

# **A Teoria dos Campos Conceituais: Um referencial analítico e metodológico no debate pedagógico da resolução de problemas abertos**

## **The Theory of Conceptual Fields: An analytical and methodological framework in the pedagogical debate of solving ill-structured problem**

**Giovana Espíndola Batista**

Universidade Federal Rio Grande do Sul - UFRGS  
giovanabatista@gmail.com

**Karen Cavalcanti Tauceda**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
ktauceda@gmail.com

**Ederson Staud**

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS  
ederson.staud@uffs.edu.br

### **Resumo**

A resolução de problemas abertos é uma metodologia que estimula o trabalho colaborativo e ativo do estudante, por intermédio de enunciados propositalmente abertos que articulam os conceitos físicos que se queira ensinar e suas eventuais aplicabilidades cotidianas. Assim, o objetivo do trabalho é analisar as soluções dos problemas abertos na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais e averiguar se a teoria contribui para melhorar a aprendizagem baseada em problemas. Os problemas analisados compõem uma sequência didática desenvolvida em uma escola da rede pública, com uma turma de 28 estudantes, do 3º ano do Ensino Médio. Dentre os resultados, ressaltamos que a análise das resoluções dos problemas na perspectiva da Gérard Vergnaud permite compreender e perceber os fatores que influenciam na construção da solução do problema, como também, apresenta subsídios para identificar e sanar as dificuldades recorrentes dos estudantes. A teoria é um excelente referencial teórico para auxiliar na construção de situações-problema significativos.

**Palavras chave:** aprendizagem baseada em problemas, teoria dos campos conceituais, ensino de física

### **Abstract**

Solving ill-structured problems is a methodology that encourages collaborative and active student work, through open statements that articulate physical concepts that we want to teach



and their everyday applicability. Thus, the objective of the work is to analyze the solutions of open problems from the perspective of the Conceptual Fields Theory and to verify if the theory contributes to improve problem-based learning. The analyzed problems make up a didactic sequence developed in a public school, with a class of 28 students, from the 3rd year of high school. Among the results, we emphasize that the analysis of problem resolutions from the perspective of Gérard Vergnaud allows us to understand and perceive the factors that influence the construction of the solution of the problem, as well as, it presents subsidies to identify and solve the recurring difficulties of the students. Theory is also an excellent theoretical framework to assist in the construction of meaningful problem situations.

**Key words:** problem based learning, conceptual fields theory, physics teaching

## Introdução

Os ensinamentos de Física, na educação básica, têm o objetivo, dentre outros, de promover a alfabetização científica. Alguns autores optam pelo termo alfabetização científica, por entenderem a ciência como uma linguagem que permite aos estudantes a leitura crítica do mundo (CRAVALHO, 2011; CHASSOT, 2016). Para estes autores a alfabetização está alinhada à perspectiva de Freire, como um ato político em que a leitura do mundo precede a leitura da palavra, (BERTOLDI, 2020).

Assim, o ensino de Ciências, além de oportunizar a compreensão dos conceitos científicos básicos, deverá contribuir para desenvolver a autonomia e criticidade do sujeito. Para tanto, é necessário desenvolver estratégias de ensino que priorizem a participação efetiva do aluno e o aprimoramento da capacidade de argumentar, investigar, analisar, estabelecer relações, interpretar fenômenos e notícias científicas, assim como, resolver situações-problema.

Nesse contexto, a resolução de problemas abertos é uma escolha metodológica que estimula o trabalho colaborativo e ativo do estudante, por intermédio de enunciados propositalmente abertos que articulam os conceitos físicos e suas aplicabilidades cotidianas. A metodologia incentiva a atitude investigativa, participativa e consciente por parte do solucionador (GIL PEREZ, 1987). Deste modo, permite fortalecer as competências e habilidades pertinentes ao ensino de Física, como também, contribui para a alfabetização científica.

Ao interpretar o enunciado, o estudante evoca seus conhecimentos prévios acerca do assunto, elabora hipóteses, investiga, analisa as informações, reavalia, constrói e relaciona novos conhecimentos para conseguir elaborar uma solução para o problema. Portanto, na resolução do problema estão contidas várias informações pertinentes ao processo de aprendizagem do aluno. Os argumentos construídos pelos estudantes são a melhor evidência da aprendizagem, (JONASSEN, 2011).

