

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

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

*Rafael García Cañedo*<sup>1</sup>

*Eliete Zanelato*<sup>2</sup>

*Carolina Douglas de la Peña*<sup>3</sup>

## 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.

## 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), Davidov (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.

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cuba. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6994-2675>. E-mail: [rafaelgarciaacanedo@gmail.com](mailto:rafaelgarciaacanedo@gmail.com).

<sup>2</sup> 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](mailto:eliete@unir.br).

<sup>3</sup> 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](mailto:cdouglas@fcom.uh.cu).

## 1 Introdução

O desenvolvimento do pensamento teórico, processo estudado e desejado pela Abordagem Histórico-Cultural (AHC), está diretamente relacionado aos processos de ensino e aprendizagem realizados na educação escolar. Por ser um processo, pode ser potencializado em maior ou menor grau, dependendo das tarefas propostas e das ações mentais mobilizadas pelos alunos para realizá-las.

O pensamento teórico (Davidov, 1991), se baseia na lógica dialética e pretende compreender as relações e conexões presentes na dinâmica da realidade. O processo de ensino e aprendizagem, sob essa perspectiva, defende a potencialização do desenvolvimento mental do aluno para superar o pensamento empírico.

Como apontam Cañedo (2013, 2022), Rodríguez (2014) e Moreira (2018), nas universidades, especialmente no ensino de Física, ainda persiste a lógica formal sustentada pela escola tradicional, o que leva a uma predominância do pensamento empírico, gerando deficiências no desenvolvimento do pensamento teórico dos alunos. No entanto, isso não significa que o trabalho com essências não seja incentivado de alguma forma e, conseqüentemente, em alguma medida, também contribua para o desenvolvimento do pensamento teórico, porém não de uma maneira cientificamente orientada.

A situação problemática se manifesta pelo fato de que, devido ao desenvolvimento alcançado na sociedade, exige-se dos profissionais altos níveis de desempenho e, para isso, é conveniente desenvolver o pensamento teórico, com o qual a física pode contribuir, entre outras disciplinas. Mas os caminhos utilizados para isso, embora possam estimulá-lo indiretamente durante o trabalho com as essências do conteúdo que é ensinado, não promovem intencionalmente sua formação e desenvolvimento.

Diante disso, surge a seguinte questão norteadora: como promover o desenvolvimento do pensamento teórico em aulas laboratoriais de física geral no curso de engenharia para que possam aplicar as essências dos conceitos em situações práticas e fornecer melhores soluções para os problemas de sua área de ação a partir de um esquema orientador?

Para tanto, este artigo aplica uma concepção didática por meio de uma instrumentalização voltada para a criação de situações que potencializam a zona de desenvolvimento proximal para o desenvolvimento do pensamento teórico. O pensamento teórico (complexo-dialético) também é definido na forma de uma construção, com base na leitura de Davidov (1981) e Leon (2019), e a base orientadora das ações do tipo III (GALPERIN, 1973).

Cabe esclarecer que a base norteadora das ações do tipo III, proposta por Galperin (1973), é um modelo teórico baseado em princípios que orientam o desenvolvimento de ações voltadas para o desenvolvimento de ações mentais que envolvam a resolução de problemas novos e complexos.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é explicar um esquema orientador para o ensino de física geral em aulas laboratoriais, que orienta a busca pelas essências do objeto de estudo, mostrando-o em sua gênese e evolução, de modo a favorecer o desenvolvimento do pensamento teórico em estudantes de engenharia.

Argumenta-se que a física pode ser um meio propício para o desenvolvimento do pensamento teórico, se forem criadas condições para que o aluno construa seu conhecimento com ajuda, formando uma base norteadora para as ações do tipo III (GALPERIN, 1973), se não lhes forem dados os conceitos elaborados, aplicando-se o método de ascensão do abstrato ao concreto (DAVIDOV, 1991).

