convertirse en una propiedad que puede ser nueva, única, irrepetible; sólo para el fenómeno observado, con el fin de identificarlo, caracterizarlo, determinarlo, definirlo, por tanto, es singular para un fenómeno concreto y permite hacer la generalización esencial, elaborar la ley que lo caracteriza.

La relación propiedad-magnitud-unidad de medida como célula está incrustada en el tejido conceptual de la ley y el principio y es, por tanto, la unidad central de análisis para la construcción del conocimiento físico, la comprensión y la formación del pensamiento teórico.

5. Realización del trabajo (Mediciones)

Lo primero que hay que tener en cuenta son los procedimientos correctos para llevar a cabo la práctica. A continuación, se realiza la medición por comparación, utilizando los instrumentos adecuadamente. El siguiente paso es determinar las incertidumbres de los datos recogidos. Evitar errores en las mediciones, adoptar la postura correcta durante la medición y garantizar la fidelidad y precisión de las mediciones.

También es importante saber utilizar el equipo de medición en el proyecto experimental. Los alumnos deben explicar y argumentar para demostrar que están preparados para realizar la práctica. Utilizando los instrumentos y recursos a su alcance, tanto desde el punto de vista matemático como físico, con los datos de los valores, según la representación del problema, deben elaborar una estrategia que les permita encontrar la forma o formas posibles de resolver el problema.

6. Registro y tabulación de los datos

Los datos se recogen elaborando las correspondientes tablas de recogida de datos, que incluyen los valores de las mediciones y las observaciones de los alumnos sobre el experimento.

7. Modelación y Síntesis

La modelización gráfica consiste en: construir gráficos para obtener la función matemática que relaciona la variable dependiente con la variable independiente, y que permite establecer las relaciones entre ellas, utilizando los valores obtenidos en las mediciones realizadas.

La modelización es un proceso mediante el cual se construye la expresión matemática que define el hecho físico observado (el modelo semiótico), en el que aparecen las relaciones entre todas las magnitudes, que no es más que la expresión de las conexiones entre todas las propiedades características del objeto de estudio, para obtener la ley que lo define.

En este proceso, las conexiones entre magnitudes se encuentran como una propiedad esencial, porque es una configuración singular que permite mostrar las conexiones esenciales de las propiedades del fenómeno a través de sus magnitudes para integrarse sintéticamente en una propiedad compleja que caracteriza el hecho físico observado en el experimento.

Esto permite descubrir los conceptos, leyes y principios que rigen y hacen posible explicar, predecir, transformar y aplicar las leyes del objeto de estudio a determinadas situaciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Todo ello debe ser explicado y expresado por los alumnos del grupo al profesor, que debe escuchar sus argumentos para asegurarse de que los alumnos los dominan y comprenden.

8. Aplicaciones y diseño experimental

A partir del proceso realizado, el alumno propone un diseño experimental para verificar la ley encontrada, que debe ser diferente del experimento realizado. Se discute y verifica la factibilidad de este y se argumentan las razones para sensibilizar al alumno con la propuesta. Se propone la aplicación de los conocimientos aprendidos en una situación científico-técnica, se desarrolla un problema de ingeniería.

Esto revela el papel del pensamiento teórico en el diseño y ejecución del experimento como parte del proceso de búsqueda de una respuesta a un problema en la ciencia, o en su contexto sociocultural históricamente

determinado. En su proceso, los alumnos tienen que dar sentido a los conceptos, encontrar un significado personal a estos conocimientos, es decir, que representen algo para ellos.

La necesidad de que los estudiantes establezcan la relación entre el sentido y significado de los conocimientos que adquieren sobre física, a partir de un uso adecuado del lenguaje simbólico de la disciplina, para comprender los diferentes objetos de estudio de esta ciencia e incidir en la formación de la personalidad del futuro profesional (Douglas, 2007), es trascendental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física.

Esto significa que se debe dar suma importancia al momento en que el estudiante es capaz de comprender lo que expresa la relación entre las propiedades-magnitudes-unidades del objeto de estudio en cuestión, en la interpretación física de las leyes, ecuaciones y principios al momento de integrar todos los componentes.