Assim, para que a metodologia seja exitosa, é imprescindível que o docente esteja atento às informações, argumentos e soluções construídas pelos alunos, no intuito de perceber equívocos, dificuldades e, a partir disso, conseguir saná-los. Nesse processo, é essencial alicerçar o trabalho docente em fundamentações teóricas que forneçam subsídios para melhor averiguar e compreender os adversos à aprendizagem.

Diante do exposto, constata-se a relevância da escolha de um referencial teórico que contribua para qualificar as ações didáticas. A aprendizagem através de problemas é uma metodologia construtivista e interacionista, considerando-se esses aspectos, optou-se pela Teoria dos

Campos Conceituais (TCC), que é uma teoria cognitiva e (neo) piagetiana. Sua finalidade é propor princípios para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas, como a Ciências e Matemática (MOREIRA, 2002). Vergnaud (2017), identifica que o núcleo do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização. Em outras palavras, o cerne das dificuldades sistemáticas de aprendizagens é a conceitualização equivocada (MOREIRA, 2011).

Assim, surge a problemática do trabalho: A TCC é apropriada para guiar o trabalho de análise das soluções dos problemas abertos? Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é analisar as soluções dos problemas abertos na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais e averiguar se a teoria contribui para melhor compreender a aprendizagem baseada em problemas.

### **Aprendizagem baseada em problemas**

Há décadas as pesquisas relacionadas a educação apontam a necessidade da efetiva participação do estudante para o desenvolvimento da autonomia intelectual para alcançar a aprendizagem significativa. Especialmente, Vergnaud argumenta que a apropriação do conhecimento pelo indivíduo depende necessariamente de sua própria atividade (VERGNAUD, 2017).

Como será detalhado mais adiante, o avanço de um campo conceitual ocorre através da construção e reconstrução de esquemas. Assim, é necessário confrontar o estudante com distintas situações-problema que estimule a participação ativa e a explicitação do seu conteúdo cognitivo (invariante operatório). Esses são considerados a operacionalidade da conceitualização e identificá-los significa compreender as possíveis dificuldades, evoluções na compreensão dos conceitos e conseqüentemente os obstáculos enfrentados pelos estudantes na resolução de problemas. Nesse sentido, Vergnaud (2007), constata que, os obstáculos enfrentados pelos estudantes na resolução de problemas é, em grande parte, devido a não conceitualização do real.

Nesse contexto, destaca-se a importância de resolver problemas que não contenham todos os dados em seu enunciado como processo de construção do conhecimento, que desenvolve algumas competências cognitivas importantes tais como: capacidade de formular, identificar, converter e resolver situações-problema. Também desenvolve habilidades pertinentes a formação científica, por exemplo, elaboração de hipóteses, a importância e o controle das variáveis, a capacidade investigativa e algumas posturas desejáveis como: responsabilidade, persistência, cooperação, autonomia.

A aprendizagem baseada em problemas (ABP), inicia com uma situação-problema autêntica, elaborada no intuito da apropriação do conhecimento a partir do desenvolvimento de soluções. Os problemas dessa aprendizagem são nomeados problemas abertos ou de enunciados intencionalmente incompletos e possuem a característica de não disponibilizar todos os dados necessários à sua imediata resolução, conseqüentemente não há uma solução pré-estabelecida, ao contrário, há algumas soluções viáveis. Gil Pérez (1992), por exemplo, considera que os problemas abertos são situações de dificuldades para as quais não existe uma solução definida, incentivando uma atividade investigativa por parte do solucionador.

Assim, a ABP é resultado da efetiva participação do solucionador mediante uma postura investigativa e colaborativa que oportuniza a compreensão das concepções científicas. Portanto, a aprendizagem é decorrente da troca de informações, da elaboração de argumentos nos debates e da compreensão dos assuntos pertinentes ao problema.



## Teoria dos Campos Conceituais

Gérard Vergnaud, imbuído nas ideias de Piaget e Vygotsky, elabora a (TCC). “Vergnaud amplia e redireciona, em sua teoria, o foco piagetiano das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento, para o estudo do funcionamento cognitivo do sujeito em situação” (MOREIRA, 2002, p.7).

Ainda, Vergnaud (1990, 1993, 2017), reconhece que o conhecimento está organizado em Campos Conceituais que, por definição é um conjunto de situações que compõe uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas conectados uns aos outros. Três pressupostos levaram a construção do conceito de Campo Conceitual:

1º - Um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação. Isso significa ser necessário várias experiências para a elaboração de um conceito.