Neste trabalho, a partir de uma posição filosófica materialista dialética, assume-se o EHC como fundamento psicológico, ao abordar a complexidade do processo de ensino e aprendizagem de física, especialmente nas aulas laboratoriais. Entende-se que o homem se desenvolve em meio a uma situação social de desenvolvimento, peculiar a cada sujeito, e a educação deve fornecer ao aluno os requisitos para capacitá-lo, de modo que, quando a lei evolutiva do desenvolvimento se manifestar, é necessário promover o desenvolvimento do ser humano.

A educação é entendida como o espaço onde o social se integra, num sistema de determinações sobre o indivíduo e a formação do indivíduo; através do processo de internalização do social ao indivíduo mediado pela zona de desenvolvimento proximal com a ajuda do outro.

Com base no exposto, foi construído um esquema orientador para o processo de ensino e aprendizagem de física em aulas laboratoriais para estudantes de engenharia, com base em estudos teórico-bibliográficos, como Davidov (1981), Leon (2019), Galperin (1973). No tópico seguinte, será apresentado o esquema orientador e as explicações para sua construção.

## **2 Diretrizes gerais para o ensino de física geral para estudantes de engenharia**

A construção proposta do esquema norteador se baseia-se em categorias que se inter-relacionam para promover a abstração generalizante, a análise essencial e a síntese integrativa de propriedades mediadas pelo significado da palavra, para apoiar seu pensamento na elaboração de conceitos seguindo o método de ascensão do pensamento abstrato ao concreto.

Segundo Davidov (1988, p. 141), "a reprodução teórica do real concreto como unidade do diverso realiza-se através do procedimento de ascensão do abstrato ao concreto". O pensamento teórico é complexo em essência, porque emana da filosofia dialético-materialista, que vê tudo inter-relacionado e concatenado. Fortalece o pensamento crítico porque oferece a possibilidade de trabalhar com a gênese, essências e conexões essenciais do objeto, o que lhe confere maior solidez e profundidade na emissão de critérios e juízos de valor. Favorece o surgimento da criatividade, uma vez estabelecida a relação entre o geral, o particular e o singular, o que lhe permite aplicar as essências e conexões essenciais do objeto a casos particulares e singulares.

Para Davidov (1999), o pensamento teórico sustenta uma certa atitude em relação ao conhecimento da realidade, que se expressa na capacidade do sujeito de resolver as tarefas cotidianas da vida, com a combinação dialética do abstrato e do concreto (prático).

Davidov (1981) afirma que entre os fundamentos do pensamento teórico está a experimentação mental, que opera por meio de conceitos científicos, que faz com que o sujeito atribua mentalmente aos objetos uma ou outra interação, inter-relação dialética vista como uma totalidade, uma certa forma de movimento.

A construção e aplicação das Bases Orientadoras da Ação (BOA) do tipo III,

da teoria de Galperin (1973), é o que possibilita a formação do pensamento teórico, uma vez que possui as seguintes características: integração entre conhecimento e ciência; síntese essencial; realização da generalização essencial em relação aos conteúdos estudados; orientação analítica; abstração do essencial transcendendo o fenomenal, o concreto, o empírico. Sem perder a relação dialética entre o geral e o particular na análise, para poder reconhecer a complexidade natural do objeto de estudo, que será vista na formação.

Durante a construção do conhecimento, o trabalho em grupo promove a formação de uma aprendizagem ativa que fomenta valores como independência, responsabilidade, solidariedade, esforço e rigor científico; valores que respondem ao modelo de homem que queremos formar. Aqui, pedagogia e didática se integram ao mostrar como o pensamento teórico dos alunos se forma por meio de um recurso didático: o esquema orientador.

Valdés et al. (1999) propõem uma série de passos para a formação do conceito de grandeza física, estabelecendo relações entre propriedades e grandezas, o que contribui para o pensamento teórico e para encontrar sentido e significado para os conteúdos desta ciência.