Esto ocurre en la transferencia del lenguaje matemático al contexto físico, en la medida en que se asumen implicaciones que no dejan de lado el significado general y abstracto del lenguaje matemático aplicado a situaciones físicas que son un campo más particular y concreto, de manera que se pueda dar significado físico al lenguaje simbólico de las matemáticas en física, y se pueda aplicar lo aprendido.

Así se evitan los estereotipos y el operacionalismo ciego, el simplismo y el pensamiento empírico, sin olvidar que también hay situaciones físicas transferidas al lenguaje matemático en las que se recorre el camino inverso. Se trata de prevenir y evitar el problema planteado por Talízina (1985):

Un problema más grave se plantea en ciencias como la física, especialmente en la física teórica, es que el modelo matemático a veces se aleja tanto de la realidad física, que el alumno al realizar todas las operaciones matemáticas no ve detrás de ello, ningún sentido ni significado físico, y no puede interpretar prácticamente lo que ha obtenido. Esto es un problema (p. 15).

Esta proposta visa ultrapassar este problema, permitindo ao estudante estabelecer a relação entre o sentido e o significado dos conhecimentos que adquire sobre a física e a sua futura profissão.

9. Evaluación y control

Los alumnos redactan un informe, que consta de un resumen teórico, una descripción del proyecto experimental, una lista de preguntas y problemas desarrollados, las hipótesis planteadas, los objetivos de la práctica, la relación entre propiedades-magnitudes-unidades.

En la fase de control, una vez encontrada la solución al problema, se comprueba si el valor numérico es adecuado y lógico, si las unidades en que se da la respuesta son coherentes, se retroalimenta, se revisan las operaciones y pasos realizados para comprobar que no ha habido ningún error de procedimiento y asegurarse de que son los adecuados para resolver el problema, como caso particular o singular.

La evaluación se concibe como la posibilidad de verificar el desarrollo de las competencias alcanzadas por el alumno junto con la apropiación de los conocimientos, sin tener carácter punitivo. Los momentos de evaluación son hitos donde el alumno se plantea nuevas metas y objetivos, asumiendo el error como parte natural del proceso de aprendizaje que genera nuevas formas de esfuerzo. Se promueve que sea realizada por el profesor, por unos alumnos con otros y por el propio alumno consigo mismo.

En todo el proceso, la evaluación es sistémica, predictiva y procedimental. Desde el inicio de la asignatura de Física, se dan a conocer a los alumnos los indicadores de pensamiento teórico que se tendrán en cuenta en la evaluación de la asignatura, de forma que sirvan de guía para la autoevaluación y autoorientación del aprendizaje.

Para evaluar la construcción del conocimiento se utiliza una guía de orientación, que sirve de apoyo para la orientación, ejecución y control de la resolución de problemas, trabajos de laboratorio y exposiciones teóricas. También se realiza una evaluación grupal del proceso y del resultado global del trabajo.

El sistema de control, retroalimentación, diagnóstico y evaluación tiene lugar a lo largo de todo el proceso, aunque a veces predomina una acción u otra, porque el profesor debe diagnosticar constantemente la zona de desarrollo real del alumno y su zona de desarrollo próximo, para orientarlo hacia niveles superiores de desarrollo. Al mismo tiempo, debe retroalimentar su proceso de enseñanza y propiciar la

retroalimentación del alumno sobre su proceso de aprendizaje, explicando las dificultades, obstáculos, barreras y logros que está teniendo.

Es necesario, por tanto, hacer un seguimiento de lo que hace el profesor y de lo que hace el alumno, de las actividades que se realizan, de la calidad que se alcanza, todo ello en relación con un modelo previamente establecido. El esquema de orientación permite detectar puntos fuertes y débiles, carencias y deficiencias en el proceso.