2º - Uma situação não analisa um só conceito. Por exemplo, ao resolver uma situação-problema recorre-se a vários conceitos.

3º - A construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito é um processo de longos anos. Assim, constata-se que a compreensão de um Campo Conceitual ocorre em um largo período de tempo, pela experiência, maturidade e aprendizagem.

Percebe-se quanto importante é a compreensão e elaboração do conceito para a TCC. A construção de um conceito envolve a associação de três conjuntos denominados situação (S), invariantes operatórios (I) e representações simbólicas (R):

S – Situações: é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito. Nesse sentido, Vergnaud (1993) identifica dois tipos de situações:

1º situação: O sujeito dispõe de conhecimentos necessários ao tratamento imediato da situação, mobilizando um único esquema. Portanto, são situações caracterizadas pelas ações mecânicas e irreflexivas.

2º situação: O sujeito desconhece a situação, obriga-se a analisar, refletir, explorar e hesitar mobilizando vários esquemas para resolver a situação. Sendo assim, são situações que oportunizam a construção e reflexão da aprendizagem.

O conceito de esquema é um legado piagetiano e significa as organizações invariantes do comportamento para determinadas classes de situações (VERGNAUD, 1990). Assim, é imprescindível que a educação básica promova um amplo e variado repertório de situações que possam modificar e ampliar os esquemas dos alunos promovendo a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002).

I – Conjunto dos invariantes operatórios: são os conhecimentos contidos nos esquemas.

Sucintamente, conceito-em-ação e teorema-em-ação são os conhecimentos contidos nos esquemas e são designados pela expressão global de invariantes operatórios. Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Conceito-em-ação é um objeto, um predicado, ou uma categoria de pensamento tida como relevante (VERGNAUD, 2007). Ainda, Vergnaud (2011), considera o conceito de esquema composto por conceito-em-ação e teorema-em-ação com a base conceitual implícita ou explícita que permite obter as informações pertinentes para abordar determinada situação. Em grande parte, os invariantes operatórios permanecem implícitos na estrutura cognitiva do aprendiz e por isso representam obstáculos à aprendizagem. Portanto, o objetivo do ensino é tornar o conhecimento explícito, comunicável, debatido, defrontado para a elaboração de verdadeiros conceitos científicos (MOREIRA, 2011).



R – Conjunto de representações simbólicas: permite relacionar o significado do objeto com a sua propriedade.

A representação simbólica (linguagem, diagramas, gráficos) permite identificar os invariantes operatórios. Entre eles, a linguagem tem papel de destaque pois, além da escrita, propicia a verbalização dos conceitos, as trocas de informações e as interações em sala de aula. Portanto, o conjunto de representações simbólicas e a interação social contribuem para a clarificação dos conceitos, e é nessa perspectiva que as ideias vygotskyana corroboram com a teoria.

A TCC é um referencial frutífero que oportuniza mecanismos didáticos para a investigação das dificuldades apresentadas pelos alunos na conceitualização de fenômenos e teoremas científicos.

## **Metodologia**

O trabalho é um estudo empírico de caráter qualitativo, a partir da metodologia da resolução de problemas abertos analisados na perspectiva da (TCC). Para tanto, foi considerado e avaliado todo o percurso de construção da solução do problema, constituído pela oralidade e escrita dos estudantes.

Os problemas analisados compõem uma sequência didática desenvolvida pela pesquisadora em uma escola da rede pública, em 27 aulas com duração de 45 minutos cada, em uma turma de 28 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, no município de Porto Alegre. Organizou-se a turma em cinco grupos, cada grupo recebeu distintos problemas para efetuar a resolução colaborativa, tendo em vista que, ABP é um método ativo, ao revolver os problemas o grupo debate, reflete sobre determinado assunto e constrói uma solução coletiva.

Dito isso, o presente trabalho constitui um recorte da sequência didática desenvolvida ao longo de 3 aulas, na qual analisa-se a resolução de dois problemas realizados por dois grupos compostos de cinco alunos cada. Tal escolha é resultado das dificuldades demonstradas pelos estudantes no decorrer das resoluções. Assim, almeja-se identificar os invariantes operatórios (teorema-em-ação e conceito-em-ação) mobilizados pelos estudantes durante a resolução dos problemas para verificar se a (TCC) fornece subsídios para identificar as dificuldades, como também a partir da identificação dessas dificuldades reavaliar as situações problemas para melhorar a ABP.