A sequência de passos proposta por Valdés et al. (1999) inclui, primeiramente: demonstrar na prática a existência da propriedade a ser caracterizada quantitativamente. Em seguida, demonstrar na prática que nem todos os objetos exibem o mesmo grau ou forma do objeto em questão. Em seguida, definir os procedimentos para associar uma quantidade ao objeto em estudo. Por fim, demonstrar a validade do conceito estabelecido. Outros autores também falam sobre a formação de conceitos em física, como Lago, Ortega e Mattos (2018).

Para tanto, é necessário estruturar o conteúdo, apoiado em uma célula de compreensão, dentro de um esquema orientador que integre o diverso do único, essencial e, portanto, geral. Com a construção do conhecimento seguindo o método de ascensão do abstrato para o concreto, a inter-relação-estruturação-sistematização do objeto de estudo será alcançada e a formação do pensamento teórico será potencializada (Cañedo; Zanelato; Douglas, 2019), (Campelo, 2003), (Bernardes, 2016) y (Santos, 2018).

A física fornece aos alunos métodos científicos e os orienta na formação de ações sensoriais-objetivas-cognitivas vinculadas na natureza. Pode formar competências e capacidades para o pensamento teórico dependendo de como o processo se materializa para permitir a percepção do que não é explicitamente dado na natureza: as funções dos componentes estruturais da propriedade do objeto de estudo.

O pensamento teórico reflete os fatos que podem ser possíveis, cristalizando-os e tornando-os reais para descobrir a "fronteira qualitativa entre o conteúdo da realidade sensorial e o do pensamento teórico" (Davidov, 1981, p. 325). Em seguida, candidate-se:

[...] O pensamento muitas vezes desenvolve sua atividade quando o desenvolvimento real do objeto já decorreu [...] ele pode antecipar a "natureza" e perceber na indústria o que na "natureza" é apenas uma possibilidade [...]. As condições de sua transformação em realidade são plenamente encontradas pelo pensamento [...] o pensamento teórico o faz com o que se cristaliza como possível e graças ao qual esse possível se torna realidade. (Davidov, 1981, p. 325).

Para que isso seja possível nas aulas de laboratório de física, é necessário um plano de ensino coerente e teoricamente fundamentado. A proposta de um esquema orientador como meio de ensino e instrumento, uma ferramenta específica para a aprendizagem dessa ciência com o objetivo de formar um modo de pensar essencial para que os engenheiros possam cumprir sua tarefa social.

O esquema que norteia o processo de ensino e aprendizagem de Física será apresentado em tópicos, a saber: 1. Caracterização e descrição analítica; 2. Problematização; 3. Formulação de hipóteses; 4. Análise essencial, simbolização e atribuição de unidades; 5. Execução do trabalho (Medidas); 6. Registro e tabulação dos dados; 7. Modelagem e síntese; 8. Aplicações e planejamento experimental; 9. Avaliação e controle.

## **1. Caracterização e descrição analítica**

A caracterização analítica e a descrição por meio de argumentação e atenção direcionada desde o início é necessária para fazer uma representação correta da situação física que você está enfrentando. Além de encontrar as condições, propriedades e unidades de medida.

É necessário argumentar e determinar as características essenciais e fenomênicas do fato físico observado. Estabelecer a relação entre o objeto de estudo e suas aplicações na ciência, tecnologia e sociedade. No contexto da sua formação científica escolar e da contribuição dos meios para a sua formação científica prévia, ter em conta a informação e a cultura acumuladas pelo aluno na sua história de vida, nos seus conhecimentos prévios, nos seus preconceitos (ou conceitos quotidianos) como nível de partida, para problematizar e introduzir o tema e objeto de estudo através do laboratório.

É importante relacionar o laboratório e o conteúdo do experimento a ser realizado com a futura profissão, para que esta contribua para a construção de seus significados e significantes, que são alcançados quando os objetivos da atividade coincidem com as necessidades.