3 Consideraciones finales

El enfoque de este artículo es explicar la propuesta de un esquema para guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física para estudiantes de ingeniería. El esquema fue creado para guiar el trabajo didáctico de ascender de lo abstracto a lo concreto, buscando las esencias del objeto de estudio mostrándolo en su génesis y evolución, para favorecer el desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes de ingeniería.

El esquema se basa en una concepción didáctica de la física para el desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes de ingeniería y orienta las acciones del profesor hacia la formación y desarrollo de este tipo de pensamiento.

Es necesario tener en cuenta la célula didáctica en la aplicación del método de ascenso del pensamiento abstracto al concreto en la enseñanza y aprendizaje de la física, cumpliendo determinados requisitos mediante el uso del esquema guía en situaciones de enseñanza activa, para promover el desarrollo del pensamiento teórico.

El esquema rector como medio de enseñanza en las clases de laboratorio de física fue diseñado para cumplir una función invariante estructural sistémica, ya que se elaboró teniendo en cuenta las categorías componentes fundamentales que conforman el proceso de construcción-comprensión del conocimiento de la física, y servir de apoyo en la orientación del pensamiento teórico en la ejecución de sus acciones, en la construcción del conocimiento, por lo que este esquema favorece la formación y desarrollo de este tipo de pensamiento.

El esquema incluye en sí mismo la célula generadora del conocimiento físico: la relación propiedad-magnitud-unidad de medida como categorías

primarias interconectadas. Es un instrumento para llevar a cabo acciones de aprendizaje durante la actividad de estudio porque orienta el pensamiento de los alumnos en la búsqueda de las relaciones esenciales del fenómeno, es vital para la comprensión y resolución de problemas.

Las ecuaciones físicas son una integración de diferentes celdas, es decir, la interconexión entre varias interrelaciones propiedad-magnitud-unidad, que forman un "tejido" para construir el significado físico que da lugar a una nueva propiedad, un nuevo concepto, diferente pero derivado del objeto de estudio, que tiene que ver con el significado de estas celdas por separado, ya que, al integrarse, cada una de estas interrelaciones se configura y contribuye a la conceptualización, expresándose en la complejidad del objeto de estudio investigado en sus leyes, ecuaciones, principios, axiomas y postulados. Para que así los alumnos construyan significados científicos apropiados.

Esto permite al alumno y al profesor adoptar un enfoque sistémico para detectar y comprender los procesos. Una vez conocidas las relaciones esenciales, se logra la comprensión necesaria para aplicar este conocimiento a casos particulares a la hora de resolver problemas.

Es necesario seguir estudiando e investigando el actual sistema de orientación. Debe ponerse a prueba en los distintos contextos de las clases de laboratorio de física y mejorarse para que cumpla su función.

The development of theoretical thought in the teaching of physics: a proposal from the historical-cultural approach

ABSTRACT

This article aims to explain a guiding scheme for the teaching and learning process of general physics, which enables the development of theoretical thinking in engineering students. The theoretical foundation is based on the Historical-Cultural Theory and uses, in particular, authors such as Vygotski (1996), Davídov (1981, 1988, 1999) and Galperin (1973) to understand the development of theoretical thinking and the principles for teaching to be developmental. The guiding scheme, proposed on the basis of theoretical and bibliographical studies, translates into an instrument that is effective with the active participation of students and groups in the construction of physics knowledge, appropriating the essential concepts and understanding the different objects of this science, which enables the construction of new meanings and theoretical thinking.

Keywords: Teaching and learning process; Physics teaching; Historical-Cultural Approach.