O objetivo metodológico foi promover a compreensão dos conceitos introdutórios da Física Quântica por intermédio da resolução de problemas abertos. No primeiro momento, organizou-se uma aula expositiva e dialogada com o intuito de investigar os conhecimentos prévios e articulá-los aos conceitos científicos, posteriormente foram entregues um problema distinto para cada grupo. A segunda aula foi destinada a resolução colaborativa dos problemas nos grupos. Dando sequência ao planejamento, a terceira aula foi destinada à apresentação dos problemas, na qual cada grupo deveria ler o problema e comentar a sua resolução. Após as apresentações, as resoluções foram debatidas com toda a turma, com o intuito de explorar as respostas dos problemas e retomar os conceitos trabalhados na aula expositiva dialogada, estabelecendo relações entre o conceito-em-ação e suas aplicabilidades nas resoluções dos problemas.

Para melhor averiguar o processo de construção da resolução dos problemas foi solicitado ao grupo que descrevessem as seguintes etapas de resolução: interpretação do problema, hipóteses elaboradas, as investigações realizadas citando as principais informações encontradas em sites e livros e a solução proposta.



Nessa pesquisa, analisamos as hipóteses e as soluções elaboradas pelos grupos, pois essas informações contribuem para identificar os conhecimentos prévios, a compreensão do problema, dificuldades e aprendizagens construídas. As informações coletadas no desenvolvimento metodológico, por intermédio da escrita e da oralidade, apontam os esquemas de assimilação dos estudantes.

## Resultados e discussões

Descrevemos abaixo as situações-problema, as hipóteses/primeiras que podem ser relacionadas as concepções prévias, as respostas explicitadas pelos grupos, os possíveis invariantes operatórios identificados pela pesquisadora, assim como, os conceitos e teoremas-em-ação, que serão investigados nesse estudo

1º Problema: Entre as várias linhas de estudo da matéria como: composição, estrutura, temperatura, alguns cientistas investigam a maneira que a matéria absorve e emite luz. Esses estudos também contribuem para o entendimento acerca da estrutura da matéria. O padrão característico de comprimento de onda emitido por uma fonte luminosa é chamado espectro. A maioria das informações que temos sobre as galáxias e estrelas vêm do estudo dos seus espectros. Imagine-se no ano de 1868, você é um astrofísico e faz parte de uma equipe de pesquisadores que acaba de descobrir um novo elemento químico nunca antes observado na Terra. Compartilhe essa experiência com seus colegas como ocorreu a descoberta desse elemento, qual é o elemento e como é possível afirmar que o elemento ainda não foi detectado na Terra?

Hipótese/Concepção prévia: *Através da observação do espectro deste elemento.*

Conceito-em-ação: O espectro de emissão é uma característica do elemento.

Teorema-em-ação: Cada elemento possui seu espectro de emissão.

Invariante operatório: Um espectro nunca identificado representa um novo elemento.

Na elaboração da (s) hipótese (s) almeja-se que o grupo demonstre os conhecimentos prévios acerca do assunto abordado no enunciado. Porém, a hipótese formulada não apresentou nenhum elemento novo além das informações abordadas no enunciado do problema. Dois fatores podem estar relacionados a esse aspecto. Primeiramente, o hábito de resolver exercícios ou problemas fechados promove a busca de uma resposta imediata para o problema, dificulta o processo de análise e reflexão do enunciado e deixa particularmente sem sentido a tarefa fundamental de emissão de hipóteses (GIL, et. al., 1992). Ademais, o assunto apresentado no problema não é trivial, muitas vezes os conteúdos e suas aplicabilidades não são conhecidos. Com o objetivo de romper essa barreira epistemológica, como já mencionado anteriormente, inicialmente organizou-se uma aula expositiva e dialogada. “Quanto o material de aprendizagem não é familiar recomenda-se o uso de um organizador expositivo que construa uma ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber” (MOREIRA, 2011, p. 30). No entanto, o organizador prévio foi insuficiente pois, o grupo demonstrou dificuldade em estabelecer relações entre os assuntos abordados na aula e o proposto no problema.