O aluno primeiramente se depara com o fato físico, que será objeto de estudo, a partir do qual deverá desvendar suas essências a fim de promover a formação de seu pensamento teórico. O importante para a formação e desenvolvimento desse tipo de pensamento é não ficar no estudo do fato em prol do fato, o que ajuda o que é concreto e diretamente perceptível pelos órgãos dos sentidos a fazer parte do conteúdo do pensamento, pois é isso que fomenta o empirismo e o pensamento que dele se deriva.

Fundamenta-se na ação sobre o objeto para compreendê-lo, no estudo da determinação das condições que o originam, na análise histórico-genética que o torna científico. Isso possibilita transformá-lo encontrando suas essências, explicando os procedimentos na construção do conhecimento, as causas e consequências dos diferentes fenômenos em estudo, a criatividade dos sujeitos a partir da definição de conceitos teóricos, e estabelecendo as bases científicas do pensamento teórico como reflexo da dialética do objeto. A relação propriedades-magnitudes-unidades é identificada como célula central e unidade de análise para a construção-compreensão do conhecimento físico e a formação do pensamento teórico.

## **2. Problematização**

Esse momento deve ser utilizado para exemplificar aplicações do fenômeno estudado, para sensibilizar o aluno para as missões e funções da ciência na sociedade, que devem ser incluídas no problema por meio de perguntas,

descobrimo contradições durante a problematização. Assim como conscientizar por meio da argumentação, expressando dúvidas em decorrência de suas observações.

Deve ser realizado um estudo das possíveis expectativas e previsões de resultados. É o processo em que as características essenciais e não essenciais se encontram para tornar conscientes o conhecido e o desconhecido, e estabelecer suas relações. Tomar consciência do esperado e do inesperado, por meio da argumentação, dos conflitos cognitivos derivados dos fatos físicos em estudo e seus detalhes.

Do ponto de vista do aluno na fase de orientação, ele deve identificar que o enunciado do problema representa uma aplicação do objeto de estudo que, dadas certas condições particulares e gerais que permitem sua existência, engendra uma certa contradição entre o conhecido e o desconhecido.

### **3. Formulação de hipóteses**

Os problemas são propostos pelos alunos e possíveis respostas são dadas às perguntas, contradições e conflitos cognitivos, suas possíveis soluções, descobrimo as relações que podem existir entre as propriedades, que são expressas por suas respectivas magnitudes, expectativas são reveladas e argumentos são apresentados, apresentando os argumentos que os levam a tais posições. Hipóteses também são propostas no planejamento de experimentos, com base na indução de necessidades de investigação.

O professor não é um mestre, mas lhes oferece níveis de ajuda dependendo de suas zonas de desenvolvimento proximal em um determinado momento. Deixa de ser o tutor, o executor principal, o organizador, o estruturador, o ilustrador do conteúdo, e passa a ser o guia, o motorista, o observador, o promotor, o facilitador, o motivador, o controlador, o clarificador e o avaliador do processo de aprendizagem dos alunos.

Com essa metodologia, em todos os tipos de aulas, as tarefas reprodutivas que induzem a passividade dos alunos são substituídas por tarefas que estimulam a pesquisa, a elaboração, a análise complexa, a problematização, o desenvolvimento de hipóteses, a integração, a criação, o discernimento, a resolução, a modelagem, a autoavaliação e a coavaliação, que favorecem o comportamento ativo.



#### **4. Análise essencial, simbolização e alocação de unidades**

Observa-se o fato físico (que serve de demonstração), no qual se expressam suas propriedades e as relações entre elas. Os alunos devem ser capazes de usar a abstração analítica para identificar essas propriedades e suas relações e, em seguida, expressá-las por meio de seus argumentos, que eles discutem com o professor e os outros alunos da equipe.

Uma vez identificadas as propriedades, a cada uma delas é atribuída uma quantidade que a simboliza, por meio de um sinal. O significado do símbolo representa e expressa o grau em que a propriedade se manifesta, que pode ser quantificada através da unidade de medida. Isso permite que seja atribuído um valor quando a medição é feita sobre o evento físico observado durante o experimento.