4 Referencias

- BERNARDES, L. *Aprendizagem de física: contribuições da teoria de Davidov*. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Formação de Professores em Humanidades, Programa de Pós-Graduação em Educação, Goiás, Brasil, 2016.
- CAMPELO, J. R. Um modelo didático para ensino-aprendizagem de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 1-10, 2003.
- CAÑEDO, R. G. *Proposta de mudança na situação de ensino-aprendizagem da Física na disciplina de Fluidos*. Tese (Licenciatura em Psicologia) - Faculdade de Psicología, Universidade de Havana, Cuba, Havana, 2013.
- CAÑEDO, R. G. *Uma concepção didática da física geral para o desenvolvimento do pensamento teórico em estudantes de engenharia*. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) - Centro de Referência em Educação Avançada (CREA), Universidade Tecnológica de Havana José Antonio Echevarría (Cujae), Cuba, Havana, 2022.
- CAÑEDO, R. G.; ZANELATO, E.; DOUGLAS, C. A didática como facilitadora do desenvolvimento do pensamento teórico. *Educere – A revista venezuelana de educação*, Universidade de Los Andes (ULA), v. 23, n. 75, p. 249-257, 2019.
- CHÁVEZ, J. *Filosofia da Educação: Aperfeiçoamento de Professores*. Havana Cuba: ICCP, Save de children. 2003.
- DAVIDOV, V. V. *Educação escolar e desenvolvimento mental*. Moscou, Rússia: Editorial Progreso, 1988.
- DAVIDOV, V. V. *Tipos de Generalização no Ensino*. Havana, Cuba: Povo e Educação, 1981.
- DAVIDOV, V. V. (1999) O que é Atividade de Aprendizado Real? In: HEDEGAARD, M.; LOMPSCHER, J. *Atividade e Desenvolvimento de Aprendizagem*. Aarhus, Finlândia: Aarhus University Press, 1999.
- DAVIDOV, V. V.; SLOBÓDCHIKOV, V. I. O ensino desenvolvido na escola de desenvolvimento. In: MÚDRIK, A. B. *Educação e ensino: um olhar para o futuro* Moscou, Rússia: Progreso, 1991. (p. 118-144).
- DOUGLAS, C. *Uma concepção de ensino para a apropriação da linguagem simbólica da física*. Sua aplicação didática. Tese (Doctorado em Ciências Pedagógicas) - Instituto Técnico Militar “José Martí”, Orden “Antonio Maceo”. Centro de estudos para o aperfeiçoamento da educação superior, Universidad de Havana, Havana, Cuba, 2007.

- LEON, G. F. *Aprendizagem e desenvolvimento humano na perspectiva da complexidade*. Teoria na prática. Havana, Cuba: Editorial Félix Varela, 2019.
- GALPERIN, P. Y. *Palestras sobre a teoria da formação das ações mentais*. Impressões leves. Editorial Universidade de Havana, Havana, Cuba 1973.
- GONZÁLEZ, A. M.; RE CAREY, S.; ADDINE, F. O processo ensino-aprendizagem: um desafio para a mudança educacional. In: GARCÍA, G. *Didática, teoria e prática*. Colectivo de autores. (pp. 74-116). Havana, Cuba: Pueblo y Educación, 2004.
- LAGO, L.; ORTEGA, J. L.; MATTOS, C. A Lua na Mão: Mediação e Conceitos Complexos no Ensino de Astronomia. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte - MG, n. 20, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-211720182001020>
- MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. *Revista Estudos avançados*, USP, n. 32 (94), 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>
- RODRÍGUEZ, A. D. *Estratégia didática para a complementação mútua de simulações virtuais e experimentos reais no laboratório de ensino de física para carreiras de engenharia na CUJAE*. Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas) - Centro de Referência para Educación Avanzada, Departamento de Física, Havana, Cuba, 2014.
- SANTOS, R. S. *O desenvolvimento do pensamento teórico no ensino de termodinâmica em situações que desencadeiam a aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, 2018.
- TALÍZINA, N. *Os fundamentos do ensino na educação*. Havana, Cuba: Unidad de producción, n. 3, 1985.
- VALDÉS, P. SIFREDO, C. NÚÑEZ, J., VALDÉS, R. *O processo de ensino-aprendizagem de física nas condições contemporâneas*. Temas seleccionados. Havana, Cuba: Academia, 1999.
- VYGOSTKI, L. S. *Obras Escolhidas: Tomo II*. Madrid, ES: Visor, 1996.

Recibido en octubre de 2023.
Aprobado en noviembre de 2023.