Resolução do problema: *O elemento descoberto foi o Hélio, sua descoberta ocorre em um dia de eclipse solar através da observação do espectro que demonstrava a presença de uma linha amarela que até então não havia sido catalogada.*

Conceito-em-ação: O espectro de emissão é uma característica do elemento.

Teorema-em-ação: Cada elemento possui seu espectro de emissão.



Invariante operatório: O espectro identificado representa o elemento Hélio.

Embora, a solução apresentada seja coerente como os fatos históricos, o grupo não elaborou uma explicação que permita compreender quais procedimentos contribuíram à confirmação de um novo elemento químico. O grupo também demonstrou dificuldades em interpretar a solução apresentada.

Percebe-se, que a apresentação de soluções apenas pela escrita é insuficiente para averiguar a aprendizagem do conceito, pois é possível a construção de uma solução adequada ao problema sem a devida compreensão. A inexistência do debate, da análise dos resultados encontrados e da retrospectiva da aprendizagem são fatores que colaboram com a dificuldade da compreensão e resolução do problema, LOPES (1994). Assim, debater o problema e a solução proposta é fundamental pois a oralidade revela quais conceitos não foram assimilados. O caráter do conhecimento muda quando é comunicado, compartilhado e debatido (MOREIRA, 2011).

Vergnaud (2017), atribui grande importância a conceitualização e por consequência a linguagem é igualmente fundamental.

A verbalização do conceito é um processo de aprendizagem, ao explicar o fenômeno físico com suas próprias palavras, o aluno estabelece relações, elabora e formaliza a compressão do conceito. A verbalização só é possível quando o fenômeno foi compreendido. Diante do exposto, constatou-se que os invariantes operatórios permaneceram inalterados consequentemente o grupo apresentou dificuldade na compreensão dos conceitos.

Ao constatar as dificuldades demonstradas pelo grupo na interpretação da solução é possível perceber o quanto afastado o grupo se encontra dos conceitos científicos almejados. Assim, entende-se que a ação do professor é contribuir para a construção de conceitos e teoremas explícitos e cientificamente aceitos. Para isso, foi necessário interpretar novamente o enunciado e agregar novas informações ao debate.

A espectroscopia é o estudo da interação da radiação eletromagnética com a matéria, por intermédio da observação das interações nos fenômenos da reflexão e absorção. A radiação emitida pelo Sol é um espectro contínuo com todas as cores com espectro de emissão observado semelhante à prevista pela equação de Planck para um corpo negro a aproximadamente 5800 K. A situação descrita no problema é fruto dos trabalhos independentes de Norman Lockyer e Pierre Janssen. Através da observação da cromosfera solar, em um dia de eclipse solar, ao analisar o espectro de emissão se percebeu a presença de uma linha amarela que até então não havia sido catalogada. Essa linha foi associada ao um elemento próprio do Sol, que foi denominado de hélio, cujo o símbolo é He.

O guiamento, com o objetivo de aprofundar ideias e a reorganização da solução do problema pode ser dado por diferentes possibilidades, sendo que aqui adotamos as perguntas em algumas das intervenções, propostas pela professora, no decorrer do debate. Alguns dos questionamentos foram:

O que entendemos por espectro contínuo?

O que é o espectro de emissão?

O que é o espectro de absorção?

2º problema: O mar e o céu aparentam ser azuis na maior parte do tempo, pois o ar atmosférico reemite, fundamentalmente, a componente azul da luz solar. Assim, a cor de um objeto está relacionada com o comprimento de onda reemitido (espalhado), inicialmente interpretado como o resultado dos processos de absorção e a reflexão da luz. A afirmação muito comum de que os



corpos negros não emitem luz é verdadeira? Justifique sua resposta.

Hipótese/Concepção Prévia: O corpo é considerado negro porque absorve toda a luz.

Conceito-em-ação: O corpo negro absorve toda a luz.

Teorema-em-ação: Os corpos negros não emitem luz.

Invariante operatório: A cor de um objeto está relacionada a absorção e reflexão.

Observa-se que, ao elaborar a hipótese os estudantes associaram radiação apenas com a parte de luz visível do espectro eletromagnético, essas concepções são coerentes com a óptica geométrica abordada pela Física Clássica. Essa compreensão é previsível e identificada no invariante operatório. Tal atitude está relacionada com o maior repertório de conceitos consolidados no estudo da Física Clássica.