Em seguida, é necessário determinar a unidade, a menor quantidade do conjunto, a menor quantidade convencionalizada da propriedade que pode ser determinada, sem deixar de existir como tal, e de acordo com as possibilidades do nível de precisão dos instrumentos de medição disponíveis para medição, ou seja, a comparação com outra propriedade quantificada e calibrada em um instrumento.

Dessa forma, é possível determinar quantas vezes a menor quantidade de uma propriedade quantificada é encontrada no experimento através do número de vezes que a unidade de medida que a representa aparece e, assim, o grau em que essa propriedade é expressa pode ser contado. Dessa forma, uma medida de seu valor é determinada através da quantidade, o que permite analisar e encontrar relações entre propriedades através dos valores das grandezas obtidas nas medidas do fenômeno.

Eles devem especificar e distinguir entre propriedades simples e complexas, a fim de determinar as quantidades e as unidades simples e complexas que lhes correspondem. Propriedades simples são as características essenciais do objeto de estudo que aparecem diretamente e são independentes de outras propriedades.

As propriedades complexas são aquelas que se configuram através de uma determinada relação entre várias propriedades, de modo que elas podem ser integradas e se tornar uma propriedade que pode ser nova, única, irrepetível;

somente para o fenômeno observado, a fim de identificá-lo, caracterizá-lo, determiná-lo, defini-lo, portanto, é singular para um fenômeno concreto e permite que a generalização essencial seja feita, para elaborar a lei que o caracteriza.

A relação propriedade-magnitude-unidade de medida como célula está inserida no tecido conceitual do direito e do princípio e, portanto, é a unidade central de análise para a construção do conhecimento físico, a compreensão e a formação do pensamento teórico.

## **5. Realização do trabalho (Medições)**

A primeira coisa a considerar são os procedimentos corretos para realizar a prática. A medição é então realizada por comparação, utilizando os instrumentos adequadamente. O próximo passo é determinar as incertezas dos dados coletados. Evite erros nas medições, adote a postura correta durante as medições e garanta a fidelidade e precisão das medidas.

Também é importante saber utilizar o equipamento de medição no projeto experimental. Os alunos devem explicar e argumentar para demonstrar que estão preparados para realizar a prática. Utilizando os instrumentos e recursos de que dispõem, tanto matematicamente quanto fisicamente, com os dados dos valores, de acordo com a representação do problema, devem desenvolver uma estratégia que lhes permita encontrar o caminho ou caminhos possíveis para resolvê-lo.

## **6. Registro e tabulação dos dados**

Os dados são coletados por meio da elaboração das tabelas de coleta de dados correspondentes, que incluem os valores das medidas e as observações dos alunos sobre o experimento.

## **7. Modelagem e Síntese**

A modelagem gráfica consiste em: construir gráficos para obter a função matemática que relaciona a variável dependente com a variável independente, e que permite estabelecer as relações entre elas, utilizando os valores obtidos nas medidas realizadas.

A modelagem é um processo pelo qual se constrói a expressão matemática que define o fato físico observado (o modelo semiótico), na qual aparecem as relações entre todas as grandezas, o que nada mais é do que a expressão das conexões entre todas as propriedades características do objeto de estudo, a fim de obter a lei que o define.

Neste processo, as conexões entre grandezas são encontradas como uma propriedade essencial, pois se trata de uma configuração singular que nos permite mostrar as conexões essenciais das propriedades do fenômeno através de suas magnitudes, para serem integradas sinteticamente em uma propriedade complexa que caracteriza o fato físico observado no experimento.

Isto possibilita descobrir os conceitos, leis e princípios que regem e possibilitam explicar, prever, transformar e aplicar as leis do objeto de estudo a determinadas situações da ciência, da tecnologia e da sociedade. Tudo isso deve ser explicado e expresso pelos alunos do grupo ao professor, que deve ouvir seus argumentos para garantir que os alunos os dominem e compreendam.

## **8. Aplicações e planejamento experimental**

Com base no processo realizado, o aluno propõe um desenho experimental para verificar a lei encontrada, que deve ser diferente do experimento realizado. Discute-se e verifica-se a viabilidade e discutem-se as razões para sensibilizar o aluno para a proposta. Propõe-se a aplicação dos conhecimentos aprendidos em uma situação técnico-científica, desenvolvendo-se um problema de engenharia.

Isto revela o papel do pensamento teórico na concepção e execução do experimento como parte do processo de busca de uma resposta para um problema na ciência, ou em seu contexto sociocultural historicamente determinado. Em seu processo, o aluno tem que dar sentido aos conceitos, encontrar um significado pessoal para esse conhecimento, ou seja, que ele represente algo para ele.

A necessidade de os alunos estabelecerem a relação entre o sentido e o significado dos conhecimentos que adquirem sobre física, a partir de um uso adequado da linguagem simbólica da disciplina, a fim de compreender os diferentes objetos de estudo dessa ciência e influenciar na formação da personalidade do

futuro profissional (Douglas, 2007), é transcendental no processo de ensino e aprendizagem de física.

Isso significa que grande importância deve ser dada ao momento em que o aluno é capaz de compreender o que é expresso pela relação entre as propriedades-magnitudes-unidades do objeto de estudo em questão, na interpretação física das leis, equações e princípios no momento de integrar todos os componentes.

Isso ocorre na transferência da linguagem matemática para o contexto físico, na medida em que são assumidas implicações que não deixam de lado o significado geral e abstrato da linguagem matemática aplicada a situações físicas que são um campo mais particular e concreto, de modo que se pode dar significado físico à linguagem simbólica da matemática na física e se pode aplicar o que se aprendeu.

Dessa forma, evitam-se estereótipos e operacionalismo cego, simplismo e pensamento empírico, sem esquecer que também há situações físicas transferidas para a linguagem matemática em que se segue o caminho oposto. O objetivo é prevenir e evitar o problema colocado por Talízina (1985, p. 15):

Um problema mais sério que surge em ciências como a física, especialmente na física teórica, é que o modelo matemático às vezes está tão distante da realidade física que o aluno, ao realizar todas as operações matemáticas, não vê nenhum sentido ou significado físico por trás dele, e não pode praticamente interpretar o que obteve. Isso é um problema.

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. Avaliação e acompanhamento**

Os alunos escrevem um relatório, que consiste em um resumo teórico, uma descrição do projeto experimental, uma lista de questões e problemas desenvolvidos, as hipóteses apresentadas, os objetivos da prática, a relação entre propriedades-magnitudes-unidades.

Na fase de controle, uma vez encontrada a solução para o problema, verifica-se se o valor numérico é adequado e lógico, se as unidades em que a resposta é dada

são consistentes, se o feedback é dado, se as operações e etapas realizadas são revisadas, para verificar se não houve erro de procedimento e garantir que sejam adequadas para resolver o problema, como um caso particular ou singular.

A avaliação é concebida como a possibilidade de verificar o desenvolvimento das competências alcançadas pelo aluno, juntamente com a apropriação do conhecimento, sem ser punitiva. Os momentos de avaliação são marcos onde o aluno estabelece novas metas e objetivos, assumindo o erro como parte natural do processo de aprendizagem que gera novas formas de esforço. É incentivado a ser realizado pelo professor, por alguns alunos com outros, e pelo próprio aluno consigo mesmo.

Durante todo o processo, a avaliação é sistêmica, preditiva e processual. Desde o início do curso de Física, os alunos são conscientizados sobre os indicadores de pensamento teórico que serão levados em conta na avaliação da disciplina, para que sirvam de guia para a autoavaliação e autoorientação da aprendizagem.

Para avaliar a construção do conhecimento, utiliza-se um guia de orientação, que serve de suporte para a orientação, execução e controle da resolução de problemas, trabalhos laboratoriais e apresentações teóricas. Também é realizada uma avaliação em grupo do processo e do resultado geral do trabalho.