Um conceito-em-ação é um conhecimento necessário para resolver um problema e sua operacionalização deve-se aos teoremas-em-ação que são formados pelos conceitos-em-ação (PARISOTO et al., 2013). A identificação desses elementos permite compreender o processo de construção da solução dos problemas e identificar possíveis dificuldades de aprendizagem.

O grupo demonstra na elaboração da hipótese quais são os conhecimentos prévios sobre o assunto, para tanto, utiliza-se dos esquemas evidenciando os possíveis invariantes operatórios existentes na estrutura cognitiva (BATISTA et al., 2021). Os esquemas evidenciam as experiências do sujeito e são repertórios adotados na busca de resolver determinada situação (VERGNAUD, 2017). Assim, espera-se que no decorrer do processo investigativo o grupo consiga reavaliar a hipótese e construir um repertório condizente as concepções da Física Quântica.

Resolução do problema: *Um corpo negro ideal é um corpo hipotético que absorve ou emite toda a radiação eletromagnética. A afirmação é verdadeira porque o corpo negro ideal é definido como um corpo que absorve toda energia incidente sobre ele e nenhuma parte da radiação incidente é refletida.*

Conceito-em-ação: Toda a radiação incidente é completamente absorvida.

Teorema-em-ação: O corpo é negro porque absorve toda a radiação.

Invariante operatório: O corpo é negro porque não reflete luz.

O grupo consegue avançar na compreensão do conceito de corpo negro e radiação eletromagnética. Na solução do problema foi abordado o conceito de absorção e emissão do corpo negro, porém, no momento da explicação da solução, o grupo demonstrou dificuldades em estabelecer relações entre os dois conceitos (absorção e emissão). Na compreensão dos estudantes era incoerente o corpo absorver e emitir radiação. Novamente, ressalta-se a importância de estabelecer debates com o objetivo de clarificar a compreensão do problema e da solução proposta.

O corpo negro é definido como o corpo que absorve toda radiação que nele incide. Em equilíbrio térmico com o ambiente, o corpo negro está absorvendo e emitindo radiação, por isso é considerado um absorvedor e emissor perfeito. De acordo, com a Lei de Stephan-Boltzmann a radiação é diretamente proporcional à temperatura absoluta na quarta potência. Outro fator, se a temperatura de um corpo for maior que a temperatura do ambiente onde está inserido, a taxa de emissão de radiação é maior que a taxa de absorção. Se sua temperatura for menor que a do ambiente, a taxa de absorção de radiação é maior que a taxa de emissão.

Constata-se que, a resolução adequada do problema não é evidência suficiente da compreensão





do mesmo, para tanto, são necessárias algumas intervenções que oportunizem a reflexão. No concerne, a compreensão do conceito, o mesmo resulta da resolução de várias situações-problemas e seu domínio é lento e não linear (VERGNAUD, 2017). Sendo assim, é necessário vivenciar inúmeras experiências significativas para desenvolver a habilidade de resolver problemas e consolidar o conceito.

As argumentações verbalizadas pelo grupo, no decorrer da apresentação da solução do problema, demonstraram a associação equivocada de equivalência dos conceitos de reflexão e emissão. A elaboração de conceitos inadequados proporciona dificuldades de aprendizagem que podem ser vivenciadas ao longo de vários anos e conseqüentemente compromete o domínio do Campo Conceitual. O funcionamento cognitivo envolve operações que são progressivamente automatizadas (VERGNAUD, 1993). Para reavaliar os esquemas já construídos que geram ações automatizadas é necessário desestabilizar cognitivamente os estudantes. Para isso optou-se pelo debate por intermédio de algumas perguntas, objetivando ressignificar, reconstruir e diferenciar os conceitos.

Quais situações cotidianas estão associadas a reflexão?

Quais situações cotidianas estão associadas a emissão?

Emissão e reflexão conceitualmente são iguais?

Ademais, para consolidar essa aprendizagem é necessário a proposição de novas situações-problema que permitam a construção de novos esquemas. A elaboração de um conceito é resultado do domínio de uma classe de problemas que progressivamente o sujeito resolve e compreende (VERGANUD, 2017).