O sistema de controle, feedback, diagnóstico e avaliação ocorre durante todo o processo, embora às vezes predomine uma ação ou outra, pois o professor deve diagnosticar constantemente a zona real de desenvolvimento do aluno e sua zona de desenvolvimento proximal, a fim de orientá-lo para níveis mais elevados de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, deve fornecer feedback sobre seu processo de ensino e incentivar o feedback do aluno sobre seu processo de aprendizagem, explicando as dificuldades, obstáculos, barreiras e realizações que está tendo.

É preciso, portanto, acompanhar o que o professor faz e o que o aluno faz, as atividades que são realizadas, a qualidade que é alcançada, tudo em relação a um modelo previamente estabelecido. O sistema de orientação permite identificar pontos fortes e fracos, insuficiências e insuficiências no processo.

### 3 Considerações Finais

O foco deste artigo é explicar o esquema proposto para orientar o processo de ensino e aprendizagem de física para estudantes de engenharia. O esquema foi criado para orientar o trabalho didático de ascender do abstrato ao concreto, buscando as essências do objeto de estudo, mostrando-o em sua gênese e evolução, para favorecer o desenvolvimento do pensamento teórico nos estudantes de engenharia.

O esquema se baseia em uma concepção didática da física para o desenvolvimento do pensamento teórico em estudantes de engenharia e orienta as ações do professor para a formação e desenvolvimento desse tipo de pensamento.

É necessário levar em conta a célula didática na aplicação do método de ascensão do pensamento abstrato ao concreto no ensino e aprendizagem de física, cumprindo certos requisitos através do uso do esquema guia em situações ativas de ensino, para promover o desenvolvimento do pensamento teórico.

O esquema norteador como meio de ensino em aulas de laboratório de física foi concebido para cumprir uma função estrutural sistêmica invariante, uma vez que foi elaborado levando-se em conta as categorias componentes fundamentais que compõem o processo de construção-compreensão do conhecimento físico, e servem de suporte na orientação do pensamento teórico na execução de suas ações, na construção do conhecimento, por isso esse esquema favorece a formação e o desenvolvimento desse tipo de pensamento.

O esquema inclui em si a célula geradora do conhecimento físico: a relação propriedade-magnitude-unidade de medida como categorias primárias interconectadas. É um instrumento para realizar ações de aprendizagem durante a atividade de estudo, pois orienta o pensamento dos alunos na busca das relações essenciais do fenômeno, sendo vital para a compreensão e resolução de problemas.

As equações físicas são uma integração de diferentes células, ou seja, a interconexão entre várias inter-relações propriedade-magnitude-unidade, que formam um "tecido" para construir o significado físico que dá origem a uma nova propriedade, um novo conceito, diferente, mas derivado do objeto de estudo, que tem a ver com o significado dessas células separadamente, uma vez que, ao se

integrarem, cada uma dessas inter-relações se configura e contribui para a conceituação, expressando-se na complexidade do objeto de estudo investigado, em suas leis, equações, princípios, axiomas e postulados. Para que assim os alunos construam significados científicos apropriados.

Isto permite que o aluno e o professor adotem uma abordagem sistêmica para detectar e compreender os processos. Uma vez conhecidas as relações essenciais, consegue-se a compreensão necessária para aplicar esse conhecimento a casos particulares na resolução de problemas.

São necessários mais estudos e investigações sobre o atual sistema de orientação. Ele precisa ser testado nos diferentes contextos das aulas de laboratório de física e permanecer em processo de melhorias para que cumpra sua função.

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

### 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 teóricos-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.

### 4 Referências

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.

CANEDO, R. G. *Proposta de mudança na situação de ensino-aprendizagem da Física na disciplina de Fluidos*. Tese (Licenciatura em Psicologia) - Faculdade de Psicologia, 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.

Recebido em outubro de 2023.  
Aprovado em novembro de 2023.