### **Considerações finais**

O ensino de Ciências e Física na educação básica têm o objetivo de contribuir para a compreensão dos conhecimentos científicos e o desenvolvimento da autonomia e criticidade do sujeito, para favorecer o exercício da plena cidadania que requer a capacidade, dentre outras, de atuar e decidir mediante a análise crítica de fatores sociais, ambientais e tecnológicos. A aprendizagem baseada problemas é um método que contribui para desenvolver várias habilidades e a auto responsabilidade do estudante no processo de ensino aprendizagem, conseqüentemente favorece a autonomia do sujeito.

Para extrair a máxima potencialidade da resolução de problemas abertos é necessário analisar cuidadosamente as soluções construídas pelos estudantes pois, nas resoluções estão contidas as informações pertinentes a aprendizagem. Para além disso, como demonstrado neste trabalho, também é necessário compreender porque o aluno resolve o problema de determinada maneira.

A (TCC) identifica a origem dos sistemáticos erros pela ausência da conceitualização adequada e aponta caminhos para qualificar a resoluções dos problemas. Para esse propósito, é fundamental a identificação dos invariantes operatórios (teorema-em-ação e conceito-em-ação) que decorre da análise dos discursos dos estudantes e das informações operatórias apresentadas para resolver as situações-problema propostas.

Nesse trabalho, foram analisadas as resoluções dos problemas contemplando a forma predicativa e operatória do conhecimento que resultou em algumas constatações: Os conhecimentos prévios influenciam a compreensão do enunciado, a elaboração das hipóteses e a interpretação da solução proposta. A identificação dos conhecimentos prévios tem importância maior na identificação das dificuldades de compreensão e interpretação do problema. Os invariantes operatórios são indicativos das relações e construções dos conceitos



formalizados pelos estudantes. Como identificado no segundo problema, a elaboração de conceitos equivocados como, por exemplo, os conceitos de “ reflexão e emissão”, resulta na dificuldade de aprendizagem e é um obstáculo para estabelecer novas relações, elaborar novos conceitos e compreender o Campo Conceitual da Física Quântica. Os esquemas constituem as tomadas de decisões que permeiam toda a resolução do problema. Por consequência, a capacidade de melhor explorar o enunciado, investigar e extrair todas as informações relevantes para elaborar a solução do problema dependerá do repertório de esquemas.

Ademais, como identificado no primeiro e segundo problema, é necessário debater a interpretação e a resolução proposta pelo grupo para oportunizar a verbalização dos conceitos e as relações elaboradas pelos estudantes. Sendo assim, a forma predicativa do conhecimento contribui para identificar todos os aspectos acima mencionado e qualificar o conceito.

Analisar as resoluções dos problemas na perspectiva da Gérard Vergnaud permite compreender e identificar os fatores que influenciam na construção da solução do problema, como também, apresenta subsídios para identificar e sanar as dificuldades recorrentes dos estudantes. Para além, a teoria é um excelente referencial teórico para auxiliar na construção de situações-problema significativos.

Em síntese, a (TCC) proporciona o hábito da investigação sistemática das soluções construídas pelos estudantes. Tais soluções servem como bússolas apontando os equívocos conceituais e orientando o trabalho de elaboração das próximas situações-problema. Assim, a teoria oportuniza que a aprendizagem seja cíclica e resultado da compreensão de situações-problema cada vez mais complexas e progressivamente compreendidas. Portanto, é perceptível que a aprendizagem baseada em problemas é potencializada quando entrelaçada a Teoria dos Campos Conceituais.

## Referências

BATISTA, G. E. Staudt, E., Zabadal, J. R. S., Tauceda, K. C. Resolução de problemas abertos considerando a aprendizagem significativa e teoria de campos conceituais: uma proposta para ensinar física quântica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 264-280, 2021.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, 2020.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

GIL PEREZ, D. Martinez-Torregrosa, J., Ramírez Castro, J. L., Dumas-Carré, A., Gofard, M. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno de Ensino de Física brasileiro**. v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

JONASSEN, D. H. **Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments**. Routledge, 2010.

PÉREZ, D. G. Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. **Investigación en la Escuela**, n. 1, p. 35-41, 1987.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v 7, n.1, p. 7-29, 2002.



MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

VERGNAUD, G. **La teoría de los campos conceituais.** Recherches en didactique des mathématiques, v. 10, n. 2, 1990.

VERGNAUD, G. **Teoria dos campos conceituais.** In: Nasser, L. (Ed.) Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro, p. 1-26, 1993.

VERGNAUD, G. **O que é aprender?** O iceberg da conceitualização. Porto Alegre: GEEMPA, 2017.

